

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA

Studija

**Analiza mogućnosti optičkih mreža trgovačkih
društava u javnom sektoru**

Zagreb, rujan 2003.

Ugovor:

Ugovor o pružanju intelektualnih usluga broj UPT-STR-03/03 od 27. ožujka 2003. (u daljnjem tekstu – Ugovor) sklopljen između Ministarstva pomorstva, prometa i veza (u daljnjem tekstu – Naručitelj), Prisavlje 14, 10000 Zagreb, i Fakulteta elektrotehnike i računarstva (u daljnjem tekstu – Konzultant), Unska 3, 10000 Zagreb.

Projektni tim:

Prof. dr. sc. Mladen Kos

Doc. dr. sc. Alen Bažant
(ovlašteni predstavnik Izvršitelja pri izradbi studije)

Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Pregled postojećeg stanja telekomunikacijske infrastrukture	5
2.1. Telekomunikacijska infrastruktura trgovačkih društava u javnom sektoru	5
2.2. Okruženje Republike Hrvatske	9
3. Analiza postojeće telekomunikacijske infrastrukture	10
3.1. Nova jedinstvena nacionalna TK mreža.....	11
3.2. Prednosti nove nacionalne telekomunikacijske mreže.....	13
4. Zaključci i preporuke studije.....	19
Popis dokumenata	21
Skraćenice i kratice	22
Prilozi.....	23

1. Uvod

Osnovni cilj ove studije, nazvane "Analiza mogućnosti optičkih mreža trgovačkih društava u javnom sektoru" (u daljnjem tekstu: studija), je utvrditi postojeće stanje optičkih mreža trgovačkih društava u javnom sektoru u Republici Hrvatskoj (skr. RH) i na temelju utvrđenog stanja provesti analizu te mrežne infrastrukture. Izrada studije podijeljena je u dvije faze. Prva faza studije obuhvaća poslove izrade pregleda trenutnog stanja postojećih optičkih mreža trgovačkih društava u javnom sektoru RH. Temeljem pregleda trenutnog stanja u drugoj je fazi studije potrebno načiniti analizu optičkih mreža trgovačkih društava u javnom sektoru RH koja mora odgovoriti na sljedeća pitanja:

- Kakvi su izgledi za povezivanje postojeće infrastrukture u tehnološku cjelinu kao okosnicu nove nacionalne telekomunikacijske mreže?
- Koje su prednosti buduće nacionalne telekomunikacijske mreže (s gledišta sigurnosti, raspoloživosti, itd.)?
- Koje će se usluge pružati u novoj nacionalnoj telekomunikacijskoj mreži?
- Koji su potencijalni korisnici nove nacionalne telekomunikacijske mreže?

Temeljem provedene analize potrebno je donijeti zaključke i preporuke koji će Ministarstvu pomorstva, prometa i veza Republike Hrvatske omogućiti definiranje plana daljnjeg razvoja optičkih mreža u javnom sektoru u Republici Hrvatskoj. Sukladno tome potrebno je načiniti sljedeće:

- definirati modele proširenja i povezivanja postojeće telekomunikacijske infrastrukture u novu tehnološku cjelinu,
- odrediti modele povezivanja nove nacionalne mreže s mrežama drugih operatora i
- načiniti pregled usluga koje nova nacionalna mreža može ponuditi tržištu.

Razlog za posebnu pažnju koja se posvećuje upravo optičkim mrežama leži u činjenici da se **temeljni dio** (engl. *backbone*) svake javne telekomunikacijske mreže u svijetu razvija nad optičkom prijenosnom infrastrukturom. Temeljni dio optičkih mreža većine trgovačkih društava u javnom sektoru Republike Hrvatske potpuno je digitalan, sa značajnim udjelom optičkih prijenosnih sustava velikog kapaciteta. Općenito gledano, optički prijenosni kapacitet se udvostručuje svakih 12 mjeseci uslijed porasta broja valnih duljina svjetlosti koje je

moguće prenositi jednom **optičkom niti** (engl. *optical fiber*). Takav porast prijenosnih kapaciteta prvenstveno je omogućen tehnologijom nazvanom **gusto valno multipleksiranje** (engl. *dense wavelength-division multiplex*, skr. DWDM). Paralelno se odvija i proces povećanja prijenosne brzine po svakoj valnoj duljini, što sve zajedno omogućava postizanje prijenosnih brzina reda veličine nekoliko Tbit/s po jednoj optičkoj niti. U novije vrijeme sve je prisutniji trend korištenja valnog multipleksiranja u području pristupnih mreža kako bi se mrežni uređaji međusobno povezivali pomoću jedne, a ne kao prije pomoću dvije niti, što pak vodi k smanjenju potrebne količine optičkih niti u mreži. Predviđanja pokazuju da će daljnji razvoj optičke prijenosne tehnologije, a poglavito DWDM-a i **optičkog komutiranja** (engl. *optical switching*), omogućiti izgradnju prijenosnih sustava čije će prijenosne brzine sezati i preko 100 Tbit/s. Paralelno s razvojem tehnologije zbivaju se i odgovarajuće promjene u arhitekturi mreže. Mreža postaje distribuirana, tj. inteligencija će se nalaziti na brojnim lokacijama u mreži (npr. u mrežnim uređajima, u poslužiteljima na granicama mreže te u poslužiteljima u jezgri mreže). Na taj način postaje ostvariv koncept distribuiranog **upravljanja mrežom** (engl. *network management*). Sustav upravljanja mrežom omogućava automatizirano izvođenje funkcija vezanih uz **rad, održavanje i administriranje mreže** (engl. *operation, administration and maintenance*, skr. OAM), a distribuiranje tog sustava bitno povećava njegovu učinkovitost.

Ono što je u cijeloj priči o tehnološkoj eksploziji ohrabrujuće, kako za operatore tako i za krajnje korisnike, je činjenica da cijene novih mreža po jedinici prijenosnog kapaciteta kontinuirano padaju.

Porastom količine podatkovnog prometa i stvaranjem mogućnosti za visoku razinu **kvalitete usluge** (engl. *quality of service*, skr. QoS) paketskih mreža, posebice u prijenosu govora i u prijenosu drugih usluga **u stvarnom vremenu** (engl. *real-time*) osjetljivih na kašnjenje i kolebanje kašnjenja, postaje poželjna konvergencija više telekomunikacijskih mreža prema jednoj **paketskoj temeljnoj mreži** (engl. *packet backbone network*, skr. PBN). Ta će konvergencija podržati multimedijske usluge, koje su sve prisutnije u komunikaciji između krajnjih korisnika, a posebno ih treba istaknuti zbog njihove naglašene potrebe za prijenosnim kapacitetima, reducirati troškove upravljanja i održavanja mreže, te omogućiti suradnju raznih podmreža tako da će korisnici imati dojam da rade na jednoj integriranoj mreži. Ova će se konvergencija najvjerojatnije dogoditi podjednako u području privatnih i u području javnih mreža, pri čemu će obje vrste mreža na sličan način konvergirati istom skupu standardiziranih protokola, arhitektura i upravljanja mrežom. Podlogu takvoj mreži bez

ikakve konkurencije u području trenutno raspoloživih prijenosnih tehnologija čini optička infrastruktura velikih prijenosnih kapaciteta.

Jedan od glavnih ciljeva ove studije je

- definirati smjernice za daljnji razvoj optičkih mreža u javnom sektoru u Republici Hrvatskoj,
- analizom pokazati ima li smisla i na koji način pristupiti kreiranju jednog novog operatora optičke mreže koja bi objedinjavala sve operatore optičke mreže jer u Republici Hrvatskoj nedvojbeno postoje sve veće potrebe korisnika za optičkim prijenosom (potencijalni korisnici optičkog prijenosa su npr. telekom operatori poput VIP-a, pružatelji usluga pristupa Internetu, pružatelji usluge prijenosa TV signala, velike tvrtke, javne službe i dr.).

Trenutna je situacija takva da se optička infrastruktura koja se korisnicima nudi u zakup nalazi u vlasništvu tvrtke Hrvatske telekomunikacije (skr. HT), koja je u pretežitom vlasništvu njemačke tvrtke Deutsche Telekom (51%), dok Republika Hrvatska ima 49-postotni udio u vlasništvu tvrtke HT. Međutim, nekolicina trgovačkih društava (Hrvatska elektroprivreda – skr. HEP, Hrvatske autoceste – skr. HAC, Jadranski naftovod – skr. JANAF i dr.), koje se nalaze u većinskom vlasništvu hrvatske države, posjeduje više ili manje razvijenu vlastitu optičku infrastrukturu. Svaka od navedenih tvrtki uglavnom samostalno razvija optičku infrastrukturu, pa se nerijetko događa da na pojedinim relacijama u Republici Hrvatskoj postoje višestruki prijenosni kapaciteti koji su osjetno veći od stvarnih potreba vlasnika, dok na nekim drugim relacijama nema dovoljno prijenosnog kapaciteta. Stoga ova studija nedvosmisleno ukazuje na izuzetan značaj i potrebu daljnjeg planskog razvoja optičke infrastrukture u Republici Hrvatskoj. Pravilnim planiranjem valja izbjeći pretjeranu prekapacitiranost ili potkapacitiranost pojedinih segmenata mreže.

S dijelom kapaciteta koji nadilazi potrebe vlasnika može se izaći na tržište, višak kapaciteta bit će nujen krajnjim korisnicima, što će državi, kao vlasniku optičkih mreža u javnom sektoru Republike Hrvatske, predstavljati dodatan izvor prihoda. Pored ovoga, prisustvo na tržištu unaprijedit će odnose na tržištu (veći stupanj liberalizacije, pad cijena usluga, povećan promet, zaposlenost itd.). Dio sredstava prikupljenih od prodaje slobodnih kapaciteta moguće će biti koristiti za daljnji razvoj telekomunikacijske infrastrukture i usluga, a sve s ciljem daljnjeg razvoja i informatizacije društva u cjelini. Posljednjih nekoliko godina osjeća se lagani zastoje u razvoju optičke infrastrukture, čemu je dijelom pridonijela

privatizacija HT-a i njegov monopolistički položaj na telekomunikacijskom tržištu Republike Hrvatske. Upravo bi daljnja izgradnja postojećih optičkih mreža u javnom sektoru Republike Hrvatske i njihovo eventualno povezivanje u novu cjelovitu javnu telekomunikacijsku mrežu dalo dodatni zamah cjelokupnom razvoju telekomunikacijskog sektora u Republici Hrvatskoj.

2. Pregled postojećeg stanja telekomunikacijske infrastrukture

2.1. Telekomunikacijska infrastruktura trgovačkih društava u javnom sektoru

Sukladno Ugovoru pregledom postojećeg stanja optičkih mreža trgovačkih društava u javnom sektoru Republike Hrvatske bilo je potrebno obuhvatiti sljedeće tvrtke:

1. Hrvatska elektroprivreda
2. Hrvatske željeznice (skr. HŽ)
3. Odašiljači i veze (skr. OiV)
4. Jadranski naftovod
5. Hrvatske autoceste
6. Autocesta Rijeka-Zagreb (skr. ARZ)
7. Hrvatske ceste
8. Hrvatska akademska i istraživačka mreža (skr. CARNet)
9. Industrija nafte (skr. INA)

Temeljem podataka koji su posredstvom Ministarstva pomorstva, prometa i veza Republike Hrvatske prikupljeni (popis prikupljenih dokumenata, te dokumenata koje Izvršitelj studije posjeduje dan je na kraju studije) načinjen je pregled postojećeg stanja optičkih mreža sljedećih tvrtki: HEP, HAC, ARZ, HŽ i JANAF. Od ostalih tvrtki (INA, Hrvatske ceste, OiV) podaci nisu dobiveni, a CARNet ionako nije vlasnik optičke prijenosne infrastrukture, već ju najmi od HT-a. Procjena je autora studije da su od navedenih devet tvrtki upravo HEP, HAC, Autocesta Zagreb-Rijeka, HŽ i JANAF najviše razvili vlastitu telekomunikacijsku optičku infrastrukturu. Stoga bi u sklopu programa daljnjeg razvoja optičkih mreža u javnom sektoru Republike Hrvatske trebalo dominantno investirati u mreže navedenih pet trgovačkih društava, ali ne isključujući pri tome ostala trgovačka društva u javnom sektoru, jer i ona mogu pridonijeti učinkovitoj izgradnji i razvoju optičkih mreža. Naravno, takav složen program zahtijeva punu suradnju Ministarstva pomorstva, prometa i veza, drugih

ministarstava te odgovornih tijela u spomenutim trgovačkim društvima, jer će jedino uz njihov puni angažman biti moguće donijeti jedinstveni plan daljnjeg razvoja optičkih mreža u RH. Jasno je da prilikom razrade planova razvoja optičkih mreža u obzir treba uzimati prijenosne kapacitete, poziciju i tržišnu ulogu HT-a.

U nastavku slijedi detaljniji pregled stupnja izgrađenosti optičkih mreža trgovačkih društava u javnom sektoru Republike Hrvatske.

Hrvatska elektroprivreda

Sukladno Generalnom planu iz devedesetih godina prošlog stoljeća [5] HEP se je opredijelio za izgradnju **digitalne mreže integriranih usluga** (engl. *integrated services digital network*, skr. ISDN). Postojeća mreža HEP-a sastoji se od transportne temeljne mreže [3] i pristupne mreže. Na obje razine kao fizički medij prijenosa dominantno se koriste optičke niti. Kabeli s 10 ili 20 optičkih niti postavljeni su na energetske prijenosne linije, poznati pod nazivom OPGW kabeli (skr. od engl. *optical ground wire*), dok se na pojedinim lokacijama koriste i podzemni i podvodni optički kabeli s 10 ili 20 optičkih niti. Prikaz telekomunikacijskih optičkih linkova HEP-a na karti Republike Hrvatske dan je u Prilogu na kraju ovog dokumenta (stranice P-1 i P-6). HEP velikim dijelom koristi jednomodne optičke niti prema specifikaciji ITU-T G.652. Novije instalacije dijelom koriste NZ-DSF niti (skr. od engl. *non-zero dispersion shifted fiber*), definirane preporukom ITU-T G.655.

Kao transportni mehanizam u temeljnoj mreži odabrana je tehnologija SDH (prijenosne brzine STM-1, tj. 155,520 Mbit/s), dok je tehnologija PDH (prijenosne brzine 2,048 Mbit/s i 4×2,048 Mbit/s) odabrana za pristupnu mrežu. Magistralna transmisijska mreža HEP-a organizirana je hijerarhijski u tri razine. SDH čvor L1 (nacionalni dispečerski centar Zagreb), predstavlja čvor najviše razine na koji se povezuju centri distribuiranog upravljanja (skr. CDU), kojih u Hrvatskoj ima ukupno 7. Na svaki se CDU spajaju čvorovi najniže razine, a to su elektroenergetski objekti. Zbog zahtijevane visoke razine raspoloživosti, za svaku vezu potrebno je uz osnovni (primarni) uspostaviti i alternativni (zaštitni) put. Zbog potrebne visoke razine raspoloživosti odabrana je prstenasta struktura mreže. Prstenasta mrežna struktura je opravdana jer prstenasta topologija omogućuje dvostruku povezanost bilo kojeg para čvorova (neovisni primarni i alternativni putovi), uz najmanju potrebnu količinu/duljinu postavljenih optičkih kabela. Fiksni troškovi postavljanja kabela u tom su slučaju manji nego pri korištenju drugih topologija iste razine zaštite, tj. prstenasta topologija je najjeftinija topologija koja nudi zahtijevanu razinu zaštite. Transmisijska mreža HEP-a zamišljena je tako da se na nacionalnoj razini sastoji od 8 SDH prstena prijenosnog kapaciteta 155,520 Mbit/s. U

mreži se koristi mehanizam zaštite 1+1, te su stoga svi prsteni realizirani pomoću četiri optičke niti, pri čemu prve dvije niti tvore primarni prsten, dok druge dvije niti tvore zaštitni prsten.

Hrvatske autoceste, Autocesta Zagreb-Rijeka i Bina-Istra

Autoceste u Republici Hrvatskoj pokrivaju dobar dio teritorija na važnim pravcima koji povezuju velike gradove [4]. Hrvatske se autoceste nalaze u vlasništvu tri trgovačka društva: Hrvatske autoceste, ARZ i Bina-Istra.

Paralelno uz autoceste HAC polaže **polietilenske cijevi visoke gustoće** (engl. *polyethylene high-density*, skr. PE-HD), te u njih postavlja telekomunikacijske kabele. HAC standardno postavlja uz svaku dionicu autoceste tri PE-HD cijevi promjera 50 mm i jednu PE-HD cijev promjera 90 mm. U spomenute cijevi upuhivanjem su položeni optički kabeli s 12 jednomodnih optičkih niti. U budućnosti se na nekim dionicama planira postavljanje optičkih kabela s 24 ili 48 jednomodnih optičkih niti.

U Prilogu (stranice P-2 i P-7) je dan pregled položenih optičkih kabela uz autoceste u Republici Hrvatskoj. Dio kableske infrastrukture je već položen, a polaganje ostatka je u planu. Kao što je sa slike vidljivo HAC, ARZ i Bina-Istra pokrili su optičkim linkovima sve važne prometne pravce u Republici Hrvatskoj. Međutim, ti pravci nisu važni samo za cestovni promet, već i za telekomunikacijski promet, kako na državnoj razini, tako i za ostvarivanje tranzitnih pravaca za prijenos telekomunikacijskog prometa kroz Hrvatsku.

Jadranski naftovod

U tijeku je realizacija projekta Družba Adria u koji je uključeno i dioničko društvo Jadranski naftovod. Taj projekt ima za cilj osposobljavanje trase od Siska do Omišlja na Krku za obrnuti smjer prijevoza nafte od postojećeg izvedenog. Projekt uključuje i potpuno novi sustav nadzora i upravljanja trasom JANAF-a, jer postojeći sustav nadzora, koji počiva na položenim koaksijalnim kabelima, ne zadovoljava nove potrebe. U okviru projekta predviđeno je polaganje 2 + 6 PE-HD cijevi, od kojih svaka ima promjer 50 mm (dvije su cijevi namijenjene za vlastite potrebe JANAF-a, a šest ih je namijenjeno ponudi na tržištu). U cijevi će upuhivanjem biti položen jedan optički kabel s 24 jednomodne optičke niti. Dakle, položena infrastruktura cijelom svojom dužinom prati naftovod (Omišalj – Delnice – Vrbovsko – Vojnić – Gvozd – Glina – Sisak). Zemljovid Hrvatske s ucrtanim sustavom JANAF-a prikazan je na slici u Prilogu (stranice P-3 i P-8).

JANAF vidi svoju priliku da dio nove infrastrukture da u zakup drugim korisnicima i na taj način ostvari dodatni prihod [1]. Druga mogućnost koju JANAF vidi je kreiranje plana razvoja i primjene nove infrastrukture zajedno sa zainteresiranim operatorom/operatorima, a opet s ciljem povećanja prihoda. Usporedbe radi, na telekomunikacijskom tržištu Republike Hrvatske moguće je ugovoriti najam pripremljene trase (položene cijevi, postavljeni zdenci) duljine 1 km za 10 do 15 tisuća američkih dolara godišnje. U tom smislu su nadležni djelatnici JANAF-a 2000. godine obavili razgovore s predstavnicima VIP-a i HT-a, koji su potvrdili opravdanost projekta. Nakon inicijalnih razgovora uslijedili su bilateralni sastanci predstavnika JANAF-a, HEP-a i HŽ-a, temeljem kojih je pripremljen dokument nazvan "Inicijativa za sporazum u vezi zajedničke suradnje na planiranju, razvoju, izgradnji i korištenju telekomunikacijske infrastrukture", dana 25. listopada 2001. godine.

Hrvatske željeznice

Trgovačko društvo Hrvatske željeznice, na sličan način kao i Hrvatske autoceste, predstavlja također potencijalnog partnera za izgradnju nove telekomunikacijske mreže u RH. Glavni krakovi željezničkih pruga povezuju velike hrvatske gradove, a postavljanje kabelaške kanalizacije uz željezničke pruge čini takvu infrastrukturu vrlo zanimljivom. Kao što je navedeno u [3], početkom ove godine pokrenuto je javno nadmetanje za izradu izvedbenog projekta polaganja optičkih kabela na 14 relacija diljem Republike Hrvatske. Po završetku projekta i radova koji će uslijediti, HŽ će postati vlasnik razgranate optičke infrastrukture koja pokriva dobar dio hrvatskog teritorija na važnim pravcima.

U prvoj fazi izgradnje DWDM okosnice, HŽ je postavio DWDM sustav (postavljen je DWDM sustav Erionet tvrtke Ericsson) u svrhu povezivanja Zagreba prema Sloveniji na relaciji Glavni kolodvor Zagreb – slovenska granica. Od kabelaške optičke infrastrukture trenutno je instaliran 36-nitni kabel od Zagreba (lokacija Nova Postavnica kod Glavnog kolodvora Zagreb) do slovenske granice (spoj se nalazi u telekomunikacijskom objektu kod mosta na Sutli, poznatom pod nazivom BBK Sutla), te postoji još jedan 36-nitni kabel od Zapadnog Kolodvora do Ranžirnog Kolodvora. Plan povezivanja niti je sljedeći: 6 niti je spojeno od Nove Postavnice do Savskog Marofa, jer se po njima prenosi DWDM trasa, koriste se 2 od 6 niti, kapacitet prijenosnog linka iznosi $7 \times 2,5$ Gbit/s, proširivo do $16 \times 2,5$ Gbit/s. Dalje je tih 6 niti spojeno od Savskog Marofa do BBK Sutle. U pripremi je aktiviranje STM-4 linka (kapacitet takvog prijenosnog linka iznosi 622,080 Mbit/s) sa Slovenskim Željeznicama po jednoj od valnih duljina. Na slici u Prilogu (stranica P-4) prikazan je sustav željezničkih pruga HŽ-a, a telekomunikacijski sustavi HŽ-a će svakako pratiti kolosijeke, jer

je takav pristup izgradnje optičke infrastrukture najisplativiji (na sličan način i telekomunikacijske trase HAC-a prate autoceste u Republici Hrvatskoj).

2.2. Okruženje Republike Hrvatske

Postojeće tranzitne trase kroz Republiku Hrvatsku

S obzirom da nisu prikupljeni podaci o postojanju tranzitnih trasa namijenjenih transportu telekomunikacijskog prometa kroz Republiku Hrvatsku, nemoguće je dati procjenu postojećeg stanja. Unatoč tome, treba istaknuti da su tranzitne trase izuzetno važne za Republiku Hrvatsku, a jedna od ranijih odluka Vlade Republike Hrvatske je da glede telekomunikacijskog prometa treba "pojačati koridore koji Hrvatsku povezuju (kabelski) sa susjednim zemljama (prvenstveno Mađarskom i Italijom)" (Narodne novine, broj 50, petak, 21. svibnja 1999, str. 1746).

Planovi povezivanja i uklapanje u međunarodne planove

U Prilogu (stranica P-5) dan je prikaz SDH mreže tvrtke Hrvatske telekomunikacije. Na tom je prikazu vidljivo da postoje veze između mreže HT-a i mreža u susjednim državama (Slovenija – skr. SLO, Italija – skr. ITA, Mađarska – skr. HUN, Bosna i Hercegovina – skr. BiH) te veze prema Albaniji (skr. ALB) i Grčkoj (skr. GRC). Od ranije navedenih optičkih mreža trgovačkih društava u javnom sektoru jedino mreža HEP-a ima realizirane veze između vlastite SDH mreže i mreža drugih elektroenergetskih operatora u susjednim državama (vidi Prilog):

- postojeće međunarodne optičke trase
 - Slovenija (Krško) – TS Tumbri (HEP)
 - Slovenija (Formin) – HE Varaždin
 - Mađarska (Heviz) – HE Dubrava
- plan međunarodnog povezivanja
 - Slovenija (Divača) – Melina
 - BIH (Ugljevik) – Ernestinovo
 - BIH (Mostar) – Konjsko
 - BIH (Trebinje) – TS Plat
 - BIH (Prijedor) – Međurić
 - Mađarska (Peć) – Ernestinovo
 - Srbija i Crna Gora (Mladost) – Ernestinovo

3. Analiza postojeće telekomunikacijske infrastrukture

Izgledi za povezivanje postojeće infrastrukture u tehnološku cjelinu kao okosnicu nove nacionalne telekomunikacijske mreže

Iako nepotpuni, prikupljeni podaci o optičkim mrežama trgovačkih društava u javnom sektoru u Republici Hrvatskoj dovoljni su za kvalitativnu procjenu postojećeg stanja optičkih mreža trgovačkih društava u javnom sektoru RH i za procjenu mogućnosti eventualne izgradnje nove nacionalne telekomunikacijske mreže. Na temelju tih podataka možemo zaključiti da u javnom sektoru RH postoji razgranata optička kabela infrastruktura. Optičke mreže pokrivaju veći dio teritorija Republike Hrvatske, pogotovo na komunikacijski važnim pravcima između velikih gradova. Trenutno je od svih optičkih mreža trgovačkih društava u javnom sektoru najizgrađenija mreža HEP-a, dok su ostale mreže (HAC, JANAF, HŽ) slabije izgrađene ili su tek raspisani natječaji za njihovu izgradnju.

Prije svega treba reći da bi nova nacionalna telekomunikacijska mreža bila javna telekomunikacijska mreža, što znači da bi njeni resursi bili ponudeni na telekomunikacijskom tržištu RH. Trenutna je situacija takva da su mreže trgovačkih društava u javnom sektoru Republike Hrvatske u stvari privatne mreže. Postoji nekoliko modela izgradnje nove nacionalne telekomunikacijske mreže u Republici Hrvatskoj, od kojih se ova studija bavi sa dva modela:

1. izgradnja nove nacionalne telekomunikacijske mreže na osnovi povezivanja temeljnih mreža trgovačkih društava u javnom sektoru RH, pri čemu bi svaka od tih mreža bila i dalje razvijana samostalno (drugim riječima, svako trgovačko društvo razvija svoju mrežu), ali pod koordinacijom tijela kojeg bi odredila Vlada Republike Hrvatske, ili
2. izgradnja nove nacionalne telekomunikacijske mreže kao jedinstvene temeljne mreže, pri čemu bi svako trgovačko društvo u javnom sektoru Republike Hrvatske dio svojih resursa prepustilo novom telekom operatoru kojeg bi formirala i nadzirala Vlada Republike Hrvatske.

Dakle, prvi od dva navedena pravca daljnjeg razvoja optičkih mreža u javnom sektoru RH je zaseban, ali međusobno koordiniran razvoj postojećih optičkih mreža, pri čemu bi svako trgovačko društvo u javnom sektoru u dogovoru s Ministarstvom pomorstva, prometa i veza RH i ostalim trgovačkim društvima u javnom sektoru RH donijelo vlastiti plan daljnjeg razvoja optičke infrastrukture. Takav pristup zahtijeva izradu generalnog plana razvoja

optičke mreže u Republici Hrvatskoj. Nosilac tog projekta bilo bi Ministarstvo pomorstva, prometa i veza, a izvođač projekta Fakultet elektrotehnike i računarstva u Zagrebu. Nakon donošenja tog generalnog plana svi telekomunikacijski planovi razvoja pojedinih trgovačkih društava u javnom sektoru RH i telekom operatora mogli bi se kasnije uklopiti u takav generalni plan. Iz perspektive tog pravca razvoja, ova studija nudi isključivo pregled postojećeg stanja optičke infrastrukture u Republici Hrvatskoj.

Međutim, glavni fokus analize koja slijedi je utvrđivanje mogućnosti za eventualnu izgradnju nove jedinstvene nacionalne telekomunikacijske mreže koju bi sačinjavale optičke mreže trgovačkih društava u javnom sektoru RH, što predstavlja u stvari drugi od dva modela daljnjeg razvoja nove nacionalne telekomunikacijske mreže navedena u ovoj studiji. U tom smislu analiza postojećeg stanja treba nadležnim tijelima pružiti uvid u postojeće stanje i izvedivost i svrsishodnost takvog pristupa.

3.1. Nova jedinstvena nacionalna TK mreža

Za detaljnu analizu postojeće kableske infrastrukture koja bi prethodila realizaciji nove nacionalne telekomunikacijske mreže potrebno je prikupiti sljedeće podatke:

- topologija postavljenih i planiranih optičkih kabela, tj. sve dionice postojećih mreža s označenim udaljenostima u kilometrima,
- ukupan broj optičkih niti te broj slobodnih optičkih niti na svim dionicama,
- tip optičkih niti (da li se podvrgavaju ITU-T preporuci G.652, G.653 ili G.655),
- izmjereni podaci o prigušenjima na svim dionicama [dB/km], kromatskoj disperziji (engl. *chromatic dispersion*, skr. CD) [ps/nm×km] i polarizacijskoj disperziji (engl. *polarization-mode dispersion*, skr. PMD) [ps/√km],
- postojeći optički prijenosni kapaciteti na svim dionicama, tj. podaci o instaliranim SDH i DWDM sustavima,
- podaci o izgrađenoj kableskoj kanalizaciji: broj i vrsta položenih cijevi, broj postavljenih niti po cijevima, raspoloživost cijevi za postavljanje novih niti.

Za razliku od optičke kableske infrastrukture, postojeći prijenosni kapaciteti realizirani nad tom infrastrukturom (prijenosni SDH i DWDM sustavi) nedovoljni su za stvaranje okosnice nove nacionalne telekomunikacijske mreže. Za potrebe eventualne izgradnje nove jedinstvene nacionalne TK mreže nužno je povećati kapacitete postojećih optičkih mreža

trgovačkih društava (podaci o postojećim prijenosnim kapacitetima dostupni su za mreže HEP-a, koja se temelji na prijenosnim SDH sustavima hijerarhijske razine STM-1, i za mrežu HŽ-a, koja trenutno sadrži samo jednu kraću dionicu na kojoj je implementiran DWDM).

Pretpostavimo dakle da će nova nacionalna telekomunikacijska mreža biti izgrađena nad postojećim mrežnim resursima trgovačkih društava. Minimalno povećanje kapaciteta SDH mreže koje ima smisla je podizanje hijerarhijske razine temeljnog dijela mreže na SDH razinu STM-16, odnosno na prijenosnu brzinu 2,48832 Gbit/s. Međutim, na temelju informacija o postojećoj SDH mreži HT-a (nekoliko STM-16 prstena) i planiranom povećanju kapaciteta te mreže uvođenjem DWDM-a, zaključujemo da nadopuna nove mreže na razinu STM-16 nije dovoljna za konačno rješenje nove nacionalne telekomunikacijske mreže. Taj bi zahvat mogao eventualno predstavljati početnu fazu gradnje nove mreže. Preporuka ove Studije je veće povećanje prijenosnih kapaciteta, koje je moguće izvesti na dva načina:

3. izgradnjom SDH STM-64 okosnice (prijenosna brzina 9,95328 Gbit/s) ili
4. izgradnjom DWDM mreže.

Pri tome svakako treba voditi računa o činjenici da ukoliko se ispostavi da postoji veliki broj neiskorištenih optičkih niti u postojećim mrežama, tada nije ekonomično graditi DWDM mrežu. Svakako je važno istaknuti da je postojeće mreže moguće integrirati s budućim rješenjem, bez obzira da li se radi o podizanju prijenosne brzine SDH osnove ili o uvođenju DWDM-a.

Za gradnju SDH STM-64 mreže potrebno je utvrditi točne karakteristike optičkih kabela, a posebno su bitni točni podaci o polarizacijskoj disperziji, jer se može dogoditi da postojeće optičke niti budu neupotrebljive za gradnju nove mreže, tj. da se regeneratori moraju postavljati svakih 10 km, što predstavlja neekonomično rješenje.

DWDM mrežom moguće je postići znatno veće prijenosne kapacitete, npr. pri korištenju 80 valnih duljina, s kapacitetom do 10 Gbit/s (tj. STM-64) po jednoj valnoj duljini, ukupni kapacitet linka može iznositi i do 800 Gbit/s. Ako se prijenosni kapacitet ograniči na maksimalno 2,5 Gbit/s po jednoj valnoj duljini, što procjenjujemo da je sasvim dovoljno, postojeće optičke niti koje zadovoljavaju kriterije utvrđene preporukom G.652 moguće je koristiti za izgradnju DWDM mreže.

Bitno je napomenuti da je minimalan ulazni kapacitet u DWDM mrežu STM-1. Sve niže kapacitete mora osigurati druga oprema, npr. usmjerivač (engl. *router*) pružatelja internetskih usluga (engl. *Internet service provider*, skr. ISP) ili SDH multipleksor.

DWDM mreža je transparentna, fleksibilna u odnosu na mrežnu opremu različitih proizvođača i na komunikacijske protokole (IP, SDH, ATM) i što je najvažnije, izrazito skalabilna, tako da je na vrlo jednostavan način moguće povećavati prijenosne kapacitete sukladno rastućim potrebama. U slučaju odabira DWDM-a kao temeljne tehnologije za izgradnju nove nacionalne telekomunikacijske mreže početni korak može biti izgradnja mreže s malim brojem valnih duljina, što ne predstavlja veliku investiciju i na taj je način prihvatljivo za ulagača.

Konačno, nova nacionalna telekomunikacijska mreža izgrađena nad optičkom infrastrukturom imala bi dvije razine:

- temeljni dio (engl. *backbone*) i
- pristupni dio (engl. *access*).

Temeljni dio nove mreže pokriva bi razinu povezivanja velikih gradova. Za realizaciju temeljnog dijela najpovoljnija je mreža HEP-a jer je ona već izgrađena na takav način da povezuje sve važnije gradove u Republici Hrvatskoj. S obzirom da temeljna mreža mora biti maksimalno pouzdana i raspoloživa, korištenjem optičkih mrežnih resursa drugih tvrtki (HAC, HŽ i dr.) potrebno je realizirati rezervne transmisijske putove za slučaj da neki od segmenata mreže HEP-a ispadne iz rada (svakako treba imati u vidu da je mreža HEP-a izgrađena u svom većem dijelu pomoću optičkih niti položenih uz dozemno užje na dalekovodima i da je jače izložena kvarovima nego optički kabeli položeni u zemnu kanalizaciju). U pristupnom dijelu nove mreže mogli bi se koristiti resursi HEP-a i ostalih trgovačkih društava u javnom sektoru. Točan odabir tehnologija za realizaciju pristupnog dijela nove nacionalne telekomunikacijske mreže nije predmet ove studije.

3.2. Prednosti nove nacionalne telekomunikacijske mreže

Izgradnja nove nacionalne telekomunikacijske mreže ima nekoliko istaknutih prednosti pred postojećim stanjem u kojem je transmisijska infrastruktura najvećim dijelom u rukama jednog operatora. Kao prvo, takav monopolistički odnos snaga doveo je do zastoja u izgradnji transportne mreže i smanjenja ulaganja u razvoj telekomunikacija u cjelini. Dulje zadržavanje takvog stanja nije dobro za Republiku Hrvatsku. Usporeni razvoj telekomunikacija reflektira se na sve segmente društva, a posebno su pogođene telekomunikacijske tvrtke koje su prisutne na domaćem tržištu (npr. Ericsson, Siemens i dr.) i zapošljavaju domaće stručnjake. Nije potrebno posebno spominjati da se telekomunikacijski sektor mora permanentno razvijati

kako ne bi došao u položaj tehnološke stagnacije. Nagli skokovi u izgradnji telekomunikacijskih mreža, isprovocirani bitnim tehnološkim pomacima na svjetskom tržištu, uvijek su bolni za operatora, a posredno, tj. kroz cijenu usluge, to plaćaju i krajnji korisnici.

Nadalje, izgradnja nove nacionalne telekomunikacijske mreže važna je i iz razloga sigurnosti. Trenutno se većina tvrtki u državnom vlasništvu, kao i vojska i žurne službe, te ministarstva i državna i lokalna uprava uglavnom oslanjaju na mrežu HT-a. Takva je situacija u najmanju ruku dubiozna. S obzirom da je HT već dulje vrijeme privatiziran, i da je država manjinski vlasnik (49% udjela u vlasništvu), mogući su scenariji u kojima bi neke službe od iznimne državne važnosti bile prikraćene za adekvatne telekomunikacijske usluge (nedovoljni prijenosni kapaciteti, nezadovoljavajuća kvaliteta usluge i dr.). Za takve je službe jedino učinkovito rješenje koje se trenutno nazire oslanjanje na telekomunikacijske usluge koje će pružati trgovačka društva u javnom sektoru RH, bez obzira da li će te usluge biti pružane na razini zasebnih mreža ili na razini jedinstvene nacionalne mreže.

Konačno, pažljivim dimenzioniranjem i planiranjem nove mreže, te reguliranjem broja njenih krajnjih korisnika prilikom eksploatacije, moguće je postići povećanu pouzdanost i raspoloživost takve mreže u odnosu na postojeću situaciju gdje glavnina korisnika u Republici Hrvatskoj gravitira prema mreži HT-a. Osim toga, sigurno je da danas postoji sve veći broj korisnika koji imaju potrebu za naprednim telekomunikacijskim uslugama, ali ih postojeća mreža jednostavno ne može zadovoljiti. Može se dogoditi da mreža HT-a uskoro postane zagušena i preopterećena, te će sukladno tome njena pouzdanost i raspoloživost postati nedostatne. Izgradnja nove mreže dovela bi svakako do rasterećenja postojeće mreže HT-a.

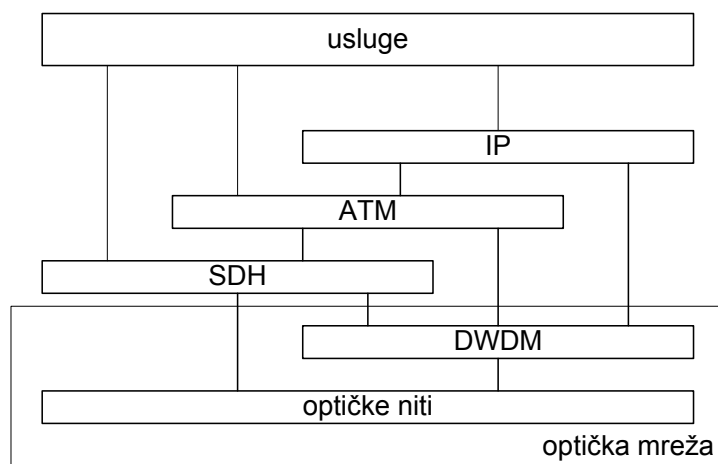
Usluge koje će se pružati u novoj nacionalnoj telekomunikacijskoj mreži

Prilikom analiziranja izvedivosti i svrsishodnosti izgradnje nove nacionalne telekomunikacijske mreže potrebno je svakako razmotriti usluge koje bi takva mreža pružala korisnicima. Protokolna arhitektura nove mreže prikazana je slikom (Slika 3.1).

Usluge koje bi pružala nova nacionalna telekomunikacijska mreža su sljedeće:

- virtualne privatne mreže (engl. *virtual private network*, skr. VPN),
- povezivanje lokalnih mreža (engl. *local area network*, skr. LAN),
- kreiranje mreža šireg područja (engl. *wide area network*, skr. WAN),
- internetske usluge (engl. *Internet services*), prije svega pristup Internetu,
- integrirani transport govornih, video, audio, podatkovnih i multimedijских usluga,

- zakup kanala (engl. *leased lines*, prijenosni kapaciteti 64Kbit/s, 2Mbit/s, 34Mbit/s, 155Mbit/s i dr.),
- realizacija međunarodnih zakupljenih kanala velikih prijenosnih kapaciteta (u rasponu od STM-4 do STM-16),
- zakup valnih duljina.



Slika 3.1 Protokolna arhitektura nove nacionalne telekomunikacijske mreže

Upravljanje mrežom

Jedan od važnih uvjeta pridobivanja novih korisnika i pružanja kvalitetne usluge je postojanje sustava koji omogućava upravljanje telekomunikacijskom mrežom. U današnje vrijeme sustavi za nadzor i upravljanje postaju vrlo važni čimbenici u procesu stjecanja dobiti iz uloženi sredstava. Automatizacija i smanjenje broja procesa, te mogućnost brzog uvođenja novih usluga omogućavaju operatorima povećanu dobit. Sustavi za nadzor i upravljanje jamče kvalitetu usluge smanjujući vrijeme potrebno za uvođenje usluga i neprekidno prate performanse mreže.

Konkurencija, zahtjevi korisnika i složenost mreža nove generacije zahtijevaju od operatora drugačiji pristup stavljajući težište važnosti na usluge. Kako bi operator imao uvid u usluge i njihovu kvalitetu mora postojati sustav koji će nadzirati usluge i njihove komponente. Taj se sustav razlikuje od sustava nadzora telekomunikacijske mreže na razini infrastrukture. Potrebno je, dakle, implementirati upravljački sustav koji je organiziran prema uslugama, a ne prema tehnologiji ili proizvođaču.

Model TOM (skr. od engl. *telecom operations map*), definiran od strane TMN Foruma, opisuje poslovne procese u organizaciji operatora i pojedinom poslovnim procesima

pridružuje funkcionalnosti koje bi morao ispunjavati sustav koji podržava te poslovne procese. Razlikujemo četiri sloja u arhitekturi TOM-a:

- Sloj osnovnog upravljanja (engl. *element management layer*) – ovim se slojem upravljanja najčešće bave OSS sustavi koji dolaze sa samom opremom i omogućavaju osnovne funkcionalnosti konfiguracije i administracije pojedine mrežne opreme. U mreži operatora može postojati vrlo velik broj aplikacija na ovom sloju;
- Sloj upravljanja mrežom (engl. *network management layer*) – predstavlja rješenje za nadzor i upravljanje mrežom s jednog mjesta koristeći jedinstveni sustav za cijelu mrežu, neovisno o proizvođaču i tehnologiji;
- Sloj upravljanja uslugama (engl. *service management layer*) – predstavlja rješenje za nadzor i upravljanje uslugama, administraciju i opsluživanje korisnika. To su sustavi za naplatu, izdavanje radnih naloga i nadzor procesa prilikom dodjeljivanja nove usluge određenom korisniku;
- Sloj za podršku poslovanju (engl. *business management layer*) – predstavlja rješenje za podršku poslovanju, kao što je npr. aplikacija SAP, no to nisu samo programska rješenja, to su i konzultantske usluge koje pomažu operatorima pri donošenju poslovnih odluka i usmjeravanja poslovanja i razvoja tvrtke.

Potencijalni korisnici nove nacionalne telekomunikacijske mreže

Glavni korisnici nove nacionalne telekomunikacijske mreže su prije svega sva trgovačka društva u javnom sektoru navedena u poglavlju 2. Nova nacionalna telekomunikacijska mreža mora prije svega zadovoljiti interne komunikacijske potrebe onih koji su ulagali u njenu izgradnju. Te potrebe mora zadovoljiti na obje svoje razine, temeljnoj i pristupnoj.

Pored toga, s obzirom da će se takva mreža nalaziti u većinskom vlasništvu Republike Hrvatske, Vlada RH mora voditi računa da kroz novu nacionalnu telekomunikacijsku mrežu zadovolji komunikacijske potrebe službi od općeg interesa na razini cijele države: vojska, žurne službe, ministarstva i slični korisnici.

Međutim, bilo bi neisplativo kreirati mrežu koja bi pokrila isključivo potrebe tvrtki u vlasništvu države. Stoga je pažljivim planiranjem potrebno dimenzionirati mrežu na takav način da ona bude u stanju podržati i prijenos prometnih tokova ostalih korisnika. Među tim su korisnicima najinteresantniji prije svega veliki telekom operatori u Republici Hrvatskoj, HT i VIP. Iako je HT vlasnik razgranate i razvijene mrežne infrastrukture, na pojedinim

dionicama svakako će biti zainteresiran za zakup kabelske infrastrukture ili čak za zakup prijenosnih sustava u cjelini (naravno, ovisno o odnosu cijene zakupa na određeni vremenski rok i cijene izgradnje vlastitih mrežnih resursa). VIP ne posjeduje vlastitu kabelsku infrastrukturu već ju najmi od HT-a. Kao takav predstavlja potencijalnog korisnika nove nacionalne telekomunikacijske mreže. Naravno, VIP i njemu slični korisnici opredjeljivat će se prilikom zakupa za onog ponuđača koji ima nižu cijenu usluge, jer je za pretpostaviti da će tehnološka razina mrežnih resursa svih ponuđača na telekomunikacijskom tržištu u Republici Hrvatskoj biti podjednaka.

Ostali korisnici čije bi komunikacijske potrebe nova nacionalna telekomunikacijska mreža mogla podmiriti preostalim prijenosnim kapacitetima su sljedeći:

- mali uredi/kućni uredi (engl. *small office, home office*, skr. SOHO),
 - ovaj tip korisnika ima između jednog i četiri zaposlenika na jednoj lokaciji,
 - primarna im je potreba pristup Internetu;
- mali i srednji poslovni korisnici
 - mali i srednji poslovni korisnici tipično imaju između 20 i 200 zaposlenih po lokaciji,
 - još uvijek značajan dio ovih korisnika za govornu komunikaciju koristi postojeće digitalne kućne centrale (engl. *private branch exchange*, skr. PBX),
 - uz potrebu za brzim pristupom Internetu imaju potrebu za transparentnom govornom komunikacijom (na relaciji PBX – PBX) i podatkovnom komunikacijom (na relaciji LAN – LAN) između svojih udaljenih lokacija;
- veliki poslovni korisnici koji zahtijevaju velike prijenosne brzine, čak i do 1 Gbit/s.

Povezivanja nove nacionalne TK mreže s mrežama drugih zemalja

Za povezivanje nove nacionalne telekomunikacijske mreže s mrežama operatora u susjednim državama potrebno je saznati:

- predviđene lokacije u susjednim zemljama za povezivanje prema Republici Hrvatskoj,
- udaljenost tih lokacija od državne granice i
- karakteristike optičkog kabela od tih lokacija do granice (gušenje, disperzija).

Također je potrebno utvrditi opremu na tim lokacijama, tj. sučelja namijenjena za povezivanje prema RH, i to: kapacitet sučelja (npr. STM-4), tip sučelja (npr. S-4.1), tip konektora (npr. FC/PC).

Comment: Tu smo nešto govorili o osnivanju neke tvrtke i sl. Mislim da bi tu Herr Kantolić dao najbolji doprinos.

Konačno, potrebno je s drugim operatorima:

- dogovoriti prijenosne kapacitete (npr. STM-16) i
- utvrditi da li je dopušteno postaviti mrežnu opremu u vlasništvu hrvatskog operatora (npr. SDH ili DWDM opremu) na lokacijama u inozemstvu ukoliko to bude potrebno. Za uzvrat, operatorima susjednih zemalja moglo bi biti dopušteno instalirati vlastitu opremu na graničnim spojnim lokacijama.

Međunarodno povezivanje i pravne norme

Povezivanje s mrežama drugih zemalja dogovaraju operatori međusobno pri čemu treba poštovati zakonske uvjete zemalja s kojima se RH povezuje i kroz koje veze prolaze. Povezivanje s međunarodnim mrežama ne može se obaviti bez valjane dozvole, a povezivanje s drugim zemljama ne smije remetiti domaće tržište. Dozvola za direktnim povezivanjem međunarodnih operatora kroz područje obavlja se po posebnoj proceduri.

4. Zaključci i preporuke studije

Kao što je već ranije spomenuto analiza iz spektra mogućih predlaže dva modela proširenja postojeće telekomunikacijske infrastrukture koju sačinjavaju optičke mreže i nad njima izgrađeni prijenosnih sustava trgovačkih društava u javnom sektoru RH (analiza se ne bavi razradom modela već samo nudi pregled postojećeg stanja što može biti podloga za izradu smjernica daljnjeg razvoja).

Prema prvom modelu svako trgovačko društvo zasebno gradi svoju optičku mrežu i izlazi s tom mrežom/uslugama na tržište, ali je izgradnja i nastup na tržištu, makar u prvim godinama, koordiniran.

Drugi je model orijentiran na izgradnju nove jedinstvene nacionalne telekomunikacijske mreže koju bi bilo moguće realizirati nad postojećim mrežama trgovačkih društava u javnom sektoru RH, i pretvaranjem te mreže u novu nacionalnu telekomunikacijsku mrežu Republike Hrvatske. Na taj bi način nastala temeljna nacionalna mreža zadovoljavajućih performansi koja bi podmirila potrebe potencijalnih korisnika. Pažljivim planiranjem višak optičkih i prijenosnih resursa iskoristio bi se za izgradnju rezervnih prijenosnih putova u temeljnom dijelu mreže, te za izgradnju pristupnog dijela nove mreže. Na taj bi način nastala nova tehnološka cjelina čija bi razina tehnološke zrelosti bila usklađena s modernim telekomunikacijskim trendovima. Nova mreža, izgrađena kombinacijom tehnologija SDH i DWDM, predstavljala bi mrežu koja nimalo ne zaostaje po svojim obilježjima, učinkovitosti, raspoloživosti i pouzdanosti za sličnim takvim mrežama u susjednim zemljama i u zemljama koje su po stupnju razvoja bliske Hrvatskoj. U prilogu (stranica P-9) dana je skupna slika svih optičkih sustava i kabelaške kanalizacije na magistralnoj razini trgovačkih društava HEP, JANAF, HAC, Autocesta Zagreb-Rijeka i Bina-Istra (trenutno jedina izgrađena optička trasa HŽ-a od Zagreba do slovenske granice nije ucrtana). Takav skupni prikaz važan je za analizu izvedivosti jedinstvene nacionalne telekomunikacijske mreže.

Predloženi modeli su samo dva od mnoštva mogućih, no bitna komponenta svih rješenja je planirani i koordinirani pristup izgradnji mreže (ili mreža). Kao vodilja razvoja mreže može poslužiti već ranije spomenuti generalni plan kojeg će biti obavezni slijediti vlasnici buduće mreže. Izrada plana i model plana kojeg će se pridržavati budući vlasnici mreže (ili mreža) je prvi korak u izgradnji. Ovakav pristup je možda "najblaži" i predstavlja ravnotežu između

neučinkovitog zasebnog razvoja pojedinih optičkih mreža i njihovog radikalnog objedinjavanja.

Pored tehnoloških pitanja, generalni plan bi svakako trebao razraditi i prijedlog poslovnog plana koji bi predstavljao temelj za formiranje tijela koje bi upravljalo poslovanjem nove nacionalne telekomunikacijske mreže, bilo da se radi o novom telekom operatoru ili o vladinom tijelu koje koordinira optičke mreže trgovačkih društava u javnom sektoru RH. Glavni trenutni problem koji je vezan uz telekomunikacijske sektore trgovačkih društava u javnom sektoru RH je neprilagođenost poslovanja tržišnim uvjetima. Drugi je problem planiranje kadra koji će opsluživati takvu složenu mrežu. Poznato je da najveći hrvatski operator HT zapošljava na tisuće djelatnika kako bi korisnicima pružio zadovoljavajuću uslugu. Istovremeno je i VIP dosegao brojku od 1000 zaposlenih. Ne ulazeći u razmatranja koliko je taj broj nužan ili pretjeran, svakako treba voditi računa da operator koji ima aspiracije da postane konkurencija HT-u, odnosno VIP-u, mora zaposliti znatan broj kvalificiranih i stručnih djelatnika koji će moći održavati takvu mrežu i planirati njen daljnji razvoj.

Generalni plan bi također trebao dotaknuti i pitanje eventualne buduće privatizacije nekog od trgovačkih društava u javnom sektoru RH s aspekta telekomunikacijskih resursa u vlasništvu dotičnog trgovačkog društva, kako privatizacija ne bi narušila funkcioniranje nove nacionalne telekomunikacijske mreže.

Dakle, ova studija obrazlaže modele za kreiranje nove nacionalne telekomunikacijske mreže. Međutim, konačnu odluku o pravcu u kojem će se razvijati nova nacionalna telekomunikacijska mreža mora donijeti vlasnik postojećih i budućih mrežnih resursa, a to je Republika Hrvatska.

Popis dokumenata

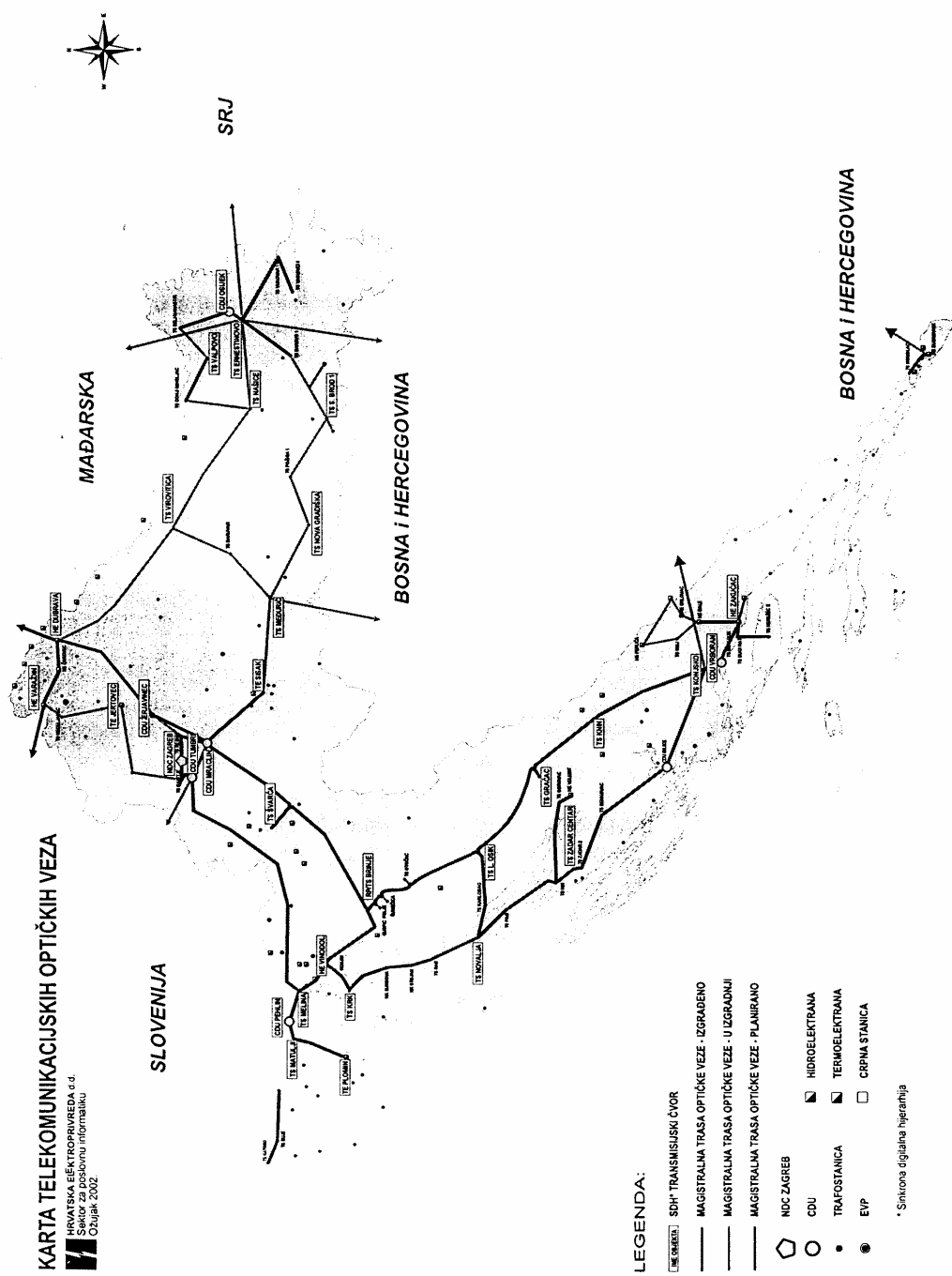
1. Dokument "*Nove inicijative na telekom tržištu*", Jadranski naftovod d.d, potpisnik dokumenta: Direktor Službe razvoja i investicija, Branko Batić, dipl. ing, 25. studenog 2002.
2. *Javno nadmetanje br. 02-22-13054*. Narodne novine, broj 1, stranica 43, 3. siječnja 2003.
3. Dokument "*Karta telekomunikacijskih optičkih veza*". Hrvatska elektroprivreda d.d, Sektor za poslovnu informatiku, ožujak 2002.
4. Mornar, V, A. Bažant, V. Matić, M. Mikula, D. Hude, P. Balentović, D. Kršić, O. Patafta. Studija "*Rješavanje informacijsko-komunikacijske infrastrukture uz autoceste*", Zagreb, listopad 2002.
5. Skupina autora. *Generalni plan razvoja mreže veza Hrvatske elektroprivrede*. Hrvatska elektroprivreda, br. 38, 27. lipnja 1994, Zagreb.

Skraćenice i kratice

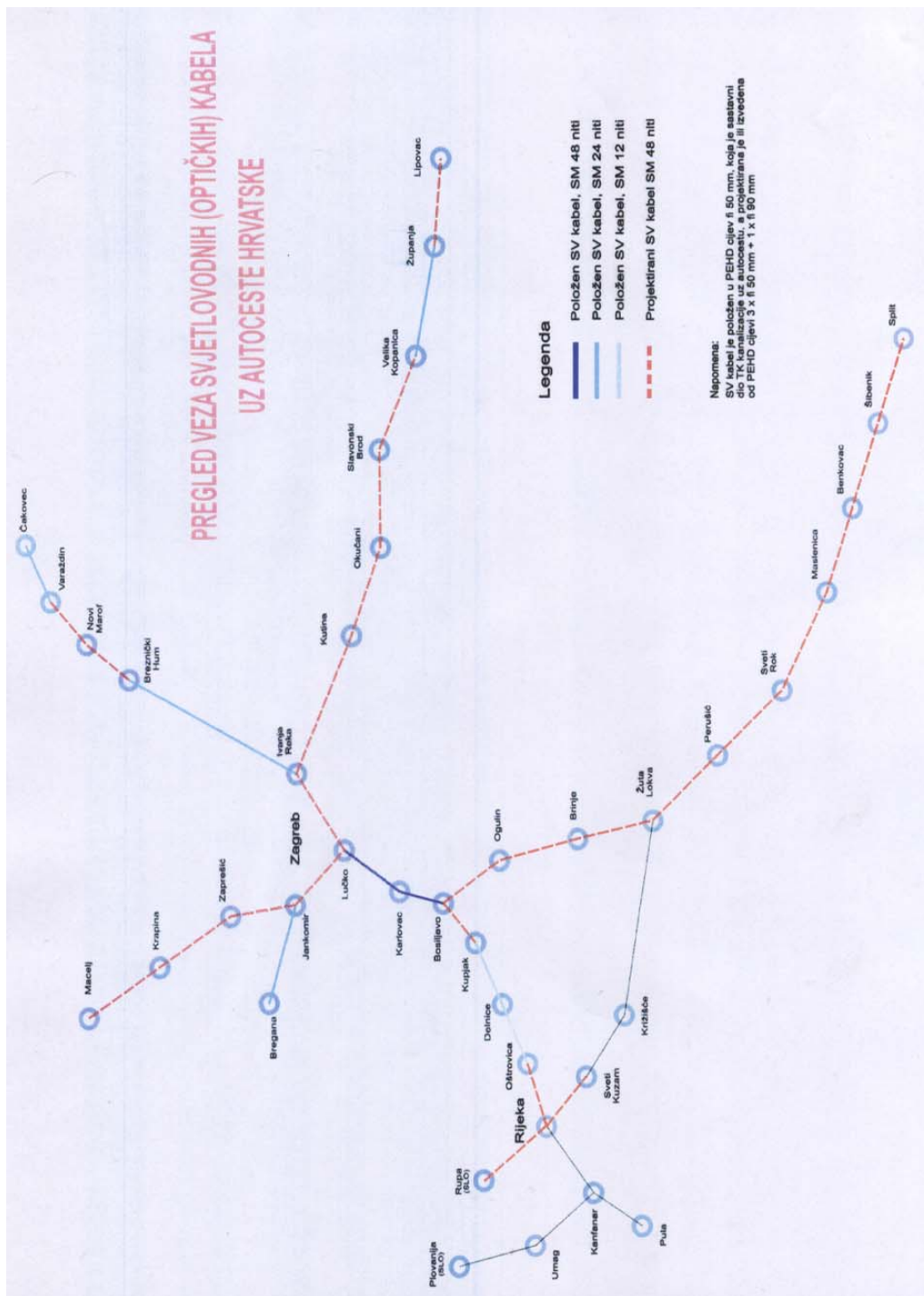
ATM	<i>asynchronous transfer mode</i>
CARNet	<i>Croatian Academic and Research Network</i>
CD	<i>chromatic dispersion</i>
CDU	centar distribuiranog upravljanja
DWDM	<i>dense wavelength-division multiplexing</i>
engl.	engleski
HAC	Hrvatske autoceste
HEP	Hrvatska elektroprivreda
HT	Hrvatske telekomunikacije
HŽ	Hrvatske željeznice
INA	Industrija nafte
IP	<i>Internet protocol</i>
ISDN	<i>integrated services digital network</i>
JANAF	Jadranski naftovod
LAN	<i>local area network</i>
NDC	nacionalni dispečerski centar
OSS	<i>operation support system</i>
PBN	<i>packet backbone network</i>
PE-HD	<i>polyethylene high-density</i>
PMD	<i>polarization-mode dispersion</i>
QoS	<i>quality of service</i>
RH	Republika Hrvatska
SAP	<i>Systems, Applications and Products</i>
SDH	<i>synchronous digital hierarchy</i>
skr.	skraćeno
SOHO	<i>small office, home office</i>
STM-N	<i>synchronous transport module-N</i>
TMN	<i>telecommunication management network</i>
TOM	<i>Telecom Operations Map</i>
WAN	<i>wide area network</i>

Prilozi

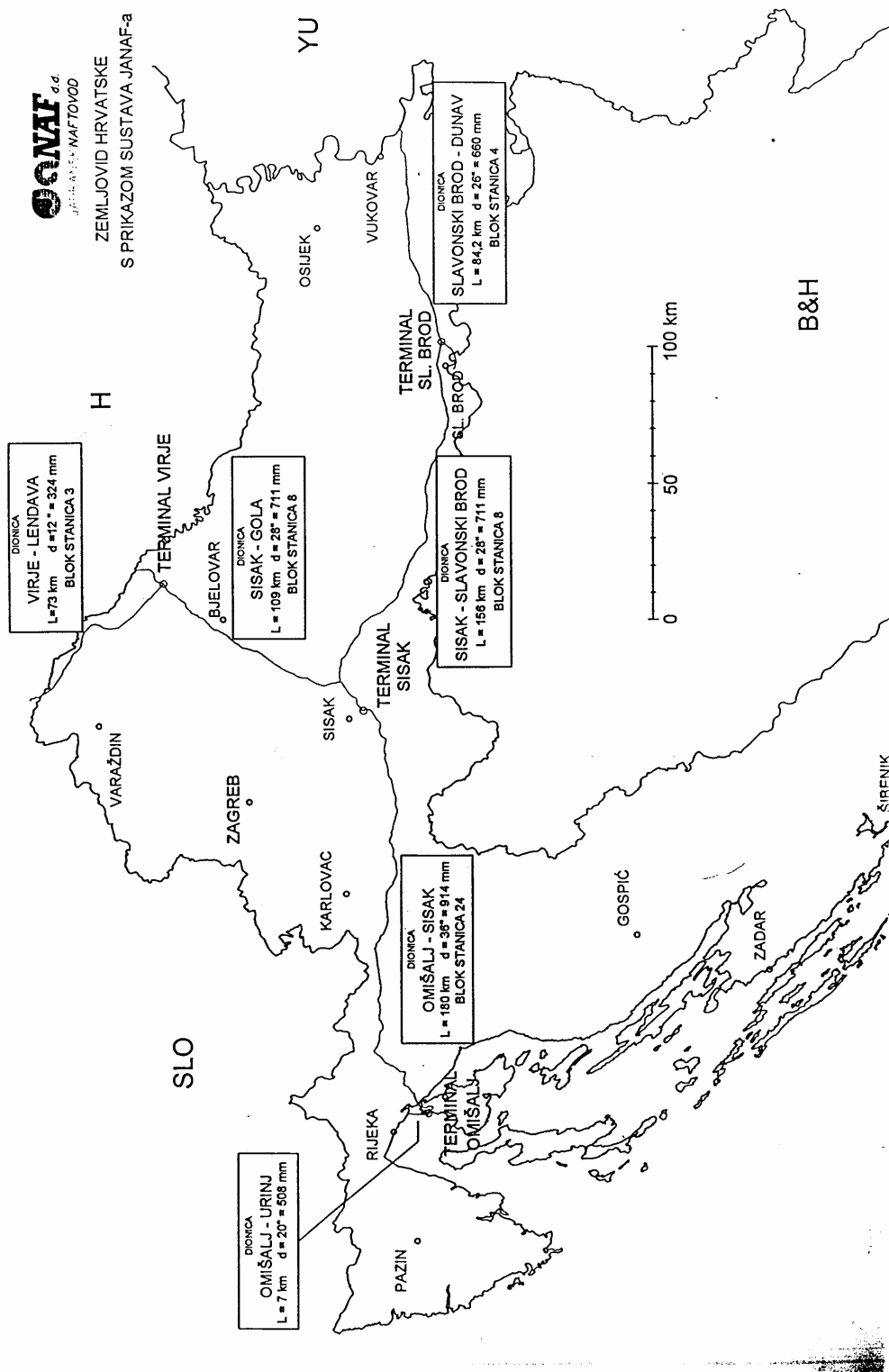
Prilog 1. Karta telekomunikacijskih optičkih veza HEP-a (ožujak 2002.)



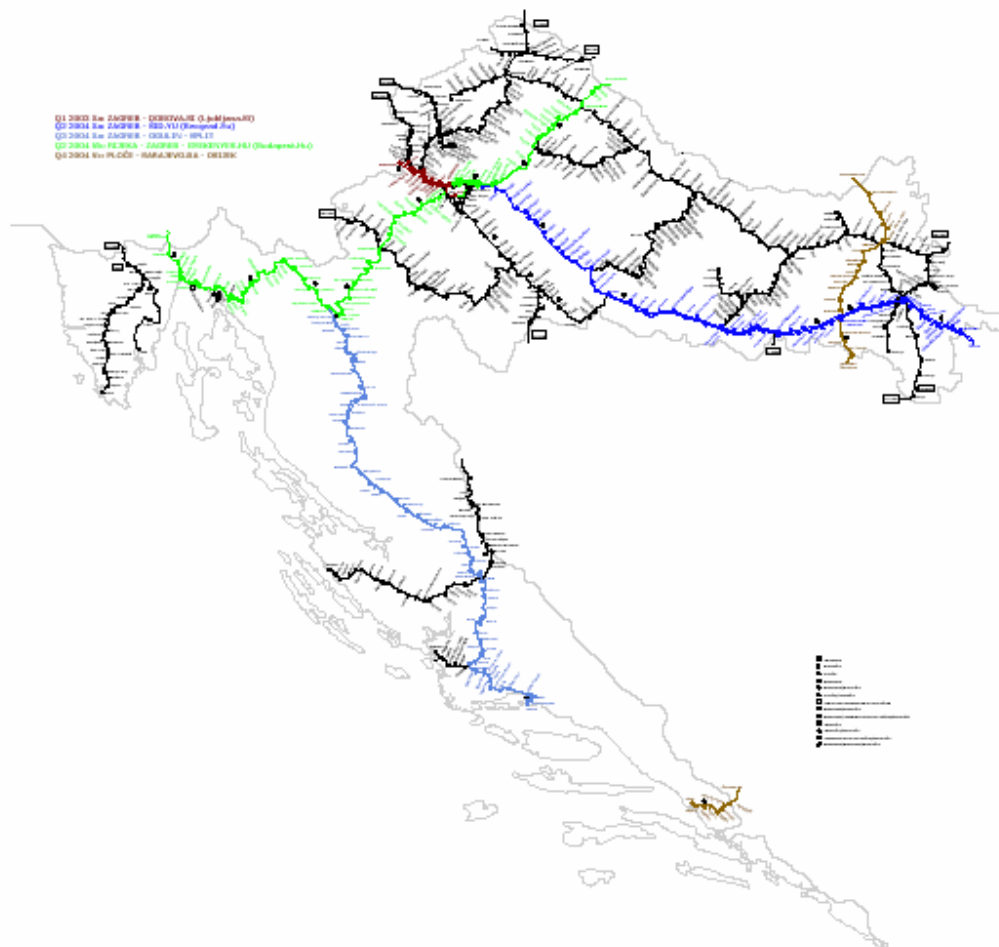
Prilog 2. Pregled veza optičkih kabela uz autoceste Hrvatske (stanje 2003. godine)

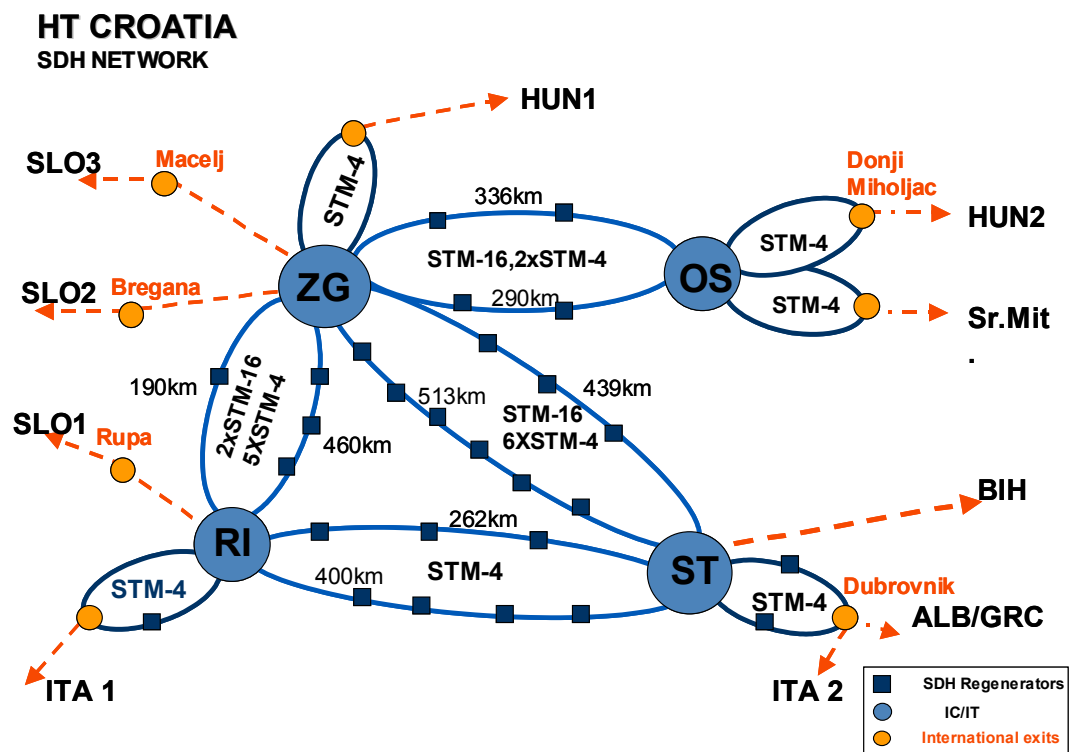


Prilog 3. Sustav JANAF-a



Prilog 4. Sustav HŽ-a





OPTIČKE VEZE UZ AUTOCESTE HRVATSKE



OPTIČKE VEZE JANAF-a

