

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA
EKONOMSKI FAKULTET

SVEUČILIŠTE J.J. STROSSMAYERA U OSIJEKU
ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

Pogled u budućnost

Projekt suradnje s
Hrvatskom agencijom za poštu i elektroničke komunikacije

Izvješće 2011

*Modeli IP međupovezivanja i ulaganja u pristupne mreže,
testiranje mrežne neutralnosti, IPv6, VAS-usluge i pregled
programske podrške za provođenje javne dražbe za
uporabu radiofrekvencijskog spektra*



Zagreb, 2011.

Sadržaj

1. Modeli ulaganja u pristupne mreže nove generacije	5
1.1. Uvod	5
1.2. Modeli ulaganja – analiza svakog modela i regulatorni aspekti	7
2. Evolucija međupovezivanja mreža govornih usluga	30
2.1. Uvod	30
2.2. Promjene u prijenosnim tehnologijama	30
2.3. Evolucija međupovezivanja govornih usluga	31
2.4. Arhitektura međupovezivanja	35
2.5. Integracija podrške za multimedijske usluge	36
2.6. Zaključak	37
2.7. Literatura	37
3. Mrežna neutralnost	38
3.1. Uvod	38
3.2. Aktivnosti provedene u 2. kvartalu	39
3.3. Testiranje mrežne neutralnosti	40
4. Testiranje mrežne neutralnosti	47
4.1. Uvod	47
4.2. Testiranje prometa s definiranim razredima prometa	47
4.3. Analiza ponude operatora u Europi i utjecaj na mrežnu neutralnost	50
4.3.1. Koncept analize ponude operatora	50
4.3.2. Prioritizacija prometa	52
4.3.3. Minimalne jamčene brzine pristupa	52
4.3.4. Zaključak i smjernice za daljnju analizu	52
4.4. Zaključak i smjernice za budući rad	53
4.5. Literatura	53
5. uvođenje IPv6: tranzicijski mehanizmi i pregled stanja	54
5.1. Uvod	54
5.2. Motivacija za prijelaz s IPv4 na IPv6	55
5.3. Protokol IPv6	57
5.3.1. IPv6 adrese	57

5.3.2.	Tranzicijski mehanizmi	58
5.4.	Smjernice za uvođenje protokola IPv6	61
5.4.1.	IETF & ISOC	61
5.4.2.	ITU-T	62
5.4.3.	3GPP	63
5.5.	Pregled stanja u uvođenju protokola IPv6	64
5.5.1.	Europa	65
5.5.2.	Amerika	67
5.5.3.	Azija	68
5.6.	Literatura	69
6.	Područje IPv6: sažetak aktivnosti i rezultata	71
6.1.	Uvod	71
6.2.	Javne konzultacije o primjeni protokola IPv6 u RH	71
6.3.	Struktura upitnika	72
6.4.	Analiza prikupljenih podataka	74
6.5.	Smjernice i moguće mjere poticanja uvođenja protokola IPv6	79
6.6.	Pokretanje IPv6 foruma Republike Hrvatske	81
6.7.	Literatura	82
7.	Usluge s dodanom vrijednosti	83
7.1.	Uvod	83
7.2.	Predložena podjela – radna verzija	83
7.2.1.	Dodatne usluge	84
7.2.2.	Usluge s dodanom vrijednosti (VAS)	84
7.2.3.	Mrežne usluge	84
7.2.4.	Usluge informacijskog društva	84
8.	Pregled programske podrške za provođenje javne dražbe za uporabu radiofrekvencijskog spektra	86
8.1.	Computech Auction Platform	86
8.1.1.	Sjedinjene Američke Države	86
8.1.2.	Švedska	91
8.1.3.	Meksiko	92
8.2.	OptimalCommerce	94
8.3.	WebBidder	98
8.4.	Ostali sustavi	101

8.4.1. Auction Management System	101
8.4.2. Power Auctions.....	102
8.4.3. KB Spectrum	103
9. Radionica i objava radova.....	104

1. Modeli ulaganja u pristupne mreže nove generacije

1.1. Uvod

Razvoj širokopojsnih usluga od iznimnog je značenja za gospodarski razvoj svake zemlje odnosno od ključne je važnosti za omogućavanje stvaranja društva znanja pa tako i za Republiku Hrvatsku. Kako bi se omogućio razvoj širokopojsnih usluga nužna su velika ulaganja u pristupne mreže nove generacije (eng. NGA – *Next Generation Access*). Pristupne mreže nove generacije smatraju se infrastrukturnim izazovom ove generacije iz razloga što je ista danas jednako važna kao što su nekad bile ceste, željeznice i dostupnost električnoj energiji.

Pristupne mreže nove generacije možemo definirati kao pristupne žične i bežične mreže nove generacije koje se u cijelosti ili djelomično sastoje od svjetlovodnih niti te preko kojih je moguće koristiti najnovije širokopojsne usluge (npr. obrazovanje putem interneta, društveno umrežavanje, televizija visoke kakvoće, rad od kuće) odnosno usluge koje nije moguće koristiti preko postojeće bakrene pristupne infrastrukture.

Glavne vrijednosti koje se ostvaruju ulaganjem u pristupne mreže nove generacije obuhvaćaju:

- razvoj infrastrukture za pružanje javnih usluga, kao što su e-uprava, e-zdravstvo, e-obrazovanje, e-poslovanje, e-trgovina, a što potiče dodatni razvoj ruralnih područja, područja od posebne državne skrbi i gospodarskih zona;
- poboljšanja u kvaliteti života i poslovanju – kao primjere navodimo zdravstvenu skrb jer bi pristupne mreže nove generacije omogućile snižavanje troškova zdravstva i poboljšale pristup zdravstvenoj skrbi, te veću fleksibilnost poslovnog sektora uzevši u obzir kako bi se poslovi mogli obavljati brže i kvalitetnije što dovodi do podizanja opće gospodarske aktivnosti;
- dostupnost usluge širokopojsnog pristupa internetu, kako u smislu zemljopisne, tako i u smislu financijske dostupnosti, kao i kakvoća te usluge, važni su čimbenici za strane ulagače pri donošenju odluka o ulaganjima u pojedinu zemlju.

Nadalje, veća učinkovitost i povećanje konkurentnosti u svim segmentima društva predstavljaju glavni preduvjet razvoja društva znanja, što pridonosi gospodarskom rastu i razvoju svake pojedine zemlje te u konačnici dugoročnoj konkurentnosti iste na međunarodnoj razini. Ulaganja u razvoj širokopojsnog pristupa kroz gradnju pristupnih mreža nove generacije svakako jesu obećavajuća ako im se odgovorno pristupi, o čemu govore i rezultati brojnih studija. Prema rezultatima studije izrađene za Europsku komisiju¹

¹ "The Impact of Broadband on Growth and Productivity", MICUS Management Consulting GmbH, 2008

povećanje broja korisnika širokopojasnog pristupa ima utjecaj na povećanje bruto domaćeg proizvoda (BDP), a utjecaj je tim značajniji što je država razvijenija.

Procjene govore o mogućem rastu BDP-a za 0,47 posto u državama sa slabije razvijenim širokopojasnim pristupom, 0,63 posto u državama u kojima je prisutan brzi razvoj širokopojasnog pristupa, 0,70 posto u velikim industrijskim državama te 0,89 posto u najrazvijenijim državama u kojima se u potpunosti koriste sve prednosti društva znanja. Također se očekuje kako će upravo ulaganja u širokopojasni pristup do 2015. godine u državama članicama Europske unije otvoriti oko milijun novih radnih mjesta te dati poticaj gospodarstvu u iznosu od 850 milijardi EUR. Navedena teza samo pokazuje dugoročnu korist od izgradnje pristupnih mreža nove generacije.

U pristupne mreže nove generacije mogu ulagati različiti subjekti odnosno postoje različiti modeli ulaganja u pristupne mreže nove generacije.

1. *ulaganja od strane bivšeg monopolista* – operator koji proizlazi iz razdoblja monopola uzevši u obzir tržišnu i financijsku snagu spreman je samostalno ulagati u pristupne mreže nove generacije;
2. *ulaganja od strane državnog/javnog sektora* – država i/ili jedinice lokalne samouprave i jedinice područne (regionalne) samouprave u svoje razvojne dokumente planiraju i potrebe za širokopojasnim pristupom;
3. *ulaganja od strane nekoliko subjekata privatnog sektora* – operatori i/ili poduzeća koja djeluju na tržištu zajednički kroz novo osnovano trgovačko društvo ili neki drugi oblik suradnje ulažu u pristupne mreže nove generacije;
4. *ulaganja od strane javno-privatnog sektora* – država i/ili jedinice lokalne samouprave i jedinice područne (regionalne) samouprave zajedno s jednim ili više subjekata privatnog sektora sudjeluju u gradnji pristupne mreže nove generacije.

Kao što je iz gore navedene podjele vidljivo, ulaganja u pristupne mreže nove generacije mogu biti individualna od strane privatnog sektora (u većini slučajeva od strane bivšeg monopolista) ili od strane državnog/javnog sektora. Također, osim individualnih ulaganja moguća su odnosno s ekonomskog aspekta možda i više opravdana zajednička ulaganja (eng. *Co-investment*) koja mogu biti isključivo tržišna kroz ulaganja više subjekata privatnog sektora ili kroz kombinaciju javno-privatnog sektora.

Svaki od prethodno spomenutih modela ima svoje prednosti i nedostatke. Ključno je da nacionalno regulatorno tijelo ima saznanja o modelu ulaganja u pristupne mreže nove generacije kako bi postavilo regulatorni okvir koji će istovremeno omogućiti razvoj djelotvornog tržišnog natjecanja i stvoriti uvjete koji su poticajni za ulaganja u pristupne mreže nove generacije.

U nastavku dokumenta za svaki od četiri modela ulaganja u pristupne mreže nove generacije otvaraju se pitanja kao što su: regulatorna politika, utjecaj modela na gospodarski razvoj države te mogući načini financiranja modela ulaganja koji mogu biti isključivo od strane

privatnog sektora, potpomognuti subvencijom ili povoljnijim zajmom u kojem privatna trgovačka društva ili konzorcij posjeduju i izvode projekt te im država bespovratno osigura financijska sredstva ili osigura financijska sredstva pod povoljnijim uvjetima. Također, projekt se može financirati i iz sredstava europskih fondova za financiranje projekata. Odgovori na navedena pitanja te razrada mogućih scenarija ulaganja s naglašenim prednostima i nedostacima istih, bit će razrađeni u poglavljima koja slijede.

Osim prethodno spomenutog, u nastavku dokumenta bit će i s teoretske strane obrađena tematika ulaganja u pristupne mreže nove generacije odnosno određene smjernice koje nisu karakteristične za neki od četiri modela ulaganja, već zajedničke svim modelima ulaganja u pristupne mreže nove generacije.

1.2. Modeli ulaganja – analiza svakog modela i regulatorni aspekti

1.2.1. Ulaganja od strane bivšeg monopolista

Prije početka liberalizacije tržišta elektroničkih komunikacija bivši monopolist ima stopostotni tržišni udio. Uzevši u obzir da je u Republici Hrvatskoj proces liberalizacije tržišta započeo prije samo šest godina, logično je da bivši monopolist danas ima najveći tržišni udjel odnosno da je jedini operator sa značajnim tržišnim udjelom. Nadalje, operator koji proizlazi iz razdoblja monopola posjeduje vlastitu (bakrenu) pristupnu infrastrukturu za razliku od ostalih operatora koji djeluju na tržištu. Naime, ostali operatori u većini slučajeva koriste infrastrukturu bivšeg monopolista dok eventualno na određenim područjima nacionalnog teritorija usluge nude putem vlastite pristupne infrastrukture.

Iz navedenog je moguće zaključiti da, ako govorimo o ulaganju u pristupne mreže nove generacije isključivo od strane privatnog sektora, jedino bivši monopolist raspolaže, na temelju svoje tržišne snage i monopolističke pozicije do početka procesa liberalizacije tržišta, s dovoljno financijskih sredstava da može samostalno ulagati u pristupne mreže nove generacije.

1.2.1.1. Uloga nacionalnog regulatornog tijela

Model ulaganja u pristupne mreže nove generacije isključivo od strane bivšeg monopolista (privatnog sektora) iziskuje vrlo važnu ulogu nacionalnog regulatornog tijela prvenstveno iz razloga što je bivši monopolist vertikalno integrirani operator odnosno operator koji djeluje istovremeno na veleprodajnoj i povezanoj maloprodajnoj razini. Naime, istovremeno djelovanje na obje razine predstavlja svojevrsni paradoks u poslovnom smislu za samog operatora jer ostvarivanje prihoda kroz veleprodajne usluge utječe na smanjivanje prihoda na maloprodajnoj razini. Konkretno, što je vertikalno integriranom operatoru veći prihod od veleprodajnih usluga to je istome manji prihod na maloprodajnoj razini. Drugim riječima, veći prihod od veleprodajnih usluga utječe na povećanje tržišnog udjela ostalih operatora koji djeluju na tržištu odnosno smanjuje tržišni udjel bivšeg monopolista na maloprodajnoj razini.

Uzevši u obzir da je bivšem monopolistu ipak prirodno djelovanje na maloprodajnoj razini (prije početka procesa liberalizacije samo je i postojalo djelovanje na maloprodajnoj razini) može se očekivati da će bivši monopolist pokušati maksimizirati prihod na maloprodajnoj razini dok će veleprodajni prihod služiti samo kao dodatna stavka u ukupnim prihodima. Naime, operatoru koji proizlazi iz razdoblja monopola ipak je prirodno pokušati zaštititi i očuvati svoj monopolistički položaj.

Nadalje, s obzirom da se putem pristupnih mreža nove generacije krajnjim korisnicima mogu nuditi bolje i kvalitetnije usluge od postojećih preko bakrene pristupne infrastrukture te se korištenjem nove pristupne infrastrukture dovodi u pitanje korištenje stare, stvorila bi se mogućnost da bez regulacije iste drugi operatori ne bi mogli konkurirati bivšem monopolistu na maloprodajnoj razini. Drugim riječima, u odsustvu regulacije pristupnih mreža nove generacije mogli bi se stvoriti uvjeti koji bi doveli do ponovne uspostava monopola na tržištu. Stoga je vrlo bitna uloga nacionalnog regulatornog tijela u modelu ulaganja u pristupne mreže nove generacije isključivo od strane bivšeg monopolista.

1.2.1.2. Izazovi nacionalnog regulatornog tijela – kako postaviti odgovarajuću regulatornu praksu?

U slučaju da je ulagač bivši monopolist možemo reći da je isti istovremeno infrastrukturni, mrežni i komunikacijski subjekt što znači da je obvezan operatorima korisnicima, koji zatraže pristup, omogućiti pristup u kanalizaciju/cijev, izdvojiti svjetlovodnu nit bez prijenosne opreme (eng. *dark fibre*) i ponuditi odgovarajuću veleprodajnu ponudu kako bi operatori korisnici mogli ponuditi usluge krajnjim korisnicima.

Postojanje veleprodajne ponude je nužno. Pri donošenju odluke o regulaciji pristupnih mreža nove generacije nacionalno regulatorno tijelo mora voditi računa i o gospodarskim učincima svojih odluka te nastoji pomiriti interese zaštite tržišnog natjecanja, interese krajnjih korisnika te potrebe za novim ulaganjima, poglavito u pristupne mreže nove generacije. Također, prilikom donošenja odluke o regulaciji pristupnih mreža nove generacije, nacionalno regulatorno tijelo mora voditi računa o izbjegavanju dviju krajnosti. Jednu krajnost predstavlja potpuna deregulacija pristupnih mreža nove generacije koja, kao što je prethodno i navedeno, može dovesti do ponovne uspostave monopola na tržištu, a druga je prestroga regulacija koja ne stvara uvjete koji su poticajni za ulaganje u pristupne mreže nove generacije. Izbjegavanje dviju krajnosti moglo bi značiti da postoje regulirani uvjeti, ali na način da ukupan rizik poslovanja ne snosi isključivo bivši monopolist, već da je rizik ulaganja podijeljen među svim operatorima koji djeluju na tržištu i koji će putem novoizgrađenih pristupnih mreža nove generacije nuditi usluge krajnjim korisnicima.

Rizik ulaganja kod izgradnje pristupnih mreža nove generacije sigurno postoji uzevši u obzir da tržište/krajnji korisnici mogu ne prihvatiti novu tehnologiju i/ili nove, poboljšane usluge. Naime, ulaganje u pristupne mreže nove generacije postat će isplativo u slučaju da operatori imaju u ponudi maloprodajne usluge koje zahtijevaju veće brzine prijenosa i da krajnji korisnici imaju interes/potrebu koristiti usluge za koje su nužne veće brzine prijenosa. Uzevši u obzir da navedeno sigurno predstavlja veliki rizik za ulagača, dobrom regulatornom praksom mogla bi se smatrati podjela rizika ulaganja među svim sudionicima tržišta, a ne da

cijeli rizik ulaganja snosi sam ulagač odnosno bivši monopolist. Također, dobrom regulatornom praksom može se smatrati određivanje veleprodajnih uvjeta na način da bivši monopolist nije obvezan istovremeno ponuditi sve veleprodajne usluge.

Naime, postoje različite veleprodajne usluge putem kojih je moguće ponuditi usluge putem pristupnih mreža nove generacije (svjetlovodne pristupne mreže). Usluge je moguće ponuditi putem lokalne potpetlje na temelju bakrene parice, lokalne petlje na temelju svjetlovodne niti ili putem Bitstream ponude koju je moguće ostvariti na više razina pristupa (IP razina, Ethernet i OLT razina). Nacionalno regulatorno tijelo bi trebalo prije donošenja odluke(a) provjeriti postoji li interes za pružanje usluga putem svih veleprodajnih usluga ili samo preko određenih veleprodajnih usluga. Uzevši u obzir da bivšem monopolistu obveza izrade veleprodajnih uvjeta za svaku veleprodajnu uslugu generira određen trošak, nacionalno regulatorno tijelo mora voditi računa da bivšem monopolistu ne generira nepotreban/neopravdan trošak kroz izradu veleprodajnih uvjeta koju ostali sudionici na tržištu neće koristiti. Naime, generiranje neopravdanih troškova poskupljuje ulaganje u pristupne mreže nove generacije i iste čini manje isplativim. U skladu s navedenim bilo bi nužno da se nacionalno regulatorno tijelo usmjeri isključivo na postavljanje što boljih regulatornih uvjeta na samo jednu veleprodajnu uslugu. Ta veleprodajna usluga bi trebala biti ona usluga za kojom postoji najveća potražnja od strane ostalih sudionika koji djeluju na tržištu i/ili ona usluga koja, ovisno o postojećem načinu spajanja operatora koji djeluju na tržištu, od istih iziskuje minimalno dodatnih ulaganja.

Odgovarajući veleprodajni uvjeti usko su povezani s maloprodajnom cijenom iz razloga što veleprodajni uvjeti moraju ostaviti dovoljnu maržu operatorima u odnosu na maloprodajnu cijenu usluga. Naime, neodgovarajući veleprodajni uvjeti (npr. veleprodajna cijena veća od maloprodajne cijene) neće omogućiti razvoj djelotvornog tržišnog natjecanja, već će stvoriti uvjete koji mogu dovesti do povratka u monopolističko okruženje.

S obzirom da su veleprodajni uvjeti vezani uz maloprodajne cijene postavlja se pitanje određivanja maloprodajnih cijena usluga koje se nude putem pristupnih mreža nove generacije. Uzevši u obzir da pristupne mreže nove generacije prvenstveno služe kako bi se krajnjim korisnicima ponudile nove, naprednije usluge u odnosu na bakrenu pristupnu infrastrukturu, a naprednije usluge traže veće pristupne brzine od uobičajenih brzina koje su dovoljne za pružanje usluga na bakrenoj pristupnoj infrastrukturi, proizlazi kako se usluge na bakrenoj pristupnoj infrastrukturi i pristupnim mrežama nove generacije trebaju nuditi na različitim prijenosnim brzinama što automatski dovodi do činjenice da se usluge putem pristupnih mreža nove generacije nude po višim cijenama nego usluge putem bakrene pristupne infrastrukture.

Iz navedenog proizlazi kako bi do ulaganja u pristupne mreže nove generacije trebalo doći tek u trenutku kada je bivši monopolist pripremio nove i napredne usluge za krajnje korisnike odnosno usluge za koje su nužne pristupne mreže nove generacije. Međutim, navedeno ne znači da u ulaganje u pristupne mreže nove generacije nije moguće krenuti i u trenutku u kojem ne postoje nove, napredne usluge koje zahtijevaju veće pristupne brzine. Međutim, u tom slučaju usluge na svjetlovodnoj pristupnoj infrastrukturi trebalo bi nuditi na istim

pristupnim brzinama kao i usluge na bakrenoj pristupnoj infrastrukturi odnosno usluge bi trebalo nuditi po istim cijenama jer, u protivnom, krajnji korisnici neće koristiti te usluge. Naime, krajnji korisnik nema interes platiti više za uslugu koja mu se nudi putem pristupnih mreža nove generacije ako za tu uslugu ne primijeti bolju kakvoću, dodatnu vrijednost u odnosu na uslugu koja mu se pruža putem bakrene pristupne infrastrukture.

Kao što je gore u dokumentu navedeno, u slučaju da bivši monopolist krene u ulaganja u pristupne mreže nove generacije bez da je pripremio usluge za koje su nužne veće pristupne brzine, regulacija tržišta postaje još osjetljiva i potrebija. Naime, s obzirom da je razvoj djelotvornog tržišnog natjecanja moguće postići isključivo ako postoji odgovarajuća margina između veleprodajnih uvjeta i maloprodajnih cijena, postavljanje niskih maloprodajnih cijena (na razini cijena usluga koje se pružaju putem bakrene pristupne infrastrukture) dovodi do situacije u kojoj je veleprodajne uvjete nužno postaviti na razinu koja, najvjerojatnije, neće pokriti sve troškove ulaganja u pristupne mreže nove generacije. Naime, bez pokrivanja svih stvarnih troškova ulaganja isplativost ulaganja u pristupne mreže nove generacije može doći u pitanje. S obzirom da je, zbog zaštite djelotvornog tržišnog natjecanja odnosno sprječavanja stvaranja uvjeta kojim se može vratiti monopolističko okruženje nužna odgovarajuća marža između veleprodajnih uvjeta i maloprodajnih cijena, kvalitetnije je rješenje da se maloprodajne cijene postave na razinu koja će omogućiti da se veleprodajnom cijenom pokriju svi stvarni troškovi ulaganja u pristupne mreže nove generacije, nego da se maloprodajne cijene postave na razinu koja neće omogućiti da se veleprodajnom cijenom (koja mora omogućiti odgovarajuću marginu za operatore) pokriju stvarni troškovi ulaganja u pristupne mreže nove generacije.

1.2.1.3. Modeli financiranja i poveznica s modelom ulaganja od strane bivšeg monopolista

Postoji nekoliko načina financiranja modela ulaganja u pristupne mreže nove generacije. Model može biti financiran isključivo od strane privatnog sektora u ovom slučaju od strane bivšeg monopolista, potpomognut subvencijom ili povoljnim zajmom te se može financirati i iz sredstava europskih fondova za financiranje projekata.

Financiranje isključivo od strane bivšeg monopolista

Uzevši u obzir da bivši monopolist raspolaže s dovoljno financijskih sredstava može se pretpostaviti da će sam iznijeti teret ulaganja u pristupne mreže nove generacije. Naime, po prirodi svoje pozicije na tržištu bivši monopolist teži samostalnoj izgradnji pristupne mreže nove generacije kako bi, kao i u slučaju bakrene pristupne infrastrukture, bio vlasnik infrastrukture. U slučaju da je cijeli projekt financiran isključivo od strane bivšeg monopolista, što samo po sebi ne mora biti loše za gospodarski razvoj, nužno je da postoji odgovarajuća regulacija koja će cijene postaviti na način da se pokriju stvarni troškovi koje je imao bivši monopolist prilikom izgradnje mreže odnosno da operatori koji će koristiti infrastrukturu istoga imaju odgovarajuće veleprodajne uvjete kako bi, kao i bivši monopolist, mogli ponuditi usluge krajnjim korisnicima.

Međutim, kako bi bivši monopolist mogao sam iznijeti teret ulaganja u pristupne mreže nove generacije za to su mu potrebna određena financijska sredstva. Ona mogu biti dio zarađenog

kapitala pod pretpostavkom da ne isplaćuje dobit u obliku dividende svojim vlasnicima i dioničarima ili se može zaduživati bilo u bankarskom sektoru ili emisijom vrijednosnih papira na financijskom tržištu. Logičnije bi bilo, za takav veliki pothvat, da omogući što više vlastitih sredstava i da u takav oblik ulaganja angažira što više svog vlastitog kapitala jer u tom slučaju imao bi veći prinos prilikom povrata ulaganja. U tom slučaju, dolazi do smanjenja novčane imovine, a povećava se dugotrajna imovina trgovačkog društva koja će se vidjeti u bilanci iste. Međutim, ukoliko poduzeće nastavi isplaćivati dobit u obliku dividendi (u Republici Hrvatskoj se ne oporezuje dividenda niti transferirana dobit iz Republike Hrvatske u matičnu zemlju) tada će se trgovačko društvo morati zaduživati na tržištu bilo u obliku dugoročnog kreditnog zaduživanja ili emisije vrijednosnih papira (dodatne emisije dionica ili obveznica). U tom slučaju, također bi se povećala vrijednost dugotrajne imovine u bilanci, ali i povećala bi se i dugoročna obveza na strani izvora imovine.

Nadalje, u izvještaju o dobiti pojavila bi se uvećana stavka financijskih rashoda (rashodi od kamata za primljene dugoročne kredite ili za izdane obveznice) što bi umanjivalo dobit a samim time i prinos od povrata ulaganja. U terminima vrijednosnih iznosa neke od najznačajnijih odluka menadžmenta obuhvaćaju upravo izdaci za ulaganje u materijalnu imovinu. Proces planiranja i ocjenjivanja prijedloga za ulaganje u materijalnu imovinu zove se *ocjena isplativosti ulaganja*. Odluke o kapitalnom ulaganju komplicirane su zbog činjenice da *odluka mora biti donesena na temelju procjene budućih poslovnih rezultata*. Takove odluke po svojoj prirodi uključuju veliki stupanj nesigurnosti. Odluke o ulaganju u materijalnu imovinu ključne su za dugoročno „zdravlje“ poduzeća, jer su veliki novčani iznosi vezani na poprilično dugi rok (od 15 do 40 godina) i njih je vrlo teško ili nemoguće promijeniti. Jednom kada se financijska sredstva ulože i projekt se počne izvoditi nema povratka na početak ili, ako ima, onda je to uz veliki financijski gubitak odnosno možemo govoriti o velikim nenadoknadivim troškovima. Zbog toga, trgovačka društva mogu profitirati uz dobre odluke o kapitalnim ulaganjima, ali i snositi dugoročne gubitke ako su odluke loše.

Pogotovo odluke koje se tiču prikupljanja financijskih sredstava, odnosno izvora financiranja u pristupne mreže nove generacije. Kod donošenja odluka o kapitalnim ulaganjima razmatraju se i mnogi nefinancijski čimbenici na koje će takav tip ulaganja imati utjecaj. Tako se na primjer daje prioritet čimbenicima kao što su otvaranje novih radnih mjesta, utjecaj na ukupno gospodarstvo i sl. Međutim, za poduzeće je važno da ulaganja u materijalnu imovinu (investicije) ostvare *zadovoljavajući prinos na uložena sredstva*. Ako tog zadovoljavajućeg prinosa nema, poduzeće ne bi bilo voljno ulagati financijska sredstva u pristupne mreže nove generacije. Međutim, u ovom scenariju rizik ulaganja snosi upravo bivši monopolist koji će taj rizik pokušati donekle umanjiti preko korisnika svojih veleprodajnih usluga pristupne mreže nove generacije.

Financiranje potpomognuto subvencijama ili povoljnim zajmom

Država bi mogla imati interes pomoći bilo subvencijama ili povoljnim zajmom ulaganja u pristupne mreže nove generacije čak i u slučaju kad ulaže isključivo i bivši monopolist. Država može pomoći na način da bespovratno osigura financijska sredstva ili da osigura financijska sredstva pod povoljnim uvjetima. Naime, interes države da na određeni način

potpomogne projekt mogao bi se ogledati u činjenici da bi država, primjerice, mogla omogućiti iste maloprodajne cijene kao na bakrenoj pristupnoj infrastrukturi, a da pritom veleprodajne cijene budu postavljene na način da operatori imaju odgovarajuću maržu.

Naime, u slučaju da je projekt potpomognut od strane države veleprodajne naknade za ostale operatore koji djeluju na tržištu mogle bi biti postavljene ispod stvarnih troškova što bi sigurno doprinijelo snažnijem razvoju pristupnih mreža nove generacije. Uzevši u obzir da je za gospodarski razvoj svakog društva nužan širokopojasni pristup internetu, a da će pristupne mreže nove generacije uvelike tome doprinijeti, država bi u potpomaganju ovog projekta sigurno mogla vidjeti svoj interes. Naime, snažan razvoj pristupnih mreža nove generacije stvorit će dodatne prihode kod svih operatora koji djeluju na tržištu, a taj pozitivan trend gospodarskog razvoja država će osjetiti kroz veće primitke od poreza i ostalih nameta koji su svi sudionici na tržištu dužni plaćati. Drugim riječima, snažan razvoj djelotvornog tržišnog natjecanja odnosno rast konkurencije na tržištu elektroničkih komunikacija interes je svake države.

S druge strane, u slučaju da je potpomognut projekt koji isključivo gradi bivši monopolist, država mora imati sigurnost da je nacionalno regulatorno tijelo postavilo odgovarajuću regulaciju koja će omogućiti snažan razvoj djelotvornog tržišnog natjecanja. Drugim riječima, bez odgovarajućih regulatornih uvjeta ili sigurnosti da tržište teži djelotvornom tržišnom natjecanju i bez prethodne regulacije država ne bi smjela financijski potpomognuti projekt ulaganja u pristupne mreže nove generacije isključivo od strane bivšeg monopolista.

Međutim, ukoliko bi država potpomogla subvencijom ili povoljnim zajmom, to bi uvelike smanjilo rizik ulaganja za bivšeg monopolista, ali i uvećalo prinos od povrata ulaganja jer bi na neki način dobio sredstva za ulaganje što bi ujedno omogućilo nacionalnom regulatornom tijelu lakše postavljanje određenih regulatornih zahtjeva. Subvencija bi se očitovala kao povećanje dugotrajne imovine u bilanci ali i povećanje prihoda od subvencija u izvještaju o dobiti što bi im uvećalo računovodstvenu dobit kao polaznu veličinu za utvrđivanje osnovice za plaćanje poreza na dobit. Ukoliko bi država djelovala na ulaganje preko povoljnog zajma koji bi imao nižu ili subvencioniranu kamatu s nekoliko godina počeka, također bi rizik od ulaganja bio manji a prinos od povrata ulaganja veći. Zapravo, bilo kakvo djelovanje države određenim financijskim sredstvima pomaže bivšem monopolistu prilikom ulaganja smanjujući mu rizik ulaganja i povećavajući mu prinos od povrata ulaganja. To je ujedno i dobra pozicija za nacionalno regulatorno tijelo jer na taj način može uvjetovati svoju financijsku pomoć i usmjeravati daljnji razvoj tržišta elektroničkih komunikacija.

Financiranje iz sredstava europskih fondova

Projekti koji su financirani isključivo od strane privatnog sektora, konkretno u ovom slučaju od strane bivšeg monopolista ne mogu biti financirani od strane europskih fondova. Naime, kroz europske fondove mogu biti financirani samo neprofitni projekti. Uzevši u obzir da je bivši monopolist vertikalno integrirani operator odnosno operator koji djeluje na veleprodajnoj i maloprodajnoj razini, logično je da ulaže u pristupne mreže nove generacije kako bi stvorio dodatne prihode. Iz navedenog razloga ne postoji mogućnost da se projekt ulaganja u pristupne mreže nove generacije od strane bivšeg monopolista financira iz

sredstava europskih fondova. Financiranje putem europskih fondova karakteristično je za ulaganja u pristupne mreže nove generacije od strane državnog/javnog sektora, a navedeno je obrađeno u kasnijim poglavljima ovog dokumenta.

1.2.1.4. Izgradnja paralelnih pristupnih mreža nove generacije

Kod ulaganja u pristupne mreže nove generacije potrebno je napomenuti da je regulacija izrazito bitna i iz razloga što nije ekonomski opravdano graditi paralelne pristupne mreže nove generacije. Naime, u slučaju da postoji na tržištu, osim bivšeg monopolista, još operatora koji su spremni ulagati u pristupne mreže nove generacije bilo bi, uzevši u obzir velike izdatke koje zahtijevaju ulaganja u iste, ekonomski isplativije i opravdano da se ne grade paralelne pristupne mreže nove generacije, već da, u tom slučaju, operatori zajednički ulažu u izgradnju jedinstvene pristupne mreže nove generacije. Zajednička ulaganja od nekoliko subjekata privatnog sektora ili zajednička ulaganja od strane javno-privatnog sektora bit će obrađena u sljedećim poglavljima ovog dokumenta.

1.2.2. Ulaganja od strane državnog/javnog sektora

Individualno ulaganje u pristupne mreže nove generacije, osim od strane bivšeg monopolista odnosno privatnog sektora moguća su i od strane državnog/javnog sektora. Iako se privatni sektor može smatrati nositeljem aktivnosti zbog svoje dinamike koji javni sektor zbog snažne birokracije nema, javni se sektor također može smatrati nositeljem aktivnosti u izgradnji pristupnih mreža nove generacije. Naime, privatni sektor je u mogućnosti minimizirati troškove, regulirati kvalitetu i balansirati ponudu i potražnju dok javni sektor nije u mogućnosti efikasno alocirati resurse pogotovo vremena i novca jer postoje određeni mehanizmi kao što je npr. javna nabava koji uvelike koče takve projekte. Nadalje, potreban je i politički konsenzus kod takvih ulaganja ali i zadovoljenje određenih neformalnih i formalnih pravila kako bi određeni projekt zaživio u praksi i dobio potrebnu podršku za ulaganje u širokopojasni pristup. Tu se opet postavlja pitanje odgovornosti i transparentnosti prema javnosti zbog trošenja javnih sredstava te bi trebalo takvim ulaganjem postići opravdanost i ukazati na sve koristi za širu javnost ali i njegovu učinkovitost.

Interes države da promiče razvoj pristupnih mreža nove generacije proizlazi iz njihova značaja za budući razvoj gospodarstva odnosno društva u cjelini. Stoga, a kako bi spriječile stvaranje „digitalnog jaza“ odnosno zaostajanja u razvoju koje bi, u budućnosti, izazvala nedovoljna razvijenost pristupnih mreža nove generacije, države njihov razvitak planiraju donošenjem odgovarajućih strategija i razvojnih planova, i to na različitim razinama jedinica vlasti (državna, lokalne, područne (regionalne)). Navedeno je potrebno iz razloga što tržište, zbog visokog troška i rizika ulaganja, najčešće nedovoljno učinkovito da samostalno osigura uvjete koji bi privukli dovoljno investicija potrebnih za razvitak pristupnih mreža nove generacije. Navedeno se pogotovo odnosi na ruralna, slabo razvijena područja u kojima ne postoji dovoljna potražnja za uslugama koje iziskuju pristupne mreže nove generacije.

Stoga država putem različitih mehanizama treba utjecati na stvaranje povoljnih tržišnih uvjeta, odnosno na porast ulaganja i razvitak tržišta usluga temeljenih na pristupnim mrežama nove generacije. Na primjer, edukacijom korisnika, osiguravanjem širokopojasnog pristupa

Internetu u školama, programima prilagođenim poslovnom segmentu korisnika i sličnim mjerama država može utjecati na stvaranje „kritične mase“ krajnjih korisnika odnosno na stvaranje dovoljne potražnje koja je potrebna za poticanje ulaganja i razvitak ponude. S druge strane, uklanjanjem prepreka ulaganju i/ili ulaganjem financijskih sredstava u razvoj pristupnih mreža nove generacije država ostvaruje pozitivne efekte na strani ponude.

1.2.2.1. Uloga nacionalnog regulatornog tijela

U slučaju ulaganja u pristupne mreže nove generacije isključivo od strane javnog sektora uloga nacionalnog regulatornog tijela nije izražena kao u slučaju ulaganja isključivo od strane bivšeg monopolista (privatnog sektora) iz razloga što javni sektor nije vertikalno integrirani operator odnosno javni sektor djeluje isključivo na veleprodajnoj razini. Naime, javni sektor u pristupne mreže nove generacije ulaže s ciljem da izgrađenu infrastrukturu ponudi na veleprodajnoj razini sudionicima na tržištu koji bi preko iste ponudili usluge krajnjim korisnicima. Drugim riječima, javni sektor prihod od ulaganja u pristupne mreže nove generacije ostvaruje isključivo kroz veleprodajnu razinu iz čega proizlazi kako je istome u interesu ponuditi pristup mreži svim sudionicima na tržištu.

Nadalje, s obzirom da se putem pristupnih mreža nove generacije krajnjim korisnicima mogu nuditi bolje i kvalitetnije usluge od postojećih preko bakrene pristupne infrastrukture te se korištenjem nove pristupne infrastrukture dovodi u pitanje korištenje stare, stvorila bi se mogućnost da bez regulacije iste drugi operatori ne bi mogli konkurirati bivšem monopolistu na maloprodajnoj razini. Drugim riječima, u odsustvu regulacije pristupnih mreža nove generacije mogli bi se stvoriti uvjeti koji bi doveli do ponovne uspostava monopola na tržištu. Stoga je vrlo bitna uloga nacionalnog regulatornog tijela u modelu ulaganja u pristupne mreže nove generacije isključivo od strane bivšeg monopolista.

1.2.3. Ulaganja od strane nekoliko subjekata privatnog sektora

Kao što je u prethodnim poglavljima navedeno, osim individualnih ulaganja u pristupne mreže nove generacije, moguća su i zajednička ulaganja. Zajednička ulaganja od strane privatnog sektora potrebno je s regulatornog stajališta podijeliti u tri osnovne kategorije:

- zajednička ulaganja od strane više operatora² koji djeluju i na maloprodajnom tržištu,
- zajednička ulaganja od strane operatora koji djeluju na tržištu i određenih trgovačkih društava³,
- zajednička ulaganja od strane više trgovačkih društava⁴.

² Pod pojmom više operatora podrazumijeva se dva ili više operatora.

³ Ovaj oblik zajedničkog ulaganja podrazumijeva minimalno jednog operatora i minimalno jedno trgovačko društvo.

⁴ Pod pojmom više trgovačkih društava podrazumijeva ju se dva ili više trgovačkih društava.

Navedene kategorije zajedničkih ulaganja razlikuju se prema broju sudionika na maloprodajnoj razini što je važan aspekt regulatorne politike.

Prvu kategoriju zajedničkih ulaganja čini više vertikalno integriranih operatora odnosno svi sudionici zajedničkog ulaganja djeluju na maloprodajnoj razini. Uzevši u obzir da je operatorima koji djeluju na maloprodajnoj razini prirodno odbiti pristup mreži u svrhu jačanja svog maloprodajnog udjela, u ovom obliku zajedničkog ulaganja nužan je odgovarajući pristup regulaciji tržišta.

U drugoj kategoriji zajedničkih ulaganja samo jedna strana djeluje na maloprodajnoj razini dok je druga strana određeno trgovačko društvo (poduzeće) koje svoje poslovanje planira proširiti na izgradnju pristupne mreže nove generacije te ostvarivati dodatni prihod davanjem pristupa mreži operatorima koji, putem te mreže, planiraju usluge ponuditi krajnjim korisnicima. Upravo iz navedenog razloga trgovačkom društvu(ima) je u interesu pružati pristup mreži. Stoga je i kod ovog oblika zajedničkog ulaganja regulacija tržišta nužna, ali ista ne bi trebala biti toliko snažna i detaljna kao kod prve kategorije zajedničkih ulaganja.

Treću kategoriju ulaganja čini više trgovačkih društava koja ne djeluju na maloprodajnoj razini iz čega proizlazi kako je osnovni cilj zajedničkog ulaganja sagraditi pristupnu mrežu nove generacije (neovisno radi li se o manjem ili većem dijelu nacionalnog teritorija) i dati pristup toj mreži svim sudionicima na tržištu. Naime, isplativost ulaganja upravo ovisi o činjenici koliko će ostali sudionici na tržištu koristiti izgrađenu mrežu. Iz navedenog se može zaključiti kako navedeni oblik zajedničkog ulaganja zahtijeva minimalnu regulaciju ili uopće ne zahtijeva regulaciju.

Izgradnja pristupnih mreža nove generacije, posebice kroz oblik zajedničkih ulaganja, može utjecati na određivanje mjerodavnog tržišta kroz dimenziju usluga i zemljopisnu dimenziju, na procjenu postojanja operatora sa značajnom tržišnom snagom (eng. *SMP analysis*) kao i na pripadajuće regulatorne obveze na veleprodajnoj razini. U sljedeća tri poglavlja bit će prikazan utjecaj svih oblika zajedničkog ulaganja na određivanje mjerodavnog tržišta, procjenu postojanja operatora sa značajnom tržišnom snagom te utjecaj na regulatorne obveze.

1.2.3.1. Zajednička ulaganja od strane više operatora koji djeluju na tržištu

U navedenom slučaju regulacija je nužna s obzirom da sudionici zajedničkog ulaganja djeluju na maloprodajnom tržištu. Pri razmatranju utjecaja regulacije na procjenu postojanja operatora sa značajnom tržišnom snagom potrebno je uzeti u obzir je li nacionalno regulatorno tijelo u analizi širokopojsnih tržišta⁵ koja je trenutno na snazi u definiciju tržišta uključila pristupne mreže nove generacije, a što dovodi do zaključka da operator sa značajnom tržišnom snagom ima taj status i za pristupne mreže nove generacije. Temeljem navedenog, zajednička ulaganja od strane operatora koji djeluju na tržištu nužno je podijeliti ovisno o:

⁵ Tržišta 4 i 5 iz postojeće Preporuke Europske komisije o mjerodavnim tržištima.

- jedan od operatora koji sudjeluje u zajedničkom ulaganju je bivši monopolist,
- operatori koji sudjeluju u zajedničkom ulaganju su novi operatori koji djeluju na tržištu.

Jedan od operatora koji sudjeluje u zajedničkom ulaganju je bivši monopolist

U slučaju da nacionalno regulatorno tijelo, prije pojave zajedničkog ulaganja od strane bivšeg monopolista i novog(ih) operatora⁶ nije reguliralo pristupne mreže nove generacije na širokopojasnim tržištima, ovakav oblik ulaganja trebao bi imati utjecaj na određivanje mjerodavnog tržišta te na analizu procjene postojanja operatora sa značajnom tržišnom snagom. Naime, ovakav oblik ulaganja je za razvoj djelotvornog tržišnog natjecanja opasniji od slučaja u kojem u pristupne mreže nove generacije individualno ulaže samo bivši monopolist. Naime, u ovom obliku ulaganja tržišni potencijal bivšeg monopolista je isti kao i kada sam ulaže, ali ovaj model je opasniji iz razloga što je bivši monopolist trošak ulaganja podijelio s partnerom(ima) s kojim je ušao u projekt. Drugim riječima, bivši monopolist u isti tržišni potencijal ulazi s nižim troškovima ulaganja (dijeli ih s partnerom) što može imati izrazito negativan utjecaj na razvoj djelotvornog tržišnog natjecanja. Zaključno, ovakav oblik zajedničkog ulaganja, uzevši u obzir da je operatorima prirodno ne ponuditi pristup mreži ostalim sudionicima tržišta, zahtjeva trenutno preispitivanje analize tržišta na način da bi sudionici ovog modela zajedničkog ulaganja trebali biti određeni operatorima sa značajnom tržišnom snagom.

U slučaju da je omjer uloženih sredstava zajedničkog ulaganja izrazito na strani bivšeg monopolista, nacionalno regulatorno tijelo bi moglo razmisliti o mogućnosti da kao operatora sa značajnom tržišnom snagom odredi samo bivšeg monopolista odnosno samo financijski snažnijeg operatora.

Nadalje, u slučaju da je nacionalno regulatorno tijelo, prije pojave zajedničkog ulaganja od strane bivšeg monopolista s novim operatorom(ima), reguliralo pristupne mreže nove generacije na širokopojasnim tržištima, ovakav oblik ulaganja bi trebao imati utjecaj na analizu procjene postojanja operatora sa značajnom tržišnom snagom. Naime, uzevši u obzir da bivši monopolist ulaže u pristupne mreže nove generacije s drugim operatorom(ima) te da taj operator ima „povlašten“ položaj na tržištu u odnosu na ostale operatore koji djeluju na tržištu, a ne ulažu u pristupne mreže nove generacije, nacionalno regulatorno tijelo bi i u ovom slučaju trebalo preispitati analizu na način da se status operatora sa značajnom tržišnom snagom ne odnosi samo na bivšeg monopolista, već da se isti proširi na sve sudionike zajedničkog ulaganja u pristupne mreže nove generacije.

Eventualno širenje statusa operatora sa značajnom tržišnom snagom na sve sudionike zajedničkog ulaganja trebalo bi promatrati i kroz zemljopisnu dimenziju tržišta. Naime, ako u pristupne mreže nove generacije bivši monopolisti ulaže s novim operatorima samo na

⁶ Svako nacionalno regulatorno tijelo na temelju nacionalnih specifičnosti i veličine teritorija određuje broj operatora unutar zajedničkog ulaganja koji smatra odgovarajućim odnosno koliko operatora je potrebno da zajedničko ulaganje može imati utjecaj na procjenu operatora sa značajnom tržišnom snagom.

jednom dijelu nacionalnog teritorija status operatora sa značajnom tržišnom snagom trebalo bi proširiti samo na tim dijelovima teritorija dok bi na ostalim dijelovima status operatora sa značajnom tržišnom snagom trebao zadržati bivši monopolist.

Nadalje, ako je u ovom slučaju omjer uloženi sredstava zajedničkog ulaganja izrazito na strani bivšeg monopolista, nacionalno regulatorno tijelo bi moglo razmisliti o mogućnosti da status operatora sa značajnom tržišnom snagom zadrži bivši monopolist, ali da se preispitaju dodijeljene regulatorne obveze. Drugim riječima, ovakav oblik ulaganja ne bi trebao imati utjecaj na procjenu postojanja operatora sa značajnom tržišnom snagom, već na regulatorne obveze koje su istome dodijeljene. Naime, u ovom slučaju bitno je preispitati regulatorne obveze kako bivši monopolist ni na koji način ne bi partnera(e) s kojim zajednički ulaže u mreže nove generacije mogao staviti u povlašteni položaj u odnosu na ostale sudionike na tržištu.

Svi operatori koja sudjeluju u zajedničkom ulaganju su novi operatori koji djeluju na tržištu

U slučaju da nacionalno regulatorno tijelo, prije pojave zajedničkog ulaganja od strane novih operatora koja djeluju na tržištu, nije reguliralo pristupne mreže nove generacije na širokopojasnim tržištima, ovakav oblik ulaganja ne bi trebao imati utjecaj na procjenu postojanja operatora sa značajnom tržišnom snagom. Naime, ako su u ulaganje u pristupne mreže nove generacije spremni ući novi operatori na tržištu odnosno operatori koji imaju manji tržišni udjel od bivšeg monopolista može se pretpostaviti da tržište teži djelotvornom tržišnom natjecanju odnosno da na tržištu postoji i ponuda i potražnja za novim uslugama što upućuje da ne postoji potreba za reguliranjem pristupnih mreža nove generacije. S obzirom da se radi o novim operatorima koji sudjeluju u zajedničkom ulaganju u mreže nove generacije neovisno o odnosu snaga strana koje sudjeluju u zajedničkom ulaganju, regulacija ne bi trebala biti potrebna. Znači, za razliku od modela zajedničkog ulaganja od strane bivšeg monopolista i novog(ih) operatora, u modelu ulaganja od strane novih operatora koji djeluju na tržištu omjer uloženi sredstava u zajedničkom ulaganju ne bi trebao utjecati na određivanje mjerodavnog tržišta te, posljedično, i na procjenu postojanja operatora sa značajnom tržišnom snagom.

U gornjem odlomku je navedeno kako navedeni oblik zajedničkog ulaganja ne bi trebao imati utjecaj na procjenu postojanja operatora sa značajnom tržišnom snagom umjesto da nema utjecaj iz razloga što nacionalno regulatorno tijelo treba voditi računa i o činjenici da se ipak radi o vertikalno integriranim operatorima odnosno operatorima koji djeluju na maloprodajnoj razini. Naime, operatorima koji djeluju na maloprodajnoj razini u prirodi poslovanja je maksimizirati maloprodajni prihod, a davanje pristupa mreži pod nediskriminirajućim uvjetima ostalim sudionicima tržišta je u suprotnosti s navedenim. Iz tog razloga nacionalno regulatorno tijelo treba dobro procijeniti može li razvoj djelotvornog tržišnog natjecanja, koji u ovom obliku zajedničkog ulaganja sigurno postoji, biti ugrožen činjenicom da novi operatori zbog prirode svog položaja na tržištu možda ne planiraju dati pristup mreži nove generacije ostalim sudionicima tržišta ili ga planiraju dati pod diskriminirajućim uvjetima.

U slučaju da je nacionalno regulatorno tijelo, prije pojave zajedničkog ulaganja od strane novih operatora koja djeluju na tržištu, reguliralo na širokopojasnim tržištima pristupne mreže nove generacije, ovakav oblik ulaganja mogao bi imati utjecaj na procjenu postojanja operatora sa značajnom tržišnom snagom. Naime, uzevši u obzir da postoje operatori (konkurencija bivšem monopolistu) koji grade pristupne mreže nove generacije nacionalno regulatorno tijelo bi trebalo razmotriti status bivšeg monopolista kao operatora sa značajnom tržišnom snagom i za pristupne mreže nove generacije.

Prethodno navedeno odnosno procjenu postojanja operatora sa značajnom tržišnom snagom nužno je promatrati kroz zemljopisnu dimenziju tržišta. Naime, ako novi operatori planiraju zajednički ulagati u pristupne mreže nove generacije na određenom dijelu nacionalnog teritorija nacionalno regulatorno tijelo bi trebalo utvrditi postoji li potreba da bivši monopolist status operatora sa značajnom tržišnom snagom zadržava nacionalno ili je nužno napraviti segmentaciju tržišta na način da bivši monopolist zadrži status operatora sa značajnom tržišnom snagom samo na onim dijelovima nacionalnog teritorija na kojima ne postoji konkurencija odnosno na onim dijelovima na kojima nitko ne gradi pristupne mreže nove generacije.

1.2.3.2. Zajednička ulaganja od strane operatora koji djeluje na tržištu i određenog trgovačkog društva

Kod ovog modela zajedničkog ulaganja nisu svi sudionici zajedničkog ulaganja vertikalno integrirani operatori, već jedna od strana djeluje isključivo na veleprodajnoj razini što znači da je istoj u interesu dati pristup mreži ostalim sudionicima tržišta. Prethodno spomenuto upravo čini glavnu razliku u odnosu na model zajedničkog ulaganja od strane više operatora odnosno više vertikalno integriranih operatora. Iz navedenog razloga kod ovog modela ulaganja možemo govoriti o blagom (blažem) obliku regulacije.

Kao i kod modela zajedničkog ulaganja od strane više operatora, i kod ovog modela pri razmatranju utjecaja regulacije na procjenu postojanja operatora sa značajnom tržišnom snagom potrebno je uzeti u obzir je li nacionalno regulatorno tijelo u analizi širokopojasnih tržišta koja je trenutno na snazi u definiciju tržišta uključila pristupne mreže nove generacije, a što dovodi do zaključka da operator sa značajnom tržišnom snagom ima taj status i za pristupne mreže nove generacije. Temeljem navedenog, zajednička ulaganja od strane operatora koji djeluje na tržištu i određenog trgovačkog društva nužno je podijeliti ovisno o:

- operator koji sudjeluje s trgovačkim društvom u zajedničkom ulaganju je bivši monopolist,
- operator koji sudjeluju s trgovačkim društvom u zajedničkom ulaganju je novi operator koji djeluje na tržištu.

Operator koji sudjeluje u zajedničkom ulaganju je bivši monopolist

U slučaju da nacionalno regulatorno tijelo, prije pojave zajedničkog ulaganja od strane bivšeg monopolista s određenim trgovačkim društvom(ima), nije reguliralo pristupne mreže nove generacije na širokopojasnim tržištima, ovakav oblik ulaganja ne bi trebao imati utjecaj na

analizu procjene postojanja operatora sa značajnom tržišnom snagom. Naime, uzevši u obzir da je partner bivšem monopolistu u modelu zajedničkog ulaganja određeno trgovačko društvo ovakav model ulaganja ne bi trebao biti opasan za razvoj djelotvornog tržišnog natjecanja iz razloga što je trgovačkom društvu u interesu dati pristup novoizgrađenoj mreži. Naime, trgovačko društvo ne sudjeluje na maloprodajnom tržištu iz čega proizlazi kako za istu isplativost ulaganja u pristupne mreže nove generacije isključivo ovisi o veleprodajnom prihodu odnosno koliko sudionici tržišta koriste veleprodajnu uslugu pristupa mreži. Uzevši u obzir da u ovom modelu zajedničkog ulaganja jedna od strana (trgovačko društvo) nema razloga štiti svoj maloprodajni dio može se zaključiti kako nije potrebno odrediti operatora sa značajnom tržišnom snagom kako bi se osigurao pristup novoizgrađenoj mreži. Drugim riječima, za razliku od modela zajedničkog ulaganja isključivo od strane vertikalno integriranih operatora kod ovog modela je puno veća vjerojatnost da će se pristup mreži omogućiti na komercijalnoj osnovi odnosno bez potrebe za prethodnom regulacijom. Koristi se pojam „puno veća“ jer ne treba zaboraviti činjenicu da je bivši monopolist vertikalno integrirani operator sa snažnim tržišnim udjelom na maloprodajnoj razini te je istome prirodno pokušati zaštititi svoj snažni tržišni udio na maloprodajnoj razini.

Nadalje, iako će se pristup mreži najvjerojatnije omogućiti na komercijalnoj osnovi, nacionalno regulatorno tijelo mora biti sigurno da će se pristup mreži omogućiti svim sudionicima tržišta pod jednakim, nediskriminirajućim uvjetima. Naime, kod ovog modela zajedničkog ulaganja postoji opasnost da strane koje sudjeluju u projektu zajedničkog ulaganja ne daju pristup svim sudionicima tržišta pod jednakim uvjetima. U tom slučaju nacionalno regulatorno tijelo trebalo bi provesti procjenu postojanja operatora sa značajnom tržišnom snagom i sve sudionike (operator i trgovačko društvo) odrediti operatorima sa značajnom tržišnom snagom kojem će biti određene samo one regulatorne obveze koje su nužne za razvoj djelotvornog tržišnog natjecanja (npr: istima ne bi trebala biti određena obveza pristupa mreži, već obveza nediskriminacije).

U slučaju da je nacionalno regulatorno tijelo, prije pojave zajedničkog ulaganja od strane bivšeg monopolista s određenim trgovačkim društvom, reguliralo pristupne mreže nove generacije na širokopojasnim tržištima, ovakav oblik ulaganja mogao bi imati utjecaj na procjenu postojanja operatora sa značajnom tržišnom snagom. Naime, uzevši u obzir da je bivši monopolist u projekt ulaganja u pristupne mreže nove generacije odlučio ući s određenim trgovačkim društvom(ima) nacionalno regulatorno tijelo moglo bi razmisliti o ukidanju statusa operatora sa značajnom tržišnom snagom bivšem monopolistu s obzirom da u modelu ulaganja postoji strana kojoj je u interesu dati pristup mreži jer ne mora štiti svoj maloprodajni dio. Navedena odluka također ovisi o zemljopisnoj dimenziji tržišta. Naime, ukoliko bivši monopolist s određenim trgovačkim društvom (ima) planira ulagati samo na određenom djelu teritorija nacionalno regulatorno tijelo trebalo bi razmisliti o ukidanju statusa operatora sa značajnom tržišnom snagom bivšem monopolistu samo na tom dijelu nacionalnog teritorija dok bi na ostatku teritorija trebao zadržati status operatora sa značajnom tržišnom snagom.

Operator koji sudjeluje u zajedničkom ulaganju je novi operator koji djeluje na tržištu

U slučaju da se na tržištu pojavi oblik zajedničkog ulaganja koji čine novi operator(i) i određeno(a) trgovačko(a) društvo(a) moglo bi se govoriti o visoko razvijenom, zreom, na odgovarajući način liberaliziranom tržištu koje ne zahtjeva nikakav oblik prethodne regulacije. Naime, novi operator(i), za razliku od bivšeg monopolista, nema snažan tržišni udio tako da je i njemu (kao i trgovačkom društvu s kojim je ušao u projekt zajedničkog ulaganja) u interesu dati pristup mreži odnosno prihod ostvarivati kroz dvije razine, maloprodajnu preko krajnjih korisnika i veleprodajnu preko operatora.

Temeljem navedenog, a u slučaju da nacionalno regulatorno tijelo, prije pojave zajedničkog ulaganja od strane novog operatora s određenim trgovačkim društvom, nije reguliralo pristupne mreže nove generacije na širokopojasnim tržištima, ovakav oblik ulaganja ne trebao bi imati utjecaj određivanje mjerodavnog tržišta i, posljedično, na analizu procjene postojanja operatora sa značajnom tržišnom snagom odnosno na tržištu ne bi trebalo odrediti operatora sa značajnom tržišnom snagom.

U slučaju da je nacionalno regulatorno tijelo, prije pojave zajedničkog ulaganja od strane novog operatora s određenim trgovačkim društvom, reguliralo pristupne mreže nove generacije na širokopojasnim tržištima, ovakav oblik ulaganja trebao bi imati utjecaj na procjenu postojanja operatora sa značajnom tržišnom snagom. Naime, uzevši u obzir da je novi operator u projekt ulaganja u pristupne mreže nove generacije odlučio ući s određenim trgovačkim društvom nacionalno regulatorno tijelo trebalo bi razmisliti o ukidanju bivšem monopolistu status operatora sa značajnom tržišnom snagom s obzirom da ovakav oblik ulaganja pokazuje visoki stupanj razvijenosti tržišta.

Međutim, takva odluka bi mogla ovisiti o zemljopisnoj dimenziji tržišta. Naime, ukoliko novi operator(i) s određenim trgovačkim društvom(ima) planira ulagati samo na određenom djelu teritorija nacionalno regulatorno tijelo trebalo bi ukinuti bivšem monopolistu status operatora sa značajnom tržišnom snagom sigurno na tom dijelu teritorija iako bi moglo razmisliti i o ukidanju bivšem monopolistu status operatora sa značajnom tržišnom snagom i na cijelom teritoriju. Naime, oblik ulaganja od strane novog operatora s određenim trgovačkim društvom pokazuje zrelost odnosno visoku razvijenost tržišta. Ukoliko se ovakav oblik suradnje dogodio na određenom dijelu teritorija može se pretpostaviti da bi se ovakav oblik suradnje mogao dogoditi i na ostalim dijelovima nacionalnog teritorija samo između drugih operatora i drugih trgovačkih društava. U skladu s navedenim odnosno činjenom da ovakav oblik ulaganja stvarno pokazuje zrelost tržišta nacionalno regulatorno tijelo trebalo bi razmisliti o ukidanju bivšem monopolistu status operatora sa značajnom tržišnom snagom.

1.2.3.3. Zajednička ulaganja od strane više trgovačkih društava

Zajednička ulaganja od strane više trgovačkih društava odnosno subjekata koji uopće ne djeluju na maloprodajnoj razini govori kako je tržište visoko razvijeno. Naime, zajedničko ulaganje od strane više trgovačkih društava trebalo bi se dogoditi jedino u slučaju kada na maloprodajnom tržištu postoji velika potražnja za uslugama odnosno jedino u tom slučaju se trgovačkim društvima isplati ulagati u pristupne mreže nove generacije. Naime, u navedenom

slučaju operatori će ostvarivati veleprodajni prihod kroz davanje pristupa mreži operatorima koji djeluju na tržištu i nude usluge krajnjim korisnicima. Uzevši u obzir da je trgovačkim društvima u interesu davati pristup mreži svim sudionicima tržišta i to pod nediskriminirajućim uvjetima, u slučaju da nacionalno regulatorno tijelo, prije pojave zajedničkog ulaganja od strane više trgovačkih društava, nije reguliralo pristupne mreže nove generacije na širokopojasnim tržištima, ovakav oblik ulaganja ne bi trebao imati utjecaj na analizu procjene postojanja operatora sa značajnom tržišnom snagom odnosno na tržištu ne bi trebalo odrediti operatora sa značajnom tržišnom snagom.

U slučaju da je nacionalno regulatorno tijelo, prije pojave zajedničkog ulaganja od strane više trgovačkih društava, reguliralo na širokopojasnim tržištima pristupne mreže nove generacije, ovakav oblik ulaganja trebao bi imati utjecaj na procjenu postojanja operatora sa značajnom tržišnom snagom. Naime, uzevši u obzir da je u projekt ulaganja u pristupne mreže nove generacije odlučilo ući više trgovačkih društava odnosno subjekti koji uopće ne djeluje na maloprodajnoj razini nacionalno regulatorno tijelo bi trebalo razmisliti o ukidanju bivšem monopolistu status operatora sa značajnom tržišnom snagom s obzirom da ovakav oblik ulaganja pokazuje visoki stupanj razvijenosti tržišta.

Kao i kod modela ulaganja između operatora i trgovačkog(ih) društ(a)va, navedena odluka mogla bi ovisiti o zemljopisnoj dimenziji tržišta. Naime, ukoliko trgovačka društva planiraju ulagati samo na određenom djelu teritorija nacionalno regulatorno tijelo trebalo bi ukinuti bivšem monopolistu status operatora sa značajnom tržišnom snagom sigurno na tom dijelu teritorija iako bi moglo razmisliti i o ukidanju bivšem monopolistu status operatora sa značajnom tržišnom snagom i na cijelom teritoriju. Naime, oblik ulaganja od strane trgovačkih društava kao i oblik ulaganja od strane novog operatora s određenim trgovačkim društvom pokazuje zrelost odnosno visoku razvijenost tržišta. Ukoliko se ovakav oblik suradnje dogodio na određenom dijelu teritorija može se pretpostaviti da bi se ovakav oblik suradnje mogao dogoditi i na ostalim dijelovima nacionalnog teritorija samo između nekih drugih trgovačkih društava. U skladu s navedenim odnosno činjenom da ovakav oblik ulaganja stvarno pokazuje zrelost tržišta nacionalno regulatorno tijelo trebalo bi razmisliti o ukidanju bivšem monopolistu status operatora sa značajnom tržišnom snagom.

Trgovačka društva koja ulažu u pristupne mreže nove generacije mogu se smatrati infrastrukturnim i mrežnim subjektom. Kao takva trebala bi sudionicima tržišta omogućiti pristup u kanalizaciju/cijev i izdvojiti svjetlovodnu nit bez prijenosne opreme (eng. *dark fibre*) s ciljem da operatori koji djeluju na tržištu imaju mogućnost postaviti OLT sučelja (samo aktivnu opremu) kako bi ponudili usluge krajnjim korisnicima.

U slučaju da trgovačko društvo u određenom trenutku počne nuditi usluge i na maloprodajnoj razini tada bi to društvo trebalo smatrati infrastrukturnim, mrežnim i komunikacijskim subjektom što bi značilo da bi trebalo sudionicima tržišta omogućiti osim pristupa u kanalizaciju/cijev i izdvajanje svjetlovodne niti bez prijenosne opreme i ponuditi odgovarajuću veleprodajnu ponudu. U slučaju da se pojavi ovakvo trgovačko društvo nacionalno regulatorno tijelo treba voditi računa je li interes tog trgovačkog društva i dalje davanje pristupa svima pod nediskriminirajućim uvjetima s obzirom da su počeli poslovati i

na maloprodajnoj razini. Ako nacionalno regulatorno tijelo utvrdi da to više nije interes trgovačkog društva isto bi trebalo imati utjecaj na procjenu postojanja operatora sa značajnom tržišnom snagom.

1.2.3.4. Pravni oblici zajedničkih ulaganja

Zajedničko ulaganje u pristupne mreže nove generacije moglo bi se definirati kao dogovor između različitih subjekata, koji pružaju usluge krajnjim korisnicima i/ili pristup mreži ostalim sudionicima na tržištu, s namjerom zajedničkog ulaganja u pristupne mreže nove generacije.

U prethodnim poglavljima je navedeno kako zajedničko ulaganje u pristupne mreže nove generacije može biti od strane dva operatora koji djeluju na tržištu, operatora i određene kompanije te od strane dviju kompanija. Neovisno o kojem obliku zajedničkog ulaganje se radi, ulaganja u pristupne mreže nove generacije mogu se podijeliti u dva glavna oblika:

- subjekti koji ulaze u projekt zajedničkog ulaganja u pristupne mreže nove generacije osnivaju novu kompaniju (eng. *joint venture*),
- ostali oblici zajedničkog ulaganja u kojem subjekti ne osnivaju novu kompaniju, već kao odvojeni pravni entiteti zajednički ulažu u pristupne mreže nove generacije (eng. *loose cooperation*).

Zajednički pothvat

Zajednički pothvat ili *joint venture* (eng. *joint venture, co-venture, syndicate, pool, joint undertaking*) je ugovor kojim dvije ili više osoba udružuju svoju imovinu i/ili rad s ciljem ostvarenja unaprijed određenog poslovnog pothvata i koje se razdružuju nakon njegova ispunjenja, s tim da suugovaratelji proporcionalno svom udjelu ili dogovoru dijele dobitak i snose gubitak⁷. Prema pravnom obliku zajednički pothvati se dijele na:

1. Inkorporirane zajedničke pothvate ili zajedničke pothvate s vlasničkim ulogom (eng. *incorporated joint ventures, equity joint ventures*) koji podrazumijevaju kapitalno povezivanje dva ili više poduzeća u novu pravnu osobu kako bi se postigao specifičan cilj pothvata kao npr. izgradnja pristupne mreže nove generacije. Poduzeća zajednički snose financijski rizik ulaganja, ali mogu imati različite udjele u novoosnovanom poduzeću o čemu ovisi i razina odlučivanja.
2. Ugovorne zajedničke pothvate (eng. *contractual joint venture*) kod kojih se ne formira posebna pravna osoba, a sudionici pothvata nastavljaju samostalno poslovati.

Prednosti formiranja zajedničkog pothvata s ciljem izgradnje pristupnih mreža nove generacije su smanjenje troškova gradnje radi većih ekonomija razmjera, pronalaženje jeftinijih izvora financiranja, smanjenje rizika, te stjecanje znanja i iskustava. Najvažnija je prednost se ogleda u dodatnim ljudskim resursima potrebnim za pravovremenu i raširenu

⁷ Gorenc, V: Rječnik trgovačkog prava, Masmedia, 1997.

izgradnju mreže. Operatori udružuju svoja financijska sredstva što im omogućuje pristup financijskim sredstvima po boljim uvjetima i sprječava nedostatak priljeva novca.

Neotuđiva prava korištenja

Neotuđiva prava korištenja (eng. *Indefeasible Rights of Use* - IRUs) predstavljaju ugovor/sporazum između dvije strane – korisnika i najmodavca (eng. *grantor*), kojim korisnik stječe pravo korištenja mrežne infrastrukture najmodavca za unaprijed dogovoreno razdoblje, uglavnom na 20 do 25 godina. Ovaj sporazum je zapravo vrsta najma.

Najmodavac, infrastrukturni operator, ulaže u izgradnju mreže što uključuje prava puta, DTK, povlačenje svjetlovodnih niti, testiranja itd., dok operator korisnik kroz neotuđiva prava korištenja može širiti svoje poslovanje na područja na kojima smatra da može profitabilno pružati usluge, a na kojima nema vlastitu mrežnu infrastrukturu, odnosno ući na tržište bez velikih ulaganja u razvoj mreže. Operator korisnik stječe ekskluzivna i nepovratna prava korištenja mrežne infrastrukture za čitavi potencijalni vijek trajanja imovine.

1.2.3.5. Modeli financiranja i poveznica s modelom zajedničkog ulaganja od strane nekoliko subjekata

Postoji nekoliko načina na koji model zajedničkog ulaganja u pristupne mreže nove generacije može biti financiran. Model može biti financiran isključivo od strane subjekata koji sudjeluju u projektu u ovom slučaju operatora, operatora i trgovačkog društva ili samo trgovačkih društava, potpomognut subvencijom ili povoljnim zajmom te se može financirati i iz sredstava europskih fondova za financiranje projekata.

Financiranje isključivo od strane subjekata koji sudjeluju u projektu zajedničkog ulaganja

S obzirom da se radi o zajedničkom ulaganju u pristupne mreže nove generacije od strane isključivo privatnog sektora, neovisno o kombinaciji zajedničkog ulaganja koje su gore u tekstu objašnjene, ovakav oblik financiranja ulaganja se može smatrati najizglednijim. Naime, privatni sektor raspolaže s dovoljno financijskih sredstava da sam financira izgradnju pristupnih mreža nove generacije te posljedično bude vlasnik novoizgrađene infrastrukture. Ovakav oblik financiranja dobar je za gospodarski razvoj, jedino što nacionalno regulatorno tijelo mora voditi računa da ostali sudionici tržišta mogu dobiti pristup mreži pod nediskriminirajućim uvjetima te uvjetima koji će omogućiti razvoj djelotvornog tržišnog natjecanja.

Zajednički pothvat je naziv koji se koristi za opisivanje više neformalnog poslovnog odnosa između dva partnera koji su se dogovorili da zajedno rade u takvim okolnostima. Budući da nije vjerojatno da će potrošiti previše vremena u ovo partnerstvo, metoda zajedničkog pothvata je poželjna, jer ne zahtijeva istu razinu uključenosti oba partnera. Računovodstveno praćenje je problem u takvim oblicima partnerstva, kao i kompatibilnost jer je potrebno praćenje financija. Postoje dva načina koja se bave financijskim pitanjima koja mogu se dogoditi između dva partnera. Jedan uključuje korištenje zasebnog seta računovodstvenih knjiga i financijskih izvještaja. Budući da svaka od strana ima svoje vlastiti knjige i evidencije, ne pojavljuju se drugi problemi jer će se svaka transakcija bilježiti dva puta (dakle,

ista transakcija kod svih uključenih strana), a financijske izvještaje iskazuju obje strane. Drugi način je prikazivanje dvojnih poslovnih knjiga. Partnerstvo je ustrojeno zbog postizanja određenih ciljeva pa će tako i svaki partner biti odgovoran za određene zadatke, što znači da će svaki partner morati odraditi određene zadatke kako bi zajedničko ulaganje funkcioniralo koji će svaki partner zasebno evidentirati i omogućiti onom drugom uvid u financijske podatke i podastrijeti mu odgovarajuće izvještaje. Dakle, svaki partner evidentira transakcije unutar svog određenog zadatka. Na kraju sastaviti će se izvještaj o zajedničkom pothvatu koji će sadržavati podatke od svih partnera uključenih u zajedničkom pothvatu kako bi se sumirale sve transakcije zajedničkog pothvata ali i njegova svrha. Bilo dobit, bilo gubitak proizašao iz zajedničkog ulaganja biti će podijeljen između partnera. Ideja je da svaki partner se nosi sa odgovornošću za svoj zadatak ali da na kraju svi odgovaraju za zajednički rezultat na kraju.

Financiranje potpomognuto subvencijama ili povoljnim zajmom

Za razliku od modela ulaganja u pristupne mreže nove generacije od strane bivšeg monopolista gdje bi državi i moglo biti interesantno pomoći bilo subvencijama ili povoljnim zajmom za ovaj oblik ulaganja navedeno ne bi trebalo biti slučaj. Naime, zajedničko ulaganje od strane više subjekata, za razliku od ulaganja od strane isključivo bivšeg monopolista, smanjuje financijsko opterećenje svakog pojedinog ulagača što dovodi do činjenice da se povoljniji veleprodajni uvjeti mogu dobiti i bez pomoći od strane države. Iz navedenih razloga nije velika vjerojatnost da bi projekt zajedničkog ulaganja isključivo od strane privatnog sektora trebao biti potpomognut od strane države subvencijom ili povoljnim zajmom.

S druge strane, u slučaju da je ipak potpomognut projekt zajedničkog ulaganja od strane privatnog sektora, države, kao što je slučaj i kod projekta ulaganja od strane bivšeg monopolista, mora imati sigurnost da je nacionalno regulatorno tijelo postavilo odgovarajuću regulaciju koja će omogućiti snažan razvoj djelotvornog tržišnog natjecanja. Drugim riječima, bez odgovarajućih regulatornih uvjeta ili sigurnosti da tržište teži djelotvornom tržišnom natjecanju i bez prethodne regulacije, država ne bi smjela financijski potpomognuti projekt zajedničkog ulaganja u pristupne mreže nove generacije od strane više subjekata privatnog sektora.

U tom kontekstu kada se govori o zajedničkom ulaganju potpomognutom subvencijama ili povoljnim zajmom od strane države, efekt na njihove poslovne knjige i povrata prinosa od ulaganja je isti kao i kod projekta ulaganja od strane bivšeg monopolista. Jedino je pitanje tko će od partnera zajedničkog ulaganja snositi veći rizik i samim time evidentirati subvenciju ili povoljan zajam u svoje poslovne knjige.

Financiranje iz sredstava europskih fondova

Projekti koji su financirani isključivo od strane privatnog sektora, konkretno u ovom slučaju od strane više subjekata privatnog sektora (operatori, trgovačka društva) ne mogu biti financirani od strane europskih fondova. Naime, kroz europske fondove mogu biti financirani samo neprofitni projekti. Uzevši u obzir da su operatori i trgovačka društva profitne institucije odnosno da u pristupne mreže nove generacije ulažu zbog ostvarivanja novih (dodatnih)

prihoda na maloprodajnoj i veleprodajnoj razini ili samo veleprodajnoj razini nije moguće financiranje iz sredstava europskih fondova. Kao što je već rečeno, financiranje putem europskih fondova karakteristično je za ulaganja u pristupne mreže nove generacije od strane državnog/javnog sektora, a navedeno je obrađeno u kasnijim poglavljima ovog dokumenta.

1.2.4. Ulaganja od strane javno-privatnog sektora

Zajedničko ulaganje u pristupne mreže nove generacije moguće je i kombinacijom javno-privatnog sektora. U pristupne mreže nove generacije može ulagati direktno država s privatnim sektorom, jedinice lokalne i regionalne samouprave (eng. *local utility*) s privatnim sektorom ili trgovačka društva u državnom vlasništvu s privatnim sektorom.

Neovisno je li s privatnim sektorom ulaže direktno država ili jedinice lokalne i regionalne samouprave ili trgovačka društva u državnom vlasništvu, pogled na regulaciju odnosno postojanje operatora sa značajnom tržišnom snagom trebao bi biti isti. Naime, uključivanje javnog (državnog) sektora u izgradnju pristupnih mreža nove generacije, što drugim riječima znači da država sudjeluje u financiranju navedenog projekta, neovisno ulaže li s bivšim monopolistom, novim operatorima ili trgovačkim društvima u privatnom vlasništvu, trebao bi značiti da pristup mreži mora biti omogućen svim sudionicima tržišta pod jednakim, nediskriminirajućim uvjetima.

Iz navedenog proizlazi da, u slučaju da nacionalno regulatorno tijelo prije pojave zajedničkog ulaganja od strane javno-privatnog sektora, nije reguliralo pristupne mreže nove generacije na širokopojasnim tržištima, ovakav oblik ulaganja ne bi trebao imati utjecaj na analizu procjene postojanja operatora sa značajnom tržišnom snagom. Naime, uzevši u obzir da je jedan od partnera u modelu zajedničkog ulaganja država ovakav model ulaganja ne bi trebao biti opasan za razvoj djelotvornog tržišnog natjecanja iz razloga što država ima obvezu ponuditi pristup sudionicima tržišta pod diskriminirajućim uvjetima. Drugim riječima, za razvoj djelotvornog tržišnog natjecanja kod ovog modela zajedničkog ulaganja nije nužna prethodna regulacija odnosno određivanje operatora sa značajnom tržišnom snagom.

U slučaju da je nacionalno regulatorno tijelo, prije pojave zajedničkog ulaganja od strane javno-privatnog sektora, reguliralo na širokopojasnim tržištima pristupne mreže nove generacije, ovakav oblik ulaganja mogao bi imati utjecaj na procjenu postojanja operatora sa značajnom tržišnom snagom. Naime, uzevši u obzir da država mora omogućiti pristup svim sudionicima tržišta pod nediskriminirajućim uvjetima nacionalno regulatorno tijelo bi trebalo razmisliti o ukidanju bivšem monopolistu status operatora sa značajnom tržišnom snagom.

Prethodno navedeno odnosno procjenu postojanja operatora sa značajnom tržišnom snagom nužno je promatrati kroz zemljopisnu dimenziju tržišta. Naime, ako država planira zajednički ulagati u pristupne mreže nove generacije na određenom dijelu nacionalnog teritorija s privatnim sektorom nacionalno regulatorno tijelo bi trebalo utvrditi postoji li potreba da bivši monopolist status operatora sa značajnom tržišnom snagom zadržava nacionalno ili je nužno napraviti segmentaciju tržišta na način da bivši monopolist zadrži status operatora sa značajnom tržišnom snagom samo na onim dijelovima nacionalnog teritorija na kojima ne

postoji konkurencija odnosno na onim dijelovima na kojima država s privatnim sektorom ne gradi pristupne mreže nove generacije.

Ukoliko se ovakav oblik suradnje dogodio na određenom dijelu teritorija može se pretpostaviti da bi se ovakav oblik suradnje mogao dogoditi i na ostalim dijelovima nacionalnog teritorija samo između države, kroz drugu lokalnu ili regionalnu samoupravu, s bivšim monopolistom ili nekim drugim operatorom privatnog sektora. U skladu s navedenim odnosno činjenom da ovakav oblik ulaganja pokazuje zrelost tržišta nacionalno regulatorno tijelo trebalo bi razmisliti o ukidanju bivšem monopolistu status operatora sa značajnom tržišnom snagom na cijelom nacionalnom teritoriju.

1.2.5. Jesu li dva sudionika unutar modela zajedničkog ulaganja dovoljna za deregulaciju tržišta?

Na navedeno pitanje nije moguće egzaktno odgovoriti, već odgovor ovisi o više čimbenika na temelju kojih svako nacionalno regulatorno tijelo treba donijeti odluku.

Jedan od čimbenika trebao bi biti nacionalni teritorij odnosno veličina nacionalnog teritorija. Naime, „odgovarajući“ broj sudionika unutar modela zajedničkog ulaganja nije moguće promatrati isto na tržištima koje imaju nekoliko desetaka milijuna stanovnika i na tržištima s nekoliko milijuna stanovnika. Kod modela zajedničkog ulaganja u pristupne mreže nove generacije za očekivati je da neće doći do zajedničkog ulaganja na čitavom nacionalnom teritoriju, već na manjim teritorijalnim jedinicama na koje je moguće podijeliti nacionalni teritorij. Veličina tih teritorijalnih jedinica veća je u državama s nekoliko desetaka milijuna stanovnika, nego kod država s nekoliko milijuna stanovnika.

Kod država s manje/malo stanovnika može se dogoditi da potražnja za uslugama ne iziskuje veliki broj operatora na tržištu iz čega proizlazi da je iz objektivnih razloga vrlo mala vjerojatnost da će u model zajedničkog ulaganja u pristupne mreže nove generacije ući više od dva operatora. Na takvim tržištima odnosno na tržištima na kojima iz objektivnih razloga nije realno očekivati da će model zajedničkog ulaganja činiti više od dva sudionika, nacionalno regulatorno tijelo moglo bi dva sudionika unutar modela zajedničkog ulaganja smatrati dovoljnim za deregulaciju. S druge strane, na tržištima na kojima postoji veliki broj stanovnika odnosno veliku potražnju za uslugama prati snažna ponuda kroz veliki broj operatora, nacionalna regulatorna tijela trebaju biti puno opreznija prilikom donošenja odluke da zajedničko ulaganje od strane dva sudionika ne zahtjeva regulaciju.

Drugi čimbenik koji bi, zajedno s veličinom nacionalnog teritorija, trebalo uzeti u obzir odnosi se na činjenicu jesu li sudionici zajedničkog ulaganja vertikalno integrirani operatori odnosno sudjeluju li isti i na maloprodajnoj razini. U prethodnim poglavljima je objašnjeno kako model zajedničkog ulaganja mogu činiti isključivo vertikalno integrirani operatori, vertikalno integrirani operator(i) s trgovačkim društvom ili više trgovačkih društava.

Naime, kod modela zajedničkog ulaganja isključivo od strane operatora koji djeluju na maloprodajnoj razini, a neovisno o broju sudionika (dva ili više) regulacija bi, iz razloga koji su objašnjeni gore u tekstu, trebala biti nužna. U slučaju da model zajedničkog ulaganja čini

operator s trgovačkim društvom dva sudionika zajedničkog ulaganja mogla bi se smatrati dovoljnim za deregulaciju pogotovo u slučaju da zemljopisnu dimenziju čini teritorijalna jedinica s relativno malim brojem stanovnika.

Nadalje, ako model zajedničkog ulaganja čine isključivo trgovačka društva odnosno sudionici koji ne djeluju na maloprodajnoj razini, dva sudionika trebala bi se smatrati dovoljnim za deregulaciju tržišta. Naime, ovakav model zajedničkog ulaganja čine isključivo sudionici kojima je u interesu dati pristup mreži pod transparentnim i nediskriminirajućim uvjetima što bi trebalo dovesti do zaključka da regulacija nije potrebna. Za razliku od modela zajedničkog ulaganja od strane operatora i trgovačkog društva, ovaj model ulaganja neovisno o zemljopisnoj dimenziji odnosno veličine iste ne bi trebao zahtijevati regulaciju.

1.2.6. Europska praksa vezana uz ulaganja u pristupne mreže nove generacije

Elektronička komunikacijska mreža povećava utjecaj i učinkovitost javnih i privatnih ulaganja koje ovise o brzini komunikaciji. Vlade nekih od država su shvatile važnost širokopojasnog pristupa internetu te su uložile u javne fondove u koje i obični građani imaju mogućnost ulaganja. Takav novi oblik financiranja omogućava istovremeno i razvoj komunikacijskog tržišta ali i ograničavanje operatora koji djeluju na tržištu. Na taj način, država omogućava potražnju (svi zainteresirani sudionici i građani u javnom fondu) ali i ponudu jer omogućava operatorima potrebnu infrastrukturu za razvoj novih ali i kvalitetnijih usluga uz optimalna regulatorna ograničenja.

Ova ulaganja moguće je svrstati u dvije kategorije:

- (a) one za proširenje pristupa područja koja nemaju širokopojasnu infrastrukturu ili je ista nedovoljno razvijena;
- (b) one za nadogradnju mreža putem svjetlovodnih niti koja je sposobna podržati konkurentne usluge u regijama i općinama.

Prilikom ulaganja u pristupne mreže nove generacije nužno je u obzir uzeti potražnju za spomenutim uslugama. U ruralnim, slabije naseljenim područjima ne postoji dovoljna potražnja za pristupnim mrežama nove generacije tako da se ulaganja u iste u ruralnim područjima ne može smatrati ekonomsko isplativim projektom. Međutim, zbog dugoročne strategije koja naglasak stavlja na širokopojasni pristup internetu i razvoj novih usluga država se mogu odlučiti, primjerice kroz određene fondove, uložiti u pristupne mreže nove generacije i u ruralnim područjima.

Ekonomska kriza, koja se pojavila prije nekoliko godina, predstavlja ozbiljne izazove, ali s druge strane i prilike za strukturalne reforme i zahtjeva ulaganja u strateškim područjima kao što je elektronička komunikacijska infrastruktura kroz ulaganja u pristupne mreže nove generacije. Prema organizaciji za europsku suradnju i razvoj (OECD⁸) ekonomska kriza je dovela zakonodavce u zemljama OECD-a da razmisle o politikama pomaganja njihovim

⁸ Organization for Economic Cooperation and Development

ekonomijama. OECD smatra da bi zakonodavci trebali procijeniti troškove i koristi svakog javnog ulaganja u elektroničku komunikacijsku infrastrukturu. Iz navedenog razloga trebalo bi osnovati fondove koji bi mogli osigurati jaku trenutnu agregatnu potražnju te jake dugoročne dodatne efekte agregatne ponude.

U većini slučajeva, vlade nastoje stvoriti odgovarajuću prirodu za pružanje podrške inovativnog i čvrstog sudjelovanja privatnog sektora. Protekla tri desetljeća, uloga vlada u zemljama OECD-a bila je davanje što veće podrške vodećim tržišnim inovacijama i investicijama u ICT sektoru. U isto vrijeme vlade počinju shvaćati da su konkurentne elektroničke komunikacijske mreže koje služe za pružanje usluga širokopojasnog pristupa internetu ključne za pružanje podrške ekonomskom i socijalnom razvoju. Elektroničke komunikacijske mreže su shvaćene kao glavni tehnološki cilj koji neće samo podržavati ključne usluge koje su potrebne za ulaganja, već i konkurentnost te ekonomski rast.

Općenito, značajni naponi ulaganja u Europi mogu se vidjeti u Irskoj, Švedskoj, Nizozemskoj i Španjolskoj. Međunarodno iskustvo raznih poslovnih modela (OECD, 2003) ulaganja u pristupne mreže nove generacije su navedene u sljedećim stavcima:

- Irski model: Metropolitane mreže su dizajnirane kao mreže opće namjene, a ne kao tehničko rješenje, barem, za ograničen broj pružatelja usluga. Mreže su odabrane i određene od strane lokalnih vlasti, u perspektivi socijalnog i gospodarskog razvoja. Rad gradskih mreža se ostvaruje centralno, kroz uspostavu specifičnih usluga koje djeluju i administriraju mreže. Kanal mreža je planirana i izgrađena tako da može podržati i svjetlovodne niti i bakrenu paricu. U ovom konkretnom slučaju otvorenog pristupa model je usvojen.
- Švedski model: Stockholmski slučaj (Stokab): Stokab predstavlja poslovni plan, koji se primjenjuje u širem području Stockholmu, Švedska, ciljajući na razvoj i djelovanje svjetlovodnih komunikacijskih mreža, kao i na leasing svjetlovodnih veza. Stokab kompanija je osnovana u tu svrhu i pripada Stockholm Stadshus AB grupi, koja, pak, pripada u cijelosti lokalnoj samoupravi Stockholm. Kompanija je trebala postići taj cilj kako bi pružila tržištu mrežne infrastrukture, a koja će istovremeno omogućiti i operatoru i različitim davateljima usluga da ponude svoje usluge krajnjim korisnicima.
- Nizozemski model: Slučaj iz Amsterdama: U slučaju Nizozemske, politika i ciljevi u svezi s razvojem širokopojasnih tehnologija najviše u obzir zahtijevaju sudjelovanje općina u zemlji. Općina iz Amsterdama odlučila se za svjetlovodne niti, obzirom na to da bakrena pristupna infrastruktura neće moći pratiti nove usluge koje zahtijevaju velike pristupne brzine. Odabrani model sastoji se u stvaranju komunalne usluge u kojima lokalna samouprava sudjeluje sa 20%, i iskorištava pasivne mrežne (svjetlovodne niti). Druge strane koje sudjeluju u javno-privatnom partnerstvu (JPP) su privatni prijevoznici i trgovačka društva. Aktivni dio mreže pripada privatnoj kompaniji.
- Slučaj Katalonije: LocalRet (ili lokalne mreže za ove katalonske općine) je formirana 1998 i njegova je namjera bila povezati 300 lokalnih samouprava. Glavni koncept

LocalRet mreže je da davatelji usluga mreže budu među glavnim dioničarima. LocalRet će dizajnirati homogenu mrežu za cijelu Kataloniju, barem na razini pasivne infrastrukture. To će biti otvoreno i paralelno s Telefonica mrežom. LocalRet će početi integraciju manjih dijelova mreže koje kontrolira lokalna samouprava i vlada, kao dio svog vlasništva uz, primjerice, željeznicu, autocestu, ulice. LocalRet će dizajnirati Metropolitan Area Networks (MAN) u svakom gradu s više od 10.000 stanovnika.

Ostali primjeri ulaganja u pristupne mreže nove generacije:

- blizznet (Beč, Austrija): U području elektroničkih komunikacija, Wien Energie Wienstrom podružnice Wien Energie nudi Beču dodatne širokopoljasne mreže (blizznet), koji je jedan od najmodernijih i najbržih svjetlovodnih mreža u Europi. Oko 12.800 domaćinstava u devet okruga u Beču trenutno su povezani blizznet-om. Prema tome, trenutna mreža sastoji se od više od 1.400 km svjetlovodnih niti - mreža koja se stalno proširuje. Također, tu su 2.200 km postojeće prazne cijevi na raspolaganju kako bi proširili mrežu. Blizznet nudi vrhunsku kvalitetu za sve (pristup internetu, TV, telefon, sigurnost, zaštitu podataka i igranje), podržavaju visoke brzine (100 Mbps odlazne i dolazne brzine).
- TRE-ZA (istok Jutland, Danska): TRE-ZA je multi-alat (za opskrbu vodom, grijanjem, strujom i širokopoljasmom infrastrukturom) koji opslužuje površinu od oko 28 km radijusa u istočnom Jutland-u, Danska. Postoje tri glavna grada - Fredericia, Kolding, i Vejle - i oko 300.000 kupaca. Tvrtka je organizirana kao kooperacija i u vlasništvu svojih kupaca, koji mogu biti izabrani u 115-članom dioničkog odbora koji, između ostalog, pomaže odrediti strateške prioritete i smjernice. TRE-ZA je izgrađen kao posrednik između kupaca i davatelja usluga. TRE-ZA ne preuzima rizično poslovanje i nagađanje što se je pokazalo kao hit među kupcima. To je još uvijek program poslovanja, gdje se ulaganja mogu se amortizirati tijekom dugog razdoblja, a time je u mogućnosti držati troškove pod kontrolom. U isto vrijeme, stvorio je okruženje koje potiče inovacije i konkurenciju među davateljima usluga, tako da svojim korisnicima (koji su također dioničari) daje širok izbor ponude po niskim cijenama.

2. Evolucija međupovezivanja mreža govornih usluga

2.1. Uvod

Mrežni operatori su tijekom proteklog desetljeća postupno transformirali svoje fiksne i pokretne jezgrene mreže te zamjenjivali tehnologije vremenskog multipleksa (eng. *Time Division Multiplex*, TDM) i asinkronog prijenosa (eng. *Asynchronous Transfer Mode*, ATM) prijenosnom mrežom temeljenom na protokolu IP (*Internet Protocol*). U skladu s evolucijom komunikacijskih sustava prema mrežnoj infrastrukturi u potpunosti temeljenoj na protokolu IP (eng. *all-IP architecture*), međupovezivanje operatora u kontekstu govornih usluga također bilježi vlastite promjene koje bi trebale rezultirati efikasnijom uporabom mrežne propusnosti, poboljšanom kvalitetom govornih usluga, sniženim cijenama i planskim prijelazom prema međupovezivanju multimedijских usluga.

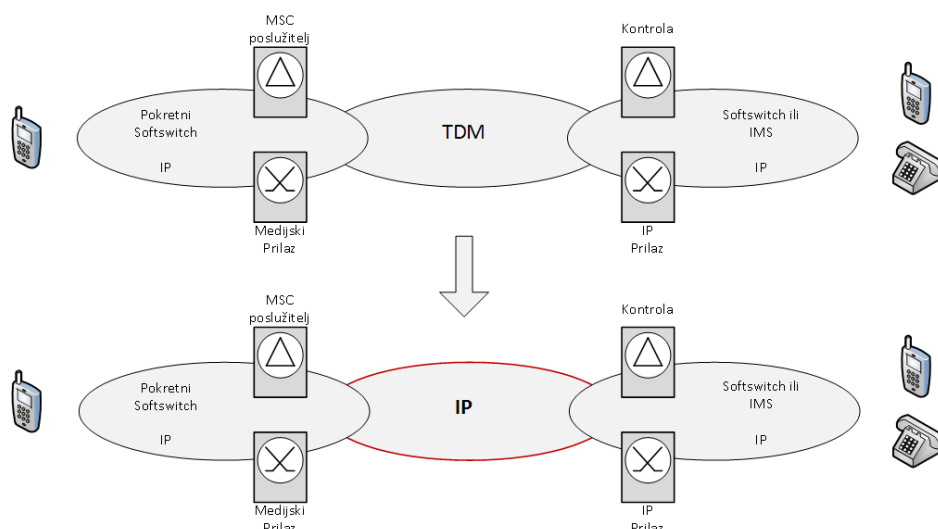
Tijekom proteklih pet godina međunarodni promet između operatora bilježi neprekidan rast između 10 i 15 posto. Ključnu ulogu u tome imaju operatori javnih pokretnih mreža i to iz dva osnovna razloga. Kao prvo, i dalje je aktualan rast broja pretplatnika pokretnih mreža, ponajprije u zemljama u razvoju i onim tržištima s vrlo niskom penetracijom fiksnih linija po broju stanovnika. Drugi razlog je povezan s razvijenim tržištima u kojima se uočava povećani trend zamjene fiksnih s linijama pokretnih mreža. U proteklih deset godina dogodile su se dvije ključne prekretnice u odnosima fiksnih i pokretnih sustava. Prva 2002. godine, kada je zabilježen veći broj korisnika pokretnih od fiksnih mreža, te druga 2009. godine kada je ukupan promet pokretnih sustava po prvi puta nadmašio fiksnu infrastrukturu. Osim spomenutog rasta prometa, međunarodne prijenosne mreže proteklih su se godina suočile i s pojavom novih govornih usluga (npr. Skype) koje zaobilaze standardne obrasce i koriste internetsku mrežu. Njihov tržišni udio danas iznosi otprilike 8 posto, a pojačana konkurencija rezultirala je u godišnjem 7 postotnom smanjenju cijena međunarodnog međupovezivanja.

2.2. Promjene u prijenosnim tehnologijama

Danas je još uvijek dobar dio infrastrukture međupovezivanja temeljen na TDM tehnologiji s izravnim vezama između mreža operatora unutar zemlje odnosno neizravnim međunarodnim vezama koje koriste globalnu prijenosnu mrežu za veze prema inozemstvu. Uvođenje IP infrastrukture ne znači samo zamjenu postojećih TDM putova s onima temeljenima na protokolu IP (Slika 2.1.), već sa sobom donosi i određene promjene u arhitekturi kao i slijedeća poboljšanja:

- evolucija međupovezivanja govornih usluga: Uvođenje protokola IP umjesto tehnologije ISUP/TDM (*ISDN User Part/Time Division Multiplex*) povećati će iskoristivost spojnih točaka, dok će korištenje novih *codeca* smanjiti potrošnju mrežnog kapaciteta. Navedene promjene utjecati će na smanjenje kapitalnih (eng. *capex*) i operativnih (eng. *opex*) troškova međupovezivanja.

- arhitektura međupovezivanja: Međupovezivanje temeljeno na protokolu IP omogućiti će veću fleksibilnost prijenosne arhitekture.
- integracija podrške za multimedijske usluge: Pojava novih multimedijskih usluga poput usluga prisutnosti i trenutnog poručivanja postavlja pred mrežne operatore nove zahtjeve i izazove. Kako bi navedene usluge mogle što bolje funkcionirati očekuju se veći napori u povećanju interoperabilnosti i kompatibilnosti mreža različitih operatera, kao i prilagodba arhitekture međupovezivanja govornih usluga novim vrstama usluga.



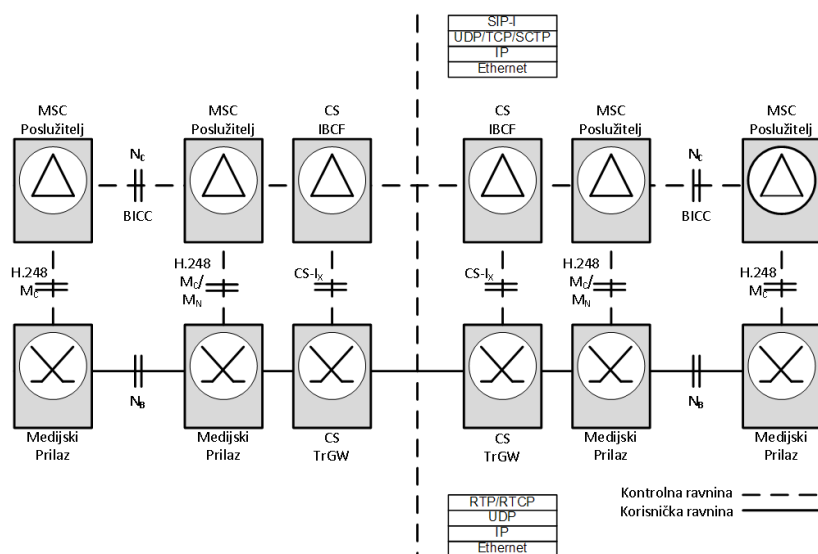
Slika 2.1. Razvoj tehnologije međupovezivanja iz TDM u IP mrežu

2.3. Evolucija međupovezivanja govornih usluga

Glavnina dosadašnje infrastrukture govornih usluga temeljila se na TDM arhitekturi, ISUP signalizaciji i kodiranju zvuka pomoću raširenog *codeca* G.711. ISUP, što je kratica za „ISDN korisnički dio“ (eng. *ISDN User Part*), dio je aplikacijskog sloja signalizacijskog sustava SS7, najraširenijeg signalizacijskog sustava javne komutirane telefonske mreže (eng. *Public Switched Telephone Network*, PSTN). Njegova osnovna namjena je uspostavljanje i prekidanje telefonskih poziva, a na istom protokolnom složaju temelji se još niz drugih usluga (translacija telefonskog broja, naplata prepaid usluga, slanje kratkih tekstualnih poruka (eng. *Short Message Service*, SMS) poruka itd.). ISUP poruke tijekom uspostave poziva između različitih telefonskih centrala, a koje se mogu nalaziti i u različitim zemljama, služe za razmjenu informacija o pozivu (broj pozivatelja, broj pozivane stranke itd.). Dosta je bitno naglasiti kako postoji više varijanti ISUP poruka. Za osnovnu specifikaciju zadužen je ITU-T (*International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector*). U Europi se primjerice koristi malo promijenjena varijanta o čemu brigu vodi ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*), dok je slična situacija i u Sjevernoj Americi gdje standardizacijske dužnosti provodi ANSI (*American National Standards Institute*). Nadalje, mnoge zemlje koriste vlastite varijante ISUP standarda, izvedenice spomenutih krovnih standarda, kako bi najbolje odgovorile specifičnim nacionalnim zahtjevima. Iako je

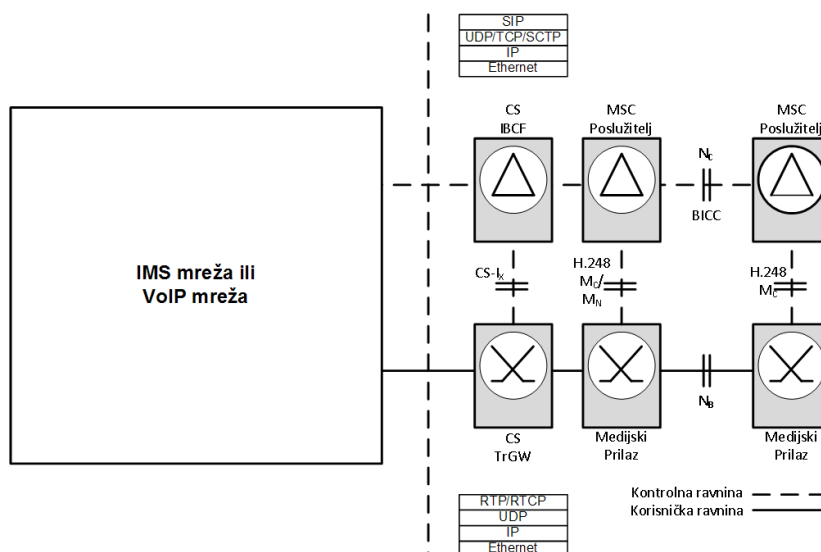
signalizacija temeljena na standardu ISUP tijekom godina poboljšala podršku za unutardržavna odnosno međunarodna povezivanja operatora i uključila podršku za redundantne mehanizme pomoću kojih se ostvaruje viši stupanj usluge, ISUP se ne snalazi najbolje kada je riječ o uvođenju novih usluga i suradnji s mrežama temeljenima na protokolu IP. U njima se kao osnovni signalizacijski protokol koristi SIP (*Session Initiation Protocol*). Pomoću protokola SIP moguće je uspostaviti i prekinuti sjednicu između dvoje (eng. *unicast*) ili više (eng. *multicast*) sudionika, a svaka sjednica može uključivati jedan ili više multimedijских tokova. Ovakav pristup omogućuje uspostavu usluga poput videokonferencije, strujanja multimedijskog sadržaja, trenutnog poručivanja, prisutnosti, razmjene podataka ili višekorisničkih igara. S obzirom da u mrežnim infrastrukturama trenutno postoje obje varijante signalizacijskih protokola, postavlja se pitanje kako između njih ostvariti suradnju bez prevelikih problema i gubitaka podataka.

Međupovezivanje između dvije domene pokretnih *softswitch* čvorova moguće je provesti pomoću protokola SIP-I (*Session Initiation Protocol with encapsulated ISDN User Part*). Ovim se načinom sadržaj ISUP poruke prenosi u okviru tijela SIP poruke, tako da krajnji SIP čvorovi mogu procesirati enkapsulirane ISUP poruke bez gubitaka informacija o uslugama (Slika 2.2.).



Slika 2.2. Mrežno sučelje SIP/SIP-I između dvije MSS domene

Na relaciji između domene IMS (*IP Multimedia Subsystem*) i domene pokretnog *softswitch* čvora situacija je nešto drugačija. Prilikom međudjelovanja protokola SIP i ISUP, SIP i BICC (*Bearer Independent Call Control*) odnosno SIP i RANAP (*Radio Access Network Application Part*), vrši se preslikavanje parametara između SIP i ISUP poruka koje može rezultirati gubitkom informacija o pokrenutoj usluzi (Slika 2.3.).



Slika 2.3. Mrežno sučelje SIP/SIP-I između IMS i MSS domene

Osim odabira najboljeg signalizacijskog protokola za danu situaciju, treba voditi računa o još nekoliko aspekata međupovezivanja temeljenog na protokolima SIP i SIP-I:

- nadziranje signalizacije: Nadziranje signalizacije potrebno je kako bi se ostvarila zaštita od neželjenih poruka. Za veze temeljene na protokolu ISUP upravljanje se provodi na mrežnim slojevima MTP3 (*Message Transfer Part Level 3*) i SCCP (*Signalling Connection Control Part*). Kod SIP i SIP-I veza upravljanje se na signalizacijskoj razini provodi u IBCF-u (*Interconnection Border Control Function*), a na medijskoj razini na glavnom mrežnom prilazu (eng. *Trunking Gateway*, TrGW).
- upravljanje mrežnom propusnošću: Kod ISUP međupovezivanja uvijek je zauzeto 64 kbit/s ili 56 kbit/s po kanalu. Zbog fiksnih vremenskih odsječaka nije moguća dodjela drugačijih vrijednosti. Kod IP međupovezivanja potrebna mrežna propusnost ovisi o korištenom *codec*. S obzirom da te vrijednosti za razliku od ISUP scenarija nisu fiksne, potrebni su kontrolni mehanizmi koji će spriječiti zauzimanje nedodjeljenog mrežnog kapaciteta ili uzrokovati propadanje govorne usluge.
- transkodiranje govora: Danas je dostupno više vrsta *codeca* i vrlo je bitno uvesti pregovaračke mehanizme koji će biti sposobni odabrati najbolje rješenje za pojedinu situaciju. Tim se pristupom nastoji smanjiti potreba za transkodiranjem govora kako bi se uspostavio slobodan tok usluga bez potrebe za stalnim promjenama kodiranja (eng. *Transcoder Free Operation*, TrFO).
- podatkovni, fax i video pozivi: Bez obzira što fax i podatkovni pozivi čine vrlo maleni udio ukupnih poziva, svejedno moraju biti podržani i dobro funkcionirati. Kako bi se pružila podrška za prijenos komprimiranog govornog signala bez ometanja normalnog funkcioniranja fax i podatkovnih poziva, preporuča se detekcija prometa govornog pojasa i vraćanje podrške za kodiranje temeljeno na standardu G.711.

- naplata i obračunavanje troškova: Međupovezivanje putem protokola SIP i SIP-I iskorištava postojeće mehanizme naplate temeljene na zapisima o pozivu (eng. *call data records*).
- hitni i prioritetni pozivi: Arhitektura međupovezivanja treba podržavati hitne i prioritetne pozive. Oni se u okviru ISUP i SIP poruka označavaju posebnim parametrima.

Slijedeći aspekt koji može utjecati na prijenosnu efikasnost su korišteni *codeci*. Dosad je najrašireniji codec u fiksnoj i pokretnoj komunikaciji bio G.711. Temelji se na pulsno-kodnoj modulaciji (eng. *pulse-code modulation*, PCM), najbolju kvalitetu govorne usluge pruža pri širini pojasa od 64 kbit/s i jedini je kojeg podržavaju sve komunikacijske domene (pokretni *softswitch*, fiksni *softswitch* i IMS). S obzirom da danas postoje novi i u nekim aspektima bolji *codeci* (npr. efikasnije iskorištavaju dostupnu mrežnu propusnost), otvara se perspektiva za njihovo korištenje, a na taj način i za smanjenje operativnih troškova. Jedna od mogućnosti je G.729, jedan od najpopularnijih uskopojasnih *codeca* za fiksne IP mreže koji se bazira na linearnoj kodnoj predikciji (eng. *code-excited linear prediction*, CELP). Pruža kvalitetu govora sličnu *codecu* AMR 7.4 uz širinu pojasa od 8 kbit/s.

Ukoliko je isti *codec* podržan u dvije povezane mreže, preporučljivo je da se koristi i pri njihovom međupovezivanju. Na taj se način smanjuje potreba za transkodiranjem, povećava efikasnost iskorištavanja resursa, smanjuju kapitalni troškovi i poboljšava kvaliteta govorne usluge. Primjer takvog pristupa korištenje je varijanti *codeca* AMR (*Adaptive Multi-Rate*), koji se koristi u javnim pokretnim mrežama na točkama njihovog međupovezivanja te uspostave slobodnog toka usluge bez potrebe za stalnim promjenama kodiranja odnosno okoline TrFO. Kada se na infrastrukturi međupovezivanja i IP prijenosnom sloju uspostavi TrFO, za pozive između različitih javnih zemaljskih mrežnih sustava (eng. *inter-Public Land Mobile Network*, inter-PLMN) mogu se koristiti i *codeci* sa superiornom kvalitetom govorne usluge. U fiksnoj telefoniji dobar kandidat je primjerice G.722, širokopojasni *codec* koji radi uz širinu pojasa od 64 kbit/s i pruža odličnu kvalitetu i čistoću prijenosa govora, dok je u pokretnim mrežama to AMR-WB, također širokopojasni *codec* koji se prilagođava uvjetima u radijskom kanalu i dostupnim prijenosnim pojasevima između 12.65 kbit/s i 6.60 kbit/s. Ova dva spomenuta *codeca* mogu se međusobno transkodirati bez gubitka širokopojasnih karakteristika kanala uz pružanje iznimne kvalitete poziva između fiksne i pokretne mrežne infrastrukture. Tablica 2.1. sažeto prikazuje koji se od dostupnih *codeca* mogu implementirati ma pojedinim dijelovima komunikacijskog puta.

Tablica 2.1. Popis podržanih *codeca* po domenama

Pokretni Softswitch		Fiksni Softswitch	IMS
Unutar MSS-a	Prema drugim mrežama		
G.711	G.711	G.711	G.711
	G.729	G.729	G.729
AMR-NB	AMR-NB		AMR-NB
AMR-WB	AMR-WB		AMR-WB
GSM EFR	GSM EFR		

2.4. Arhitektura međupovezivanja

Prelazak na mrežnu arhitekturu koja se u potpunosti temelji na protokolu IP nije samo kozmetičke prirode tako da se TDM veze mijenjaju s IP vezama, već se unose određene promjene i u arhitekturu međupovezivanja. Dva su osnovna koncepta:

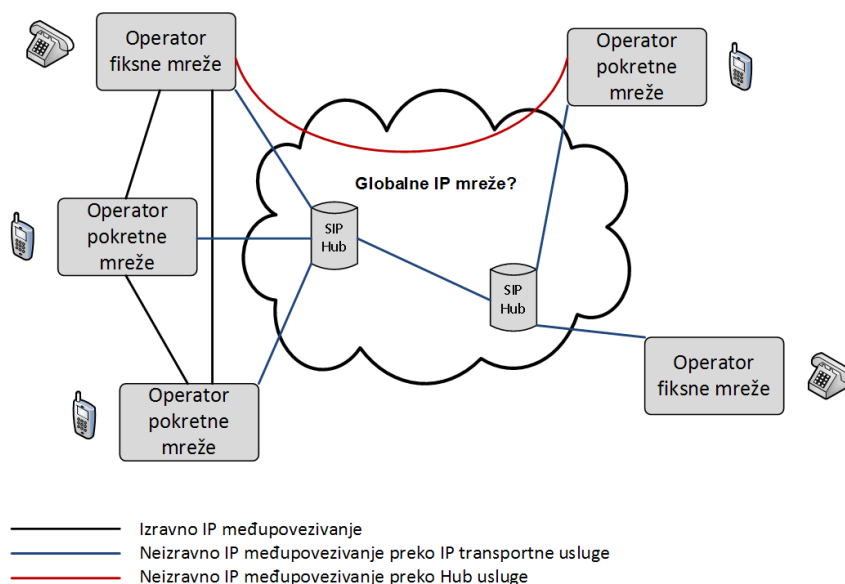
- „čista“ IP arhitektura: U ovom slučaju prijenosna mreža osigurava IP povezivost između operatora. Razlikuju se izravne veze između operatora u okviru nacionalnog prometa, odnosno neizravne veze preko IP prijenosne infrastrukture treće stranke kada je u pitanju povezivanje operatora iz različitih zemalja međunarodnim vezama. Bez obzira o kojoj razini povezivanja je riječ, IP mrežna infrastruktura neutralna je prema vrsti aplikacije ili medija koji se njome razmjenjuje te ne vrši nikakve akcije na temelju toga. Mrežni operatori koji se povezuju ovim načinom sklapaju međusobne bilateralne sporazume koje obje stranke moraju poštivati kako bi veza normalno funkcionirala.
- čvorišna (eng. *hub*) arhitektura: Ovakva arhitektura podrazumijeva uporabu posebnih čvorišta koja su sposobna razlikovati vrste aplikacija i medija koji se njima razmjenjuju. Time se postiže fleksibilnost mehanizama za osiguravanje kvalitete usluge (eng. *Quality of Service*, QoS) i naplate. S obzirom da prijenosna mreža u ovom slučaju može pružati multilateralnu čvorišnu uslugu, operatorima je dovoljno sklopiti jedan ugovor s pružateljem usluge prijenosa.

Slika 2.4. prikazuje opisane koncepte međupovezivanja između operatora javne pokretne i fiksne mreže. IP međupovezivanje putem prijenosne mreže ima definirane karakteristike kvalitete usluge, s obzirom na koje se može iskoristiti za određeni tip usluga (npr. stvarno-vremenske usluge poput prijenosa govora). U slučaju čvorišne arhitekture prijenosna se mreža može dodatno prilagoditi usluzi te ponuditi usmjeravanje na temelju usluga, bolju suradnju između operatora ili jednostavnije postizanje dogovora.

Različita arhitekturna rješenja s jasno definiranim tehničkim i poslovnim ulogama pojedinih stranki (mrežnih operatora, operatora prijenosne mreže) pružaju mrežnim operatorima fleksibilnosti i mogućnost prilagodbe te postižu održivo rješenje međupovezivanja. Rješenja

koja se temelje na javnom Internetu, poput usluge Skype, ne mogu garantirati istu razinu međupovezivanja.

Zbog rastuće potrebe za širokim prihvaćanjem međupovezivanja putem IP mreže, pojavila se potreba za standardizacijom. GSMA (*GSM Association*) u tom je kontekstu predložila prenamjenu postojećih GRX (*GPRS Roaming Exchange Node*) čvorova i mreža dodavanjem podrške za kvalitetu usluge govornim i multimedijским uslugama. Dodatno, očekuje se i neki vid implementacije čvorišne arhitekture kako bi se jednostavnije rukovalo kanalskim (eng. *circuit-switched*, CS) i paketskim (IMS) varijantama usluga poput govora, videa i prisutnosti.



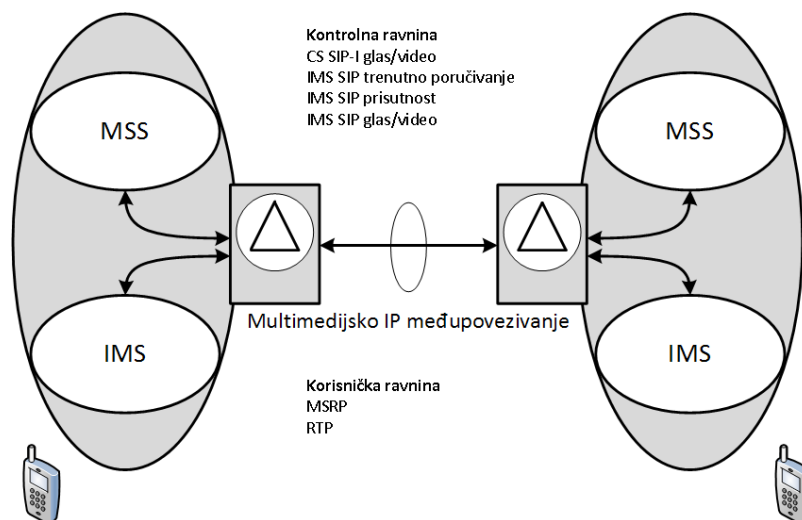
Slika 2.4. Varijante IP međupovezivanja

2.5. Integracija podrške za multimedijске usluge

Uspostavom IP međupovezivanja za govorne usluge, kao slijedeći logičan korak nameće se pružanje podrške za multimediju (Slika 2.5.). Inicijativa RCS (*Rich Communication Suite*), koju je pokrenula GSMA, govori upravo o tome: pružanju bolje podrške međupovezivanja za multimedijске usluge poput razmjene video sadržaja, trenutnog poručivanja ili usluge prisutnosti. RCS se sastoji od skupa multimedijških usluga temeljenih na 3GPP (*3rd Generation Partnership Project*) IMS tehnologiji, SIP signalizaciji i protokolu MSRP (*Message Session Relay Protocol*). Riječ je o protokolu koji omogućuje izmjenu poruka u okviru komunikacijske sjednice te nalazi široku primjenu u ranije spomenutim uslugama. Vrijednost RCS usluga raste s povećanjem broja korisnika i mreža koje omogućuju međupovezivanje operatora. Ova zakonitost, poznata pod imenom Metcalfeov zakon, i ranije je dokazana na primjeru usluga izmjene kratkih (SMS) i multimedijških (MMS) poruka. IP međupovezivanje u ovom kontekstu više ne nudi samo povećanu fleksibilnost ili smanjenje troškova u odnosu na TDM rješenja, već po prvi puta omogućuje ovakvu implementaciju RCS usluga.

Različite usluge u okviru skupa RCS imaju različite zahtjeve u vidu mrežne propusnosti ili kašnjenja. Video s jedne strane zauzima mnogo prometnog kapaciteta, dok primjerice usluga

prisutnosti zahtijeva česta i brza ažuriranja, dakle vrlo brzu signalizaciju. Operatorima je, žele li ostvariti maksimalan potencijal spomenutih usluga u okviru mreže za međupovezivanje, nedovoljno samo preuzeti postavke za govorne usluge, već moraju dogovoriti specifične uvjete za svaku pojedinu uslugu. Prilagodljiva čvorišna arhitektura međupovezivanja temeljena na protokolu IP u ovakvoj se situaciji pokazuje kao iznimno dobar pristup. Otvara mogućnost ne samo za prilagodbu usluga na nacionalnu odnosno međunarodnu razinu u smislu organizacije međupovezivanja, već i na različitim protokolnim razinama: na medijskoj razini kada je riječ o transkodiranju odnosno uslužnoj razini prilikom suradnje srodnih usluga različitih generacija (SMS/MMS/trenutno poručivanje).



Slika 2.5. Kombinacija govorne i multimedijnske usluge u međupovezivanju

2.6. Zaključak

Razvoj međupovezivanja govornih usluga pruža mrežnim operatorima brojne mogućnosti, poput snižavanja kapitalnih i operativnih troškova međupovezivanja temeljenog na protokolu IP uporabom efikasnijih *codeca*, optimizacije kvalitete govorne usluge smanjenjem postupaka transkodiranja i korištenjem novih *codeca*, smanjenja prijenosnih troškova odabirom nove fleksibilne arhitekture ili povećanja zarade zbog naprednijih mogućnosti suradnje između operatora tijekom izmjene multimedijalnog sadržaja.

2.7. Literatura

[1] J. Baldwin, J. Ewert, S. Yemen. *Evolution of the voice interconnect*. Ericsson Review, 2/2010.

3. Mrežna neutralnost

3.1. Uvod

Stroga definicija mrežne neutralnosti kaže da neutralna mreža tretira sav sadržaj, sve lokacije (sjedišta weba) i aplikacije jednako. Uz to, omogućuje svakom standardnom uređaju spajanje na mrežu te jednako obrađuje cjelokupni promet koji prolazi kroz mrežu. U tom smislu, uređaji spojeni na neutralnu mrežu mogu razmjenjivati podatke sa svim ostalim uređajima u mreži. Internet je originalno dizajniran kao neutralna mreža koja prenosi pakete, bez obzira na sadržaj zapisan u tim paketima, tko ga je kreirao te tko ga je primio. Kao temeljna zadaća postavljena je učinkovita dostava paketa od pošiljatelja do primatelja, a ovaj koncept je potaknuo razvoj koji je Internetu omogućio da postane ono što je danas.

Problem mrežne neutralnosti javlja se u SAD-u početkom 21. st. prateći deregulaciju veleprodajnog pristupa uslugama. Korisnici, veliki servisi i pružatelji sadržaja naglašavaju da je kao rezultat ove deregulacije mrežnim operatorima omogućena diskriminacija i degradacija konkurentnih usluga u korist njihovih vlastitih. Sve je počelo s dva slučaja koja su uzburkala javnost: slučaj gdje je lokalni američki telekomunikacijski operator svojim krajnjim korisnicima onemogućio pristup *VoIP* uslugama i slučaj gdje je kabelski operator blokirao prijenos podataka korisnicima usluge *BitTorrent*. Ubrzo su se slični problemi pojavili u Kanadi, Japanu i nekim europskim zemljama. Ovi su slučajevi jasno ukazali na potrebu za javnom raspravom i traženjem potencijalnih rješenja.

Na jednoj strani su strogi pobornici mrežne neutralnosti koji se protive svakoj vrsti upravljanja prometom pri kojoj bi kriterij upravljanja bio izvor sadržaja, odredište ili vrsta sadržaja. Na drugoj su strani mrežni operatori koji u metodama upravljanja prometom vide mogućnost stvaranja dodatnih izvora prihoda, npr. stvaranjem novih proizvoda poput ponude određenog garantiranog mrežnog kapaciteta prijenosa. Između tih dviju krajnosti nalaze se svi ostali prijedlozi i koncepti.

3.2. Aktivnosti provedene u 2. kvartalu

U okviru projekta Mrežne neutralnosti u 2. kvartalu poslovi su podijeljeni u tri cjeline:

1. Testiranje zahtijevanog kapaciteta mreže za telekomunikacijske usluge
2. Istraživanje modela ponude paketa telekomunikacijskih usluga na stranim tržištima
3. Objavljivanje radova vezanih za mrežnu neutralnost

U okviru testiranja zahtijevanog kapaciteta mreže za telekomunikacijske usluge provode se tri ciklusa testiranja. Cilj testiranja jest ustanoviti minimalan potreban kapacitet koji bi operatori morali osigurati krajnjim korisnicima kako bi isti mogli nesmetano koristiti željene internetske usluge. U ovom kvartalu proveden je prvi ciklus testova čiji je cilj bio utvrditi minimalne potrebne kapacitete za korisnicima zadovoljavajuće korištenje pojedinih usluga weba. Opisi i rezultati testova prikazani su u nastavku izvještaja.

Jedan od ciljeva projekta jest prikupiti podatke o stanju mrežne neutralnosti u svijetu. Iz tog razloga provodi se istraživanje ponude operatora na stranim tržištima s naglaskom na mehanizmima koji omogućuju neutralnost mreže. U ovom kvartalu istražena je ponuda operatora većine razvijenih europskih zemalja (Njemačka, Švedska, Velika Britanija, Norveška, Francuska, Švicarska) te su uočene rijetke, ali značajne razlike između pojedinih modela. Kraj istraživanja i konačni zaključci očekuju se u narednom kvartalu.

Iz područja mrežne neutralnosti napisan je i prihvaćen stručni rad na konferenciji CUC 2011 u organizaciji Hrvatske akademske i istraživačke mreže CARNet pod nazivom „Mrežna neutralnost na primjeru mreže CARNet“. Autori rada su Marin Vuković, Mario Weber, Damjan Katušić i Marina Ivić.

3.3. Testiranje mrežne neutralnosti

Problemi kod mrežne neutralnosti mogu se sažeti u dva osnovna oblika: problem nedostatka mrežnog kapaciteta za kvalitetan pristup uslugama i problem „nepravednog“ upravljanja uslugama. Da bi se uopće znalo nude li mrežni operatori dovoljno mrežnog kapaciteta za zadovoljavajuće korisničko iskustvo, koliko su nužne razne strategije upravljanja prometom te postoji li prostor za uvođenje novih paradigmi pružanja internetskog pristupa, potrebno je provesti testove nad popularnim i široko korištenim internetskim uslugama.

Testiranje zahtijevanog kapaciteta mreže za telekomunikacijske usluge provest će se u tri ciklusa:

- Testiranje prometa u okruženju upravljanih usluga i Interneta (provedeno)
 - Cilj testiranja jest utvrditi minimalni kapacitet veze koji svaka testirana usluga weba zahtijeva uz zadovoljavajuću kvalitetu korisničkog iskustva (QoE)
- Testiranje prometa u okruženju „Novi Internet“ tj. s definiranim klasama prometa
 - Usluge testirane u prvom ciklusu grupiraju se u klase prema korisničkim navikama (npr. „poslovna“ klasa mora moći istodobno omogućiti neometanu video konferenciju, pregledavanje web-stranica i sl. usluge)
 - Cilj testiranja jest utvrditi minimalni kapacitet veze koji svaka predefinirana klasa zahtijeva uz zadovoljavajuću kvalitetu korisničkog iskustva (QoE)
- Testiranje prometa u okruženju „Novi Internet“, uz uključenu prioritizaciju prometa
 - Uslugama unutar pojedine klase dodjeljuju se različiti prioriteti čime se simulira prioritizacija prometa od strane operatora koja se pokazala kao čest slučaj u praksi
 - Cilj testiranja jest uočiti u kojoj mjeri prioritizacija utječe na nesmetan rad krajnjih korisnika, ponovno prema pojedinoj klasi

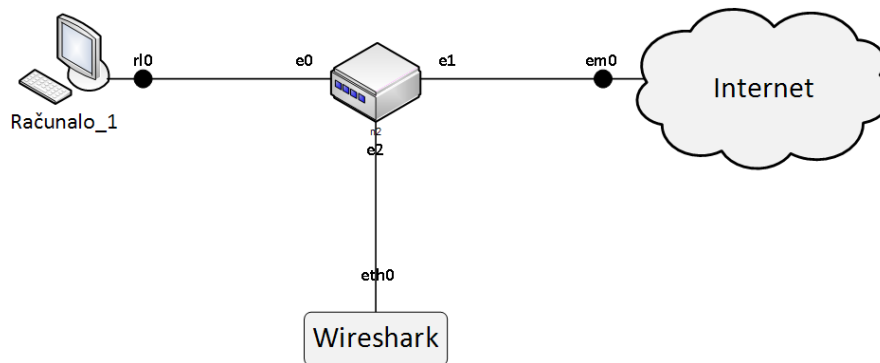
U nastavku su opisani testovi i rezultati testova prvog ciklusa testiranja koji su provedeni u ovom kvartalu.

3.3.1. Testiranje prometa u okruženju upravljanih usluga i Interneta

Prvi ciklus testova, koji testiraju promet u okruženju upravljanih usluga i Interneta, proveden je korištenjem mrežnog simulatora *Imunes*⁹ razvijenog na Zavodu za telekomunikacije Fakulteta elektrotehnike i računarstva. Svaki od testnih scenarija pokrenut je minimalno 5 puta, a ovisno o njegovoj vrsti testirano je po minimalno 5 različitih pristupnih brzina dok

⁹ <http://www.nxlab.fer.hr/imunes/>

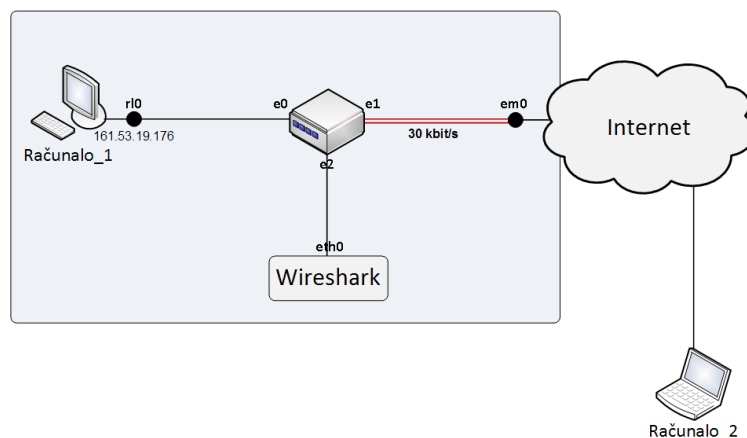
nisu utvrđene zadovoljavajuće vrijednosti. Detaljniji opis provedenog testiranja dan je u nastavku.



Slika 3.1. Testna mreža izvedena u *Imunesu*

Cilj testne okoline bila je uspostava mogućnosti kontrole mrežnog kapaciteta pristupa Internetu. Na taj je način moguće isprobati kvalitetu usluga uz različita prometna opterećenja te utvrditi koliko mrežnog prometa zahtijeva pojedina usluga za zadovoljavajuću razinu korisničkog iskustva. Testno računalo (Intel Core2Duo E6750@2.66 GHz, 2 GB RAM, 250 GB HDD, Intel Q35 Express GPU) je za opisanu namjenu na Internet spojeno posredstvom virtualne mreže prikazane na Slici 3.1. Virtualna mreža izvedena u *Imunes* osim dva sučelja (prvo iz računala prema testnoj virtualnoj mreži, a drugo iz mreže prema fizičkoj vezi na Internet) sadrži i prospojnik koji sav ulazni promet preusmjerava na sva svoja izlazna sučelja. To je nužno kako bi bilo moguće spojiti *Wireshark* analizator prometa. Dodatno, za postizanje kontrole dostupnog mrežnog kapaciteta korišten je mrežni link prema Internetu (na svim slikama prikazan crvenom bojom), tako da je njemu u različitim testovima po potrebi mijenjana i prilagođavana brzina.

Skype poziv

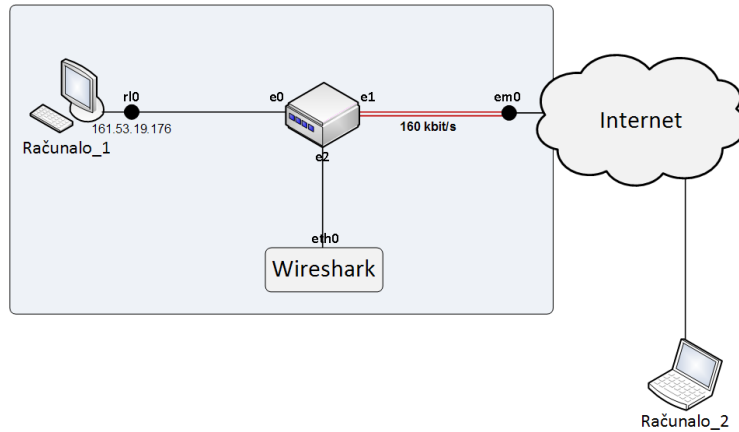


Slika 3.2. Testiranje usluge *Skype* poziva

Aplikacija *Skype* trenutno broji više od 900 milijuna korisnika diljem svijeta, a omogućuje usluge uspostave poziva, video-poziva, video-konferencije i tekstualnog razgovora (*chat*) preko Interneta, a u nekim zemljama i prema fiksnoj telefonskoj infrastrukturi. *Skype* poziv testiran je između dva računala uporabom opisane testne okoline (Slika 3.2.). Iako se *Skype*

komunikacija ne odvija samo putem čvorova prikazanih na slici, a arhitektura *Skype* mreže i točan proces uspostave i trajanja poziva nije javno objavljen, to za provedene testove nije bitno. Mrežno opterećenje potrebno za uspostavu ovakvog poziva je vrlo maleno, već od negdje 20 kbit/s, no prihvatljiva kvaliteta korisničkog iskustva postiže se od 30 kbit/s na više.

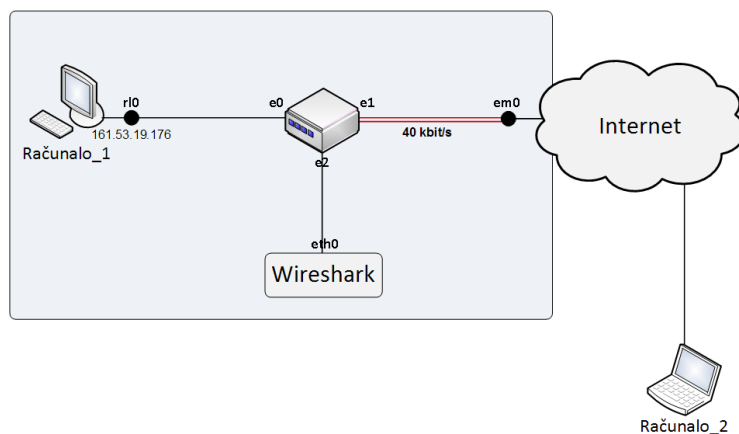
Skype video-poziv



Slika 3.3. Testiranje usluge *Skype* video-poziva

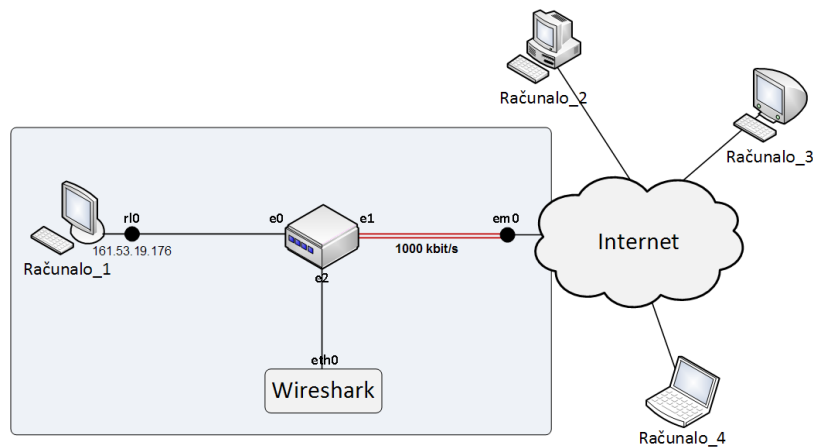
Ovaj testni scenarij je po svojim postavkama gotovo identičan uspostavljaju običnog govornog poziva između dva korisnika putem *Skypea*, jedina je razlika potreban mrežni kapacitet koji je u ovom slučaju 160 kbit/s (Slika 3.3.). Testirano je još nekoliko vrijednosti, uključujući i niže poput 128 kbit/s, no na njima nije postignuta zadovoljavajuća kvaliteta jer je slika bila lošije kvalitete i uspostavljena veza nije bila dovoljno stabilna.

Teamspeak

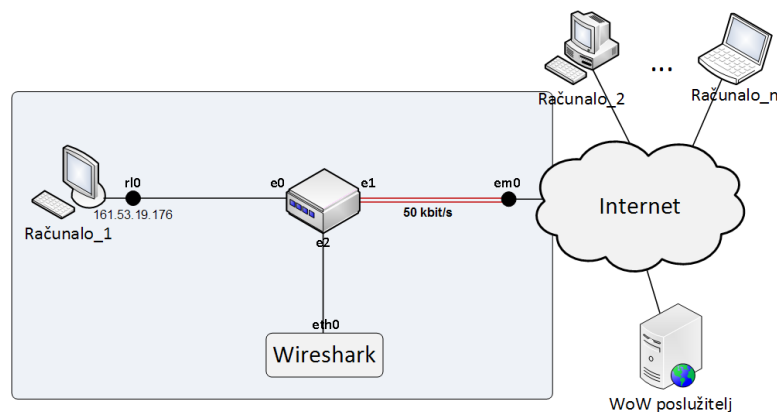


Slika 3.4. Testiranje usluge *Teamspeak*

Uspostava *Teamspeak* poziva je iz aspekta krajnjih korisnika vrlo slična *Skypeu*, iako je arhitektura sustava ponešto drugačija i uključuje komunikaciju s *Teamspeak* poslužiteljem. Međutim, za provjeru vrijednosti koje su bitne za ovo testiranje, testna okolina se zapravo ne razlikuje od scenarija sa *Skypeom* (Slika 3.4.). Testirane su pristupne brzine u intervalu između 30 i 50 kbit/s, a kao minimalna zadovoljavajuća pokazala se brzina od 40 kbit/s.

Skype video-konferencijaSlika 3.5. Testiranje usluge *Skype* video-konferencije

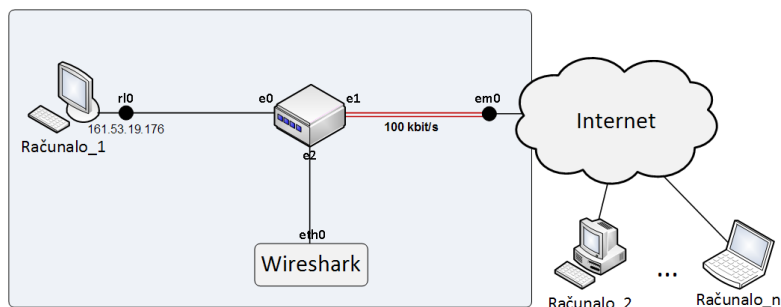
Videokonferencija za razliku od dosad opisanih scenarija uključuje više od samo dvojice krajnjih korisnika. U provedenim testovima sudjelovale su četiri osobe koje su istodobno komunicirale putem videokonferencijskog sustava u okviru *Skypea* (Slika 3.5.). Mrežni kapacitet je ograničavan samo pokretaču videokonferencije kako bi se utvrdilo kolika je minimalna potrebna pristupna brzina za normalno funkcioniranje ovakve komunikacije između više osoba. Na svim računalima korištena je ista verzija *Skype* (5.5.0.117) kako ne bi bilo nepredviđenih problema s nekompatibilnošću. Iako je konferencijska veza funkcionirala već na 800 kbit/s, zadovoljavajuća kvaliteta za sve korisnike postignuta je na brzini od 1000 kbit/s.

Umreženo igranje (*World of Warcraft*)Slika 3.6. Testiranje usluge *World of Warcraft*

World of Warcraft trenutno privlači više od 11 milijuna pretplatnika, tako da ta brojka sama po sebi sugerira ogromno prometno opterećenje s kojim se svakodnevno moraju nositi službeni Battle.net poslužitelji. Usluga funkcionira tako da se pojedini korisnici nakon instalacije igre, ulaska u igru i obavezne autentifikacije spajaju na igrine poslužitelje s kojima izmjenjuju sadržaj (Slika 3.6.). Dakle, dio sadržaja je unaprijed instaliran i dostupan na računalu, dok se ostatak tijekom igre dohvaća s poslužitelja. Bez obzira što je riječ o igri koja

konstantno prolazi kroz nove nadogradnje, i danas je nakon 10 godina od prvog izdanja za normalno pokretanje i korištenje dovoljno 50 kbit/s mrežnog kapaciteta.

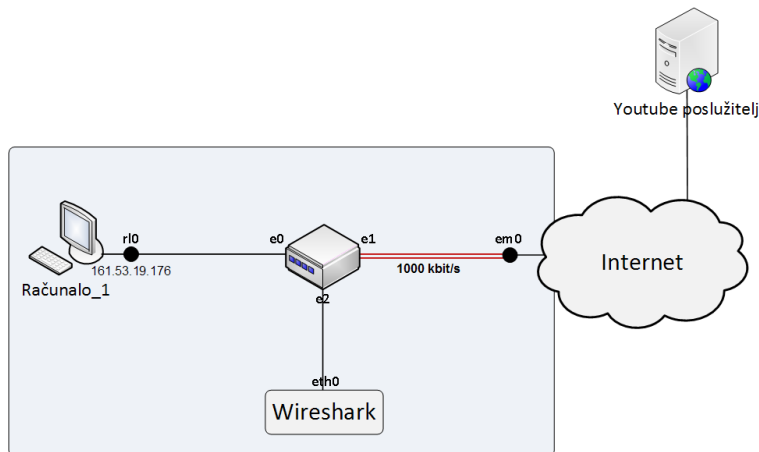
Umreženo igranje (*Unreal Tournament 2004*)



Slika 3.7. Testiranje *multiplayer* komponente usluge *Unreal Tournament 2004*

Drugi vrlo popularan oblik *online* igranja ponešto se razlikuje u korištenoj mrežnoj arhitekturi. Naime, ovdje se kao poslužitelj može koristiti ili posebno računalo (engl. *dedicated server*) ili jedan od klijenata (sudionika igre) također preuzima i ulogu poslužitelja (Slika 3.7.). Provedeni testovi su se fokusirali na ovaj drugi način, a zaključak je kako je za zadovoljavajući doživljaj igranja dovoljno raspolagati mrežnim kapacitetom od 100 kbit/s. Provedeni testovi baziraju se na scenariju u kojem je testno računalo sudionik igre, a jedan od drugih korisnika preuzima ulogu poslužitelja.

Strujanje video sadržaja (*Youtube 640x360*)

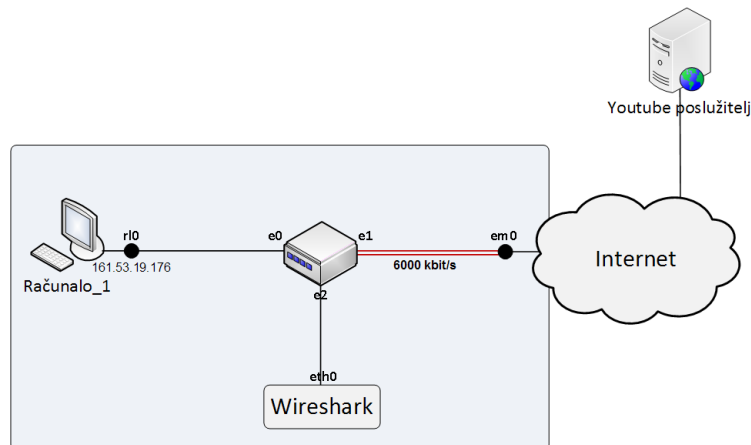


Slika 3.8. Testiranje usluge strujanja video sadržaja s *Youtubea* (standardna kvaliteta)

Strujanje video sadržaja (engl. *video streaming*) posljednjih godina bilježi značajan porast popularnosti, a *Youtube* se trenutno smatra najpopularnijim i najposjećenijim pružateljem takvih usluga putem Interneta. Korisnik koji pristupi video uratku sa *Youtubea* dohvaća traženi sadržaj s jednog od dostupnih poslužitelja (Slika 3.8.). S obzirom da pojedini video uradci mogu biti objavljeni u različitim verzijama koje se razlikuju po stupnju kvalitete, nemoguće je odjednom provesti unificirano testiranje za sve rezolucije. Osnovna kvaliteta videa podrazumijeva rezoluciju 640x360, a testovi su pokazali kako je 500 kbit/s bilo dovoljno za normalnu, iako ne uvijek besprijekornu reprodukciju. Isti je slučaj bio i sa svim

vrijednostima do 1000 kbit/s. Tek kada su testovi provedeni s duplo većim mrežnim kapacitetom od predloženog (dakle 1000 kbit/s) niti jedanput nije bilo zastajkivanja. Ovakvi rezultati su pomalo iznenađujući s obzirom da bi po službeno objavljenim vrijednostima od strane *Youtubea* 500 kbit/s trebalo biti sasvim dovoljno za uživanje u standardnoj kvaliteti videa, što ovdje nije bio slučaj. Međutim, u ovim se testovima nikako ne smije zanemariti prometno opterećenje koje *Youtube* poslužitelji svakodnevno trpe zbog ogromnog broja posjetitelja, tako da dobiveni rezultati u tom kontekstu nisu toliko iznenađujući.

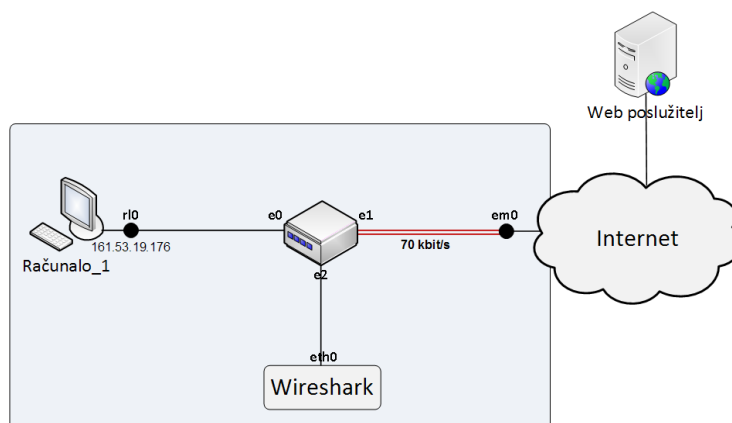
Strujanje video sadržaja (*Youtube* 1920x1080)



Slika 3.9. Testiranje usluge strujanja video sadržaja s *Youtubea* (vrlo visoka kvaliteta)

Testni scenarij identičan je prošlom *Youtube* scenariju, s tim da je ovdje naravno riječ o većoj rezoluciji i samim time prometno zahtjevnijem slučaju (Slika 3.9.). *Full HD* rezolucija (1920x1080) pruža iznimno korisničko iskustvo i u većini testova sasvim zadovoljavajuće funkcionira uz vezu od 5000 kbit/s. Međutim, pri ovoj je brzini reprodukcija nekih video uradaka nailazila na poteškoće, a bespriječni rezultati su postizani tek uz 6000 kbit/s.

Preuzimanje sadržaja s web-poslužitelja



Slika 3.10. Testiranje usluge preuzimanja sadržaja sa sjedišta weba

Pristupanje sadržaju web-stranica na neki se način može smatrati najprilagodljivijom uslugom od svih dosad nabrojanih. S obzirom da se svodi na preuzimanje različitog sadržaja s web-

poslužitelja (tekst, slike, poveznice itd.), funkcionirat će bez obzira na brzinu veze (Slika 3.10.). Naravno, o dostupnoj brzini ovisi koliko će biti vrijeme potrebno za potpuno preuzimanje svog sadržaja tj. učitavanje čitave web-stranice. Sadržaj sjedišta weba može biti vrlo raznolik: istraživanja¹⁰ pokazuju da je otprilike trećina objekata sa stranice manja od svega 5 KB (najčešće tekst ili male slike), a zatim po učestalosti slijede oni s veličinom između 30 i 50 KB (npr. slike srednje veličine). Zbog svega navedenog teško je nakon provedenog testiranja donijeti jedinstvene zaključke obzirom da će korisničko iskustvo s 70 kbit/s na nekim stranicama biti i više nego dovoljno, dok će na drugima (onima bogatijima sadržajem poput slika visoke rezolucije ili *flash* animacija) biti nedovoljno. Također, ovdje se vrlo lako može postaviti pitanje koliko je korisnik spreman čekati na učitavanje sadržaja: nekome će se 3 sekunde činiti kao vječnost, dok će drugi korisnik bez problema čekati i do 10 sekundi. Nadalje, uzmu li se u obzir i prometna opterećenja poslužitelja s iznimno popularnim sjedištima weba te retransmisije sadržaja kao posljedice protokola HTTP koje mogu uzrokovati dodatna kašnjenja, stvari se dodatno kompliciraju. Prema tome, koliko god se ova usluga u svojoj primjeni čini fleksibilnom, što u svojoj prirodi i jest, toliko se i rezultati dobiveni njenim testiranjem mogu različito protumačiti.

¹⁰ A. Kajackas, A. Šaltis, A. Vindašius, "User Access Link Impact on Web Browsing Quality", *Electronics and electrical engineering*, vol. 100, no. 4, pp. 59-64., 2010.

4. Testiranje mrežne neutralnosti

4.1. Uvod

U ovom kvartalu nastavljena su testiranja prometa prema definiranim razredima započeta u prethodnom kvartalu, kada su testirane odabrane usluge Interneta kako bi se utvrdile minimalne potrebne brzine koje zadovoljavaju korisničko iskustvo (eng. *Quality of Experience*, QoE). Testiranja pojedinih usluga provedena su kako bi se formirali razredi usluga, a rezultati testiranja izloženi su u drugom poglavlju.

Uz testiranja predloženog modela razreda, u ovom kvartalu je razmatrana i ponuda širokopojasnog pristupa Internetu u razvijenim zemljama Europe. Cilj analize ponude jest utvrditi kako su u Europi regulirani parametri koji izravno ili neizravno utječu na mrežnu neutralnost, kao što su minimalna jamčena brzina pristupa, prioritizacija prometa i tehničke karakteristike veze (prosječno kašnjenje, gubitci). Rezultati analize prikazani su u trećem poglavlju.

4.2. Testiranje prometa s definiranim razredima prometa

4.2.1. Opis predloženih razreda za testiranje

Usluge čiji su rezultati testova objavljeni u posljednjem kvartalnom izvješću [1] grupiraju se u razrede prema korisničkim navikama. Cilj testiranja je utvrditi minimalnu potrebnu mrežnu propusnost koju zahtjeva svaki predefinirani razred usluga uz zadovoljavajuću kvalitetu korisničkog iskustva.

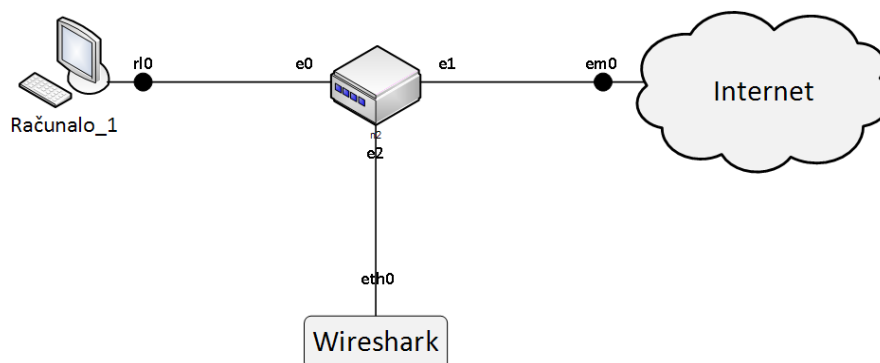
Testirani model temelji se na modelu predloženom u radu [2]. Korisnici su podijeljeni u tri kategorije: standardni, napredni i poslovni korisnici. Svaka kategorija korisnika nadalje se dijeli u razrede. Testirani model sastoji se od šest korisničkih razreda, koji su prikazani u tablici 4.1. Razredi objedinjuju različite kombinacije trenutno najraširenijih poslovnih i ostalih usluga weba, po uzoru na [2].

Tablica 4.1. Testirani korisnički razredi usluga

Razred	Uključene usluge
Standardni Tip 1	Skype (Glasovni poziv) + Strujanje video sadržaja (Youtube H.264/AAC, 640x360) + Pregledavanje weba
Standardni Tip 2	Skype (Video poziv) + Strujanje video sadržaja (Youtube H.264/AAC, 640x360) + Pregledavanje weba
Napredni Tip 1	Teamspeak + Umreženo igranje (World of Warcraft) + Pregledavanje weba
Napredni Tip 2	Teamspeak + Umreženo igranje (UT2k4) + Pregledavanje weba
Poslovni Tip 1	Skype (Video-konferencija) + Strujanje video sadržaja (Youtube H.264/AAC, 640x360) + Pregledavanje weba
Poslovni Tip 2	Skype (Video-konferencija) + Strujanje video sadržaja (Youtube H.264/AAC, 1920x1080) + Pregledavanje weba

4.2.2. Postupci i rezultati testiranja

Testiranje prometnog opterećenja u okruženju s definiranim korisničkim razredima provodi se u istoj testnoj okolini kao i testiranje pojedinačnih usluga u okruženju upravljanih usluga i Interneta [1]. Osnovu testne okoline čini mrežni emulator/simulator *Imunes* razvijen na Zavodu za telekomunikacije Fakulteta elektrotehnike i računarstva. Svaki testni scenarij izveden je u više iteracija, a konačni rezultati testiranja predstavljaju prosječne vrijednosti svih iteracija za pojedini scenarij. Kao inicijalne referentne vrijednosti minimalnih pristupnih brzina za pojedine scenarije korišteni su rezultati testiranja iz prošlog kvartala [1]. Na taj je način pojednostavljeno testiranje jer su polazne vrijednosti za testiranje bile poznate. Ipak, pokazalo se da su se konačne utvrđene prosječne brzine u manjoj mjeri razlikovale od referentnih brzina dobivenih u prvoj fazi testiranja, provedenoj u prethodnom ciklusu.

**Slika 4.1.** Testna okolina izvedena u *Imunesu*

Cilj testne okoline je mogućnost kontrole mrežne propusnosti pristupa Internetu. Na taj je način moguće isprobati kvalitetu usluga uz različita prometna opterećenja te utvrditi koliko mrežnog prometa zahtijeva pojedini razred usluga uz zadovoljavajuću razinu korisničkog iskustva. Testno računalo (Intel Core2Duo E6750@2.66 GHz, 2 GB RAM, 250 GB HDD, Intel Q35 Express GPU) je za opisanu namjenu spojeno na Internet posredstvom virtualne mreže prikazane na slici 4.1. Virtualna mreža izvedena u *Imunesu* osim dva sučelja (prvo ide iz računala prema testnoj virtualnoj mreži, a drugo iz mreže prema fizičkoj vezi na Internet)

sadrži i prosjopnik koji sav ulazni promet preusmjerava na sva svoja izlazna sučelja. To je nužno kako bi bilo moguće spojiti analizator prometa *Wireshark* kojim su promatrani odlazni i dolazni paketi te njihov intenzitet. Dodatno, za postizanje kontrole dostupne mrežne propusnosti korišten je mrežni link prema Internetu, koji se na slici 1 nalazi između sučelja *e1-em0*. Njemu je u različitim testovima po potrebi mijenjana i prilagođavana brzina dok nisu postignute zadovoljavajuće vrijednosti. Prosječne vrijednosti testnih scenarija za pojedine razrede usluga prikazani su u tablici 4.2 u drugom stupcu, dok treći stupac sadrži zbrojeve vrijednosti pojedinih usluga koje čine definirane razrede. Mjerenja tih pojedinačnih vrijednosti za pojedine usluge provedena su u prošlom ciklusu [1].

Tablica 4.2. Usporedba izmjerenih i izračunatih prometnih opterećenja razreda

Razred	Izmjerene vrijednosti Downlink (kbit/s)	Suma vrijednosti iz prošlog ciklusa Downlink (kbit/s) ^[1]
Standardni Tip 1	1100	1100
Standardni Tip 2	1300	1230
Napredni Tip 1	450	160
Napredni Tip 2	500	210
Poslovni Tip 1	2400	2070
Poslovni Tip 2	7270	7070

Kao što je vidljivo u tablici 4.2, izračunate i izmjerene vrijednosti se za pojedine razrede ponešto razlikuju. Jedan od razloga je činjenica da se izmjerene vrijednosti temelje na korisničkom iskustvu što je vrlo subjektivna kategorija, dok je u pojedinim slučajevima moguća pojava i protokolnog prekoračenja (eng. *overhead*) zbog nagomilanih signalizacijskih zaglavlja različitih protokola usluga koje čine razrede.

4.2.3. Smjernice za daljnja testiranja

U ovom i prethodnom kvartalu testiranja su bila usmjerena na brzinu pristupa Internetu kao glavni ograničavajući faktor kvalitete iskustva korisnika u kontekstu mrežne neutralnosti. Međutim, kod pojedinih vrsta prometa, primjerice video poziva, tehnički parametri mogu značajno utjecati na kvalitetu, bez obzira na pristupne brzine. Iz tog će se razloga testiranja u narednom kvartalu usmjeriti na tehničke parametre: kašnjenje paketa (eng. *delay*), gubitak paketa (eng. *packet loss*, *bit error rate* (BER) na kanalu) i varijaciju kašnjenja (eng. *jitter*).

Kako su, zaključno sa ovim kvartalom, dobivene referente vrijednosti minimalnih brzina pristupa koje su potrebne za pojedine usluge Interneta (prošli kvartal) i predložene razrede korisnika (ovaj kvartal), cilj narednih testiranja jest zaključiti o maksimalnim dopuštenim vrijednostima tehničkih parametara za pojedine usluge koje su posebno osjetljive na iste.

4.3. Analiza ponude operatora u Europi i utjecaj na mrežnu neutralnost

4.3.1. Koncept analize ponude operatora

U okviru istraživanja mrežne neutralnosti analizirana je ponuda telekom operatora u razvijenim zemljama Europe. Cilj analize ponude jest utvrditi ima li elemenata koji utječu na mrežnu neutralnost u paketima koji se nude korisnicima. Pri tome se prvenstveno misli na definiciju jamčene minimalne širine pojasa koja izravno utječe na kvalitetu usluga, kako je pokazano u testiranju u ovom i prethodnom kvartalu [1]. Ostali tehnički parametri bitni za osiguravanje kvalitete usluga na koje će se usmjeriti testiranje u narednom kvartalu (kašnjenje, gubitak paketa i varijacija kašnjenja) očekivano nisu navedeni u ponudama za krajnje korisnike niti u jednoj državi. Tablica 4.3 prikazuje najčešće pakete u ponudi po državama.

U kontekstu prijedloga razreda korisnika promatrane su moguće minimalne jamčene brzine koje se nude korisnicima i eventualne naznake prioritizacije prometa. Minimalne jamčene brzine nužne su kako bi utvrdili koja će brzina korisnicima biti jamčena u svakom trenutku, što se izravno preslikava na formiranje razreda korisnika. Mogućnost prioritizacije prometa može omogućiti davanje većeg prioriteta onim uslugama koje pripadaju odabranom korisničkom razredu, a smanjivanje prioriteta uslugama koje korisnici rjeđe koriste. Na taj je način moguće izravno utjecati na potrebnu ukupnu brzinu za sve usluge, jer se dio kapaciteta „oduzima“ manje korištenim uslugama i daje na raspolaganje češće korištenim uslugama.

Tablica 4.3. Pregled paketa za pristup Internetu u zemljama Europe

Država	Operator	Tehnologija	Paket	Preuzimanje	Slanje	Napomena
Francuska	Orange (France Telecom)	DSL	1	8 Mbit/s	800 kbit/s	512 kbit/s garantirano
		DSL	2	20 Mbit/s	800 kbit/s	512 kbit/s garantirano
		DSL	3	20 Mbit/s	800 kbit/s	512 kbit/s garantirano
		Optika	4	100 Mbit/s	10 Mbit/s	
		Optika	5	100 Mbit/s	10 Mbit/s	
		Optika	6	100 Mbit/s	10 Mbit/s	
		UMTS	7	7.2 Mbit/s	5.76 kbit/s	
		UMTS	8	7.2 Mbit/s	5.76 kbit/s	
	SFR (Vivendi)	DSL	1	25 Mbit/s		
		DSL	2	25 Mbit/s		
Optika		3	100 Mbit/s			
Optika		4	100 Mbit/s	100 Mbit/s		
Italija	Telecom Italia	DSL	1	7 Mbit/s	384 kbit/s	
		DSL	2	20 Mbit/s	1 Mbit/s	
		DSL	3	640 kbit/s	256 kbit/s	posebna tarifa "večer", besplatan promet navečer i vikendom
		DSL	4	640 kbit/s	256 kbit/s	posebna tarifa, promet - 2€/h
		DSL	5	7 Mbit/s	384 kbit/s	
		DSL	6	10 Mbit/s	1 Mbit/s	
Njemačka	T-Mobile (Deutsche Telekom)	UMTS	1	7.2 Mbit/s	5.7 Mbit/s	promet - 500 MB dnevno
		UMTS	2	7.2 Mbit/s	5.7 Mbit/s	promet - 500 MB dnevno
		UMTS	3	7.2 Mbit/s	5.7 Mbit/s	promet - 3 GB mjesečno
		UMTS	4	7.2 Mbit/s	5.7 Mbit/s	promet - 5 GB mjesečno
		UMTS	5	21.6 Mbit/s	5.7 Mbit/s	promet - 10 GB mjesečno
		UMTS	6	42.2 Mbit/s	5.7 Mbit/s	promet - 200 GB mjesečno
		UMTS	7	3.6 Mbit/s		neograničen promet
		UMTS	8	3.6 Mbit/s		neograničen promet
		UMTS	9	3.6 Mbit/s		neograničen promet
		UMTS	10	3.6 Mbit/s		neograničen promet
		UMTS	11	3.6 Mbit/s		neograničen promet
	Vodafone (Vodafone)	DSL	1	1 Mbit/s		neograničen promet
		DSL	2	6 Mbit/s		neograničen promet
		DSL	3	16 Mbit/s		neograničen promet
		DSL	4	16 Mbit/s		neograničen promet
		DSL	5	16 Mbit/s		neograničen promet
		DSL	6	16 Mbit/s		neograničen promet
		DSL	7	50 Mbit/s		neograničen promet
		DSL	8	50 Mbit/s		neograničen promet
		UMTS	9	7.2 Mbit/s		promet - 0.09 €/min
		LTE	10	3.6 Mbit/s		promet - 5 GB mjesečno
		LTE	11	7.2 Mbit/s		promet - 10 GB mjesečno
		LTE	12	21.6 Mbit/s		promet - 15 GB mjesečno
LTE	13	50 Mbit/s		promet - 30 GB mjesečno		
LTE	14	3.6 Mbit/s		promet - 5 GB mjesečno		
LTE	15	7.2 Mbit/s		promet - 10 GB mjesečno		
LTE	16	21.6 Mbit/s		promet - 15 GB mjesečno		
LTE	17	42.2 Mbit/s		promet - 30 GB mjesečno		
Norveška	Telenor	DSL	1	2 Mbit/s	0.4 Mbit/s	neograničen promet
		DSL	2	5 Mbit/s	0.5 Mbit/s	neograničen promet
		DSL	3	16 Mbit/s	0.8 Mbit/s	neograničen promet
		DSL	4	25 Mbit/s	5 Mbit/s	neograničen promet
		DSL	5	40 Mbit/s	10 Mbit/s	neograničen promet
		UMTS	6	1-2 Mbit/s		promet - 200 MB mjesečno, 2 kr/1MB, smanjivanje brzine za prekoračenje prometa
		UMTS	7	1-2 Mbit/s		promet - 1 GB mjesečno, 2 kr/1MB, smanjivanje brzine za prekoračenje prometa
		UMTS	8	1-2 Mbit/s		promet - 3 GB mjesečno, 2 kr/1MB, smanjivanje brzine za prekoračenje prometa
		UMTS	9	1-2 Mbit/s		promet - 4 MB mjesečno, 2 kr/1MB, smanjivanje brzine za prekoračenje prometa
		UMTS	10	1-6 Mbit/s		promet - 8 GB mjesečno, 2 kr/1MB, smanjivanje brzine za prekoračenje prometa
		UMTS	11	1-10 Mbit/s		promet - 20 GB mjesečno, 2 kr/1MB, smanjivanje brzine za prekoračenje prometa
Švedska	Telia (TeliaSonera)	DSL	1	6-8 Mbit/s		6 Mbit/s garantirano, neograničen promet
		DSL	2	12-30 Mbit/s	12 Mbit/s	12 Mbit/s garantirano, neograničen promet
		DSL	3	30-60 Mbit/s	12 Mbit/s	30 Mbit/s garantirano, neograničen promet
		Optika	4	8-10 Mbit/s	10 Mbit/s	8 Mbit/s garantirano, neograničen promet
		Optika	5	50-100 Mbit/s	8-10 Mbit/s	50 Mbit/s garantirano, neograničen promet
		Optika	6	50-100 Mbit/s	50-100 Mbit/s	50 Mbit/s garantirano, neograničen promet
		Optika	7	500-1000 Mbit/s	500-1000 Mbit/s	500 Mbit/s garantirano, neograničen promet
		UMTS	8	1.5-2 Mbit/s	0.4 Mbit/s	1.5 Mbit/s garan., 5 paketa prometa, smanjivanje brzine za prekoračenje prometa
		UMTS	9	6-8 Mbit/s	0.8 Mbit/s	6 Mbit/s garan., 5 paketa prometa, smanjivanje brzine za prekoračenje prometa
		UMTS	10	12-30 Mbit/s	12 Mbit/s	12 Mbit/s garan., 5 paketa prometa, smanjivanje brzine za prekoračenje prometa
		UMTS	11	30-60 Mbit/s	12 Mbit/s	30 Mbit/s garan., 5 paketa prometa, smanjivanje brzine za prekoračenje prometa
Švicarska	Swisscom	DSL	1	0.3-0.5 Mbit/s	0.05-0.1 Mbit/s	promet - 3 CHF/h
		DSL	2	0.3-2 Mbit/s	0.05-0.2 Mbit/s	neograničen promet
		DSL	3	2.4-10 Mbit/s	0.2-1 Mbit/s	neograničen promet
		DSL	4	0.3-20 Mbit/s	0.05-2 Mbit/s	neograničen promet
UK	British Telecom	DSL	1	20 Mbit/s	2 Mbit/s	promet - 10 GB mjesečno
		DSL	2	20 Mbit/s	2 Mbit/s	promet - 10 GB mjesečno
		DSL	3	20 Mbit/s	2 Mbit/s	promet - 40 GB mjesečno
		DSL	4	40 Mbit/s	2 Mbit/s	promet - 40 GB mjesečno
		DSL	5	20 Mbit/s	2 Mbit/s	neograničen promet
		DSL	6	20 Mbit/s	10 Mbit/s	neograničen promet
		DSL	7	40 Mbit/s	10 Mbit/s	neograničen promet
	Vodafone	UMTS	1			promet - 10 GB mjesečno
		UMTS	2			promet - 40 GB mjesečno
		UMTS	3			neograničen promet
UMTS	4			neograničen promet		

4.3.2. Prioritizacija prometa

Kada bi se koristili koncepti ponude paketa prema razredima korisnika, operatori bi korisnicima trebali nuditi pakete mrežnog pristupa s prioritiziranim uslugama za koje je paket namijenjen. Tijekom analize ponude operatora u zemljama Europe očekivano se nigdje eksplicitno ne spominje pojam prioritizacije, iako neki operatori kod opisa paketa navode za koje je korisnike takav paket optimalan. To može i ne mora značiti da stvarno i dolazi do prioritizacije prometa u mreži. Primjerice, nizozemski operator Telfort (telfort.nl) nudi tri osnovna paketa. Prvi paket se spominje kao optimalan za „preuzimanje sadržaja s web-poslužitelja, Facebook, e-mail“ (8 Mbit/s), drugi za „brzo preuzimanje sadržaja, umreženo igranje i video pozive“ (25 Mbit/s), a treći za „povezivanje više računala, preuzimanje muzike i filmova, te umreženo igranje“ (40Mbit/s).

4.3.3. Minimalne jamčene brzine pristupa

U slučaju korištenja predloženih razreda prema preferencama korisnika, operatori bi trebali opisivati pakete upravo na ovakav način kako bi korisnici što lakše mogli odabrati optimalan paket prema svojim potrebama. Pri tome treba naglasiti da je kod paketa po razredima ključna minimalna jamčena brzina, posebno ako su paketi usmjereni na zahtjevne korisnike koji su spremni dodatno platiti za veće brzine. Prema tome, prije uvođenja razreda u svakom je slučaju nužno prvo definirati i osigurati minimalne jamčene brzine, a tek onda korisnicima nuditi pakete po razredima. Iz tog razloga je u kontekstu mrežne neutralnosti potrebno analizirati minimalne jamčene brzine operatora u razvijenim zemljama Europe. Međutim, uočeno je da su kod većine operatora minimalne jamčene brzine relativno male, slične onima u Hrvatskoj. Operatori obično nude više predefiniраниh paketa, ali istaknute brzine preuzimanja i slanja odgovaraju maksimalnim mogućim vrijednostima. Jamčene brzine (minimalne) se rijetko kada navode ili su teško uočljive. U pravilu je minimalna jamčena brzina 512 kbit/s. Jedina uočena iznimka su operatori u Švedskoj (npr. TeliaSonera, telia.se) koji jamče znatno veće minimalne brzine pristupa. U tom smislu paketi koji koriste tehnologiju ADSL podijeljeni su u grupe 6-8 Mbit/s, 12-30 Mbit/s i 30-60 Mbit/s. Paketi koji koriste optičku pristupnu mrežu nude pakete 8-10 Mbit/s, 50-100 Mbit/s i 500-1000 Mbit/s.

4.3.4. Zaključak i smjernice za daljnju analizu

Uz izuzetke, trenutno stanje ponude paketa u razvijenim zemljama Europe vrlo je slično stanju u Hrvatskoj. Razlika u odnosu na Hrvatsku najviše se očituje u ponudi najskupljih paketa s najvećim brzinama. Kao što se vidi iz primjera Švedske, u Europi se gotovo svugdje uz ADSL nudi i mogućnost povezivanja na optičku mrežu, čime se pristupna brzina drastično povećava. Očigledno je da prelazak na optičku mrežu i posljedično povećanje brzina pristupa krajnjim korisnicima uvelike rješava dosta problema vezanih uz mrežnu neutralnost, barem što se tiče zahtjeva najraširenijih trenutnih usluga Interneta.

U nastavku istraživanja dodatno će se istražiti ponuda operatora s naglaskom na prioritizaciju prometa te novije regulative koje operatore obvezuju na poštivanje neutralnosti mreže.

4.4. Zaključak i smjernice za budući rad

U ovom kvartalu nastavljeno je testiranje parametara koji utječu na kvalitetu iskustva korisnika koje je izravno povezano s mrežnom neutralnosti. Do sada su eksperimentalno izvedene referentne vrijednosti minimalnih potrebnih brzina kojima je moguće postići zadovoljavajuću kvalitetu pojedinačnih usluga i usluga unutar predloženih razreda. Testiranje će se u narednom kvartalu usmjeriti na tehničke parametre koji mogu utjecati na kvalitetu određenih vrsta prometa.

Uz testiranja, u ovom kvartalu je započeto istraživanje ponude telekom operatora u zemljama Europe, čiji je cilj utvrditi ima li u razmatranim ponudama elemenata koji izravno ili neizravno utječu na mrežnu neutralnost. Do sada je utvrđeno da je stanje u Europi, u kontekstu mrežne neutralnosti, dosta nepovoljno jer gotovo svugdje operatori definiraju vrlo male minimalne jamčene brzine. No, postoje i izuzetci, te naznake eventualne prioritizacije prometa koje će se istražiti u narednom kvartalu. Istraživanje ponude operatora će se proširiti i na regulative kako bi se utvrdilo na koji način i u kojoj mjeri regulatori pojedinih država utječu na telekom operatore.

Pojam koji je uvijek vezan uz mrežnu neutralnost je mogućnost prioritizacije prometa. U narednom kvartalu će se, uz navedeno, istražiti tehničke mogućnosti prioritizacije prometa u mreži operatora. U tu će se svrhu analizirati mrežna oprema sa mogućnostima uvjetovane prioritizacije prometa.

4.5. Literatura

[1] Skupina autora: *Mrežna neutralnost, usluge s dodanom vrijednosti i programska podrška za provođenje javne dražbe*, Kvartalno izvješće Q2-2011 u okviru projekta „Pogled u budućnost“, 2011.

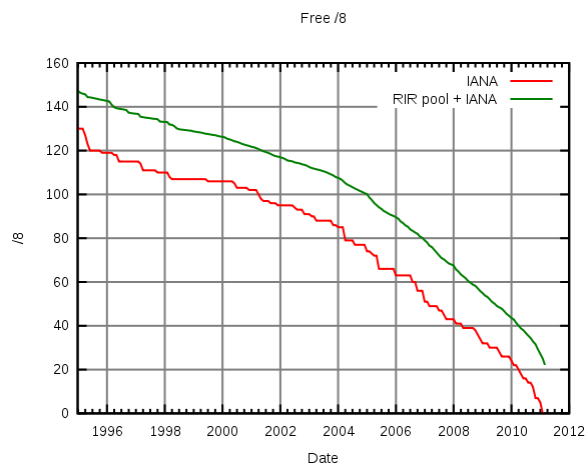
[2] Z. Jukić, M. Weber, V. Švedek, M. Vuković, D. Katušić, G. Ježić: *Technical aspects of network neutrality*, Contel 2011, Austria

5. uvođenje IPv6: tranzicijski mehanizmi i pregled stanja

5.1. Uvod

Internetski protokol verzije 6 (engl. *Internet Protocol, version 6*, skraćeno IPv6) [1] je nova inačica protokola IP definirana od strane standardizacijskog tijela IETF (*Internet Engineering Task Force*), a koja za cilj ima dugoročno zamijeniti trenutno korištenu verziju protokola IP, verziju 4 (skraćeno IPv4). Trend uvođenja pokretnog širokopojasnog pristupa i stalno povećanje u broju korisnika Interneta, kao i u prosječnom broju uređaja po pojedinom korisniku, ubrzavaju potrošnju raspoloživih IPv4 adresa koje mogu biti dodijeljene krajnjim korisnicima. Kako danas većina davatelja internetske usluge (engl. *Internet Service Provider*, skraćeno ISP) omogućuje isključivo korištenje protokola IPv4, njegov adresni prostor je, prema podacima iz veljače 2011. [2], već iscrpljen (Slika 1). Ta činjenica, kao i tehnička poboljšanja koja definira IPv6, nameću potrebu njegovog hitnog uvođenja.

Kako je proces potpune zamjene inačica internetskog protokola opsežan i zahtjevan, u prijelaznom razdoblju potrebno je koristiti tranzicijske mehanizme koji omogućavaju suživot dvaju inačica. Time će IPv6 računalima biti omogućena uporaba protokola IPv4, odnosno njegove infrastrukture, kako bi se dozvolila komunikacija i s računalima koja isključivo podržavaju IPv4. Cilj ovog rada je dati sažeti pregled stanja oko uvođenja protokola IPv6 u svijetu te ukratko opisati tranzicijske mehanizme koji omogućavaju istovremeno korištenje IPv4 i IPv6.



Slika 1. Raspoloživost IPv4 adresa, travanj 2011. (Izvor: [3])

5.2. Motivacija za prijelaz s IPv4 na IPv6

Trenutna verzija protokola IP zasniva se na adresama duljine 32 bita, što omogućuje jednoznačno razlikovanje za oko četiri milijarde čvorova u internetskoj mreži. Nedostatak raspoloživih IPv4 adresa spriječava povećanje broja pretplatnika, što pak ugrožava financijski rast i razvoj poslovanja telekomunikacijskih operatora i davatelja usluga. Protokol IPv6 je, s druge strane, dizajniran tako da koristi puno veći adresni prostor, koji je zasnovan na IP adresama duljine 128 bita. Također, IPv6 pruža i dodatne pogodnosti, kao što su jednostavnije prosljeđivanje paketa u usmjeriteljima, povećana sigurnost i mogućnost automatske konfiguracije mrežnih sučelja računala. Iako prijelaz s protokola IPv4 na IPv6 nije jednostavan, prije svega zbog predvidljivo velikog potrebnog ulaganja u novu mrežnu infrastrukturu, ovdje sažeto navodimo glavne motive za to [4]:

- Rast poslovanja – uz nedostatak IP adresa jednostavno nije moguće dodavati nove korisnike u mrežu. Kako bi se održao rast poslovanja različitih operatora i davatelja usluga, za dodavanje novih korisnika potreban je veći broj adresa. Prijelaz na IPv6, koji podržava 2^{128} različitih IP adresa, osigurava da se poslovanje mrežnih i uslužnih davatelja može stalno razvijati bez suočavanja s manjkom adresa.
- Manji kapitalni troškovi – kako bi se dodali novi korisnici bez dodatnih IP adresa, operatori moraju pribjeći privremenim, a složenim mjerama dijeljenja adresa, kao što je primjena mehanizma prevođenja mrežnih adresa (engl. *Network Address Translation*, skraćeno NAT). To iziskuje nabavu novih mrežnih čvorova, ili unaprijeđivanje postojećih, kako bi se podržala funkcionalnost NAT-a, što dovodi do povećanja kapitalnih troškova i povećanja operativnih troškova prije svega zbog složenosti upravljanja takvim čvorovima.
- Manji operativni troškovi – kako se troše IPv4 adrese, tako će troškovi nabave novih adresa drastično rasti. S dodavanjem novih korisnika značajno će rasti i operativni troškovi. Uvođenje protokola IPv6 održava troškove nabave adresa na niskoj razini te se izbjegavaju troškovi upravljanja i održavanja dodatnih mrežnih čvorova/funkcija potrebnih za podršku dijeljenju IPv4 adresa.
- Regulatorna politika – vlade nekih zemalja potiču prijelaz na protokol IPv6 uz primjenu višedjelne strategije: a) poticanje korištenja protokola IPv6, b) formulacija zakona koji bi osigurali dostupnost IPv6, i c) nametanje obaveze primjene IPv6 za davatelje usluga vezane uz vladu. Kao rezultat tih inicijativa, operatori mogu prepoznati isplativost uvođenja i korištenja IPv6. S druge strane, odupiranje nastojanjima da se uvede IPv6 može ispasti skupo s obzirom na moguće kazne i gubitak poslova. Unatoč ovim naporima, napredak u uvođenju IPv6 koje potiču vlade još je uvijek poprilično spor.
- Inicijative svjetskih vlada – na dan 13. lipnja 2003., američko ministarstvo obrane izdalo je priopćenje za javnost u kojem ističe da obvezuje davatelje IP usluga i prodavatelje sklopovlja na podržavanje IPv6 nakon listopada 2003. godine. Na dan 02. kolovoza 2006. izdan je dopis koji se pozivaju sve agencije američke vlade da

pripreme plan prijelaza na IPv6, koji bi uključivao završetak prijelaza i ostvarenu podršku za IPv6 u mrežnim okosnicama do 30. lipnja 2008. Europska komisija pozvala je, krajem svibnja 2008., europski parlament da donese skup poticaja koji bi ubrzali uvođenje IPv6, uz postavljanje cilja široke primjene protokola IPv6 do 2010. Postavljen je konkretniji cilj omogućavanja da barem 25 % korisnika ima mogućnost spajanja na internetsku mrežu i pristupa najvažnijim davateljima usluga i sadržaja, a bez da se uoče značajne razlike između primjena IPv6 i IPv4. Kineski projekt sljedeće generacije internetske mreže predstavlja petogodišnji plan pokrenut od strane vlade, a s ciljem postizanja značajnog položaja u budućem razvoju internetske mreže kroz ranu primjenu protokola IPv6. Kina je prezentirala svoju IPv6 infrastrukturu na ljetnim olimpijskim igrama 2008. godine u Pekingu, gdje su sve operacije u mreži upravljane novom verzijom protokola IP. Japanska vlada jedna je od prvih koja je definirala politiku uvođenja IPv6. On je sastavni dio strategije *e-Japana* koja je donesena 2000. godine, kao i strategije *u-Japana* koja za cilj ima razviti društvo mrežne sveprisutnost.

- Novi poslovni tokovi – migracija prema IPv6 dozvoljava operatorima da se prošire na potencijalno veliku bazu umreženih uređaja koji će koristiti isključivo protokol IPv6, posebno u regijama s iscrpljenim zalihama IPv4 adresa, kao što je Azija. Također, nove vrste aplikacija, čija primjena potrebuje veliki broj IP adresa, pružit će nove izvore prihoda za operatore. One obuhvaćaju umrežene senzore i aplikacije čiji korisnici nisu samo potrošači, već i proizvođači sadržaja.
- Odnosi uzajamnog korisničkog pristupa mrežama drugih operatora – operatori koji su uveli protokol IPv6 u svoje mreže mogli bi se opirati uspostavljanju poslovnih odnosa s drugim operatorima koji se isključivo oslanjaju na IPv4, s obzirom da bi to iziskivalo korištenje specijalizirane mrežne infrastrukture. Jedan takav poslovni odnos bi također zahtijevao da se IPv4 adrese dodijeljuju *roaming* korisnicima, a te adrese možda neće biti raspoložive.

5.3. Protokol IPv6

Iako je razvoj protokola IPv6 u početku bio potaknut spomenutim nedostatkom adresa, on u odnosu na protokol IPv4 unosi značajan broj poboljšanja, od kojih ovdje navodimo one najvažnije [1]:

- *Proširenje adresnog prostora* - danas se IPv4 arhitektura Interneta zasniva na 32-bitnim adresama, a korištenjem 32 bita nije moguće zadovoljiti zahtjeve sve većeg broja komunicirajućih čvorova za IP adresa. Upravo je ta činjenica potaknula da se u IPv6 koristi 128-bitno adresiranje, što omogućuje dodjelu gotovo neograničenog broja adresa.
- *Pojednostavljenje strukture protokolnog zaglavlja* - jedan od temeljnih problema protokola IPv4 je veliki utrošak vremena koje je potrebno za obradu zaglavlja IP-datagrama u usmjerenjima. S ciljem smanjivanja tog vremena, kod IPv6 pojedina zaglavlja su izbačena, neka su postala izborna, te su sva nepromjenjive duljine.
- *Poboljšanje podrške proširenjima protokola i dodavanju opcija* - zbog promjene u načinu kodiranja dodatnih zaglavlja, kao i zbog promjene u strukturi samog zaglavlja, protokol IPv6 omogućava učinkovitije usmjerenje te veću fleksibilnost kod uvođenja novih opcija.
- *Mogućnost označavanja toka* - protokol IPv6 pruža mogućnost označavanja paketa koji pripadaju određenom prometnom toku, a za koji pošiljalac zahtijeva posebno rukovanje. Označavanje toka se koristi u slučajevima kada se, primjerice, zahtijeva kvaliteta usluge (engl. *Quality of Service*, skraćeno QoS).
- *Ugrađeni sigurnosni mehanizmi* - protokol IPv6 definira proširenja koja dozvoljavaju provjeru vjerodostojnosti, te pružaju povjerljivost, odnosno zaštitu cjelovitosti podataka na mrežnom sloju.

U inačici IPv6 proširene su mogućnosti adresiranja tako da je duljina adrese povećana na 128 bita (2^{128} , dekadski $3.4 \cdot 10^{38}$ adresa), uz nove mogućnosti i raspone adresiranja. IPv6 donosi i pojednostavljenja u sintaksi samog protokola IP te bolju podršku za za višemedijske primjene, kao i za proširenja osnovnog IP-a kao što su, na primjer, pokretljivost i sigurnost u smislu autentifikacije, integriteta i privatnosti komunikacije. Protokolu IPv4 i IPv6 nisu međusobno kompatibilni te da su stoga nužni tranzicijski mehanizmi i paralelna podrška za oba protokola u prijelaznom razdoblju.

5.3.1. IPv6 adrese

IPv6 adresa se dodjeljuje mrežnom sučelju računala ili grupi takvih sučelja. Općenito, postoje 3 vrste IPv6 adresa [5]:

- jednodređišna adresa (engl. *unicast address*),
- jednodređišna adresa unutar skupine (engl. *anycast address*), i

- višedirektna adresa (engl. *multicast address*).

Jednodirektna i višedirektna adresa su vrste adresa koje se koriste i kod protokola IPv4, dok su za IPv6 karakteristične jednodirektna adresa unutar skupine. Jednodirektna adresa označava jedno sučelje, što znači da će paket poslan na tu adresu biti dostavljen sučelju koje je određeno tom adresom. Za označavanje grupe sučelja koriste se preostale vrste adresa, s tom razlikom da će paket poslan na jednodirektnu adresu unutar skupine biti dostavljen “najbližem” od sučelja koja su određena tom adresom, dok će paket poslan na višedirektnu adresu biti dostavljen svim sučeljima koja su određena tom adresom.

Postoji više vrsta jednodirektnih adresa (globalne jednodirektna adresa, lokalne jednodirektna adresa na razini intraneta, lokalne jednodirektna adresa na razini poveznice, podvrste globalnih jednodirektnih adresa za posebne namjene, itd.), ali za čvorove u Internetu najvažnija je globalna jednodirektna adresa. Ta vrsta adresa organizirana je u tri dijela: (1) globalni prefiks usmjerenja, (2) oznaka podmreže i (3) oznaka sučelja. Globalni prefiks usmjerenja predstavlja vrijednost koja označava grupu podmreža/poveznica, oznaka podmreže predstavlja oznaku podmreže/poveznice unutar te grupe podmreže/poveznica, dok je oznaka sučelja jedinstvena na podmreži na koju je sučelje priključeno.

Svakom čvoru se dodjeljuje određeni broj adresa, poput lokalne adresa na razini poveznice za svako sučelje čvora, dodatnih jednodirektnih/*anycast* adresa za sučelja čvorova, *loopback* adresa za *loopback* sučelje, različitih vrsta *multicast* adresa, itd. Usmjeritelji dodatno posjeduju još i neke vrste *anycast* adresa.

U odnosu na protokol IPv4, u IPv6 je jednostavnije pridjeliti adresa mrežnom sučelju. To se može postići korištenjem postupka autokonfiguracije adresa, pomoću kojeg računalo samostalno konfigurira parametre svog sučelja. Razlikuju se dvije vrste autokonfiguracije:

- *Stateless* autokonfiguracija - čvor koristi fizičku (engl. *Medium Access Control*, skraćeno MAC) adresu svoje mrežne kartice kao dio IPv6 adresa, i
- *Stateful* autokonfiguracija - čvor koristi protokol DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*) verzije 6 te od DHCP-poslužitelja dobiva parametre potrebne za konfiguraciju svog mrežnog sučelja.

5.3.2. Tranzicijski mehanizmi

Kako bi se omogućila postupna migracija s protokola IPv4 na IPv6, definirana su tri različita tranzicijska mehanizma, koji su ukratko objašnjeni u nastavku:

- dvostruki mrežni složaj [6],
- tuneliranje [6] [7] [8], te
- translacija (npr., [9]).

5.3.2.1. Dvostruki mrežni složaj

Kako je IPv6 proširenje protokola IPv4, moguće je programski izvesti mrežni složaj koji podržava obje inačice internetskog protokola. Takva izvedba se naziva dvostruki mrežni složaj [6] i predstavlja jedan od temeljnih tranzicijskih mehanizama. Izvedba može obuhvaćati dva neovisno implementirana protokolna složaja, jedan za IPv4, a drugi za IPv6, ili hibridni oblik programske implementacije, koji podržava obje inačice IP-a. Potonja se vrsta izvedbe dvostrukog složaja češće koristi u operacijskim sustavima s ugrađenom IPv6 podrškom, a dvostruki mrežni složaj je, općenito gledajući, najraširenija izvedba protokola IPv6.

Ovakav tranzicijski pristup posjeduje određene prednosti, ali i nedostatke. Prednosti su sljedeće:

- može se izvesti u poslužiteljima i usmjeriteljima, i to sa istim mrežnim sučeljem kao i kod IPv4,
- jednostavno se izvodi, bez potrebe za korištenjem dodatnih mrežnih čvorova, te
- omogućuje povratnu kompatibilnost s protokolom IPv4 i dostupan je na većini operacijskih sustava.

Nedostaci su sljedeći:

- može zahtijevati dvije tablice usmjeravanja umjesto jedne,
- dodatno troši procesorsku snagu i memoriju, te
- ne spriječava, sam po sebi, potrošnju IPv4 adresa.

5.3.2.2. Translacija

Mehanizam translacije omogućuje komunikaciju između mreža i računala koja isključivo podržavaju protokol IPv4 te mreža i računala koja isključivo koriste IPv6. Njegova izvedba zasniva se na uvođenju posrednog čvora između IPv4 i IPv6 mreža, koji presreće IP-datagrame i pretvara ih između inačica internetskog protokola. Sam postupak translacije najčešće se provodi na transportnom ili aplikacijskom sloju internetskog protokolnog složaja.

5.3.2.3. Tuneliranje

Općenito, mehanizam tuneliranja dozvoljava obavijanje datagrama jedne inačice IP-a u datagram druge inačice internetskog protokola, što omogućuje prijenos IPv6 datagrama kroz IPv4 mrežu, ali i IPv4 datagrama kroz IPv6 mrežu. Jedna od predviđenih primjena ovog

mehanizma je za slučajeve kada IPv6 računala međusobno komuniciraju kroz postojeću IPv4 infrastrukturu. Tada se tuneliranjem IPv6 datagram obavija (enkapsulira) u IPv4 datagram, čime IPv4 predstavlja mrežni sloj za IPv6 datagram.

Postoje različiti oblici tuneliranja koji se mogu primjeniti na IPv6 datagrame. Oni mogu biti izravno enkapsulirani u IPv4 datagrame korištenjem oznake protokola 41 ili obavijeni UDP-paketima, u slučaju da usmjeritelji ili NAT-uređaji blokiraju promet s oznakom protokola 41. Također, predloženi su i potpuno novi enkapsulacijski protokoli, kao što je *Generic Routing Encapsulation* (GRE) [10]. Najčešće korištena rješenja za prijenos IPv6 datagrama kroz IPv4 infrastrukturu su: *6to4* [7], Teredo [11], *Intra-Site Automatic Tunnel Addressing Protocol* (ISATAP) [12] i *6rd* [8]. S druge strane, rješenja za prijenos IPv4 datagrama kroz IPv6 infrastrukturu, koja su predviđena za primjenu u kasnijim fazama tranzicije i posluživanje računala s isključivom podrškom za IPv4, su: *Dual-Stack Lite* (DS-Lite) [13] i *Softwires with L2TPv2* (*Layer Two Tunneling Protocol Version 2*) [14].

Tuneliranje podržava dva načina izvedbe: *konfigurirano tuneliranje* i *automatsko tuneliranje*. Za konfigurirano tuneliranje krajnje točke tunela zadaje sam korisnik ili usluge poput *posrednika tunela* (engl. *tunnel broker*). Ovakvu izvedbu tuneliranja jednostavnije je održavati te se preporuča za velike i dobro održavane mreže. Prednosti ove vrste tuneliranja su jednostavna izvedba, omogućen prijenos IPv6 paketa kroz IPv4 mrežu, te dostupnost implementacije na gotovo svim operacijskim sustavima, dok se nedostaci odnose na potrebu ručnog konfiguriranja tunela, moguću pojavu problema s kašnjenjem kroz tunel, potrebu za dodatnom procesorskom snagom prilikom enkapsulacije/dekapsulacije, te postojanje jedinstvene kritične točke kvara. Kod automatskog tuneliranja krajnje točke tunela se definiraju automatski [7]. Postoji nekoliko rješenja automatskog tuneliranja, koja se, prije svega, razlikuju u specifičnosti primjene. Primjerice, *6to4* je preporučena metoda automatskog tuneliranja, kod koje se IPv6 datagrami automatski enkapsuliraju u IPv4 datagrame pomoću oznake protokola 41. Najznačajnija prednost *6to4* pristupa je njegova jednostavna izvedba, dok se nedostaci odnose na moguću nescalabilnost i potrebu za posjedovanjem globalno jedinstvene IPv4 adrese.

5.4. Smjernice za uvođenje protokola IPv6

Ovo poglavlje daje kratak uvid u smjernice standardizacijskih tijela i organizacija za uvođenje protokola IPv6 u komunikacijske mreže. Preporuča se postupno uvođenje protokola, koje omogućuje zasebnu implementaciju i testiranje pojedinih aspekata rada mreže [4]. Kako je pružanje povezivosti korisnicima najvažniji i najvidljiviji aspekt uvođenja novog protokola, smisleno je prvo provesti taj korak. Nakon te faze, operatori mogu ponuditi pristup svojim uslugama i sadržaju putem protokola IPv6, što će dovesti do povećanja IPv6 prometa, smanjenja potrebe za IPv4 adresama, te će omogućiti uvođenje korisničkih uređaja koji podržavaju isključivo IPv6. Treća faza obuhvaća migraciju transportne mreže na IPv6. Glavni cilj ove faze je pružanje povezivosti koja se temelji na dvostrukom složaju. Time bi se izbjeglo korištenje tunela u transportnoj mreži koji uvode dodatni pretek zaglavlja (engl. *header overhead*) i dodatno kašnjenje potrebno za obradu tog preteka na krajevima tunela. Posljednja faza tranzicije odnosi se na sustave održavanja i upravljanja (engl. *operations & management*). Dok će neke dijelove tih sustava, kao što je podsustav za naplatu, biti potrebno rano prebaciti na IPv6, većinu drugih podsustava moguće je migrirati postupno. Na kraju tranzicijskog procesa, potrebno je onemogućiti IPv4 povezivost. Ta bi faza mogla potrajati nekoliko godina, jer će značajna količina sadržaja još uvijek biti podržana isključivo za IPv4 pristup.

5.4.1. IETF & ISOC

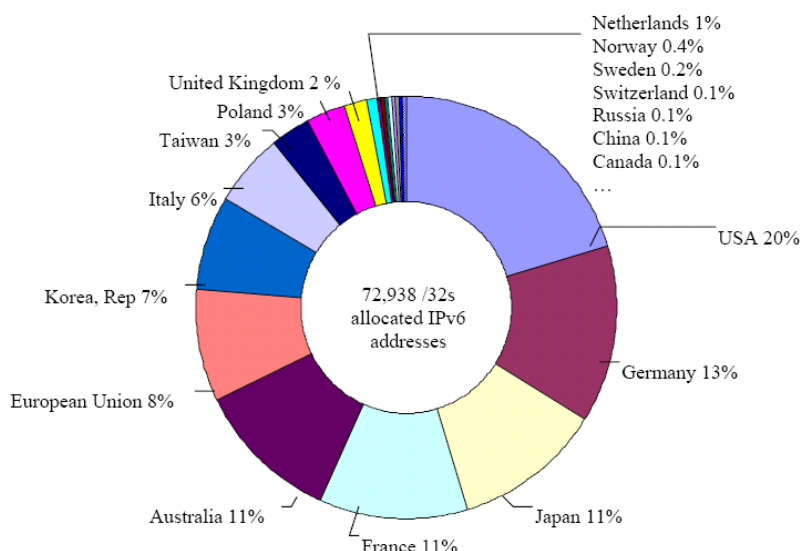
Smjernice za primjenu tranzicijskih mehanizama tijekom uvođenja protokola IPv6 dane su u dokumentu „Guidelines for Using IPv6 Transition Mechanisms during IPv6 Deployment“ [<http://tools.ietf.org/html/draft-arkko-ipv6-transition-guidelines-14>]. Autori daju naputke za odabir pojedinih modela i mehanizama te njihovu primjenu, ovisno o zahtjevima i ograničenjima mreže. Opisana su četiri scenarija uvođenja IPv6 zajedno s preporučenim tranzicijskim mehanizmima. Prvi scenarij odnosi se na mreže koje podržavaju izvornu povezivost i obje inačice internetskog protokola. Drugi obuhvaća mreže koje pružaju podršku za IPv6, ali moraju ostvariti povezivost kroz IPv4 infrastrukturu. Treći scenarij razrađuje plan za operatore čija mreže podržava isključivo IPv6, ali i dalje pruža podršku i za IPv4 i za IPv6 usluge. Zadnji i najnapredniji scenarij se usredotočava na translaciju, i to na aplikacijskom ili mrežnom sloju internetskog protokolnog složaja.

Portal organizacije ISOC (*Internet Society*) posvećen protokolu IPv6 i njegovom uvođenju u internetsku mrežu [<http://www.isoc.org/internet/issues/ipv6.shtml>] donosi pregled različitih aktivnosti o ovoj tematici. Na zadnjem sastanku njihovog IPv6 vijeća održanom u Pragu 29. ožujka 2011. [<https://www.isoc.org/isoc/conferences/ietf80-briefing/>] raspravljalo se o kriterijima za mjerenje uspješnosti uvođenja IPv6. Predložen je i željeni cilj o 20 %-nom udjelu IPv6 prometa u internetskoj mreži do kraja 2011. godine. Na adresi [<http://www.isoc.org/pubpolpillar/docs/ipv6-government-role.pdf>] dostupno je izvješće koje obrađuje mogućnosti svjetskih vlada da podignu svjesnost o IPv6 i potaknu njegovo

uvođenje, dok se izvješće na [<http://www.isoc.org/pubpolpillar/docs/ipv6-way-forward.pdf>] usredotočava na mrežne operatore, proizvođače opreme i sklopovlja, te razvijatelje aplikacija.

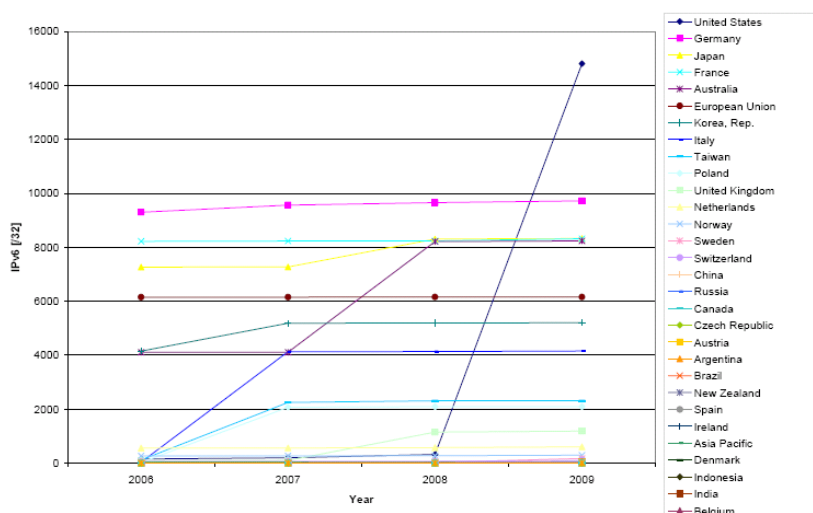
5.4.2. ITU-T

Portal standardizacijskog tijela ITU-T posvećen protokolu IPv6 dostupan je na adresi [<http://www.itu.int/net/ITU-T/ipv6/>]. U dokumentu na adresi [http://www.itu.int/dms_pub/itu-t/opb/res/T-RES-T.64-2008-PDF-E.pdf] jasno se izražava namjera tijela ITU-T da aktivno sudjeluje u promicanju svjesnosti o važnosti protokola IPv6 i potakne države da opsežnije krenu s uvođenjem IPv6. Na adresi [<http://www.itu.int/md/T09-TSB-CIR-0030/en>] dostupan je upitnik poslan državama članicama ITU-a kako bi se prikupili podaci o trenutnoj razdiobi i predviđenim zahtjevima za IPv6 adresama, odnosno mišljenja o uvođenju protokola IPv6 u aktivnu mrežu i trenutna stanja istoga. Kratak sažetak prikupljenih podataka dostupan je na adresi [http://www.itu.int/dms_pub/itu-t/oth/3B/05/T3B050000010003PDFE.pdf]. Od ukupno 72.938 IPv6 adresa koje su već dodijeljene različitim državama, najviše otpada na SAD, 20 %, a iza nje slijede Njemačka s 13 %, te Japan, Francuska i Australija s 11 % (Slika 2).



Slika 2. Udio dodijeljenih IPv6 adresa po gospodarstvima, svibanj 2009. (Izvor: ITU)

Slika 3 pokazuje trendove u dodjeljivanju IPv6 adresa za razdoblje 2006.-2009. Dok je Njemačka imala najveći udio do kraja 2007. godine, SAD su preuzele prvo mjesto u 2008. Niz izvještaja i preporuka koje dotiču različite aspekte uvođenja protokola IPv6 može se dohvatiti s adrese [<http://academy.itu.int/index.php/topics/item/317>].



Slika 3. Trendovi u dodijeljivanju IPv6 adresa, 2006.-2009. (Izvor: ITU)

5.4.3. 3GPP

Udruga 3GPP (*3rd Generation Partnership Project*) aktivno sudjeluje u donošenju smjernica za uvođenje protokola IPv6 u mreže koje su zasnovane na 3GPP standardima. U tehničkom izvješću dostupnom na adresi [http://3gppprotocol.com/web_documents/23975-111-ipv6-migr-guide.pdf] dan je pregled smjernica i različitih scenarija za tranziciju prema IPv6, suživost inačica IPv4 i IPv6, te njihov utjecaj na 3GPP mrežne elemente. Dodatno, proučena je primjenjivost tranzicijskih mehanizama u 3GPP mrežama, te međusobna kompatibilnost onih koji su primjenjivi.

U dokumentu „IPv6 in 3GPP Evolved Packet System“ [<http://tools.ietf.org/html/draft-ietf-v6ops-3gpp-eps-00>] opisana je podrška za IPv6 u 3GPP mrežama, odnosno kako je on trenutno podržan prema 3GPP specifikacijama. Također, obrađena su i neka praktična pitanja koja se odnose na uvođenje protokola u stvarnu mrežu, a uključuju preklapanje u dodjeli IPv4 adresa iz privatnog raspona, dogovor između 3GPP operatora o korištenoj inačici IP-a za *roaming* potrebe, operativni aspekti mreža s podrškom za dvostruki mrežni složaj i mreža s podrškom za IPv6, i sl. Sličan dokument, „Mobile Networks Considerations for IPv6 Deployment“ koji se općenito odnosi na pokretne mreže, dostupan je na sljedećoj adresi: [<http://tools.ietf.org/html/draft-ietf-v6ops-v6-in-mobile-networks-03>]. I u njemu se dotiče problematika uvođenja protokola IPv6 u pokretne mreže. [<http://www.slideshare.net/jloughney/3-g-ipv6jloughney>]

5.5. Pregled stanja u uvođenju protokola IPv6

Ovo poglavlje daje kratak pregled inicijativa i stanja u uvođenju protokola IPv6 u različitim državama svijeta.

Iako je prelazak na IPv6 prihvaćen, i kao nužnost, i kao očekivano sredstvo razvoja novih gospodarskih mogućnosti, uvođenje IPv6 u svijetu i njegova dinamika je vrlo raznolika, ali sveukupno nedovoljna. Izvješće OECD-a (engl. *Organisation for Economic Co-operation and Development*) [<http://www.oecd.org/dataoecd/48/51/44953210.pdf>] iz travnja 2010. navodi se da „uvođenje protokola IPv6 ide presporo za buduće potrebe gospodarstva“ i navodi brojne podatke koji potkrjepljuju tu tvrdnju. Na primjer, samo 5.5% od 1800 AS-ova odnosno adresibilnih IP mreža podržava IPv6 promet, a države s najviše IPv6 mrežnih usluga su Njemačka, Nizozemska, UK i SAD. Zanimljivo je da je više od 90% operacijskih sustava spremno za IPv6, kao i da se podrška za sadržaj i web sjedišta povećava – oko 1.45% od tisuću najposjećenijih svjetskih sjedišta imaju IPv6, ali postotak pada na 0.15% za najposjećenijih milijun sjedišta. Prema navedenom izvješću, oko 23% IXP-ova (77 IXP-ova od 338) podržava IPv6, uz 17% porasta u zadnje dvije godine. Za RH je važno da je Europska komisija donijela je 2008. godine akcijski plan [http://ec.europa.eu/information_society/policy/ipv6/docs/european_day/communication_final_27052008_en.pdf] u sklopu inicijative i2010 kojim planira „široku primjenu“ protokola IPv6 u Europi do 2010. g. Cilj je bio postići da se 25% korisnika u EU može se spojiti na IPv6 Internet i pristupiti svojim sadržajima i uslugama, pri čemu su rezultati pokazali da je u travnju 2009. godine to postignuto za 22% korisnika (mjerenje BGPmon), što pokazuje ohrabrujući trend.

Slika 4 ilustrira rezultate mjerenja primjene protokola IPv6 u Internetu koja provodi BGPmon, za travanj 2011.



Slika 4. Primjena protokola IPv6 u svijetu, travanj 2011. (Izvor: BGPmon)

Vidljivo je da su vodeće zemlje u primjeni protokola IPv6 europske zemlje, Japan, Novi Zeland i Tajvan. Podaci pokazuju da je globalni prosjek oko 8%, a u Europi su vodeće Češka,

Nizozemska i skandinavske zemlje (u rasponu 15% – 30%). Može se naći podatak i primjene za RH od 4%, dakle daleko ispod globalnog i europskog prosjeka.

5.5.1. Europa

5.5.1.1. Belgija

IPv6 vijeće Belgije održalo je prvi sastanak 16. veljače 2011. godine [<http://www.ipv6council.be/Root/article/meeting-notes-from-the-first>]. Iako jedan broj davatelja internetske usluge (engl. *Internet Service Provider*, ISP) formalno pruža IPv6 pristup, uvođenje nove inačice IP-a je tek u početnoj fazi. ISP Belnet podržava IPv6 od 2003. godine, ali samo je 36 organizacija, od njih 200, tražilo dodjelu IPv6 prefiksa/adresa, dok ISP BT probno pruža podršku za IPv6 pristup svojim korisnicima. Organizacija/agencija AWT je 2006. zatražila dodjelu IPv6 adresa/prefiksa, od 2008. godine većina mrežnih usluga je dostupno protokolu IPv6 putem *reverznog posredničkog poslužitelja* (engl. *reverse proxy*), a 2010. uvedena je podrška za dvostruki mrežni složaj.

Dva belgijska ISP-a osiguravaju točku prisutnosti (engl. *point-of-presence*, PoP) u sustavu SixXS ([<http://www.sixxs.net/about/>]), koja omogućava stvaranje IPv6 tunela kroz postojeću IPv4 infrastrukturu i pristup IPv6 dijeli internetske mreže. To su Easynet i već spomenuti Belnet [<http://www.sixxs.net/pops/>]. [<http://www.intelligencecentre.net/2010/09/14/the-liveliest-m2m-event-of-the-year-%E2%80%93-were-you-there/>]

5.5.1.2. Njemačka

IPv6 vijeće Republike Njemačke zadnji je sastanak održalo u lipnju 2010. godine [http://www.ipv6council.de/events/3rd_german_ipv6_summit.html], a prethodna dva su održana 2008. i 2009.

M-Net je njemački ISP koji pruža IPv6 PoP i izvornu (*native*) IPv6 povezivost svojim korisnicima [<http://www.sixxs.net/pops/mnet/>], kao i još tri druga ISP-a: Easynet, SpeedPartner i NetCologne [<http://www.sixxs.net/pops/>]. Nadalje, prema listi koju održava projekt SixXS, u Njemačkoj početkom 2011. postoji dvanaest davatelja koji pružaju izvornu IPv6 povezivost ili kombiniranu povezivost za obje inačice internetskog protokola, što je povećanje u odnosu na kraj 2009. godine i sedam davatelja [<http://www.sixxs.net/faq/connectivity/?faq=ative&country=de>].

Temeljna mreža 6WIN pruža potpunu podršku izvornom IPv6 pristupu svojim korisnicima, koji uključuju različite znanstvene i istraživačke mreže, kao što je Znanstvena mreža grada Münchena ([<http://www.6win.de/?lang=en>]).

5.5.1.3. Finska

Finska IPv6 grupa ([<http://www.fi.ipv6tf.org/>]) djeluje preko šest godina.

FICORA (*Finnish Communications Regulatory Authority*), finski mrežni informacijski centar (engl. *Network Information Center*, skraćeno NIC) zadužen za vršnu domenu *fi*, dodao je podršku za IPv6 u svoje DNS poslužitelje i omogućuje unos IPv6 adresa prilikom registracije domena. Usluga registracije novih domena s podrškom za IPv6 trebala je biti dostupna s početkom 2011. godine.

[http://www.ficora.fi/en/index/palvelut/palvelutaiheittain/standardointi/standardointiryhmat/ipv6_1.html]

Nebula, finski ISP, pruža podršku za pristup protokolom IPv6 od 2007. godine, [<http://www.sixxs.net/faq/connectivity/?faq=native&country=fi>], a telekomunikacijski operator DNA Oy je naveden kao IPv6 PoP [<http://www.sixxs.net/pops/>].

5.5.1.4. Francuska

U Francuskoj su aktivnosti vezane uz IPv6 dosta opsežne. AFNIC, francuski NIC za vršnu domenu *fr*, od 2000. godine aktivno sudjeluje u uvođenju IPv6. Dodao je IPv6 podršku za svoje DNS poslužitelje i omogućuje dodjelu IPv6 adresa prilikom registracije novih poddomena [http://www.afnic.fr/actu/nouvelles/general/NN20060809_en].

Renater, francuska akademska mreža, osigurava svojim članovima IPv6 povezivost [<http://www.renater.fr/spip.php?rubrique218&lang=en>], uključujući i ugrađenu podršku za višedredišno razašiljanje (engl. *multicast*).

Free, jedan od glavnih francuskih ISP-ova, krenuo je s pružanjem IPv6 podrške krajem 2007. godine [http://iliad.fr/en/presse/2007/CP_IPv6_121207_eng.pdf]. Nerim, također francuski ISP, pruža izvornu IPv6 povezivost svojim korisnicima od ožujka 2003. godine [<http://www.sixxs.net/faq/connectivity/?faq=native&country=fr>], dok je nejasno u kojoj se fazi uvođenja protokola IPv6 nalazi operator Orange.

[<http://ipcommunications.tmcnet.com/topics/ip-communications/articles/56313-orange-deploys-ipv6-protocol-its-mpls-ip-vpn.htm>]

Francuska tvrtka OVH je uvela IPv6 podršku za svoje korisnike [<http://help.ovh.co.uk/Ipv4Ipv6>], a FDN, također francuski ISP, pruža izvornu IPv6 povezivost od studenog 2008. godine.

[<http://www.sixxs.net/faq/connectivity/?faq=native&country=fr>]

5.5.1.5. Mađarska

Externet je bio prvi mađarski ISP koji je počeo s uvođenjem IPv6 u kolovozu 2008. godine, podrška za IPv6 je komercijalno dostupna od svibnja 2009. godine. Telekomunikacijski operator Magyar Telekom je počeo testirati podršku za IPv6 u 2009., ali još uvijek ne postoji službena ponuda IPv6 podrške. ISP Interoute pruža izvornu IPv6 povezivost. [<http://www.sixxs.net/faq/connectivity/?faq=native&country=hu>]

5.5.1.6. Nizozemska

SURFnet, nizozemska akademska mreža, uvela je podršku za IPv6 još 1997. godine, na početku u obliku IPv6 tunela kroz IPv4 infrastrukturu. Trenutno, njihova temeljna mreža u potpunosti podržava dvostruki mrežni složaj te izvornu IPv4 i IPv6 povezivost za većinu svojih korisnika [<http://www.ipv6.surfnet.nl/>]. XS4All je jedan od glavnih nizozemskih ISP-ova. Kao davatelj širokopojasne usluge, XS4All je bio jedan od prvih koji je uveo IPv6 na eksperimentalnoj razini, i to još 2002. godine. U svibnju 2009. taj je ISP omogućio prvi izvorni IPv6 pristup putem DSL-a. Od kolovoza 2010., takav je pristup omogućen gotovo svim korisnicima. [<http://www.sixxs.net/faq/connectivity/?faq=native&country=nl>]

Komercijalni ISP BIT BV pruža podršku za IPv6 svim svojim korisnicima od 2004. godine. [<http://www.sixxs.net/pops/bit/>] Komercijalni ISP Introweb pruža IPv6 pristup putem 8 Mbit/s ADSL veze u svrhu testiranja, a trenutno rade na uvođenju potpune podrške za IPv6. [<http://ipv6-or-no-ipv6.blogspot.com/2009/06/dutch-isp-introweb-does-ipv6-only.html>] Signet je prvi nizozemski ISP koji pruža IPv4 i IPv6 povezivost putem optičke mreže. [<http://www.sixxs.net/tools/gateway/>] U prosincu 2010., jedan od najvećih nizozemskih ISP-ova, UPC, započeo je s uvođenjem IPv6 za sve svoje korisnike.

5.5.1.7. Švedska

ISP Bahnhof pruža IPv6 povezivost za svoje privatne i poslovne korisnike, kao i operatori Tele2 i Phonera, koji omogućavaju izvorni IPv6 pristup.

5.5.1.8. Velika Britanija

JANET, istraživačka i obrazovna mreža Velike Britanije, počela je s uvođenjem podrške za IPv6 pristup putem jednodredišnih adresa u kolovozu 2008. godine [<http://www.webarchive.ja.net/development/ipv6/>]. Neka od većih sveučilišta, kao što je ono u Cambridgeu, počela su unaprijeđivati mrežnu infrastrukturu tijekom ljeta 2008. kako bi pružila podršku za IPv6 pristup putem jednodredišnih adresa.

ISP Andrews & Arnold pokrenuo je izvornu IPv6 uslugu u listopadu 2005. godine i pruža IPv6 kao podrazumijevani pristup [<http://aaisp.net.uk/news-2011-ipv6.html>].

Vlada Velike Britanije donijela je plan za zamjenu svoje mreže šireg područja (engl. *Wide Area Network*, WAN) s javnom mrežom koja će se zasnivati na IPv6 [<http://www.fco.gov.uk/resources/en/pdf/ocean-industry-day-slide-pack>].

5.5.2. **Amerika**

5.5.2.1. SAD

Comcast, davatelj kablenskog pristupa Internetu, omogućio je probno korištenje IPv6 podrške putem tuneliranja kroz IPv4 infrastrukturu, a uskoro planira omogućiti i podršku za korištenje dvostrukog mrežnog složaja [<http://www.comcast6.net/>].

Najveći dio dodijeljenih IPv6 adresa posjeduje američko ministarstvo obrane, i to raspon kojime se može organizirati gotovo 9 bilijuna lokalnih mreža. [<http://royal.pingdom.com/2009/03/26/the-us-department-of-defense-has-42-million-billion-billion-ipv6-addresses/>]

Hurricane Electric je američki ISP nadležan za održavanje internetske temeljne mreže, koji je u svojim počecima odmah prihvatio IPv6, a danas održava izvornu IPv6 temeljnu mrežu i jedan je od najvećih davatelja koji podržava IPv6 povezivost u SAD-u. Ovaj ISP također daje na korištenje uslugu IPv6 posrednika tunela te, time, omogućuje besplatnu IPv6 povezivost za korisnike iz SAD-a i nekih drugih zemalja [<http://he.net/>], [<http://tunnelbroker.net/>].

ISP Sonic.net nudi djelomičnu IPv6 podršku, prosljeđujući IPv6 datagrame korištenjem tunela kroz IPv4 infrastrukturu.

5.5.2.2. Kanada

Fibrenoire, kanadski operator Methro Ethernet optičke mreže, pruža izvornu IPv6 povezivost od 2009. godine. Davatelj usluga TekSavvy uvodi vlastitu IPv6 mrežu te omogućuje svojim korisnicima pokusno korištenje [<http://www.dsreports.com/forum/r23849317-IPv6-beta>].

5.5.3. Azija

5.5.3.1. Kina

Kineski projekt sljedeće generacije internetske mreže predstavlja petogodišnji plan pokrenut od strane vlade, a s ciljem postizanja značajnog položaja u budućem razvoju internetske mreže kroz ranu primjenu protokola IPv6. CERNET, kineska istraživačka i obrazovna mreža, omogućila je izvorni IPv6 pristup (koji se naziva CERNET2), i mnoge akademske ustanove u Kini koriste CERNET2 za IPv6 povezivost.

Kina je prezentirala svoju IPv6 infrastrukturu na ljetnim olimpijskim igrama 2008. godine u Peking, gdje su sve operacije u mreži upravljane novom verzijom protokola IP [<http://en.beijing2008.cn/news/official/preparation/n214384681.shtml>]. Ovaj događaj bio je najveća prezentacija IPv6 tehnologije od početka samog protokola. IPv6 je bio primjenjen u svim vezanim aplikacijama, od podatkovnih mreža i prijenosa sportskih događaja putem kamera do nadzornih kamera i taksi službi. Sportski događaji su prenošeni uživo putem internetske mreže, a umreženi auti su imali mogućnost nadzora prometnih uvjeta [<http://www.ipv6.com/articles/general/IPv6-Olympics-2008.htm>].

CERNET-2 je najšire postavljena IPv6 mreža u Kini, s izvornom IPv6 povezivosti, koju zajednički održava i njome upravlja 25 sveučilišta [<http://www.cernet2.edu.cn/en/org.htm>], [<http://ipv6.bupt.edu.cn/>].

5.5.3.2. Japan

Telekomunikacijski operator NTT obznanio je da je on prvi svjetski ISP koji pruža javno dostupne IPv6 usluge od ožujka 2000. godine [http://www.ntt.com/ipv6_e/], [http://www.ntt.com/business_e/service/category/nw_ipv6.html].

Na adresi [<http://www.ipv6style.jp/en/statistics/services/index.shtml>] dan je pregled IPv6 usluga koje podržavaju japanski operatori i ISP-ovi.

5.6. Literatura

- [1] S. Deering, R. Hinden, „Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification“, *IETF RFC 2460 (Proposed standard)*, December 1998.
- [2] „Available Pool of Unallocated IPv4 Internet Addresses Now Completely Emptied“, Internet Corporation for Assigned Names and Numbers (ICANN) news release, February 2011. Available: [<http://www.icann.org/en/news/releases/release-03feb11-en.pdf>], last accessed: April 8th, 2011.
- [3] „IPv4 address exhaustion“, Wikipedia. Diagram based on data from IANA and *bgp.potaroo.net*, available: [<http://en.wikipedia.org/wiki/File:Ipv4-exhaust.svg>], last accessed: April 8th, 2011.
- [4] „Drivers for IPv6 deployment“, *White Paper*, Ericsson, January 2011. Available: [<http://www1.ericsson.com/res/docs/whitepapers/ipv6-drivers.pdf>], last accessed: April 8th, 2011.
- [5] R. Hinden, S. Deering, „IP Version 6 Addressing Architecture“, *IETF RFC 4291 (Proposed standard)*, February 2006.
- [6] E. Nordmark, R. Gilligan, „Basic Transition Mechanisms for IPv6 Hosts and Routers“, *IETF RFC 4213 (Proposed standard)*, October 2005.
- [7] B. Carpenter, „Connection of IPv6 Domains via IPv4 Clouds“, *IETF RFC 3056 (Proposed standard)*, February 2001.
- [8] R. Despres, „IPv6 Rapid Deployment on IPv4 Infrastructures (6rd)“, *IETF RFC 5569 (Informational)*, January 2010.
- [9] J. Hagino, K. Yamamoto, „An IPv6-to-IPv4 Transport Relay Translator“, *IETF RFC 3142 (Informational)*, June 2001.
- [10] D. Farinacci, T. Li, S. Hanks, D. Meyer, P. Traina, „Generic Routing Encapsulation (GRE)“, *IETF RFC 2784 (Proposed standard)*, March 2000.
- [11] C. Huitema, „Teredo: Tunneling IPv6 over UDP through Network Address Translations (NATs)“, *IETF RFC 4380 (Proposed standard)*, February 2006.
- [12] F. Templin, T. Gleeson, D. Thaler, „Intra-Site Automatic Tunnel Addressing Protocol (ISATAP)“, *IETF RFC 5214 (Informational)*, March 2008.

- [13] A. Durand, R. Droms, J. Woodyatt, Y. Lee, „Dual-Stack Lite Broadband Deployments Following IPv4 Exhaustion“ (*draft-ietf-softwire-dual-stack-lite-07*), IETF Internet-Draft, March 2011.
- [14] B. Storer, C. Pignataro, Ed., M. Dos Santos, B. Stevant, Ed., L. Toutain, J. Tremblay, „Softwire Hub and Spoke Deployment Framework with Layer Two Tunneling Protocol Version 2 (L2TPv2)“, *IETF RFC 5571 (Proposed standard)*, June 2009.

6. Područje IPv6: sažetak aktivnosti i rezultata

6.1. Uvod

Interes područja IPv6 u projektu „Pogled u budućnost“ usmjeren je na analizu stanja korištenja protokola IPv6 u Hrvatskoj, jačanje svijesti o potrebi prelaska na IPv6, te izradu preporuka koje obrađuju različite tehničke, tehnološke i poslovne aspekte potrebne da bi operatori i davatelji internetske usluge (eng. *Internet Service Providers*, ISP-ovi) koristili tu, novu inačicu protokola IP. Za potrebe analize stanja korištenja IPv6 u Republici Hrvatskoj načinjen je upitnik s ciljem prikupljanja informacija vezanih uz opće poznavanje protokola od strane operatora i ISP-ova, odnosno uz uvođenje ili planove uvođenja protokola IPv6 u vlastite mreže. Aktivnosti vezane uz analizu stanja korištenja IPv6 rezultirale su izradom znanstvenog članka „Towards Assessment of IPv6 Readiness, Deployment and Transition Plans in Croatia“, koji je predstavljen na radionici „The Electronic Communications Regulatory Challenges - Experiences from the Looking to the Future Project“ konferencije SoftCOM 2011, održane u rujnu 2011. godine. U članku je dana kratka analiza korištenja IPv6 u svijetu i Hrvatskoj, s naglaskom na Hrvatsku akademsku i istraživačku mrežu CARNet, opisana je potreba za detaljnom analizom stanja u Hrvatskoj te namjena, struktura i sadržaj upitnika, a provedena je i diskusija oko budućih aktivnosti kojima bi se različite korisnike iz javnog i privatnog sektora potaklo da što prije prijeđu na IPv6. Kako bi se jačala svijest o potrebi prelaska na protokol IPv6 te osigurao svojevrsan radni okvir za planiranje i provođenje prelaska, na inicijativu HAKOM-a osnovan je IPv6 forum Republike Hrvatske (IP6FRH). IP6FRH je neprofitna radna skupina otvorena za sve zainteresirane sudionike, koja za cilj ima promicanje korištenja protokola IPv6 u Republici Hrvatskoj te donošenje osnovnih tehničkih preporuka vezanih uz prelazak na IPv6.

6.2. Javne konzultacije o primjeni protokola IPv6 u RH

U okviru projekta načinjen je upitnik „Korištenje IPv6 adresa u RH“ za potrebe javnih konzultacija koje za cilj imaju sakupljanja podataka o stanju primjene protokola IPv6 u Republici Hrvatskoj [1]. Slične konzultacije i studije pokrenula su i druga tijela u nacionalnim i međunarodnim okvirima. Na primjer, Međunarodna telekomunikacijska unija, Sektor za telekomunikacije (ITU-T) provela je globalnu anketu o dodjeli IPv6 adresa i poticanju primjene protokola IPv6 [2]. U Republici Sloveniji izrađena je studija o prelasku na IPv6 u smislu nacionalne IPv6 strategije [3]. U tom smislu, ova HAKOM-ova inicijativa značajan je korak prema utvrđivanju stanja i stvaranju informiranog stava o pitanjima prelaska na protokol IPv6 u Republici Hrvatskoj. HAKOM-ov upitnik od operatora i ISP-ova, ali i svih ostalih zainteresiranih institucija koje su se odazvale konzultacijama, prikuplja informacije o općem poznavanju protokola IPv6, o uvođenju ili planovima uvođenja IPv6 u vlastitu mrežu,

o razlozima neplaniranja ili odgađanja prelaska na IPv6, te statusu provedbe prelaska na IPv6 u Hrvatskoj. Glavni aspekti koji su obuhvaćeni upitnikom mogu se podijeliti u pet kategorija:

- tehnologija (znanje i oprema),
- troškovi,
- motivacija,
- sigurnost i
- strategija prelaska.

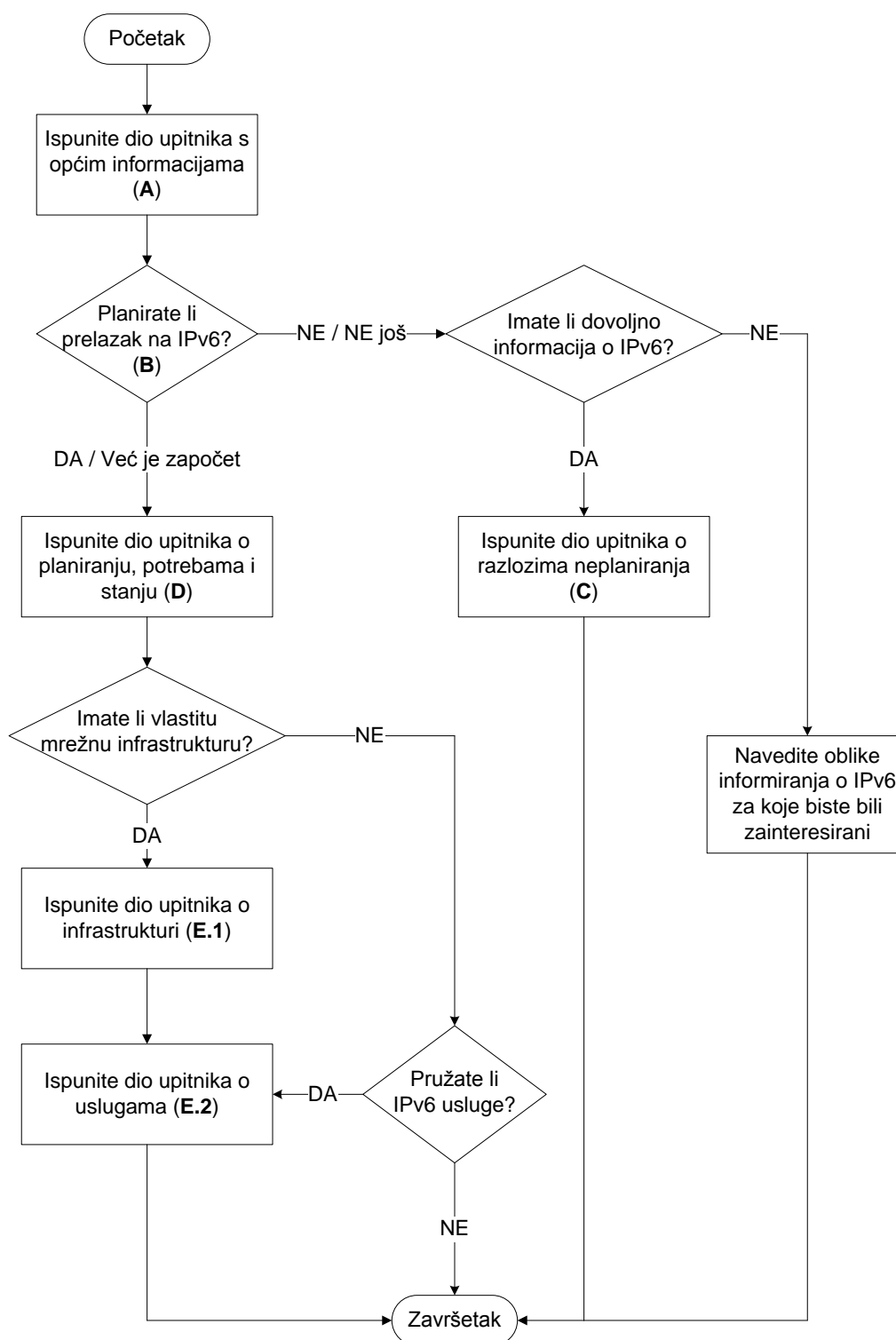
U nastavku je detaljnije opisana struktura upitnika te analiza prikupljenih podataka.

6.3. Struktura upitnika

Upitnik se sastoji od šest cjelina, a oblikovan je tako da se cjeline popunjavaju ovisno o tome koji je status planiranja, odnosno prelaska na IPv6 u mreži institucije (poduzeća, organizacije, tijela) na koju se odnosi (Slika 6.1.).

Prva cjelina, „Opći podaci“ (**A**), prikuplja osnovne informacije o instituciji koja odgovara na pitanja iz upitnika. Druga cjelina, „Poznavanje IPv6“ (**B**), usmjerena je na opće poznavanje protokola, a služi kako bi osobu koja ispunjava upitnik uputila na sljedeću cjelinu, ovisno o tome planira li se u instituciji, ili se već provodi, prelazak na IPv6, ili ne. U prvom slučaju ispunjavanje se nastavlja kroz cjelinu **D**, a u drugom kroz cjelinu **C**. Slika 6.1. ilustrira strukturu upitnika.

Ako anketirana institucija trenutno ili u skorije vrijeme ne planira prelazak na IPv6, nastavlja ispunjavati cjelinu **C**, „Razlozi neplaniranja ili odgađanja prelaska na IPv6“. Ta cjelina prikuplja podatke o stavovima institucije koji se odnose na prepreke prelasku na IPv6, pri čemu se one dijele u nekoliko skupina, konkretno, na tržišne i financijske aspekte (nepostojanje poslovnog modela, preveliki troškovi prelaska i sl.), infrastrukturu (trenutna inačica IPv4 zadovoljava sve zahtjeve, oprema institucije se ne može nadograditi, itd.), potrebno znanje (npr. nedostatak iskustva potrebnog za prelazak) i sigurnosne aspekte protokola (npr. sigurnosni mehanizmi nemaju odgovarajuću podršku). Nadalje, želi se utvrditi treba li institucija pomoć oko prelaska na IPv6 i, ako da, u kojem obliku (predavanja, radionice, demonstracije tehnologije, itd.). Nakon potonje cjeline anketirana institucija završava s ispunjavanjem upitnika.



Slika 6.1. Struktura upitnika „Korištenje IPv6 adresa u RH“

Ako anketirana institucija planira prelazak na IPv6 ili je već s njime započela, nastavlja s ispunjavanjem cjeline **D**, „Stanje, potrebe i planiranje“. U toj cjelini prikupljaju se informacije o stanju adresnog prostora (broj dodijeljenih i raspoloživih IPv4 i IPv6 adresa). Nadalje, ako je anketirana institucija tek započela s planiranjem prelaska, žele se saznati informacije o planiranoj sklopovskoj i programskoj opremi potrebnoj za prelazak i očekivanim troškovima iste te o rokovima završetka planiranja i provedbe prelaska na IPv6.

Ako je anketirana institucija završila fazu planiranja i već započela s provedbom prelaska na IPv6, nakon cjeline **D** prelazi na cjelinu **E**, „Status provedbe prelaska na IPv6“. U toj se cjelini prikupljaju informacije o trenutnom stanju izvedbe IPv6 infrastrukture, s podjelom na pristupni i jezgri dio mreže, odnosno stanju IPv6 usluga (primjerice, usluge weba i usluge elektroničke pošte), što uključuje i IPv6 povezivost (eng. *connectivity*) poslovnih i rezidencijalnih korisnika.

Upitnik također omogućuje unos završnog komentara ili dopunu odgovora u slobodnom obliku.

6.4. Analiza prikupljenih podataka

Upitnik je poslan operatorima i ISP-ovima 17. lipnja 2011. godine, a rok za njegovo popunjavanje i slanje HAKOM-u bio je 16. kolovoza 2011. godine.

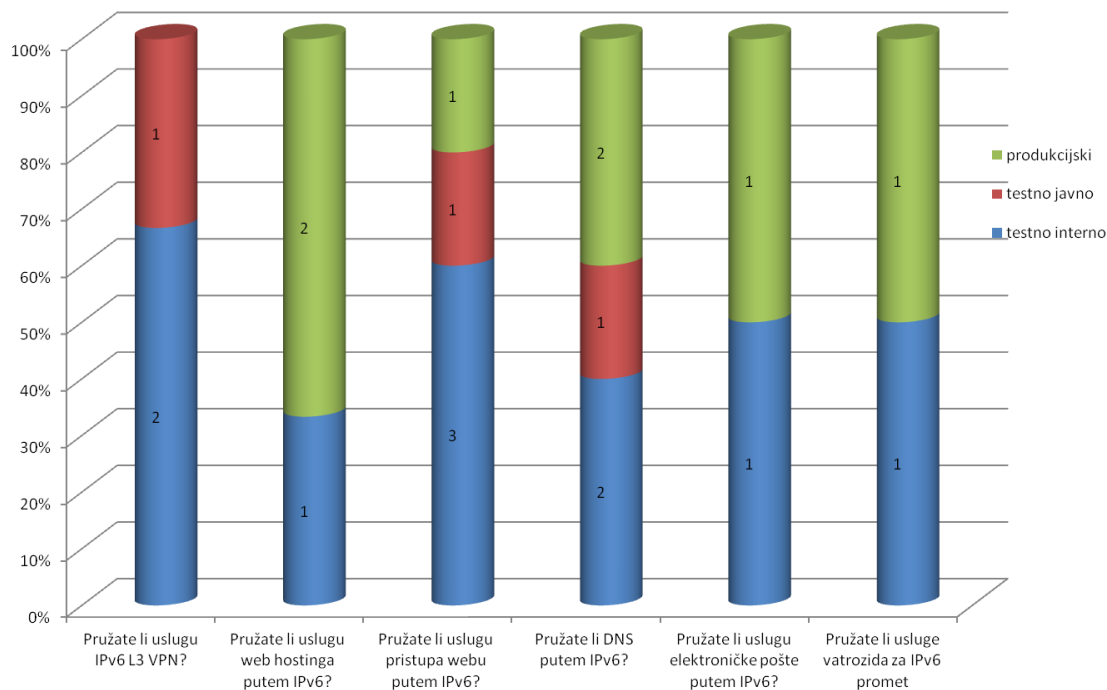
Odziv javnim konzultacijama može se ocijeniti vrlo zadovoljavajućim. Upitnik je ispunilo dvanaest (12) ISP-ova iz Republike Hrvatske, koji zajedno obuhvaćaju više od 99% tržišta po bruto prihodu ili broju korisnika. U nastavku su dani pregled i analiza prikupljenih podataka. Važno je napomenuti da su navedeni podaci predstavljeni i na regionalnom sastanku RIPE NCC-a u Dubrovniku u rujnu 2011. godine [4].

Od dvanaest (12) anketiranih ISP-ova, njih jedanaest (11) planira uvođenje protokola IPv6 u mrežu, dok jedan (1) ISP koji ne planira uvođenje navodi nedovoljno poznavanje protokola kao razlog. Dodatno, sedam (7) ISP-ova je već započelo s prelaskom na IPv6, što ukazuje na to da je većina hrvatskih ISP-ova usklađena sa svjetskim kretanjima u tom smislu. Na pitanje o dostatnosti broja trenutno dodijeljenih IPv4 adresa iz javnog raspona za razdoblje od sljedeće tri godine, jedan (1) ISP se nije izjasnio, dok devet (9) anketiranih ISP-ova ne smatra taj broj dovoljnim. Navedeni podatak jasno ističe priliku da se skorim prelaskom na IPv6 dugoročnije riješi i potreban broj globalno dostupnih IP adresa iz javnog raspona, što dalje omogućuje rast poslovanja te smanjivanje kapitalnih i operativnih troškova.

Kad se analizira status provedbe prelaska na IPv6, deset (10) ISP-ova je zatražilo i dobilo IPv6 adrese iz javnog raspona. Što se tiče internetskog povezivanja, šest (6) od sedam (7) ISP-ova koji imaju uspostavljeno neposredno povezivanje (eng. *peering*) imaju ga i putem protokola IPv6, dok četiri (4) ISP-a upotrebljava tranzitno prosljeđivanje prema međunarodnim odredištima. Što se tiče tranzita IPv4 i IPv6 prometa, četiri (4) od sedam (7) ISP-ova omogućuje IPv6 tranzit kroz vlastitu mrežu. Iz podataka se može zaključiti da je jedan dio hrvatskih ISP-ova ušao u naprednu fazu prelaska na IPv6, što će svakako potaknuti i ostale ISP-ove da ulože dodatan napor u tom smislu.

Slika 6.2. ilustrira aspekt djelovanja ISP-ova najvažniji za krajnje korisnike - pružanje usluga putem protokola IPv6. Graf prikazuje broj ISP-ova koji pružaju određenu uslugu (po uslugama) i način na koji je usluga pružena (produkcijski, javno testiranje, interno testiranje). Upitnik je obuhvatio sljedeće usluge: DNS, elektronička pošta, usluga pristupa webu, virtualna privatna mreža (eng. *virtual private network*, VPN), usluga smještaja weba (eng.

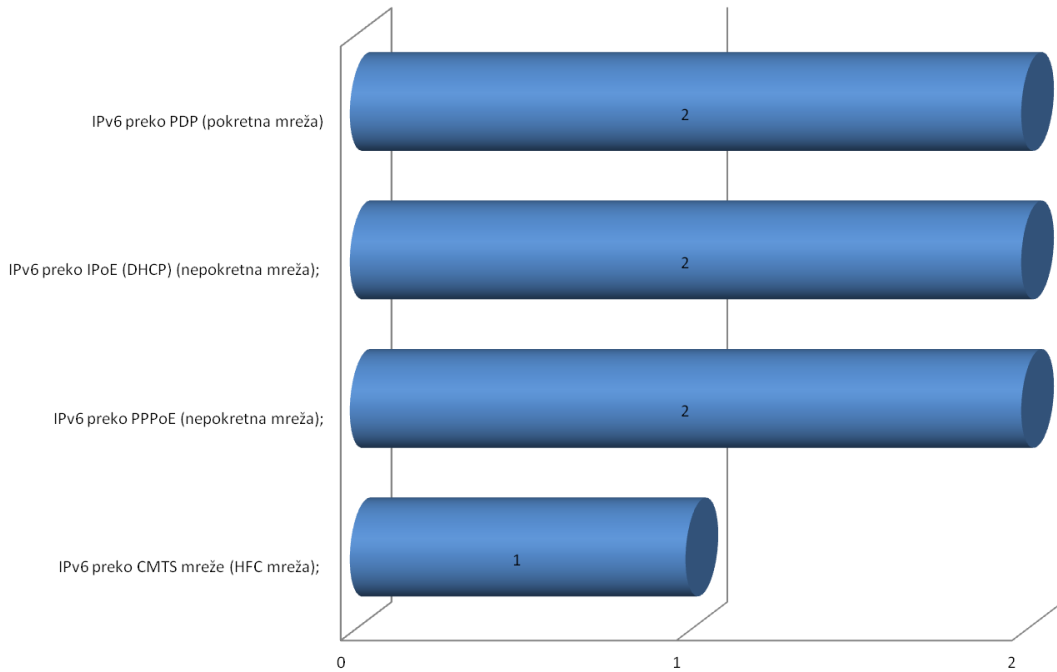
web hosting) i vatrozid (eng. *firewall*). U apsolutnom broju, najveći broj anketiranih ISP-ova pruža uslugu DNS-a i uslugu pristupa webu - po pet (5) ISP-ova za svaku od tih usluga - ali u različitim fazama izvedbe. Iako je najveći broj ponuđenih usluga još uvijek u testnoj fazi izvedbe, dva (2) anketirana ISP-a produkcijski pružaju uslugu DNS-a putem protokola IPv6, dok dva (2) ISP-a produkcijski pružaju uslugu smještaja weba.



Slika 6.2. Pružanje usluga putem IPv6

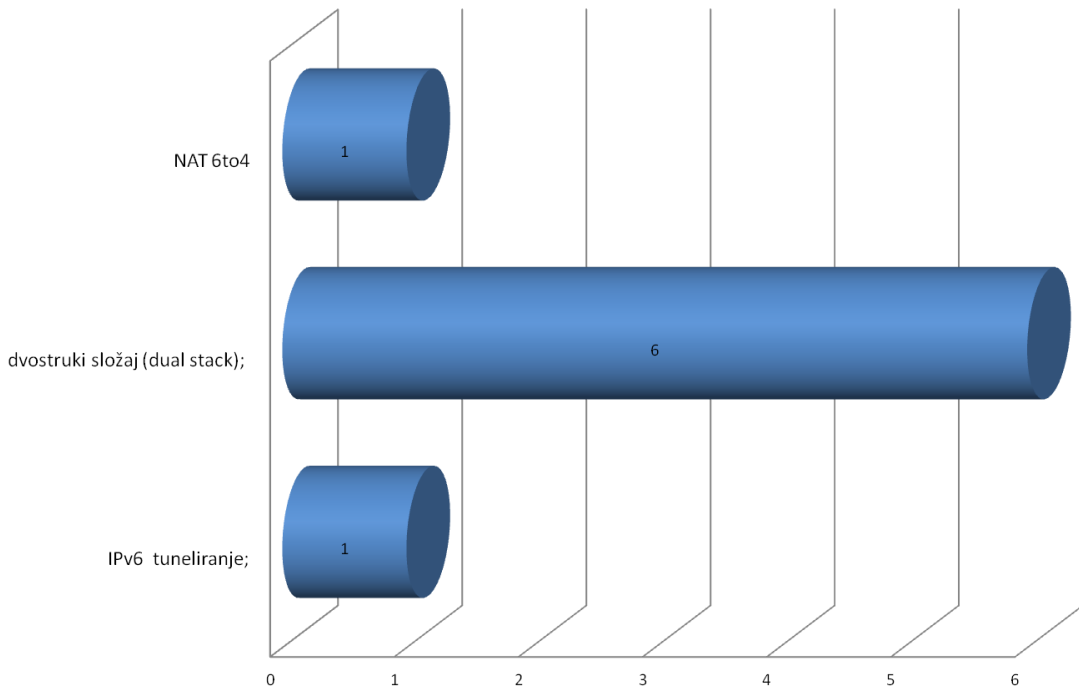
Što se tiče infrastrukture, slika 6.3. pokazuje broj ISP-ova prema izvedbi protokola IPv6 u pristupnom dijelu mreže, a slika 6.4. pokazuje broj ISP-ova prema odabiru tranzicijskog mehanizma za izvedbu protokola IPv6 u jezgrenom dijelu mreže. U pristupnom dijelu mreže jednako su zastupljena (po dva (2) ISP-a u svakoj skupini) rješenja IPv6 preko PDP-a (*Packet Data Protocol*) za pokretnu mrežu te IPv6 preko Etherneta (eng. *IPv6 over Ethernet*, IPv6oE) i IPv6 preko PPPoE-a (*PPP over Ethernet*) za fiksnu mrežu. Jedan (1) ISP nudi IPv6 preko kabelske mrežne infrastrukture. U jezgrenom dijelu mreže (Slika 6.4.) od tranzicijskih mehanizama prevladava (75%) dvostruki složaj (eng. *dual stack*), koji se koristi u mreži šest (6) od osam (8) ISP-ova koji su odgovorili na to pitanje.

Pristupna mreža



Slika 6.3. IPv6 izvedba u pristupnom dijelu mreže ISP-ova

Jezgrena mreža



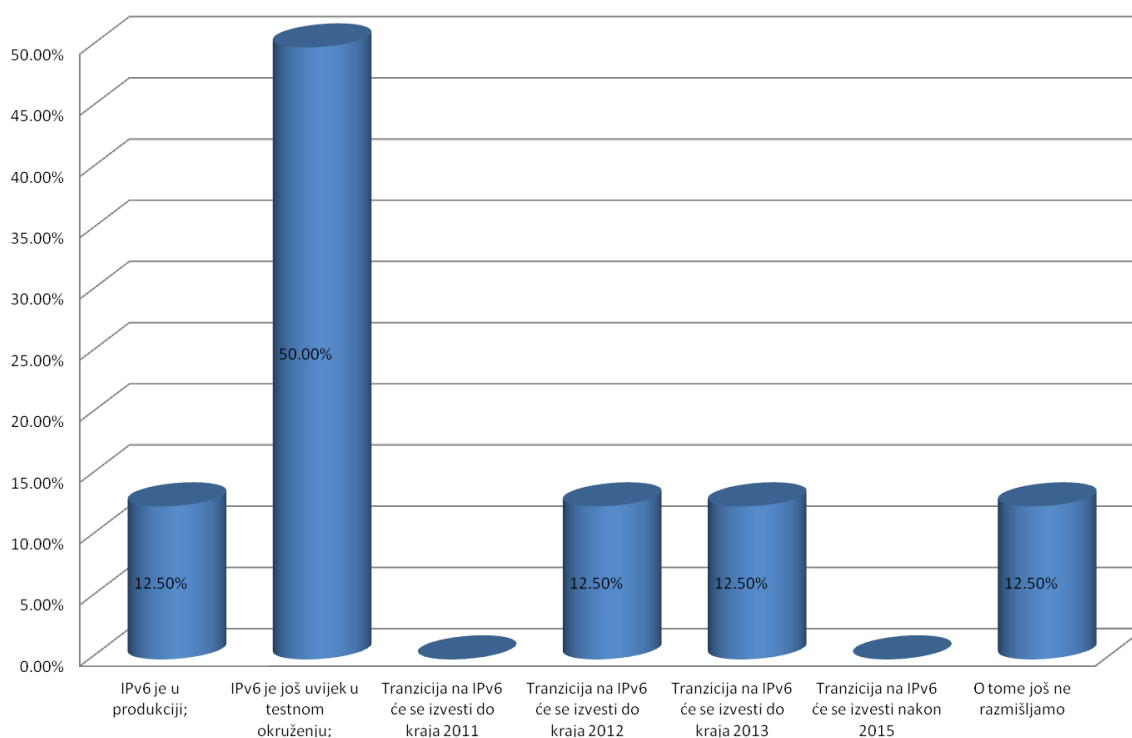
Slika 6.4. IPv6 izvedba u jezgrenom dijelu mreže ISP-ova

Nadalje, prikupljeni su i podaci vezani uz napredak (produksijska faza, testna faza) i perspektive izvedbe protokola IPv6 (do kraja 2011. godine, do kraja 2012. godine, do kraja 2013. godine, nakon 2015. godine, bez odgovora) u pristupnom i jezgrenom dijelu mreže. Zanimljivo je da za pristupni dio mreže (Slika 6.5.) čak 50% ISP-ova s podrškom za IPv6 tu

podršku ima u testnoj fazi (četiri (4) od osam (8)), dok jedan (1) ISP ima tu podršku u produkcijskoj fazi. Za jezgri dio mreže (Slika 6.6.), 50% ISP-ova ima IPv6 podršku već u produkcijskoj fazi (četiri (4) od osam (8)), dok dva (2) ISP-a imaju IPv6 podršku u testnoj fazi. Od preostalih ISP-ova, pozitivno je da većina planira dovršiti prelazak na IPv6 u roku od dvije godine, tj. najkasnije do kraja 2013. godine, što bi Republici Hrvatskoj dalo značajno mjesto u sferi primjene protokola IPv6.

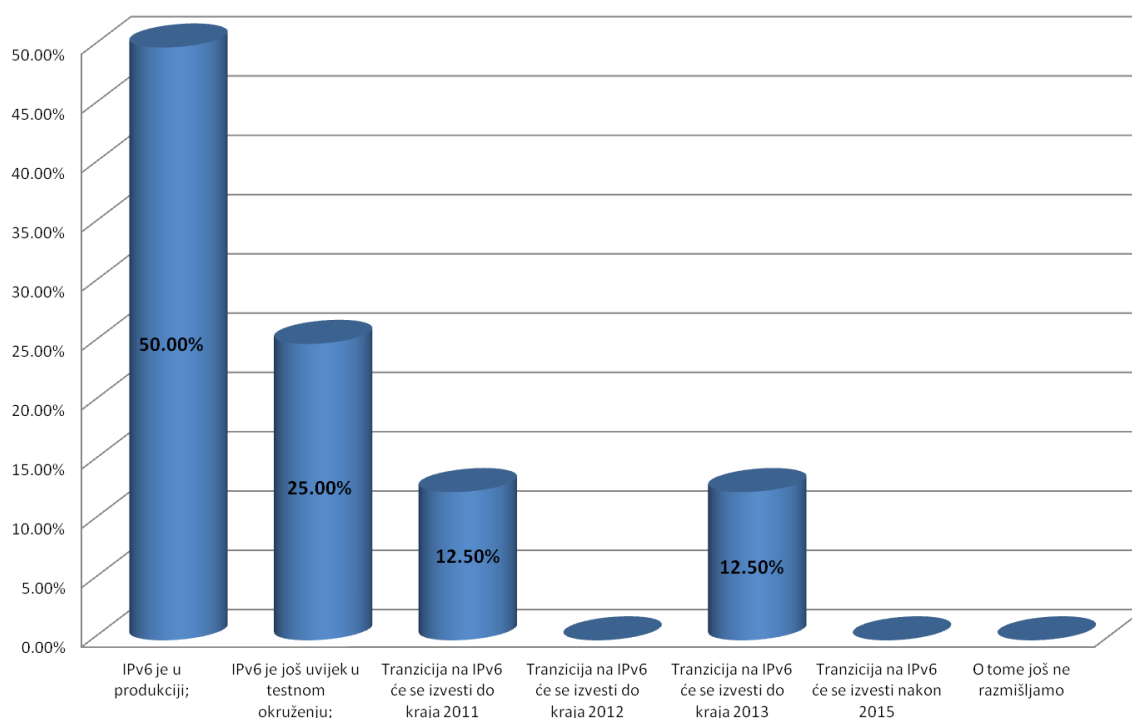
Po pitanju pružanja povezivosti putem protokola IPv6 za poslovne korisnike, sedam (7) anketiranih ISP-ova pruža tu uslugu, pri čemu tri (3) ISP-a pružaju izvornu (eng. *native*) IPv6 povezivost, dok četiri (4) ISP-a pružaju povezivost na temelju izvedbe dvostrukog složaja.

Pristupna mreža



Slika 6.5. Stanje IPv6 podrške u pristupnom dijelu mreže ISP-ova

Jezgrena mreža

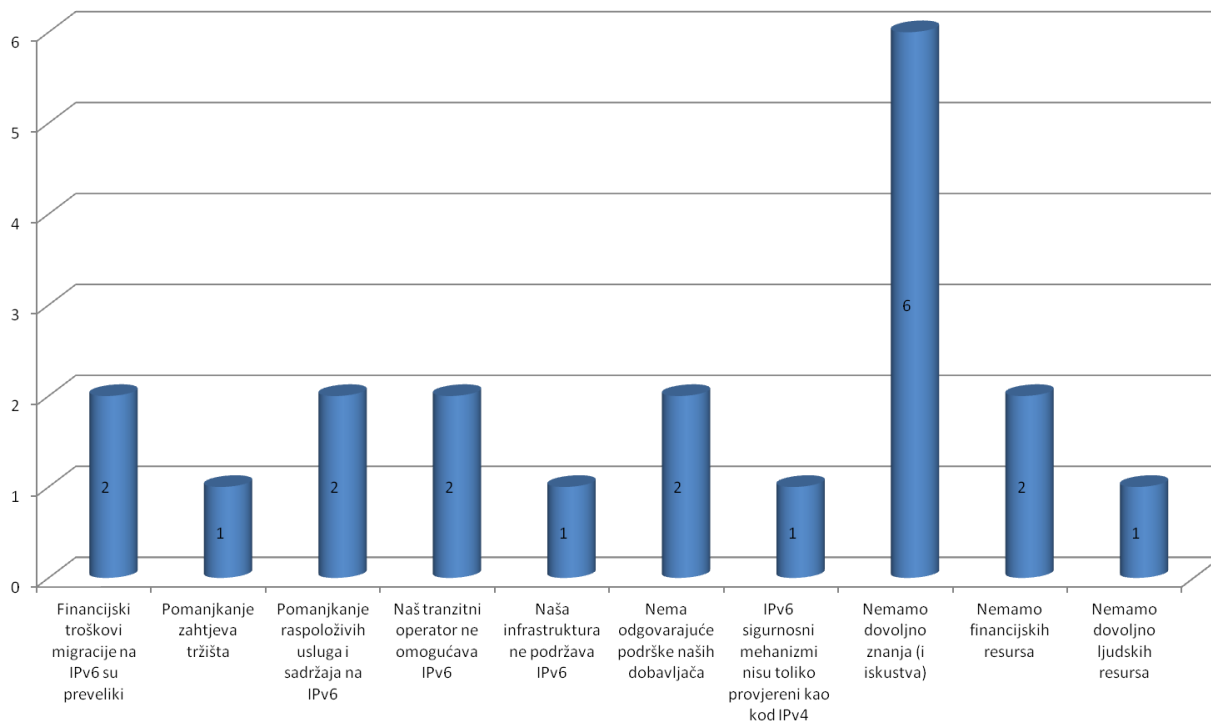


Slika 6.6. Stanje IPv6 podrške u jezgrenom dijelu mreže ISP-ova

Kako bi se prikupili podaci iz segmenta tijela državne uprave, pripremljena je prilagođena verzija upitnika koju je ispunilo 14 tijela. Putem upitnika tako su dobiveni zanimljivi i korisni podaci od MUP-a, MORH-a, HZZO-a, Središnjeg državnog ureda za e-Hrvatsku i drugih. Osam (8) tijela državne uprave je svoje poznavanje problematike prelaska na protokol IPv6 ocijenilo dobrim, četiri (4) tijela vrlo dobrim, jedno (1) tijelo je poznavanje ocijenilo odličnim, a samo jedno (1) tijelo je svoje poznavanje problematike ocijenilo površnim. Nadalje, sedam (7) tijela državne uprave ocjenjuje znanje svojih administratora mreže o prelasku na protokol IPv6 dobrim, tri (3) tijela ocjenjuju to znanje vrlo dobrim, dok jedno (1) tijelo daje ocjenu slabo, a tri tijela (3) ocjenjuju potrebno znanje površnim. Slično kao i kod ISP-ova, odgovorne osobe tijela državne uprave prepoznaju potrebu uvođenja protokola IPv6 u mrežu i potiču prelazak na IPv6 (jedanaest (11) od četrnaest (14) anketiranih tijela), međutim većina još nije započela s prelaskom na IPv6. Ono što je zanimljivo i specifično za anketirana tijela državne uprave jest da njima nedostatak IPv4 adresa nije motivirajući faktor, budući da čak trinaest (13) tijela predviđa da će im trenutno dodijeljeni broj IPv4 adresa biti dostatan za razdoblje od sljedećih pet godina. Samo jedno (1) anketirano tijelo državne uprave zatražilo je i dobilo IPv6 adrese iz javnog raspona.

Uvid u razloge neplaniranja prelaska na IPv6 putem upitnika također je dao zanimljive rezultate (Slika 6.7.). Naime, iako je većina tijela državne uprave (dvanaest (12) od četrnaest (14)) svoje poznavanje problematike prelaska na IPv6 ocijenila dobrim ili vrlo dobrim, čak šest (6) ih navodi da „nema dovoljno znanja (i iskustva)“ kojim bi unaprijedilo svoju mrežnu infrastrukturu, što može upućivati i na druge probleme, na primjer, nedostatak informacija, obučenosti i znanja djelatnika o praktičnim aspektima prelaska na IPv6. Kao sljedeći najčešći

razlozi neplaniranja prelaska na IPv6 navode se, u podjednakoj mjeri, nedostatak financijskih resursa općenito, preveliki troškovi prelaska, pomanjkanje usluga i sadržaja koji se nude putem protokola IPv6, te nedostatak podrške od dobavljača i nedostatna podrška tranzitnog operatora.



Slika 6.7. Razlozi neplaniranja prelaska na IPv6 u tijelima državne uprave

Na temelju prikupljenih podataka napravljena je detaljna analiza stanja korištenja protokola IPv6 u Republici Hrvatskoj, koja predstavlja temelj za daljnja razmatranja potencijalnih mjera koje mogu pomoći uspješnijem uvođenju protokola IPv6.

6.5. Smjernice i moguće mjere poticanja uvođenja protokola IPv6

Razrada sadržaja upitnika i scenarija prelaska na IPv6 za različite subjekte rezultirala je izradom znanstvenog članka „Towards Assessment of IPv6 Readiness, Deployment and Transition Plans in Croatia“ [5], koji je predstavljen na radionici „The Electronic Communications Regulatory Challenges - Experiences from the Looking to the Future Project“ u sklopu konferencije SoftCOM 2011, održane na Hvaru u rujnu 2011. godine. U članku je dana kratka analiza korištenja protokola IPv6 u svijetu i Hrvatskoj, s naglaskom na CARNet, opisana je potreba za detaljnom analizom stanja u Hrvatskoj te namjena, struktura i sadržaj upitnika, a provedena je i diskusija oko budućih aktivnosti kojima bi se različite korisnike iz javnog i privatnog sektora potaknulo da prijeđu na IPv6.

Evidentno je da se prelazak većih razmjera s protokola IPv4 na protokol IPv6 može provesti samo ako je IPv6 podržan i ispravno podešen za uređaje i opremu krajnjih korisnika, odnosno infrastrukturu lokalnih mreža i mreža šireg područja (eng. *Wide Area Networks*, WAN-ovi), te

da se putem protokola IPv6 nude postojeće i nove aplikacije i usluge. Motivacija, raspoloživost resursa, složenost, mehanizmi i financijska sredstva uključeni u proces prelaska na IPv6 razlikuju se za prethodno navedene kategorije podrške te ih je potrebno razmatrati zasebno. Ostali parametri problema uključuju veličinu i vrstu institucije (npr. mala tvrtka, srednja tvrtka, velika tvrtka, tijelo državne uprave, telekomunikacijski operator, ISP) te razmatranje različitih poslovnih modela. Svi se ti parametri moraju uzeti u obzir prilikom planiranja procesa prelaska na IPv6, i to s tehničkog, institucijskog i promidžbenog aspekta.

Provedena diskusija o mogućim koracima u prelasku na IPv6 rezultirala je prijedlogom niza aktivnosti s ciljem jačanja svijesti o protokolu IPv6 i poticanja njegovog uvođenja u mreže tijela državne uprave, telekomunikacijskih operatora i ISP-ova. Naglašena je potreba da se kao prvi korak u tom prelasku uvede sustavno obrazovanje i usavršavanje korisnika, i to kroz nekoliko razina. U srednjoškolskom i visokoškolskom obrazovanju protokol IPv6 bi se trebao predavati u sklopu svih kolegija o komunikacijskim mrežama i sustavima, s jednakom razinom detalja kao o protokolu IPv4. Dodatno, svi sudionici procesa prelaska bi trebali osigurati edukaciju u sklopu cjeloživotnog obrazovanja djelatnika. U tom smislu, CARNet već sada provodi obrazovanje osnovnoškolskih i srednjoškolskih učitelja o protokolu IPv6 te organizira školovanje za mrežne administratore svojih članica o podešavanju, nadgledanju i upravljanju IPv6 mrežama i uslugama.

Treba naglasiti da se konkretni koraci u prelasku na IPv6 razlikuju za različite subjekte, odnosno, za CARNet, tijela državne uprave, telekomunikacijske operatore i ISP-ove. Za CARNet je najvažnije pitanje kako ubrzati prelazak svih ustanova članica na IPv6. Iz prakse drugih, sličnih akademskih mrežnih operatora, moguća su dva pristupa. U prvom se članice može potaknuti na prelazak pojačavanjem promotivne kampanje i/ili demonstracijom novih, atraktivnih usluga koje se pružaju isključivo putem protokola IPv6, dok drugi pristup može definirati konkretan rok završetka prelaska na IPv6, koji bi prisilio sve članice da unaprijede svoju infrastrukturu. CARNet se u svojoj praksi oslanja na prvi pristup.

Tijela državne uprave i vladine institucije, s obzirom na važnu ulogu u svakodnevnom životu građana, prije svega kao pružatelji elektroničkih usluga putem kojih imaju doticaj s građanima, trebale bi tretirati podršku za IPv6 kao nužan zahtjev prilikom nabave sklopovske i programske opreme. Nacionalna „Strategija razvoja širokopojasnog pristupa u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2012. do 2015. godine“, donesena u listopadu 2011. godine, navodi da je „nužno pripremiti i poticati plan migracije na protokol IPv6, u skladu s odlukama nadležnih europskih i međunarodnih tijela“ [6]. Dinamika prelaska na IPv6 za tijela državne uprave utvrdit će se provedbenim programom.

Iskustva u svijetu pokazuju da tijela državne uprave mogu voditi vlastitim primjerom uvođenja protokola IPv6 u svoje mreže i institucije. Primjeri za to uključuju Japan, Južnu Koreju, SAD, Kinu i nekoliko europskih zemalja, koje prebacuju svoje mreže i usluge na IPv6. Iako iscrpljivanje dodijeljenog prostora IPv4 adresa još nije problem u RH, već sad je potrebno usvojiti IPv6 kako bi se prilagodilo budućem rastu javnih usluga i razvoju mrežne infrastrukture koja će ih podržati. Vlada također mora sudjelovati u jačanju svjesnosti i

smanjivanju mogućih prepreka uvođenju IPv6, kako bi se nadopunile inicijative koje dolaze iz privatnog sektora.

Općenito, uspješna IPv6 izvedba mora biti vođena od strane privatnog sektora, uz pretpostavku da taj sektor prepoznaje IPv6 kao ulaganje za budućnost. Prednosti i nedostaci, troškovi, rizici i vremenski plan moraju biti definirani zasebno za svaku instituciju, kako bi se odabrala ispravna strategija. Izgleda da će kombinacija faktora neizbježnog iscrpljivanja dostupnih IPv4 adresa i otvorenog, natjecateljski raspoloženog tržišta domaće ICT industrije biti dostatna da ohrabri ISP-ove da usvoje IPv6. HAKOM u tom smislu može djelovati u sklopu svoje nadležnosti s ciljem promicanja protokola IPv6 i poticanja tržišnog natjecanja.

6.6. Pokretanje IPv6 foruma Republike Hrvatske

Kako bi se jačala svijest o potrebi prelaska na protokol IPv6 te osigurao svojevrsan radni okvir za planiranje i provođenje prelaska, na inicijativu HAKOM-a u lipnju 2011. godine osnovan je IPv6 forum Republike Hrvatske (IP6FRH). IP6FRH je neprofitna radna skupina otvorena za sve zainteresirane sudionike (operatori, ISP-ovi, proizvođači opreme, razvijatelji aplikacija, obrazovna i akademska zajednica, tijela državne uprave, itd.), a za cilj ima promicanje korištenja protokola IPv6 u Republici Hrvatskoj te donošenje osnovnih tehničkih preporuka i smjernica vezanih uz prelazak na IPv6. Forum trenutno obuhvaća predstavnike HAKOM-a, FER-a, CARNet-a i Središnjeg državnog ureda za e-Hrvatsku (SDUeH).

Ciljevi IP6FRH-a su sljedeći:

- promicati korištenje protokola IPv6,
- kroz opisani upitnik analizirati stanje korištenja i uvođenja IPv6 od strane ISP-ova u Republici Hrvatskoj,
- otkriti probleme, nedoumice i razloge nezainteresiranosti za korištenje IPv6 od strane operatora i ISP-ova,
- pripremati tematska predavanja, radionice, demonstracije tehnologije u svrhu pružanja nužnih informacija svima zainteresiranim stranama,
- izraditi tehničke smjernice prelaska na IPv6 (sukladno „Provedbenom programu Strategije razvoja širokopojasnog pristupa u Republici Hrvatskoj za razdoblje od 2012. do 2013. godine“ [7]),
- pružiti tehničku potporu i pomoć SDUeH-u prilikom provedbe prelaska na protokol IPv6 u svim tijelima državne uprave (sukladno „Provedbenom programu Strategije razvoja širokopojasnog pristupa u Republici Hrvatskoj za razdoblje od 2012. do 2013. godine“ [7]).

Jedan od prvih koraka IP6FRH-a je pokretanje web sjedišta. To sjedište je zamišljeno kao središnji web portal za IPv6 u Republici Hrvatskoj, koji bi, osim podataka o samom forumu,

donosio najnovije vijesti o protokolu IPv6. Što je najvažnije, web sjedište IP6FRH-a će svim zainteresiranim posjetiteljima donositi materijale vezane uz danu problematiku, od preglednih članaka o protokolu IPv6 do tehničkih preporuka i smjernica za prelazak.

Drugi sljedeći korak foruma je institucija javne tribine u 2012. godini, koja bi za cilj imala podizanje svijesti o IPv6 te pokretanje diskusije o samim tehničkim postupcima i metodama prelaska prema IPv6 mrežama.

6.7. Literatura

[1] HAKOM, „Javne konzultacije - Korištenje IPv6 adresa u RH“, lipanj 2011. Dostupno: [<http://www.hakom.hr/default.aspx?id=116&subID=781>], zadnji pristup: 13.12.2011.

[2] ITU-TSB, „Summary of the responses to the ITU-TSB Questionnaire on IPv6 address allocation and encouraging the deployment of IPv6“, rujan 2009. Dostupno: [http://www.itu.int/dms_pub/itu-t/oth/3B/05/T3B050000010003PDFE.pdf], zadnji pristup: 13.12.2011.

[3] Urban Kunc, Ivan Pepelnjak, Janez Sterle, Matjaž Straus Istenič, Andrej Kobal, Simeon Lisec, Olaf Maennel, Jan Žorž, „Študija: Prehod na IPv6 (Smernice za razmišljanje o nacionalni IPv6 strategiji)“ [na slovenskom jeziku], studeni 2010. Dostupno: [<http://www.lfe.org/wp-content/uploads/2011/04/Studija-IPv6-MVZT.pdf>], zadnji pristup: 13.12.2011.

[4] Velimir Švedek, „IPv6@HR“, Dubrovnik, *RIPE NCC Regional Meeting*, rujan 2011. Dostupno: [<http://meetings.ripe.net/dubrovnik2011/presentation-upload/show.php?id=45>], zadnji pristup: 13.12.2011.

[5] Velimir Švedek, Ognjen Dobrijević, Maja Matijašević, Ivana Golub, Tomislav Štivojević, „Towards Assessment of IPv6 Readiness, Deployment and Transition Plans in Croatia“, *Proceedings of The Workshop on Electronic Communications Regulatory Challenges - Experiences from the Looking to the Future Project*, SoftCOM 2011, pp. 52-58, Hvar, September 2011.

[6] Vlada RH, „Strategija razvoja širokopojasnog pristupa u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2012. do 2015. godine“, listopad 2011. Dostupno: [<http://www.mmpi.hr/UserDocsImages/VRH-Strategija-sirokopojasni-pristup2011.pdf>], zadnji pristup: 13.12.2011.

[7] Vlada RH, „Provedbeni program Strategije razvoja širokopojasnog pristupa u Republici Hrvatskoj za razdoblje od 2012. do 2013. godine“, listopad 2011. Dostupno: [<http://www.mmpi.hr/UserDocsImages/VRH-Provedbeni-program-BB-strategija2011.pdf>], zadnji pristup: 13.12.2011.

7. Usluge s dodanom vrijednosti

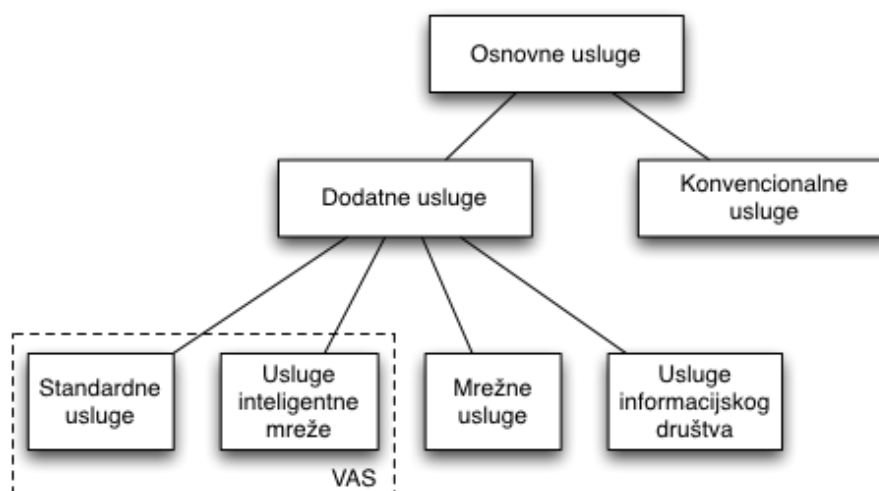
7.1. Uvod

U okviru projekta HAKOM – Usluge s dodanom vrijednosti cilj je napraviti raspodjelu telekomunikacijskih usluga dostupnih na hrvatskom tržištu u određene razrede. Pri tome je svaki razred potrebno definirati i odrediti jasnu granicu između pojedinih razreda usluga. Parametri prema kojima se određuje pripadnost pojedine usluge određenom razredu su:

- potrebna mrežna infrastruktura u tehničkom smislu;
- naplata usluge;
- dionici u pružanju usluge (lanac vrijednosti);
- informacije koje usluga čini dostupnima krajnjim korisnicima ili trećoj strani.

U trenutnoj fazi je osmišljena preliminarna podjela usluga. Plan je doraditi predloženu podjelu te u definiciju razreda uključiti širi tim stručnjaka iz područja telekomunikacijskih usluga.

7.2. Predložena podjela – radna verzija



Slika 7.1. Podjela telekomunikacijskih usluga

Značajka usluga u telekomunikacijskim mrežama jest da koriste osnovne komunikacijske usluge (glasovni i podatkovni poziv) kako bi korisnicima pružile konvencionalnu ili dodatnu uslugu. U tom smislu, konvencionalne usluge omogućuju ostvarivanje glasovnog ili podatkovnog poziva s kraja na kraj.

Cilj ovog dokumenta jest predložiti podjelu telekomunikacijskih usluga (Slika 7.1.) s naglaskom na dodatne usluge te funkcijski, sadržajno i u smislu naplate odijeliti usluge s dodanom vrijednosti (engl. *Value Added Services*, VAS) od ostalih usluga.

7.2.1. Dodatne usluge

Dodatne usluge podrazumijevaju sve usluge koje koriste osnovne usluge te proširuju njihovu funkcionalnost u bilo kojem smislu. Podskup dodatnih usluga su usluge s dodanom vrijednosti (VAS) te mrežne usluge i usluge informacijskog društva.

7.2.2. Usluge s dodanom vrijednosti (VAS)

Usluge s dodanom vrijednosti nadograđuju osnovne usluge u smislu upravljanja pozivom, podatkovnim ili glasovnim. Dijele se na standardne usluge i usluge inteligentne mreže, pri čemu je temeljna razlika navedenih usluga u potrebi za dodatnim entitetima (čvorovima) u jezgrenoj mreži operatora telekomunikacijske mreže.

Standardne usluge

Standardne usluge su usluge koje pruža operator telekomunikacijske mreže, obvezne su za operatora (HAKOM) i isti ih dodatno ne naplaćuje krajnjim korisnicima. Ne zahtijevaju dodatne entitete u mreži u smislu novih čvorova.

Primjer standardne dodatne usluge je govorna pošta koju operatori izravno ne naplaćuju korisniku, iako posredno mogu ostvariti dodatni profit od takve usluge.

Usluge inteligentne mreže

Usluge inteligentne mreže pruža operator telekomunikacijske mreže i dodatno ih naplaćuje krajnjim korisnicima ili trećoj strani. Zahtijevaju postojanje dodatnih entiteta u jezgrenoj mreži operatora.

Primjeri usluga inteligentne mreže su preusmjeravanje ili prebacivanje poziva i slično.

7.2.3. Mrežne usluge

Mrežne usluge su usluge koje koriste signalizaciju operatorske mreže kako bi nadogradile osnovne usluge a pruža ih operator. Zahtijevaju dodatne entitete u jezgrenoj mreži i posebno se naplaćuju.

Primjeri mrežnih usluga su SMS (*Short Messaging Service*), MMS (*Multimedia Messaging Service*), konferencijski poziv te VPN (*Virtual Private Network*).

7.2.4. Usluge informacijskog društva

Usluge informacijskog društva su usluge koje koriste osnovne usluge telekomunikacijske mreže za prijenos podataka i/ili pristup usluzi. Pružatelj usluge može biti operator ili treća strana. Kod navedenih usluga uključuje se dodatan dionik – pružatelj sadržaja, ukoliko usluga rukuje sadržajem određene vrste (govor, slike, tekst, video). Usluge informacijskog društva se naplaćuju krajnjim korisnicima, pri čemu svaki dionik može imati pravo na određeni udio ukupnog naplaćenog iznosa.

Primjeri informacijskih usluga su govorni automati s informacijama, preuzimanje slika ili zvukova na pokretne uređaje i slično.

8. Pregled programske podrške za provođenje javne dražbe za uporabu radiofrekvencijskog spektra

8.1. Computech Auction Platform

Kompanija *Computech*¹¹ razvila je sustav *Computech Auction Platform (CAP)*¹², web-zasnovanu aukcijsku platformu pomoću koje se provode aukcije za dodjelu dozvola za uporabu radio-frekvencijskog (RF) spektra. Sustav CAP sastoji se od tri komponente:

- sustav za administriranje aukcije namijenjen za voditelja aukcije – koristi se za stvaranje i konfiguriranje aukcije te upravljanje tijekom aukcije, voditelj aukcije ima pristup alatima za stvarno vremensko promatranje tijekom aukcije kao i alatima za komunikaciju sa sudionicima te je u mogućnosti prilagođavati određene parametre aukcije za vrijeme same aukcije;
- sustav za davanje ponuda – koriste ga natjecatelji za sudjelovanje u aukciji te predavanje ponuda pri čemu voditelj aukcije ima potpunu kontrolu nad raznim mogućnostima dostupnim natjecateljima u određenoj aukciji;
- sustav za izvještaje – omogućava pristup izvještajima za svaku rundu posebno kao i sumarnom izvještaju o aukciji pri čemu je pristup različitim informacijama reguliran u skladu s ulogama pojedinog korisnika sustava (tj. voditelj aukcije, natjecatelj, promatrač...).

Sustav CAP prilagođava se potrebama naručitelja, a koristili su ga regulatori u Sjedinjenim Američkim Državama, Švedskoj i Meksiku. U nastavku su detaljnije opisane mogućnosti prilagodbi sustava CAP za dodjelu dozvola za korištenje RF spektra u navedenim državama.

8.1.1. Sjedinjene Američke Države

Dozvole za uporabu RF spektra u Sjedinjenim Američkim Državama dodjeljuje nacionalno regulatorno tijelo *The Federal Communications Commission (FCC)*¹³. Od 1994. regulator FCC dozvole za uporabu RF spektra dodjeljuje provođenjem aukcija¹⁴, a u razdoblju od 1994. – 2011. godine održano je 88 aukcija, jedna je zakazana za 19. srpnja 2011. dok je još četiri aukcije najavljeno, ali točan datum održavanja istih u trenutku pisanja ovog izvještaja još nije objavljen. Regulator FCC aukcije provodi pomoću sustava „Integrated Spectrum Auction

¹¹ <http://www.computechinc.com/>

¹² <http://www.computechinc.com/practice-areas/auction-support-services#software>

¹³ <http://www.fcc.gov/>

¹⁴ http://wireless.fcc.gov/auctions/default.htm?job=auctions_home

System“ (ISAS¹⁵) koji uključuje unaprijedenu komponentu za popunjavanje Formulara 175¹⁶ elektroničkim putem te komponentu za predavanje ponuda i sudjelovanje u aukcijama, a zamijenio je dotadašnje sustave „FCC Form 175 system“ i „FCC Automated Auction System“. Sustav ISAS omogućava provođenje različitih formata aukcija uključujući simultanu aukciju s više rundi (engl. *Simultaneous Multiple Round Auction*, SMRA) i format aukcije SMRA s mogućnošću slanja paketskih ponuda (engl. *SMRA with combinatorial (or package) bids*, SMRA+C).

Informacije koje se prikupljaju popunjavanjem Formulara 175 koriste se kako bi se ustvrdilo zadovoljava li prijavljena privatna ili pravna osoba svim ranije propisanim uvjetima za sudjelovanje u aukciji pomoću koje se dodjeljuju dozvole za uporabu RF spektra. Podaci o natjecatelju, između ostalog, uključuju:

- pravni status natjecatelja (npr. konzorcij, korporacija, privatna osoba...),
- povlašteni status natjecatelja (npr. poduzeće u vlasništvu žena ili manjinske skupine...),
- kontakt informacije,
- podatke o osobi (osobama) koja će natjecatelja predstavljati u aukciji i davati ponude,
- način predavanja ponuda (tj. elektroničkim putem ili telefonski),
- popis pojedinih dozvola za uporabu RF spektra (tj. popis RF blokova za koje je natjecatelj zainteresiran) za koje će se u aukciji natjecati,
- podatke o udruživanju s drugim privatnim ili pravnim osobama radi zajedničkog sudjelovanja u aukciji,
- podatke o vlasničkoj strukturi pravne osobe, i
- podatke o ukupnim godišnjim prihodima natjecatelja u zadanom vremenskom periodu.

Nakon spajanja na komponentu za predavanje ponuda i sudjelovanje u aukcijama sustava ISAS te unošenja korisničkog imena i lozinke, natjecatelj odabire aukciju u kojoj želi sudjelovati te predaje ponude za jednu ili više dozvola za uporabu RF spektra koje je odabrao u Formularu 175. Na temelju predujma kojeg je natjecatelj uplatio u zadanom roku prije početka aukcije dodijeljeni su mu bodovi za nadmetanje (engl. *bidding units*) koji predstavljaju njegovu pogodnost za nadmetanje (engl. *bidding eligibility*) u aukciji. Svaka dozvola za uporabu RF spektra vrijedi određeni broj bodova za nadmetanje pri čemu ne moraju sve dozvole vrijediti jednaki broj bodova. Natjecatelj ne može predati ponude za više dozvola nego što mu to dopušta njegov ukupni broj bodova za nadmetanje. Iznosi koje

¹⁵ http://wireless.fcc.gov/auctions/default.htm?job=about_isas

¹⁶ Formular 175 sadrži sve relevantne informacije o sudionicima u aukcijama, tj. o privatnim ili pravnim osobama koje se natječu za dobivanje dozvola za korištenje radio-frekvencijskog spektra.

natjecatelj može ponuditi za određenu dozvolu su predefinirani u samom sustavu, a izračunavaju se pomoću unaprijed objavljenih formula i ovise o najvišem iznosu ponuđenom u prethodnoj rundi.

Na Slici 8.1. prikazan je izgled aplikacije za predavanje ponuda sustava ISAS pri čemu je natjecatelj iskazao interes za pet dozvola za uporabu RF spektra (engl. *licences*) koje vrijede različiti broj bodova za nadmetanje (npr. dozvola WZ-CMA169-C vrijedi 14000 bodova dok dozvola WZ-CMA727-C vrijedi 2500 bodova), u stupcu s rezultatima iz prijašnje runde (engl. *previous bid amount*) prikazane su trenutno vodeće ponude za svaku dozvolu dok su u stupcu s minimalnim zahtijevanim ponudama (engl. *Minimum Acceptable Bid, Min. Acc. Bid*) prikazani najmanji iznosi koje natjecatelj mora ponuditi kako bi se nadmetao za određenu dozvolu u trenutnoj rundi. U padajućem izborniku u zadnjem stupcu natjecatelj odabire jedan od unaprijed određenih iznosa za određenu dozvolu (npr. natjecatelj nudi 65,000\$ za dozvolu WZ-CMA169-C). Dozvola WZ-CMA202-C označena je drugačijom bojom i uz iznos 52,000\$ u stupcu s rezultatima iz prethodne runde stoji napomena kako je natjecatelj predao vodeću ponudu za tu dozvolu (engl. *provisional winner*) u prethodnoj rundi. Na dnu aplikacije prikazani su trenutni podaci za natjecatelja:

- zahtijevana aktivnost (engl. *required activity*), tj. minimalan zbroj bodova za nadmetanje svih dozvola za koje se natjecatelj u određenoj rundi natječe koji mora biti prikupljen kako bi se natjecatelja smatralo aktivnim u određenoj rundi;
- trenutna aktivnost (engl. *activity*), zbroj bodova za nadmetanje svih dozvola za koje je natjecatelj predao ponude u trenutnoj rundi do danog trenutka pa tako natjecatelj prije predaje ponude za dozvolu WZ-CMA169-C ima prikupljeno 12000 bodova jer je vodeći ponuđač za dozvolu WZ-CMA202-C;
- pogodnost za nadmetanje (engl. *eligibility*), ukupni zbroj bodova za nadmetanje svih dozvola za koje se natjecatelj može natjecati u jednoj rundi koji u ovom slučaju iznosi 30,500 bodova što znači da se natjecatelj može natjecati za svih pet dozvola prikazanih u aplikaciji;
- trenutna vrijednost predanih ponuda (engl. *max. exposure*), ukupni iznos koji bi natjecatelj trebao platiti ako bi dobio sve dozvole za koje je predao ponude u trenutnoj rundi i za koje je bio vodeći u prethodnoj rundi, natjecateljeva trenutna vrijednost predanih ponuda prije predaje ponude za dozvolu WZ-CMA169-C je 52,000\$ jer je vodeći ponuđač za dozvolu WZ-CMA202-C;
- preostali broj izuzeća (engl. *remaining waivers*), koristeći pravo izuzeća natjecatelj se može izuzeti od sudjelovanja u trenutnoj rundi (tj. ne predati niti jednu ponudu) ili predati ponudu/ponude čiji je ukupni zbroj bodova za sudjelovanje manji od zahtijevane aktivnosti pri čemu zahvaljujući pravu izuzeća pogodnost za nadmetanje natjecatelju neće biti smanjena pogodnost za nadmetanje u aukciji, broj izuzeća koji se natjecatelju dodjeljuje u pojedinoj aukciji određuje se prije aukcije u skladu s definiranim pravilima;

The screenshot shows the ISAS bidding application interface. At the top, there are navigation buttons for HOME, BIDDING, and RESULTS. A watchlist is set to 'All Licenses'. A notification indicates 'Auction 160 is Open (Stage 1)' with Round 4 open and closing in 02:35:03. The user is logged in as 'Happy Bidder - FRN 0007317969'. The main section displays a table of items with columns for License, Bidding Units, Previous Bid Amount, Min. Acc. Bid, and Bid Amount. A dropdown menu is open for the 'WZ-CMA202-C' item, showing bid amounts from \$65,000 to \$117,000. Below the table, there are buttons for 'ADD TO ANOTHER WATCHLIST' and 'VERIFY BIDS'. A summary bar at the bottom shows required activity, max exposure, activity, remaining waivers, eligibility, and remaining withdrawal rounds.

License	Bidding Units	Previous Bid Amount	Min. Acc. Bid.	Bid Amount
<input type="checkbox"/> WZ-CMA169-C Mayaguez, PR	14,000	\$49,000	\$65,000	
<input type="checkbox"/> WZ-CMA202-C Arecibo, PR	12,000	\$52,000 Provisional Winner	\$57,000	\$65,000 \$72,000 \$78,000 \$85,000 \$91,000 \$98,000 \$104,000 \$111,000 \$117,000
<input type="checkbox"/> WZ-CMA723-C Puerto Rico 1 - Rincon	1,000	\$3,200	\$4,300	
<input type="checkbox"/> WZ-CMA727-C Puerto Rico 5 - Ceiba	2,500	\$9,000	\$12,000	
<input type="checkbox"/> WZ-CMA729-C Puerto Rico 7 - Culebra	1,000	\$1,800	\$4,400	

Check items above and click buttons below.

ADD TO ANOTHER WATCHLIST

Activity on Submission: VERIFY BIDS

Required Activity: 24,400 bu Activity: 12,000 bu Eligibility: 30,500 bu
 Max. Exposure: \$52,000 Remaining Waivers: 1 Remaining Withdrawal Rnds: 1

Slika 8.1. Aplikacija za predavanje ponuda sustava ISAS

- preostali broj povlačenja ponuda (engl. *Remaining Withdrawal Rnds*), natjecatelj može povući ponudu iz prethodne runde koja je bila vodeća ponuda za određenu licencu, npr. natjecatelj može povući ponudu za dozvolu WZ-CMA202-C.

Do izbornika za predavanje novih ponuda za sudjelovanje u aukciji koje je prikazano na Slici 8.1. dolazi se pomoću opcije „View & Place Bids“ koja se nalazi pri sredini prozora „BIDDING“ glavne aplikacije sustava ISAS prikazane na Slici 8.2. Ostale mogućnosti (engl. *Other Tasks*) natjecatelja, između ostalih, obuhvaćaju povlačenje ponuda predanih u nekoj rundi prije završetka same runde (engl. *Remove Bids*), povlačenja vodećih ponuda iz prethodne runde (engl. *Withdraw Bids*), korištenje prava izuzeća u trenutnoj rundi (engl. *Apply Waiver*) i smanjenje pogodnost za nadmetanje (engl. *Reduce Eligibility*). Natjecatelj također ima mogućnost pregledavanja svojih ponuda (engl. *My Bid Reports*) ovisno o njihovom statusu: nove ponude (engl. *New Bids*), aktivne ponude (engl. *Active Bids*), ponude koje je razmatrao (engl. *Considered Bids*), ponude koje su trenutno pobjedničke (engl. *Provisionally Winning Bids*), uklonjene ponude (engl. *Removed Bids*) i povučene trenutno pobjedničke ponude (engl. *Withdrawn Bids*). Natjecatelju je na raspolaganju i sažetak važnijih informacija o samoj rundi.

The screenshot displays the FCC auction application interface. At the top, there are navigation tabs for HOME, BIDDING, and RESULTS. A watchlist dropdown is set to 'All Licenses' with a 'GO' button and links for 'Create Watchlist' and 'Help'. A notification box on the right states 'Auction 160 is Open (Stage 1)', 'Round 4 is Open', and 'Round 4 will Close in 02:36:41'. The user is logged in as 'Happy Bidder - FRN 0007317969' with a 'Log Out' link.

The main content area is divided into several sections:

- Watchlists:** Shows 'You have created 0 of 100 watchlists' and a table with one entry: 'All Licenses' with a 'View & Place Bids' link.
- Recent Announcements:** Shows an announcement from 3/4/2005 02:45:58 PM with the title 'bidding schedule test bogus' and a link to 'View All Announcements'.
- Find a License:** Includes a search input field, a 'GO' button, and an example 'WZ-CMA169-C'.
- Other Tasks:** Lists several actions: 'Remove Bids', 'Upload Bids', 'Withdraw Bids', 'Apply Waiver', 'Reduce Eligibility', and 'Make A Suggestion'.
- My Bid Reports:** Lists various report categories: 'New Bids', 'Active Bids', 'Considered Bids', 'Provisionally Winning Bids', 'Removed Bids', 'Withdrawn Bids', and 'Round Summary'.

At the bottom, a summary bar displays key statistics:

- Required Activity: 24,400 bu
- Activity: 12,000 bu
- Eligibility: 30,500 bu
- Max. Exposure: \$52,000
- Remaining Waivers: 1
- Remaining Withdrawal Rnds: 1

Slika 8.2. Aplikacija za sudjelovanje u aukciji regulatora FCC

U prozoru „RESULTS“ glavne aplikacije sustava ISAS, natjecatelju su dostupni rezultati iz prethodnih rundi kao što je to prikazano na Slici 8.3. Osim informacija o prihodima u pojedinoj rundi, dostupne su informacije o broju predanih novih ponuda, broju povučenih trenutno pobjedničkih ponuda, smanjenu pogodnost za nadmetanje, broju nedodijeljenih dozvola te broju natjecatelja pogodnih za natjecanje. Isto tako dostupne su informacije o trenutno pobjedničkim ponudama za svaku dozvolu uključujući iznos ponude i informacije koji natjecatelj je tu istu ponudu predao.

Neovisno u tome koji prozor glavne aplikacije natjecatelj ima otvoren, u gornjem lijevom uglu uvijek je vidljiv status i redni broj aukcije kao i broj runde koja je u tijeku i preostalo trajanje runde.

Round 3

Revenue	\$129,900
Dollar Change	\$11,900
Percentage Change	9%
Net Revenue	\$88,100
Dollar Change	\$4,700
Percentage Change	5%
New Bids	13
Withdrawals	0
Proactive Waivers	1
Reduced Eligibility	0
Licenses in PWB Set	5
Unassigned Licenses	0
Eligible Bidders	
Round Open	11
Round Closed	11

Viewable Reports

License
Bidder
Considered Bids
Minimum Acceptable Bids
New Bids
Provisionally Winning Bids
Withdrawn Bids

Round 3

Bidder Summaries

Happy Bidder
Round 3

Provisionally Winning Bids Round 3

License	Bidding Units	Bidder	Bid Round	Bid Amount
WZ-CMA169-C Mayaguez, PR	14,000	Classical Communications	3	\$59,000

Slika 8.3. Pregled rezultata u pojedinoj rundi sustava ISAS

8.1.2. Švedska

Dozvole za uporabu RF spektra u Švedskoj dodjeljuje nacionalno regulatorno tijelo *The Swedish Post and Telecom Agency* (PTS¹⁷). Za održavanje aukcije¹⁸ u kojoj su se dodjeljivale dozvole za uporabu frekvencijskog pojasa 790-862 MHz, regulator PTS koristio je sustav CAP koji je bio prilagođen njegovim zahtjevima. Korištena je simultana aukcija s više rundi s mogućnošću premještanja ponuda (engl. *SMRA with switching*, SMRA+S) zasnovana je na formatu SMRA pri čemu je ključna razlika u tome što vodeći korisnici mogu premješati svoje ponude na druge frekvencijske blokove. Za razliku od regulatora FCC, regulator PTS nije na svojim web-stranicama objavio detalje o sustavu koji je korišten u aukciji, nego je u službenom pozivu za sudjelovanje u aukciji¹⁹ naveo kako će upute za sudjelovanje dobiti ovlašteni predstavnici natjecatelja. Na stranicama kompanije *Computech* objavljena je samo slika s izgledom sustava za sudjelovanje u aukciji koji je prikazana je na Slici 8.4. Iz slike su vidljive sličnosti navedenog sustava i sustava ISAS.

¹⁷ <http://www.pts.se/en-gb/>

¹⁸ <http://www.pts.se/en-gb/Industry/Radio/Auctions/Licences-in-800-MHz-band/>

¹⁹ <http://www.pts.se/upload/Beslut/Radio/2010/10-10534-open-invitation-800-mhz-auction-dec10.pdf>

The screenshot shows the PTS auction system interface. At the top, it displays the PTS logo, the bidder's name 'bidder5', and a timer showing '02:09:41' with 'ROUND 5 IS OPEN'. The main content area is divided into several sections:

- FREQUENCY BLOCKS:** A section with a 'Decision has not been submitted' warning and a 'Manage Bidding Decisions' button. Below it, a note says 'Click on the link above to view frequency blocks, bid status, and to manage bidding decisions.'
- Round 4 Summary:** A table showing aggregated activity for Round 4 (5-10). The table lists frequency blocks (FDD1-FDD6) and their bid status. FDD2 and FDD6 are highlighted as 'SHB' (Successful Bid) with bid amounts of 195,000,000 kr and 234,000,000 kr, respectively, both labeled as 'Round 2 Bid'.
- Reports:** A section with a 'REPORTS:' dropdown menu, a 'SELECT ROUND:' dropdown menu, and a 'REPORT FORMAT:' dropdown menu. A 'View' button is located below these menus.
- Bidder Status Summary:** A sidebar on the right showing bid amounts for various frequency blocks:

New Bid Amount:	n/a
SHB Amount:	195 000 000 kr on FDD2 234 000 000 kr on FDD6
Non-SHB Amount:	n/a
Total Bid Amount:	429 000 000 kr
Bids for Coverage on FDD6:	234 000 000 kr
Remaining Waivers:	3 of 3

At the bottom of the interface, there is a copyright notice: '© Copyright 2009-2010, Computech, Inc. All rights reserved.'

Slika 8.4. Sustav za davanje ponuda u aukciji regulatora PTS

8.1.3. Meksiko

Dozvole za uporabu RF spektra u Meksiku dodjeljuje nacionalno regulatorno tijelo *The Comisión Federal de Telecomunicaciones* (COFETEL²⁰). Do 2010. godine za održavanje aukcija pomoću kojih se dodjeljuju dozvole za uporabu RF spektra regulator COFETEL koristio je prilagođeni sustav AAS američkog regulatora FCC. Zbog ograničenja postojećeg sustava i specifičnosti predstojećih aukcija, od 2010. godine regulator COFETEL koristi sustav CAP koji je prilagođen njegovim zahtjevima uključujući sučelje. Pomoću novog sustava održavane su dvije aukcije. U aukciji 20²¹ dodijeljene su dozvole za uporabu frekvencijskih pojaseva 1850-1910/1930-1990 MHz dok su u aukciji 21²² dodijeljene dozvole za uporabu frekvencijskih pojaseva 1710-1770/2110-2170 MHz. U aukcijama 20 i 21 korišten je format aukcije SMRA. Upute²³ za sudjelovanje u aukcijama i korištenje navedenog sustava za predavanje ponuda dostupne su na španjolskom jeziku.


²⁰ http://www.cft.gob.mx/en/Cofetel_2008/idioma

²¹ http://www.cft.gob.mx/es/Cofetel_2008/licitacion_20

²² http://www.cft.gob.mx/es/Cofetel_2008/licitacion_21

²³ http://www.cft.gob.mx/es/Cofetel_2008/manual_del_sistema

Participante: **Participante 1** | [Cerrar](#) | [Ayuda](#)



PRESENTAR POSTURA(S) REPORTES

1

LICITACION Descripción de la Licitación 1

La Licitación 1 está Abierta: Etapa 1
La Ronda 3 está Abierta
La Ronda 3 se Cerrará en 00:13:42

Actividad
Actividad Requerida: **210 puntos**
CPPP: **350 puntos**
Actividad de sus Posturas: **160 puntos**
 45% de CPPP

Resumen del Participante
Monto de Posturas: **\$22,735,000**
Garantía Establecida: **\$200,000,000**
Dispensas Restantes: **7 de 8**
Oportunidades de Retiro Restantes: **7 de 8**

[Verificación de Postura\(s\)](#)
[Reporte de Acumulación de Espectro](#)


Concursos

Seleccione las posturas que desea presentar, eligiendo los montos correspondientes, y oprimiendo el botón para introducir postura(s). En otro caso, usted tiene la posibilidad de cancelar esta acción.

Mostrando **1 - 24** de **24** Todos por Página

Concurso	Puntos	PVMA	Postura Mínima	Postura
1 - PCS C1-1 Región 1 - 10 MHz 1895-1900 - 1975-1980	10	\$1,000,000	\$1,150,000	Seleccionar
2 - PCS C2-1 Región 1 - 10 MHz 1900-1905 - 1980-1985	10	\$1,150,000	\$1,323,000	Seleccionar
3 - PCS C3-1 Región 1 - 10 MHz 1905-1910 - 1985-1990	10		\$1,000,000	Seleccionar
4 - PCS C1-2 Región 2 - 10 MHz 1895-1900 - 1975-1980	20	\$2,200,000	\$2,530,000	Excede el límite máximo de espectro de la Licitación
5 - PCS C2-2 Región 2 - 10 MHz 1900-1905 - 1980-1985	20	\$2,000,000 *PVMA	\$2,300,000	Seleccionar
6 - PCS E-2 Región 2 - 10 MHz 1885-1890 - 1965-1970	20		\$2,000,000	Excede el límite máximo de espectro de la Licitación
7 - PCS B1-3 Región 3 - 10 MHz 1870-1875 - 1950-1955	30		\$3,000,000	Seleccionar
8 - PCS B2-3 Región 3 - 10 MHz 1875-1880 - 1955-1960	30	\$3,000,000	\$3,450,000	Seleccionar

ACTIVIDAD DE SUS(S) POSTURA(S)



Actividad Requerida: **210 puntos**
Actividad de sus(s) Postura(s): **160 puntos**
Actividad Adicional Requerida: **50 puntos**
Total \$ de Postura(s): **\$22,735,000**

Slika 8.5. Sustav za davanje ponuda u aukciji regulatora COFETEL

Na Slici 8.5. prikazano je sučelje za predavanje ponuda u aukciji. Na lijevoj strani korisničkog sučelja prikazane su informacije o samoj aukciji (trenutna runda, vrijeme preostalo do isteka trenutne runde), informacije o aktivnosti sudionika u aukciji (zahtijevana aktivnost, trenutni broj bodova aktivnosti te koliki je to postotak u odnosu na natjecateljevu pogodnost za nadmetanje) i sažetak podataka o dosadašnjim aktivnostima sudionika (trenutna vrijednost predanih ponuda, vrijednost uplaćene garancije, preostali broj izuzeća i preostali broj povlačenja ponuda). U sredini korisničkog sučelja prikazane su informacije o ponuđenim dozvolama (broj bodova aktivnosti, vrijednost trenutno vodeće ponude za pojedinu dozvolu i vrijednost koju je potrebno ponuditi kako bi se sudionik nadmetao za pojedinu licencu). Na desnoj strani korisničkog sučelja prikazane su sažete informacije o aktivnosti (potrebni, trenutno prikupljeni i preostali broj bodova aktivnosti koje je potrebno prikupiti) i ukupnoj vrijednosti trenutno predanih ponuda.

Participante: **Participante 1** | [Cerrar](#) | [Ayuda](#)

Comisión Federal de Telecomunicaciones

1 Descripción de la Licitación 1

La Licitación 1 está Abierta: Etapa 1
La Ronda 2 está Abierta
La Ronda 2 se Cerrará en 00:54:18

Actividad
 Actividad Requerida: 210 puntos
 CPPP: 350 puntos
 Actividad de sus Posturas: 210 puntos
 60% de CPPP

Resumen del Participante
 Monto de Posturas: \$26,900,000
 Garantía Establecida: \$200,000,000
 Dispensas Restantes: 8 de 8
 Oportunidades de Retiro Restantes: 8 de 8
[Verificación de Postura\(s\)](#)
[Reporte de Acumulación de Espectro](#)

Reporte de la Licitación **NUEVOS AVISOS**

RESUMEN DE LA RONDA 1

RESUMEN DE LAS PVMAS
 Total PVMA Acumulado: \$37,900,000
 Total PVMA de la Ronda: \$37,900,000
 % Adicional Respecto de la Ronda Anterior: 100.00%

RESUMEN DE LA ETAPA
 Etapa: 1
 Actividad Requerida: 60 %
 % Mínimo de Incremento: 15 %

RESUMEN DE LAS POSTURAS
 Posturas Nuevas: 15
 Posturas Retiradas: 0
 Concursos con PVMAs: 15
 Concursos sin PVMAs: 9
 ¿Se Aplicó Una o Más Dispensas? No

REPORTES DISPONIBLES
 * Seleccionar Reporte:
 Seleccionar Reporte
 * Seleccionar Ronda:
 Seleccionar Ronda
 Ver

REPORTES PARA DESCARGAR
 * Seleccionar Reporte:
 Seleccionar Reporte
 * Seleccionar Ronda:
 Seleccionar Ronda
 Descargar

Slika 8.6. Pregled rezultata u pojedinoj rundi u aukciji regulatora COFETEL

Pregled rezultata pojedine runde koji se prikazuje sudioniku prikazan je na Slici 8.6. Na lijevoj strani korisničkog sučelja i dalje su prikazane informacije o samoj aukciji, dok su u sredini korisničkog sučelja prikazani podaci o nekoj od rundi koja je završila (vrijednost predanih ponuda, zahtijevana aktivnost izražena kao postotak sudionikove pogodnost za nadmetanje, minimalni inkrement, broj predanih i povučenih ponuda, broj povlačenja ponuda). Na desnoj strani korisničkog sučelja može se odabrati rundu za koju je moguće vidjeti informacije ili dohvatiti ih na računalo.

8.2. OptimalCommerce

Kompanija *Optimal Auctions*²⁴ razvila je sustav *OptimalCommerce* koji se koristi za prodaju i kupnju raznih dobara i resursa, uključujući dodjelu dozvola za uporabu radio-frekvencijskog (RF) spektra. U sustavu *OptimalCommerce* implementirani su razni često upotrebljavani formati aukcija uključujući format aukcije SMRA, simultanu rastuću/padajuću vremenski okidanu aukciju te kombinatorijsku taktnu aukciju (engl. *Combinatorial Clock Auction*, CCA). Zahvaljujući brojnim opcijama koje postoje u sustavu *OptimalCommerce* naručitelj sustava odabrani format aukcije može dodatno prilagoditi svojim potrebama.

Sustav *OptimalCommerce* omogućava natjecateljima predaju ponuda za dozvole za korištenje RF spektra pri čemu natjecatelj može predati ponude za više frekvencijskih blokova, a postoji i mogućnost povlačenja predanih ponuda kao i premještanje pojedinih ponuda na druge frekvencijske blokove. Nadziranje natjecateljeve pogodnost za nadmetanje u aukciji implementirano je kao osnovna funkcionalnost sustava dok naručitelj sustava može birati

²⁴ <http://www.optimalauctions.com/>

između nekoliko mehanizama za izuzimanje iz natjecanja u pojedinoj rundi ili sudjelovanja u rundi s manjim brojem bodova aktivnosti nego što je to određeno pravilima o aktivnosti.

111	Uppsala	Heby	T1	13530	7000	1	SKr3 000	<input type="checkbox"/>
112	Uppsala	Heby	T2	13530	7000	1	SKr3 000	<input type="checkbox"/>
113	Uppsala	Håbo	F1	18637	9000	1	SKr4 000	<input type="checkbox"/>
114	Uppsala	Håbo	F2	18637	9000	1	SKr4 000	<input type="checkbox"/>
115	Uppsala	Håbo	T1	18637	9000	1	SKr4 000	<input type="checkbox"/>
116	Uppsala	Håbo	T2				SKr4 000	<input type="checkbox"/>

Eligibility Available

20

You have selected 68

Submit B

Eligibility

This is your eligibility available this round to bid with. If you attempt to bid on products with a combined weight higher than you have available, you will get an error message and asked to resubmit your bids.

Slika 8.7. Korisničko sučelje za predavanje ponuda sustava *OptimalCommerce*

Kada je u pitanju određivanje cijena, voditelj aukcije može odrediti početne cijene za svaki pojedini frekvencijski blok kao i minimalni inkrement koji može biti izražen kao novčani izraz ili kao postotak trenutne cijene određenog frekvencijskog bloka. Početne cijene i minimalni inkrementi mogu biti različiti za svaki frekvencijski blok pri čemu se minimalni inkrement ne mora razlikovati samo brojčano, nego i načinom na koji se određuje (novčani iznos ili postotak od trenutne cijene). Na Slici 8.7. prikazan je dio korisničkog sučelja za predavanje ponuda, a na njemu se vidi dio ponuđenih blokova frekvencija, osnovni podaci o njima, trenutna cijena, minimalni inkrement te broj bodova aktivnosti koliko vrijedi pojedini blok.

Sustav *OptimalCommerce* omogućava voditelju aukcije vremensku kontrolu raznih događaja u aukciji pa tako voditelj aukcije može odrediti vrije početka i završetka aukcije kao i trajanje svake pojedinačne runde uključujući vrijeme početka/završetka runde. Osim navedenog, pomoću sustava *OptimalCommerce* voditelj aukcije može kontrolirati privremene prekide aukcije (npr. pauza za kavu) i pauze za vrijeme trajanja aukcije (npr. ako natjecatelj ima problema s predajom ponude) te produžiti trajanje pojedine runde ako procijeni da je to potrebno. Zahvaljujući sustavu za sinkronizaciju vremena koji je sastavni dio sustava *OptimalCommerce* voditelj aukcije i svi natjecatelji vide isto vrijeme, tj. vrijeme koje je određeno na glavnom poslužitelju. Svakom događaju u aukciji (npr. predaja ponude) pridružuje se vremenska oznaka koja se prikazuje natjecatelju i pohranjuje na poslužitelju. Na Slici 8.8. prikazano je sučelje za natjecatelje u aukciji, a na njemu su u gornjem dijelu prikazane informacije o samoj aukciji, tj. trenutnoj rundi te raspored održavanja planiranih rundi od kojih se sastoji aukcija.

Current Round 0	Auction Status Stand By	Time Remaining 0:00	Bids Placed? No	Fixed Elig/Volume 16/25	Extensions 2	Messages 2 New 2 Total	Logged on as: Bidder A Logout
---------------------------	-----------------------------------	-------------------------------	---------------------------	-----------------------------------	------------------------	-------------------------------------	--

Schedule Bid Entry Reports Requests User Profile Messages Documents



Schedule

Session 1

Date: 2/14/11

Start Time: 17:30

End Time: 22:00

Round	Bidding		Calculating		Reporting	
	Start	End	Start	End	Start	End
1	17:30	17:40	17:40	17:50	17:50	17:55
2	17:55	18:05	18:05	18:15	18:15	18:20
3	18:20	18:30	18:30	18:40	18:40	18:45
4	18:45	18:55	18:55	19:05	19:05	19:10
5	19:10	19:20	19:20	19:30	19:30	19:35
6	19:35	19:45	19:45	19:55	19:55	20:00
7	20:00	20:10	20:10	20:20	20:20	20:25
8	20:25	20:35	20:35	20:45	20:45	20:50
9	20:50	21:00	21:00	21:10	21:10	21:15
10	21:15	21:25	21:25	21:35	21:35	21:40

Slika 8.8. Korisničko sučelje za pregled vremenskog rasporeda aukcije sustava *OptimalCommerce*

Slika 8.9. Sučelje za slanje poruka u sustavu *OptimalCommerce*

U sustavu *OptimalCommerce* postoji mogućnost slanja internih poruka elektroničke pošte pri čemu natjecatelji mogu slati poruke samo voditelju aukcije, a voditelj aukcije može slati poruke jednom, nekima ili svim natjecateljima u aukciji. Osim poruka koje razmjenjuju sudionici, sustav po automatizmu šalje svim sudionicima poruke obavještavajući ih o važnijim događajima vezanim za aukciju (npr. obavijest o početku aukcije). Na Slici 8.9. prikazano je sučelje za slanje poruka voditelju aukcije/natjecateljima.

Reports

Report Name Auction Summary Report Round 3 Show Report

 Print
  Save as CSV

Auction Summary Report - Round 3

Bidders Who Haven't Bid

All bidders who can submit bids have done so

Product	County	Round 3 Base Price	Standing Price	Standing Bidder	New Bids	Round 4 Base Price
1	Stockholm	SKr16 000	--	--	0	SKr16 000
2	Stockholm	SKr16 000	--	--	0	SKr16 000
3	Stockholm	SKr16 000	--	--	0	SKr16 000
4	Stockholm	SKr16 000	--	--	0	SKr16 000
5	Stockholm	SKr6 000	--	--	0	SKr6 000
6	Stockholm	SKr6 000	--	--	0	SKr6 000

Slika 8.10. Korisničko sučelje za pristup izvještajima sustava *OptimalCommerce*

Kako se svi događaji u aukciji bilježe, natjecatelji i voditelji aukcije imaju na raspolaganju brojne podatke koji se grupiraju u razne izvještaje. Svaki natjecatelj u svojim izvještajima može vidjeti one podatke koji se tiču njega. Ne prikazivanjem podataka određenom natjecatelju o svim akcijama drugih natjecatelja iz kojih bi se mogla naslutiti njihova strategija štiti se integritet aukcije. Voditelj aukcije u svojim izvještajima može vidjeti sve podatke o svim natjecateljima i svim blokovima frekvencija za koje se dodjeljuju dozvole za uporabu spektra te na temelju dostupnih im podataka mogu s određenom sigurnošću predvidjeti kraj i ishod aukcije. Dio podataka (npr. cijena pojedinih blokova spektra) prikazuje se i grafički. Podaci dostupni u izvještajima također mogu se dohvatiti u različitim formatima (npr. *.pdf, *.xls) čime se olakšava kasnija analiza podataka. Na Slici 8.10. prikazano je korisničko sučelje za pristup izvještajima pri čemu korisnik pristupa sažetim podacima o pojedinim blokovima frekvencija u odabranoj rundi.

Sustav *OptimalCommerce* prilagođava se potrebama naručitelja, a koristili su ga regulatori u Danskoj^{25,26}, Finskoj²⁷, Švedskoj²⁸, Singapuru²⁹, Austriji³⁰, Njemačkoj³¹ i Italiji.

²⁵ <http://en.itst.dk/spectrum-equipment/Auctions-and-calls-for-tenders/900-1800-mhz-auction>

²⁶ <http://en.itst.dk/spectrum-equipment/Auctions-and-calls-for-tenders/410-mhz-auction>

²⁷ <http://www.ficora.fi/en/index/palvelut/palvelutaiheittain/radiotaajuudet/huutokauppa.html>

²⁸ <http://www.pts.se/en-gb/Industry/Radio/Autctions/BWA-Licenses-36-38-GHz/>

8.3. WebBidder

Kompanija *DotEcon*³² razvila je sustav *WebBidder* pomoću kojeg se provode aukcije za dodjelu dozvola za uporabu RF spektra. Prva verzija sustava razvijena je 1999. godine kako bi se olakšalo uvježbavanje sudionika za natjecanje u 3G, PCS³³ i FWA³⁴ aukcijama. Sustav se također koristio kao platforma za osmišljavanje i identifikaciju najboljih strategija koje će natjecatelji kasnije koristiti prilikom nadmetanja u aukcijama te za provođenje eksperimenata pomoću kojih se pratilo učinke promjena postavki aukcije i pravila za sudjelovanje u aukcijama na ishod same aukcije. Nadogradnjom sigurnosnih postavki sustav *WebBidder* počeo se koristiti i za provođenje aukcija pomoću kojih su se dodjeljivale dozvole za korištenje RF spektra.

Sustav *WebBidder* može se prilagoditi za korištenje različitih formata aukcija uključujući: format aukcije SMRA i njegove varijacije, rastuće ili padajuće taktne aukcije, kombinatorijske aukcije sa zapečaćenim ponudama i kombinatorijske aukcije s više rundi uključujući kombinatorijsku taktnu aukciju (engl. *combinatorial clock auction*, CCA). Zahvaljujući modularnoj strukturi sustav se može nadograditi novim formatima aukcija i prilagoditi specifičnim pravilima aukcije koja su najprikladnija za određeni slučaj. Sustav koristi enkripciju SSL³⁵ s dodatnim vlastitim sigurnosnim mehanizmima kako bi osigurao pristup aukciji samo korisnicima čije sudjelovanje u aukciji je odobreno od strane nadležnog tijela. Kako bi se onemogućilo naknadno povlačenje vlastitih ponuda ili osporavanje tuđih ponuda koristi se digitalni potpis za označavanje svih predanih ponuda. Osim ponuda, bilježe se sve interakcije između svih sudionika čime se osigurava detaljni pregled svih natjecateljevih akcija ako je to potrebno.

²⁹ <http://www.ida.gov.sg/Policies%20and%20Regulation/20060615165439.aspx>

³⁰ http://www.rtr.at/en/tk/FRQ_2100MHz_2000

³¹

http://www.bundesnetzagentur.de/EN/Areas/Telecommunications/TelecomsRegulation/FrequencyManagement/UniversalMobileTelecommunicationsSystemUMTS/UMTSUniversalMobTelecomSystem_node.html

³² <http://www.dotecon.com/>

³³ Personal Communications Services

³⁴ Fixed Wireless Access

³⁵ Secure Sockets Layer

Round 3 in progress
Round 3 will close today at 16:57.

Enter your decisions below and click on the **Submit decision** button at the bottom of the page.

You have 3 waivers left.

Summary statistics at start of round:

	Region 1	Region 2	Region 3	Region 4	Region 5	Region 6
Standing high bids	1	0	2	5	6	4
Total committed bids	5	5	5	7	7	7
Total committed expenditure	NOK250,000	NOK87,500	NOK109,000	NOK68,000	NOK72,500	NOK87,000
Eligibility	4	2	5	7	7	7
Bid increases	NOK1,000	NOK1,000	NOK1,000	NOK1,000	NOK1,000	NOK1,000

Enter your bids and withdrawals below:

Please note that your committed bid for lot 1A has become the standing highest bid, due to the withdrawal of its former standing high bid.

Colour key:

- Standing highest bidder on block
- Re-activated standing highest bid due to withdrawal of previous standing high bid
- Committed bid held on block active last round, but not standing highest
- Committed bid held on block, not active last round and not standing highest

Block		Region 1	Region 2	Region 3	Region 4	Region 5	Region 6
A	Current price	NOK50,000	NOK17,500	NOK22,000	NOK10,000	NOK10,500	NOK13,500
	New bid amount	NOK51,000	NOK18,500	NOK23,000	NOK11,000	NOK11,500	NOK14,500
	Your committed bid	NOK50,000	NOK17,500	NOK22,000	NOK10,000	NOK10,500	NOK12,500
	Committed bid ranking	(1/3)	(3/3)	(1/3)	(1/1)	(1/1)	(2/2)
	Action	Bid <input type="checkbox"/>	Bid <input type="checkbox"/>	Bid <input type="checkbox"/>	Bid <input type="checkbox"/>	Bid <input type="checkbox"/>	Bid <input type="checkbox"/>
		WD <input type="checkbox"/>	WD <input type="checkbox"/>	WD <input type="checkbox"/>	WD <input type="checkbox"/>	WD <input type="checkbox"/>	WD <input type="checkbox"/>

Slika 8.11. Korisničko sučelje sustava *WebBidder* namijenjeno natjecateljima

Prilikom spajanja na sustav *WebBidder*, voditelj aukcije i natjecatelji moraju se autentificirati. Nakon autentifikacije, natjecateljima se prikazuje sučelje prikazano na Slici 8.11. Korisničko sučelje namijenjeno natjecateljima podijeljeno je na dva dijela:

- kontrolni okvir s lijeve strane sučelja uvijek je vidljiv natjecateljima, a prikazuje osnovne informacije o trenutnom stanju aukcije te sadrži poveznice preko kojih su dostupne informacije o pravilima aukcije, ranije izmijenjene datoteke i poruke od voditelja aukcije; i
- glavni prozor u kojemu se predaju ponude i vidljive su specifične informacije o aukciji poput rezultata prethodne runde i osnovnih podataka o dozvolama za upotrebu RF spektra koje su predmet aukcije.

Dio glavnog prozora koji služi za predavanje ponuda prilagođava se potrebama aukcije, a najčešće prikazuje glavne informacije o statusu natjecateljevih predanih ponuda kao i izbornik s dostupnim opcijama za predaju ponuda u trenutnoj rundi. Sustav *WebBidder* ima ugrađen mehanizam koji kontrolira ispravnost natjecateljevih ponuda i koji, u aukcijama s više rundi, upozorava natjecatelja prije nego preda ponudu u kojoj povećava svoje financijske obaveze i/ili smanjuje pogodnost za nadmetanje. Natjecatelj ne treba instalirati nikakvu aplikaciju na svoje računalo kako bi sudjelovao u aukciji, nego sustavu *WebBidder* pristupa preko web-

preglednika pa tako u slučaju određenih poteškoća natjecatelj se može s drugog računala spojiti na sustav i nastaviti s natjecanjem u aukciji.

Korisničko sučelje sustava *WebBidder* koje je namijenjeno voditelju aukcije omogućava stvarno vremensko praćenje svih aspekata sustava uključujući kvalitetu korisničkih konekcija te upravljanje samom aukcijom. Voditelj aukcije može postaviti ključne parametre aukcije, napraviti raspored rundi te slati poruke natjecateljima. Također, voditelj aukcije može onemogućiti pristup natjecateljima koji su diskvalificirani zbog nepoštivanja definiranih pravila i može predati ponude umjesto natjecatelja koji iz određenih razloga ne mogu pristupiti sustavu putem Interneta pa ponude predaju putem telefona ili faxesa. Dodatno, postoji programska podrška isključivo za praćenje tijeka aukcije kako bi članovi tima voditelja aukcije mogli pratiti tijek aukcije bez mogućnosti mijenjanja bilo kakvih postavki kako ne bi došlo do kolizije s postavkama koje je zadao voditelj aukcije.

Isto kao i kod natjecatelja, voditelj aukcije ne treba instalirati nikakvu aplikaciju na svoje računalo kako bi upravljao aukcijom, nego sustavu *WebBidder* pristupa preko web-preglednika i u slučaju kvara ili problema s računalom može nastaviti upravljati aukcijom s bilo kojeg drugog računala koje ima pristup Internetu. Za vrijeme trajanja runde ponude koje su poslali natjecatelji pohranjuju se na poslužitelj, a po završetku runde voditelj aukcije ih može pregledati prije pokretanja obrade ponuda i donošenja odluke o ishodu same runde. Također, voditelj aukcije može pogledati ishod runde prije nego o rezultatima obavijesti natjecatelje. Uz pregled rezultata, voditelj aukcije može postaviti nove parametre za sljedeću rundu. Osim slanja poruka natjecateljima, voditelj aukcije može vidjeti koji su natjecatelji pročitali poslani im poruke i kada su natjecatelji pristupali sustavu.

Sustav *WebBidder* pohranjuje informacije o svim događajima u aukciji pa su iste dostupne voditelju aukcije, natjecateljima i svim zainteresiranim stranama za vrijeme trajanja aukcije ili po završetku aukcije, ovisno kako je to definirano u pravilima aukcije. U sustav *WebBidder* integrirana je programska podrška za vizualizaciju razvoja događaja u aukciji koja natjecateljima olakšava praćenje tijeka aukcije i prilagođavanje njihovih strategija trenutnom stanju.

Sustav *WebBider Express* je verzija sustava *WebBidder* koja nudi standardni format aukcija za dodjelu dozvola za korištenje RF spektra (tj. format aukcije SMRA) i podržava često korištena pravila za sudjelovanje u aukcijama. Osnovni parametri poput broja dozvola, strukture ponuda i količina informacija dostupnih za vrijeme aukcije može se mijenjati. Sustav *WebBider Express* koristi se kada vrijednost spektra za koji se dodjeljuju dozvole za korištenje nije velika, tj. predviđena vrijednost spektra ne opravdava veća financijska ulaganja i vrijeme potrebno za nadogradnju sustava brojnim specifičnim pravilima za sudjelovanje u aukciji i/ili donošenje odluka o ishodu aukcije.

Sustav *WebBidder* korišten je prilikom provođenja ukupno 12 aukcija za dodjelu dozvola za korištenje RF spektra u Hong Kongu³⁶³⁷, Indiji³⁸³⁹, Nizozemskoj⁴⁰, Norveškoj⁴¹⁴², Švedskoj⁴³, Španjolskoj⁴⁴ i Ujedinjenom Kraljevstvu⁴⁵.

8.4. Ostali sustavi

8.4.1. Auction Management System

Kompanija *Charles River Associates* (CRA⁴⁶) razvila je sustav *Auction Management System* (AMS⁴⁷) koji voditelju aukcije omogućava vođenje raznih formata aukcija uključujući simultane aukcije, aukcije s više rundi i aukcija u kojima se prodaje više istih ili različitih proizvoda. web-zasnovani sustav AMS koristi se za konfiguriranje aukcije podešavanjem različitih parametara same aukcije te omogućava upravljanje aukcijom kao i nadziranje aukcije kako bi se provjerilo odvija li se sve u skladu s definiranim pravilima aukcije. Korisničko sučelje omogućava natjecateljima predaju ponuda koje, kao mjeru predostrožnosti, obavezno moraju potvrditi te pregledavanje rezultata aukcije.

³⁶ http://www.ofta.gov.hk/en/press_rel/2009/Jan_2009_r1.html

³⁷ http://www.ofta.gov.hk/en/press_rel/2009/Jun_2009_r1.html

³⁸

http://www.dot.gov.in/as/Auction%20of%20Spectrum%20for3G%20&%20BWA/Auction%20results/3G_Auction_-_Final_Results.pdf

³⁹

http://www.dot.gov.in/as/Auction%20of%20Spectrum%20for3G%20&%20BWA/BWA%20Auction%20Results/BWA_Auction_-_Final_Results.pdf

⁴⁰ <http://www.agentschaptelecom.nl/actueel/nieuws/2010/Vergunningen-26-GHz-frequenties-verleend>.

⁴¹

http://www.npt.no/portal/page/portal/PG_NPT_NO_EN/PAG_NPT_EN_HOME/PAG_RESOURCE_TEXT?p_d_i=-121&p_d_c=&p_d_v=44552

⁴²

http://www.npt.no/portal/page/portal/PG_NPT_NO_EN/PAG_NPT_EN_HOME/PAG_RESOURCE_TEXT?p_d_i=-121&p_d_c=&p_d_v=50655

⁴³ <http://www.pts.se/en-gb/Industry/Radio/Autcttions/Licences%20in%202500-2690%20MHz/>

⁴⁴ http://www.mityc.es/telecomunicaciones/en-US/Novedades/Paginas/Resultado_primera_jornada_subasta_espectro.aspx

⁴⁵ <http://media.ofcom.org.uk/2011/03/22/ofcom-prepares-for-4g-mobile-auction/>

⁴⁶ <http://www.crai.com/>

⁴⁷ <http://www.crai.com/Publications/listingdetails.aspx?id=11592&pubtype=>

Osim sustava AMS, kompanija CRA razvila je alat *Bid Tracking Tool* (BTT) kojeg natjecatelji koriste za vrijeme aukcije, a služi za stvarno-vremensko prikupljanje, analizu i interpretaciju podataka kako o samoj aukciji tako i o trenutnim rezultatima aukcije. Alat BTT olakšava analizu akcija i namjera drugih natjecatelja na temelju dostupnih podataka o njihovom ponašanju u aukciji.

Sustav AMS koristio je kanadski regulator *Industry Canada*⁴⁸ za provedbu aukcija u kojima su se dodjeljivale dozvole za korištenje RF spektra u području 2 GHz⁴⁹, 24 GHz i 38 GHz⁵⁰.

8.4.2. Power Auctions

Kompanija *Power Auctions LLC*⁵¹ razvila je web-zasnovani sustav *Power Auctions*^{TM52} koji je namijenjen za provođenje aukcija s visokim ulozima. Sustav se koristi od 2001. godine, a trenutno je aktivna treća verzija sustava. Sustavu se može pristupiti pomoću većine najčešće web-preglednika s računala na kojima se nalaze najčešće korišteni operacijski sustavi te nije potrebna instalacija dodatne programske podrške. Sustav podržava stroga pravila povjerljivosti podataka pa tako samo određeni entiteti u aukciji (npr. voditelj aukcije) imaju dozvole za pristup podacima o ponudama koje su predali natjecatelji. Sustav za upravljanje aukcijom (engl. *Auction Manager*) osigurava povjerljivost podataka za vrijeme praćenja aukcije i omogućava donošenja odluka voditelju aukcije te osigurava provođenje aukcije u skladu s definiranim pravilima.

Sustav *Power Auctions*TM podržava različite formate aukcija uključujući varijacije formata taktne aukcije s rastućim cijenama, taktne aukcije s padajućim cijenama, formata aukcije SMRA, višejedinične aukcije sa zapečaćenim ponudama (engl. *seal-bid multi-unit auction*) te taktne aukcije s paketskim ponudama.

Prilikom početne faze projekta, kompanija *Power Auctions LLC* surađuje s povezanim društvom *Market Design Inc.*⁵³ kako bi se stvorilo format aukcije ili prilagodio postojeći format tako da odgovara potrebama naručitelja. Prije održavanja same aukcije kompanija najčešće organizira pripremne tečajeve za sve sudionike aukcije u kojima se objašnjavaju pravila sudjelovanja u aukciji te kako se koristi sustav *Power Auctions*TM.

⁴⁸ <http://www.ic.gc.ca/>

⁴⁹ http://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/eng/h_sf08891.html

⁵⁰ http://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/eng/h_sf01797.html

⁵¹ <http://www.powerauctions.com/company>

⁵² <http://www.powerauctions.com/software>

⁵³ <http://www.market-design.com/>

Kompanija *Power Auctions LLC* i njihovo povezano društvo *Market Design Inc.* dizajnirali i implementirali su prvu aukciju⁵⁴ za dodjelu dozvola za korištenje RF spektra za regulatora TTAT⁵⁵ (*Telecommunications Authority Trinidad & Tobago*). Kompanija *Power Auctions LLC* također je dizajnirala aukciju za regulatora IDA⁵⁶ (*Infocomm Development Authority of Singapore*) te joj je kanadski regulator *Industry Canada* dodijelio posao dizajniranja i implementacije aukcije za frekvencijske pojaseve na 700 MHz i 2.5 GHz.

8.4.3. KB Spectrum

Kompanija *KB Enterprises LLC*⁵⁷ pruža usluge dizajniranja i implementiranja aukcija, komercijalna rješenja za provođenje aukcija te analizu ponuda predanih u održanim aukcijama. Kompanija je specijalizirana za proizvodnju programske potpore koja regulatorima omogućava provođenje aukcija za dodjelu dozvola za korištenje RF spektra pri čemu je moguće odabrati između različitih formata aukcija koje sustav podržava.

Krajem 2009. godine kompanija *KB Enterprises LLC* sklopila je partnerstvo⁵⁸ s kompanijom *LS telecom AG*⁵⁹ kako bi zajedno na tržištu regulatorima i mrežnim operatorima ponudili cjelovito rješenje za dodjelu RF spektra te upravljanje dodijeljenim/raspoloživim spektrom.

⁵⁴ <http://www.tatt.org.tt/SpectrumManagement/FirstSpectrumAuction2005.aspx>

⁵⁵ <http://www.tatt.org.tt/>

⁵⁶ <http://www.ida.gov.sg/Policies%20and%20Regulation/20060508140154.aspx>

⁵⁷ <http://kbspectrum.com/>

⁵⁸ http://www.lstelcom.com/en/data/files/Company/LS_telcom_Press_Release_LS-KB__en_.pdf

⁵⁹ <http://www.lstelcom.com/>

9. Radionica i objava radova

U okviru konferencije SoftCOM 2011 (19. Međunarodna konferencija o softveru, telekomunikacijama i računalnim mrežama, koja će se od 15. do 17. rujna održavati na otoku Hvaru) priprema se radionica *Workshop on Regulatory Challenges, The Electronic Communications Regulatory Challenges - Experiences from the Looking to the Future Project* na kojoj će biti prezentirani dosadašnji rezultati na projektu. Pripremljeno je i poslano na recenziju 7 radova:

- **Broadband Ecosystem for Rural Areas in the Republic of Croatia,**
Antun Caric (Croatian Agency for Post and Electronic Communications, Croatia);
Danijel Mileta (Ministry of the Sea, Transport and Infrastructure, Croatia); Josip Sajnovic (Croatian Post and Electronic Communications Agency, Croatia)
- **Next Generation Network and Regulatory Challenges**
Ignac Lovrek (University of Zagreb, Croatia); Drazen Lucic, Gasper Gacina (Croatian Post and Electronic Communications Agency, Croatia)
- **The Electronic Communications Regulatory Challenges - Experiences from the Looking to the Future Project Croatian approach to Digital Dividend,**
Ivancica Sakal, Zeljko Tabakovic (Croatian Post and Electronic Communications Agency, Croatia); Sonja Grgic, Dijana Tralic (University of Zagreb, Croatia)
- **Overview of Looking to the Future Project**
Mario Weber (Croatian Post and Electronic Communications Agency, Croatia);
Gordan Jezic (University of Zagreb, Croatia); Miljenko Krvissek (Croatian Post and Electronic Communications Agency, Croatia)
- **Findings of the Public Consultation on Network Neutrality in Croatia: Report and Analysis**
Zdravko Jukic, Mario Weber (Croatian Post and Electronic Communications Agency, Croatia); Maja Matijasevic (University of Zagreb, Croatia)
- **Next Generation Access and Investment issues**
Ivana Drazic Lutilsky (University of Zagreb, Croatia); Domagoj Jurjevic (HAKOM, Croatia); Marina Ivic (University of Zagreb, Croatia)
- **Towards Assessment of IPv6 Readiness, Deployment and Transition Plans in Croatia**
Velimir Svedek (Croatian Post and Electronic Communications Agency, Croatia);
Ognjen Dobrijevic, Maja Matijasevic (University of Zagreb, Croatia); Ivana Golub, Tomislav Stivojevic (CARNet, Croatia)

U okviru konferencije ConTEL 2011 (The 11th International Conference on Telecommunications, ConTEL 2011, koja se održala u Grazu, Austriji, 15–17 lipnja, 2011.) održana su dva rada vezana uz rezultate na projektu:

- **Technical aspects of network neutrality**
Zdravko Jukic (Fakultet Elektrotehnike i Računarstva, Croatia); Mario Weber (Croatian Post and Electronic Communications Agency, Croatia); Velimir Švedek (Croatian Post and Electronic Communications Agency, Croatia); Marin Vukovic (University of Zagreb, Croatia); Damjan Katusic (University of Zagreb, Faculty of Electrical Engineering and Computing, Croatia); Gordan Jezic (University of Zagreb, Croatia)

- **Techno-Economic Analyses Of Wireline And Wireless Broadband Access Networks Deployment In Croatian Rural Areas**
Visnja Krizanovic (J.J. Strossmayer University of Osijek, Croatia); Drago Zagar (J.J. Strossmayer University of Osijek, Croatia); Kresimir Grgic (J. J. Strossmayer University of Osijek, Croatia)