

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 2012

*Sustav za provođenje javne dražbe prilikom dodjele
dozvola za uporabu radiofrekvencijskog spektra,
računarstvo u oblaku, M2M, širokopojasni pristup te
ekonomski učinci regulatorne politike NGN-a*



Zagreb, 2012.

Sadržaj

1. Višeagentski sustav za provođenje javne dražbe prilikom dodjele dozvola za uporabu radiofrekvencijskog spektra	4
1.1. Programski agenti u elektroničkom poslovanju	4
1.2. Višeagentski sustav	6
1.3. Formati simultanih aukcija s više rundi za dodjelu dozvola za uporabu RF spektra	8
1.3.1. Format aukcije SMRA	8
1.3.2. Format aukcije SMRA+S	10
1.3.3. Aktivnost operatora tijekom aukcije.....	11
1.4. Implementacija višeagentskog sustava za provedbu aukcija formata SMRA i SMRA+S	12
1.4.1. Komunikacija agenata	13
1.4.2. Agent regulatora	16
1.4.3. Agent operatora	19
1.5. Formati kombinatornih aukcija za dodjelu dozvola za uporabu RF spektra ...	21
1.5.1. Osnovni format aukcije CCA	21
1.5.2. Prijedlog izvedbe formata aukcije CCA regulatora ACMA.....	23
1.5.3. Prijedlog izvedbe formata aukcije CCA regulatora Ofcom.....	27
1.5.4. Prednosti i nedostaci formata aukcije CCA	28
1.5.5. Ostali formati kombinatorijskih aukcija	28
1.5.6. Implementirane modifikacije formata aukcije CCA	29
1.5.6.1. Modifikacija osnovnog formata aukcije CCA	29
1.5.6.2. Modifikacija formata aukcije CCA uvođenjem nizozemske faze.....	33
1.5.7. Implementacija višeagentskog sustava za provedbu kombinatornih formata aukcija	37
1.5.7.1. Komunikacija agenata	38
1.5.7.2. Agent regulatora	42
1.5.7.3. Agent operatora.....	45
1.6. Eksperimentalna usporedba različitih formata aukcija	48
1.6.1. Postavke eksperimenata	48
1.6.2. Rezultati eksperimenata iz perspektive regulatora	50
1.6.3. Rezultati eksperimenata iz perspektive operatora	57

1.7. Instalacija i pokretanje programske podrške za provedbu formata aukcija SMRA i SMRA+S	65
1.7.1. Upute za korištenje agenta regulatora	67
1.7.2. Upute za korištenje agenta operatora	69
1.8. Instalacija i pokretanje programske podrške za provedbu kombinatornih formata aukcija	73
1.8.1. Upute za korištenje agenta regulatora	74
1.8.2. Upute za korištenje agenta operatora	76
1.9. Reference	79
2. Regulatorni aspekti računarstva u oblaku.....	83
2.1. Uvod	83
2.2. Arhitekturni i uslužni modeli računarstva u oblaku.....	85
3. Širokopolasni pristup u ruralnim područjima	99
4. Razvoj M2M tržišta	113
5. Ekonomski učinci regulatorne politike NGN-a	125
6. Razvoj širokopolasnog pristupa	140
7. Određivanje početne cijene za digitalnu dividendu	159
8. VAS.....	161

1. Višeagentski sustav za provođenje javne dražbe prilikom dodjele dozvola za uporabu radiofrekvencijskog spektra

Radiofrekvencijski (RF) spektar je ograničeni prirodni resurs za kojeg se dozvole za korištenje zainteresiranim stranama mogu dodijeliti raznim mehanizmima, a zadnjih godina najčešće se koriste aukcije zbog njihovih ekonomskih (tržišnih) načela za određivanje cijena dozvola za korištenje RF spektra, poticanja tržišnog natjecanja i transparentnost [1]. Prema definiciji, aukcija je tržišna institucija koja djeluje u skladu s unaprijed definiranim skupom pravila pomoću kojih se računa najpoželjniji ekonomski ishod društvenih interakcija [2]. Zahvaljujući tom dobro definiranom skupu pravila, aukcije su prikladan mehanizam za raspodjelu elektromagnetskog spektra [3]. Sudionici aukcije su trgovci (engl. *traders*) koji mogu imati ulogu kupca (engl. *buyer*) kad šalju ponude za kupnju (engl. *bid*) nekog resursa ili prodavača (engl. *seller*) kad šalju ponude za prodaju (engl. *ask*) tog istog resursa. Na temelju primljenih ponuda voditelj aukcije (engl. *auctioneer*) određuje raspodjelu resursa (proizvodi, usluge, novac).

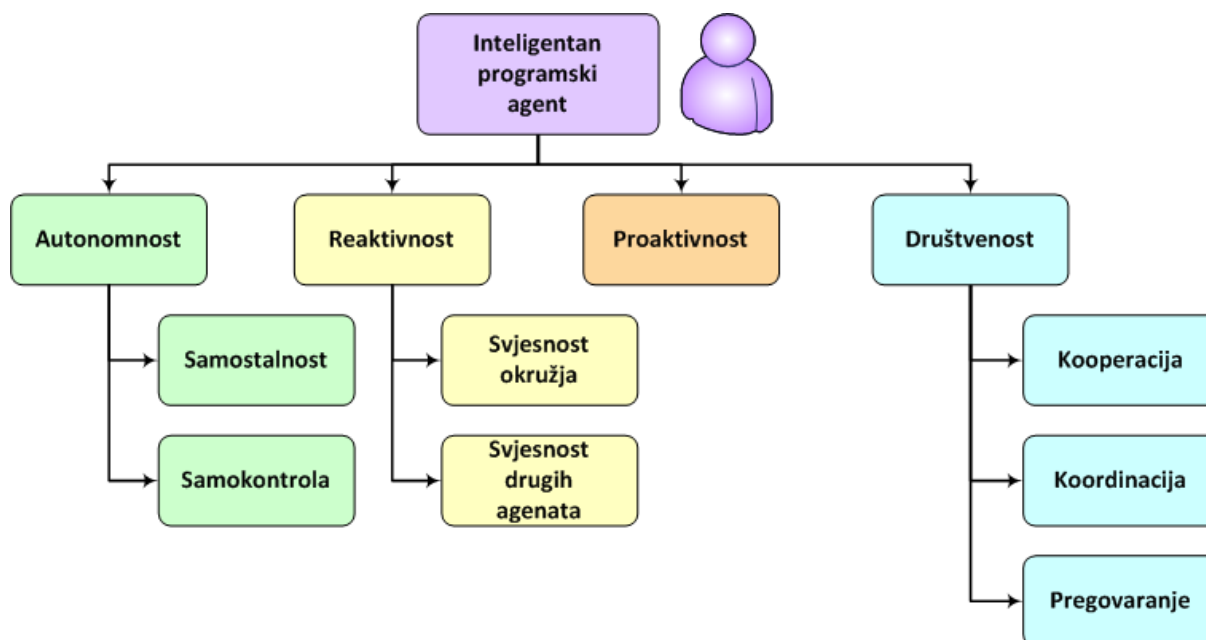
U postupku dodjele dozvola za korištenje RF spektra pomoću aukcijskih mehanizama sudionici aukcije su operatori (tj. davatelji usluga) koji nastupaju u ulozi kupca, regulator koji zastupa državu ima ulogu prodavača, dok ulogu voditelja aukcije ima sam regulator ili poslovni entitet kojeg je regulator unajmio za izradu programske podrške i provođenje same aukcije. Resurs koji je predmet trgovanja u aukciji su dozvole za korištenje RF spektra pri čemu je RF spektar podijeljen u blokove. Sustav opisan u ovom radu pridržava se podjele RF spektra prema preporukama odbora za elektroničke komunikacije (engl. *Electronic Communications Committee*¹) [4][5].

Aukcije se primjenjuju prilikom dodjele dozvola za dodjelu radiofrekvencijskog spektra zadnjih 15-ak godina [6][7][8], a dominirala je upotreba formata simultane aukcije s više rundi (engl. *Simultaneous Multiple Round Auction*, SMRA) i formata simultane aukcije s više rundi sa zamjenom vodeće ponude (engl. *Simultaneous Multiple Round Auction with Switching*, SMRA+S) [9][10][11][12]. U ovom izvještaju opisan je višeagentski sustav u kojemu jedan inteligentni programski agent predstavlja regulatora i omogućuje mu provođenje aukcije za dodjelu dozvola za korištenje RF spektra dok više inteligentnih programskih agenata operatorima omogućuju sudjelovanje u tim istim aukcijama, a podržani formati aukcija su SMRA i SMRA+S.

1.1. Programski agenti u elektroničkom poslovanju

Programski agent je računalni program koji predstavlja svog vlasnika, a sposoban je autonomno djelovati u okruženju u koje je smješten kako bi postigao zadani cilj [13]. Autonoman agent kontrolira svoje ponašanje i interna stanja te je sposoban samostalno djelovati bez ljudske intervencije ili bez intervencije drugih programskih sustava [14].

¹ <http://www.cept.org/ecc>



Sl. 1. Model inteligentnog programskog agenta [26]

Poslovna domena, s posebnim naglaskom na elektroničko poslovanje (e-poslovanje, engl. *electronic business*, *e-business*) među poduzećima (engl. *Business-to-Business*, B2B) i e-poslovanje države s poduzećima gdje država može imati ulogu kupca (javna nabava, (engl. *Business-to-Government*, B2G)), ili prodavača (engl. *Government-to-Business*, G2B), privlači dosta zanimanja za primjenu agentskih tehnologija, a prema predviđanjima taj trend će se nastaviti [15][16]. Tako se inteligentni programski agenti koriste kao predstavnici prodavača i kupaca na elektroničkim tržištima (e-tržištima, engl. *electronic marketplace*, *e-market*) [17][18][19][20][21], jer mogu samostalno donositi odluke i rješavati razne probleme koji inače zahtijevaju ljudsku inteligenciju poput klasifikacije prikupljenih podataka, dijagnostike problema, planiranja i pregovaranja. Za razliku od ljudi, agenti mogu obraditi velike količine podataka u kratkom vremenskom razdoblju pa stoga mogu imati značajnu ulogu u e-poslovanju jer se formiranjem globalnog e-tržišta eksponencijalno povećava količina informacija koje sudionici tog tržišta trebaju obraditi kako bi sa što većom sigurnosti donijeli potrebne odluke [22].

Programski agenti se često koriste kako bi se automatizirale vremenski zahtjevnije faze u e-poslovanju. Prednosti koje donosi upotreba agenata u e-poslovanju su [23]: smanjenje transakcijskih troškova, kraće vrijeme provođenja pojedine transakcije, pronalazak povoljnijih ponuda te efektivnije sklapanje ugovora. Kako bi se upotrebom programskih agenata u e-poslovanju smanjili transakcijski troškovi procedure vezane uz provođenje određene transakcije trebaju biti automatizirane [24]. Ponekad je u e-poslovanju što kraće vrijeme provođenja cjelokupne transakcije od velike važnosti i tu do izražaja dolazi sposobnost agenata da razvrstaju i obrade veće količine važnih informacija u znatno kraćem vremenskom razdoblju nego što bi to obavili ljudi [25]. Ako pojedina transakcija uključuje pregovaranje, potragu za informacijama i slične aktivnosti, javlja se potreba za korištenjem inteligentnih programskih agenata.

Opći model inteligentnog programskog agenta [26] prikazan je na **Error! Reference source not found.** Inteligentan programski agent sposoban je donositi odluke bez traženja usmjeravajućih povratnih informacija od svog vlasnika. Uz prethodno definiranu autonomnost, glavna obilježja inteligentnog programskog agenta su: reaktivnost, proaktivnost i društvenost [14]. Reaktivan agent percipira događaje u svom okružju i akcije drugih agenata pa u skladu sa svojim zadanim ciljevima u zadovoljavajućem vremenskom razdoblju prikladno reagira u novonastaloj situaciji [27]. Proaktivan agent sposoban je preuzeti inicijativu kako bi ostvario zadane ciljeve [28]. Društveni agent sposoban je za interakciju s drugim agentima pri čemu vrsta interakcije varira od obične komunikacije u kojoj se razmjenjuju jednostavne informacije pa sve do detaljno razrađenih oblika društvene interakcije kao što su [29]:

- koordinacija – usklađivanje akcija više agenata kako bi se osigurala njihova koherentnost;
- kooperacija – agenti međusobno surađuju kako bi postigli zajednički cilj; i
- pregovaranje – agenti postižu međusobno prihvatljiv dogovor po nekom pitanju.

Provođenje javne dražbe prilikom dodjele dozvola za uporabu radiofrekvencijskog spektra je automatizirano, sastavni dio provedbe same aukcije je pregovaranje, a donošenje odluka u pojedinim rundama može obuhvaćati obradu većih količina podataka. Stoga se u nastavku predlaže uvođenje inteligentnih programskih agenata kao predstavnika sudionika elektroničkog tržišta radiofrekvencijskim spektrom.

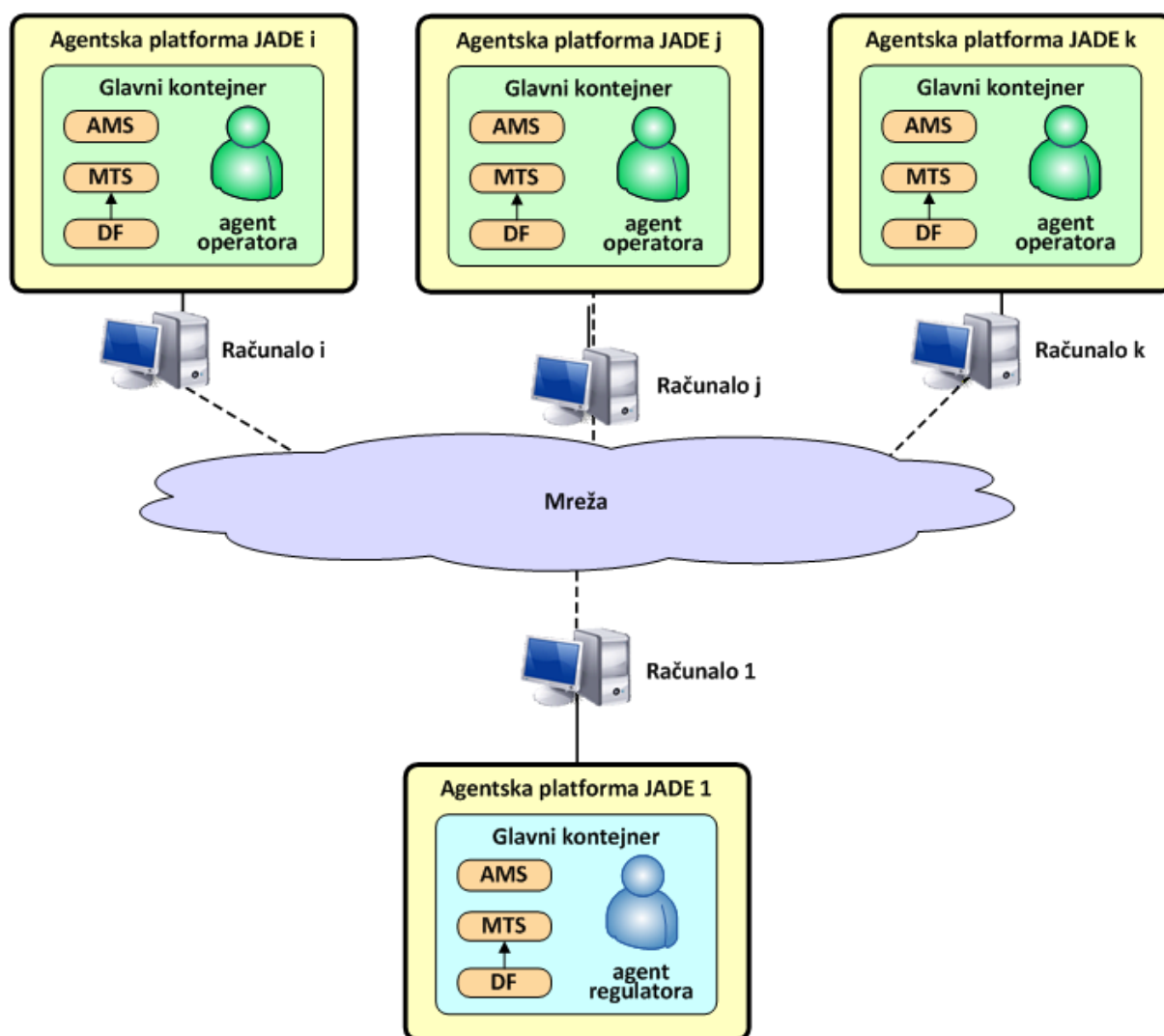
1.2. Višeagentski sustav

Zahvaljujući svojstvu autonomnosti te sposobnosti komuniciranja i suradnje s drugim agentima, agenti i višeagentski sustavi (engl. *Multi-Agent System*, MAS) predstavljaju paradigmu prikladnu za razvoj programske podrške [30][31][32] pogotovo kad se ona primjenjuje u heterogenom i distribuiranom okružju koje karakteriziraju dinamični procesi [33][34].

Konceptualno se višeagentski sustav može promatrati kao skup agenata pri čemu se prava vrijednost višeagentskog sustava očituje u načinu na koji su agenti međusobno organizirani, kako međusobno komuniciraju te kako surađuju s okružjem u koje su smješteni. Povezanost agenata je značajna jer agenti moraju međusobno komunicirati kako bi surađivali, pregovarali, ispunili zadatke i postigli zajednički cilj [35].

Na **Error! Reference source not found.** prikazana je arhitektura višeagentskog sustava koji redstavlja sudionike e-tržišta na kojemu se dodjeljuju dozvole za korištenje RF spektra, a e-tržište je implementirano agentskoj platformi JADE (*Java Agent DEvelopment Framework²*). Agentska platforma JADE zasniva se na programskom jeziku Java, a odgovara specifikacijama standardizacijske organizacije FIPA (*Foundation for Intelligent Physical*

² <http://jade.tilab.com/>



Sl. 2. Arhitektura višeagentskog sustava za dodjelu dozvola za korištenje RF spektra

*Agents*³) koja promiče korištenje agentskih tehnologija te njihovu interoperabilnost s drugim tehnologijama.

Agentsku platformu sačinjava skup kontejnera – pokrenutih instanci izvedbene okoline JADE. Prvi pokrenuti kontejner koji uvijek mora biti aktivan naziva se Glavnim kontejnerom. Sve ostale pokrenute instance nazivaju se kontejnerima i one se pri pokretanju registriraju kod Glavnog kontejnera. Ako se u mreži pokrene još jedan Glavni kontejner on tada s kontejnerima registriranim na njega čini drugu agentsku platformu. U Glavnom kontejneru se pri pokretanju stvaraju: sustav za upravljanje agentima (engl. *Agent Management System*, AMS), imenik usluga (engl. *Directory Facilitator*, DF), registar za poziv udaljenih procedura (engl. *Remote Method Invocation registry*) i sustav za prijenos poruka (engl. *Message Transport System*, MTS) koji se još naziva agentski komunikacijski kanal (engl. *Agent Communication Channel*, ACC). Sustav AMS nadzire korištenje i pristup agentskoj platformi te dodjeljuje identifikatore stvorenim agentima, imenik DF sadrži popis agenata i usluga koje

³ <http://www.fipa.org/>

pružaju, tzv. žute stranice (engl. *yellow pages*) dok sustav MTS kontrolira razmjenu poruka unutar platforme kao i razmjenu poruka s drugim agentskim platformama. Agenti komuniciraju izmjenom ACL-poruka (engl. *Agent Communication Language, ACL*⁴).

1.3. Formati simultanih aukcija s više rundi za dodjelu dozvola za uporabu RF spektra

U nastavku će biti opisana pravila provođenja formata aukcija SMRA i SMRA+S koji su implementirani u višeagentski sustav.

1.3.1. Format aukcije SMRA

Kod formata aukcije SMRA pretpostavlja se kako su istovremeno raspoložive dozvole za korištenje svih blokova frekvencija te kako se najviša cijena koju je operator ponudio za određenu dozvolu za korištenje bloka RF spektra ne može prenijeti na dozvolu za neki drugi blok. Format aukcije SMRA uveo je regulator *Federal Communications Commission (FCC)*⁵ 1994. godine [36].

U formatu aukcije SMRA, istovremeno se predaju ponude za dozvole za korištenje svih blokova RF spektra, ali svaka dozvola ima svoju cijenu u svakoj rundi aukcije i ta cijena ne ovisi o cijenama dozvola za preostale blokove. U prvoj rundi, cijena dozvole za korištenje svakog bloka RF spektra postavljena je na početnu cijenu (najniža cijena za koju je regulator spreman dodijeliti dozvole za korištenje RF spektra) pri čemu se cijene dozvole za korištenje pojedinih blokova već u početku aukcije mogu razlikovati.

Svaki operator daje ponude za dozvole za korištenje onih blokova RF spektra koji ga zanimaju. Na kraju svake runde, regulator analizira pristigle ponude i određuje najviše ponuđene cijene za dozvole za korištenje svakog bloka RF spektra. Ako za dozvole za korištenje nekog bloka RF spektra nije pristigla niti jedna ponuda, dozvola za korištenje tog bloka se ne dodjeljuje. U slučaju kad za dozvole za korištenje nekog bloka RF spektra pristigne više ponuda s identičnim iznosima, vodeća ponuda u toj rundi se određuje po principu slučajnog odabira. Operator koji je predao najvišu (najbolju) ponudu za dozvole za korištenje nekog bloka RF spektra ne može promijeniti tu ponudu (tj. odustati od natjecanja za dozvolu za korištenje tog bloka i natjecati se za dozvolu za korištenje nekog drugog bloka RF spektra) sve dok drugi operator ne ponudi viši iznos za dozvolu za korištenje tog bloka. Operator čija ponuda za dozvolu za korištenje određenog bloka nije bila najviša na kraju prethodne runde, u sljedećoj rundi može ostaviti ponudu takvu kakva je, dati višu ponudu za dozvolu za korištenje tog istog bloka ili prebaciti ponudu na dozvolu za korištenje nekog drugog bloka.

Prednost formata aukcije SMRA je jednostavno davanje ponuda iz perspektive operatora te jednostavna pravila za određivanje vodećih ponuda iz perspektive regulatora. Nadalje, za razliku od cijena dozvola za korištenje pojedinih blokova RF spektra kod formata aukcije SMRA+S kod kojeg može doći i do smanjivanja cijena zbog mogućnosti prebacivanja

⁴ <http://www.fipa.org/specs/fipa00061/>

⁵ <http://www.fcc.gov/>

vodećih ponuda, cijene dozvola za korištenje pojedinih blokova RF spektra mogu samo rasti (ili ostati iste ako nema novih ponuda) kod formata aukcije SMRA. Upravo zato operatorima je smanjena mogućnost strateškog davanja ponuda. Nedostatak formata aukcije SMRA je rizik za operatora koji se javlja kad operator želi dobiti dozvole za korištenje više od jednog bloka RF spektra. Zbog nemogućnosti prebacivanja vodećih ponuda operator te ograničene svote novca koju operator ima na raspolaganju za nadmetanje, može se dogoditi slučaju u kojemu operator osvoji dozvole za korištenje blokova RF spektra koji nisu kontinuirani (tj. dozvole za korištenje fragmentiranih blokova). Dozvola za korištenje određenog bloka RF spektra dodjeljuje se operatoru koji je za nju ponudio najviši iznos na kraju aukcije. Aukcija završava nakon runde u kojoj nije predana niti jedna nova ponuda [36].

Error! Reference source not found. prikazuje primjer jedne aukcije formata SMRA u kojoj je jedan od operatora koji je sudjelovao u nadmetanju osvojio dozvole za korištenje fragmentiranih blokova RF spektra. Za svaku rundu navedene su trenutne *vodeće ponude* u toj rundi koje su izračunate na temelju ponuda predanih u prethodnoj rundi. Osim toga, navedene su i *nove ponude* predane u toj rundi kao i *stare ponude* predane u prethodnim rundama. Neka se u aukciji dodjeljivalo dozvole za korištenje 6 blokova RF spektra i neka su u aukciji sudjelovala 4 operatora.

Tablica 1. Primjer aukcije formata SMRA

		Blok 1	Blok 2	Blok 3	Blok 4	Blok 5	Blok 6
Runda 1	vodeće ponude						
	nove ponude	A=100 B=100	B=110 A=120	B=120	C=120	C=110	D=100
	stare ponude						
Runda 2	vodeće ponude	A=100	A=120	B=120	C=120	C=110	D=100
	nove ponude		B=130				
	stare ponude	B=100					
Runda 3	vodeće ponude	A=100	B=130	B=120	C=120	C=110	D=100
	nove ponude					A=120	
	stare ponude	B=100	A=120				
Runda 4	vodeće ponude	A=100	B=130	B=120	C=120	A=120	D=100
	nove ponude						
	stare ponude	B=100	A=120			C=110	

Na kraju prve runde operator A ima vodeće ponude za blokove 1 i 2, operator B za blok 3, operator C za blokove 4 i 5, a operator D za blok 6. Operator A i operator B predali su ponude s identičnim iznosima za blok 1 te je po principu slučajnog odabira ponuda operatora A odabrana kao vodeća ponuda za blok 1. Operatori koji su vodeći za neki blok u sljedećoj rundi ne moraju davati ponude kako bi ispunili uvjete o minimalnoj zahtijevanoj aktivnosti. Operator B, koji nema vodeće ponude za blokove 1 i 2 može predati ponude s većim iznosima za blok 1 i 2 ili može prebaciti ponude na neke druge blokove. Operator B ima ograničeni iznos novca na raspolaganju za kupnju dozvola za korištenje RF spektra stoga odlučuje odustati od nadmetanja za blok 1 te samo predati ponudu s većim iznosom za blok 2. Na kraju druge runde operator B postaje vodeći ponuđač za blok 2. Operator A odlučuje prebaciti ponudu s bloka 2 na blok 5 zbog povoljnije cijene dozvole za korištenje RF spektra. Međutim, zbog pravila formata aukcije SMRA operator A ne može vodeću ponudu za blok 1 prebaciti na dozvolu za blokove 4 ili 6. U četvrtoj rundi niti jedan operator nije predao niti jednu novu ponudu te aukcija završava i operator A mora kupiti dozvole za korištenje blokova 1 i 5 (tj. fragmentirane blokove RF spektra).

1.3.2. Format aukcije SMRA+S

Format aukcije SMRA+S je proširenje formata aukcije SMRA, a za razliku od formata aukcije SMRA operatorima koji sudjeluju u aukciji formata SMRA+S omogućeno je premještanje trenutno vodeće ponude za dozvolu za korištenje jednog frekvencijskog bloka na dozvolu za korištenje drugog frekvencijskog bloka. Iz perspektive operatora formata aukcije SMRA+S ima nekoliko prednosti: omogućuje veću fleksibilnost operatorima koji tijekom aukcije mogu premještati svoje vodeće ponude i tako detaljnije razrađivati svoje strategije te mogu pokušati smanjiti troškove prebacujući ponude sa skupljih na jeftinije dozvole za korištenje RF spektra. S druge strane, regulatoru koji želi maksimizirati svoju dobit više odgovara format aukcije SMRA od formata aukcije SMRA+S upravo zbog mogućnosti prebacivanja ponuda sa skupljih na jeftinije dozvole za korištenje RF spektra.

Aukcija završava istekom trajanja runde u kojoj nitko nije poslao novu ponudu (ili premjestio vodeću ponudu s jednog bloka na drugi) ili nakon što prođe predefinjirani broj rundi. Ova dva uvjeta međusobno se ne isključuju jer ako nije istekao predefinjiran broj rundi, aukcija završava ako nema novih ponuda u tekućoj rundi.

Tablica 2 prikazuje rezultate aukcije u kojoj su ponude predane u prve dvije runde identične aukciji prikazanoj u Tablica 1. Dok u prvoj aukciji Operator A nije mogao ponudu koju je dao za Blok 1 premjestiti na Blok 6, u drugoj aukciji to mu je omogućeno i zahvaljujući tome u četvrtoj rundi Operator A ima vodeće ponude za dva slijedna bloka. Nakon što je Operator A prebacio vodeću ponudu s Bloka 1 aktivira se ponuda Operatora B za taj blok koja je predana još u prvoj rundi. U četvrtoj rundi Operator B također ima vodeće ponude za dva slijedna bloka.

1.3.3. Aktivnost operatora tijekom aukcije

Kako bi se potencijalno skratilo vrijeme trajanja (tj. broj rundi) aukcije te operatore potaklo na što aktivnije sudjelovanje i ranije otkrivanje njihovih preferencija, uvedeni su koncepti pogodnosti za nadmetanje (engl. *eligibility*) i aktivnosti (engl. *activity*). Pogodnost za nadmetanje izražava se u jedinicama za nadmetanje (engl. *bidding units*) koje mogu, ali i ne moraju biti proporcionalne početnim cijenama dozvola za korištenje pojedinih blokova RF spektra. Svaka dozvola za korištenje RF spektra ima svoju vrijednost pogodnosti za nadmetanje koja se određuje prije početka aukcije, a izražava se u spomenutim jedinicama za nadmetanje. Pravo davanja ponuda, odnosno sudjelovanja u aukciji, može se implementirati na različite načine, a najčešće se ostvaruje dodjelom određenog broja jedinica za nadmetanje koje voditelj aukcije (tj. regulator) dodjeljuje svakom operatoru. Operatori često prije početka aukcije uplaćuju određeni predujam na temelju kojeg im se određuje njihova pogodnost za nadmetanje pri čemu visina predujma ovisi o njihovim ciljevima, tj. broju dozvola za korištenje RF spektra koje žele kupiti.

Aktivnost se računa kao zbroj jedinica za nadmetanje svih dozvola za korištenje RF spektra za koje je pojedini operator predao ponude u jednoj rundi. Obično se uvodi ograničenje na aktivnost takvo da aktivnost operatora u jednoj rundi ne može biti veća od njegove pogodnosti

Tablica 2. Primjer aukcije formata SMRA+S

		Blok 1	Blok 2	Blok 3	Blok 4	Blok 5	Blok 6
Runda 1	vodeće ponude						
	nove ponude	A=100 B=100	B=110 A=120	B=120	C=120	C=110	D=100
	stare ponude						
Runda 2	vodeće ponude	A=100	A=120	B=120	C=120	C=110	D=100
	nove ponude		B=130				
	stare ponude	B=100					
Runda 3	vodeće ponude	A=100	B=130	B=120	C=120	C=110	D=100
	nove ponude					A=120	A=110
	stare ponude	B=100	A=120				
Runda 4	vodeće ponude	B=100	B=130	B=120	C=120	A=120	A=110
	nove ponude						
	stare ponude		A=120			C=110	D=100

za nadmetanje. Kako bi se mogao nadmetati za dozvole za korištenje RF spektra (tj. predavati ponude) i kako bi za vrijeme trajanja aukcije zadržao to pravo nadmetanja, operator mora biti aktivan. Operator je aktivan ako:

- ima trenutno vodeću ponudu za dozvolu za korištenje nekog bloka RF spektra;
- preda novu ponudu za dozvolu za korištenje bloka RF spektra za koji se nadmetao i u prethodnoj rundi, ali njegova ponuda nije odabrana kao vodeća;
- premjesti ne-vodeću ponudu za dozvolu za korištenje bloka RF spektra za koji se nadmetao u prethodnoj rundi na dozvolu za korištenje nekog drugog bloka RF spektra.

Operator koji ne zadovolji uvjete vezane uz minimalnu zahtijevanu aktivnost, djelomično ili u potpunosti gubi pravo za predavanje novih ponuda. Ovisno o aktivnosti operatora, dodijeljeni iznos jedinica za nadmetanje se smanjuje, ostaje isti ili u iznimnim slučajevima povećava (ako je ranije bio smanjen). Kada operator nema više niti jednu jedinicu za nadmetanje, više ne može sudjelovati u aukciji, tj. predavati ponude.

Osim pogodnosti za nadmetanje i aktivnosti, u aukcijama se često koristi i koncept izuzeća (engl. *waiver*) kojim se operatoru omogućava nesudjelovanje u trenutnoj rundi (tj. operator ne mora predati niti jednu ponudu) ili predavanje ponude u kojoj je ukupna aktivnost operatora manja od zahtijevane aktivnosti. U slučaju kada operator koristi izuzeće u nekoj rundi, pogodnost za nadmetanje neće mu se smanjiti u sljedećoj rundi.

Cilj postavljenih pravila o aktivnost operatora je onemogućiti operatorima „skrivanje“ ponuda u početnim rundama aukcije [37]. Naime, moglo bi se dogoditi da u početnim rundama aukcije neki operator uopće ne preda niti jednu ponudu za dozvolu za korištenje blok(ova) RF spektra, već samo čeka završetak pojedine runde i povratnu informaciju o predanim ponudama ostalih operatora, a svoju ponudu daje tek u nekoj od sljedećih rundi skrivajući tako svoje preferencije prema dozvolama za korištenje određenih blokova RF spektra. Pravila o poštivanju minimalne zahtijevane aktivnosti onemogućuju takve „kalkulacije“ jer operator u svakoj rundi mora dati ponudu za određeni broj dozvola za korištenje RF spektra ako njegova prethodna ponuda nije vodeća za dozvolu za korištenje na nekom bloku. U protivnom, operator gubi pravo na daljnje sudjelovanje u aukciji. Bitno je napomenuti kako je prethodno opisani način samo jedna od mogućnosti. Sama implementacija pravila o poštivanju minimalne zahtijevane aktivnosti ovisi o pojedinom regulatoru, odnosno specifičnostima tržišta u svakoj državi.

1.4. Implementacija višeagentskog sustava za provedbu aukcija formata SMRA i SMRA+S

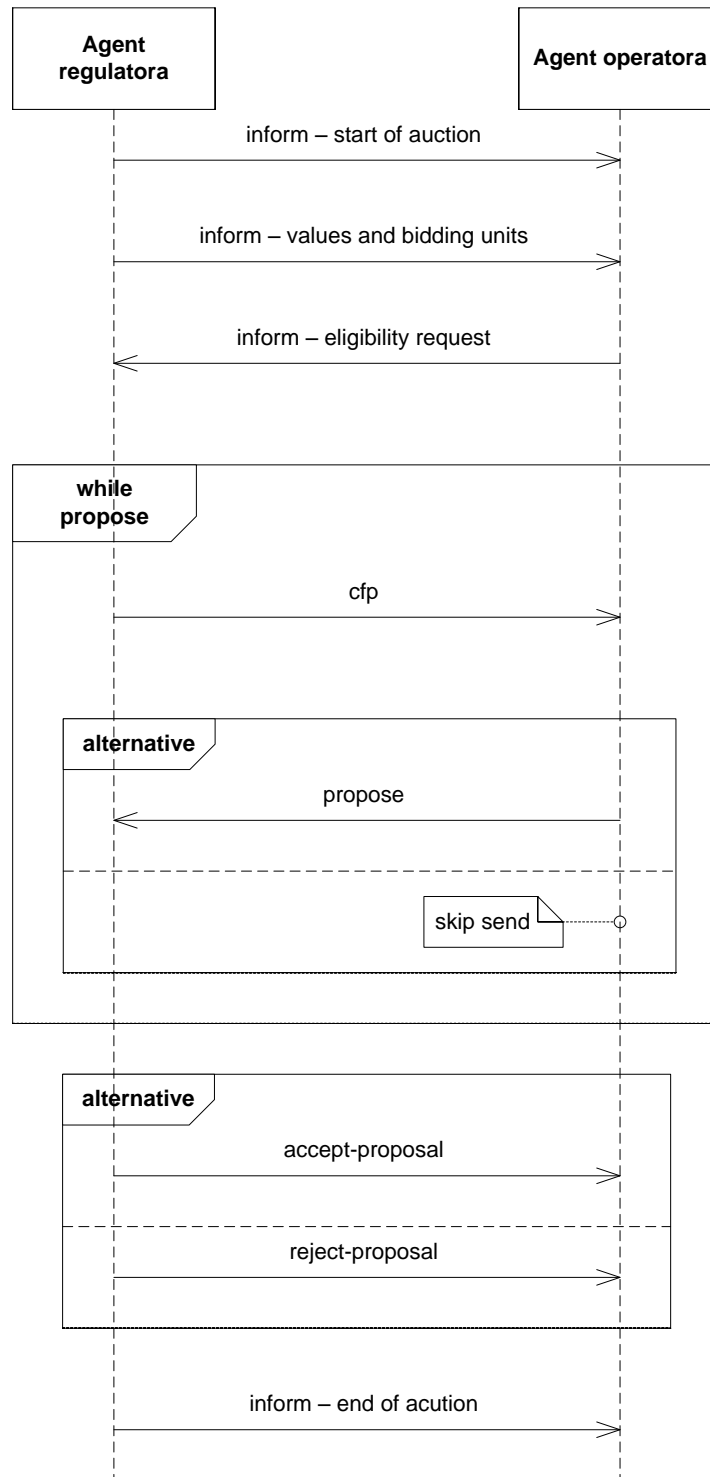
Arhitektura implementiranog višeagentskog sustava prikazana je na Sl. 2. Glavni entiteti sustava su agent regulatora i jedan ili više agenata operatora. U nastavku je opisana struktura samih agenata te komunikacijski protokol kojim navedeni agenti izmjenjuju poruke za vrijeme aukcije formata SMRA i SMRA+S.

1.4.1. Komunikacija agenata

Agenti sudionici aukcije komuniciraju izmjenom poruka ACL. Slijed komunikacije između agenta regulatora i agenata operatora prikazan na **Error! Reference source not found.** Agent regulatora inicijator je komunikacije. Kontaktiranjem direktorija DF agent regulatora dobiva informacije o postojećim agentima operatora koji su pokrenuti na agentskoj platformi i spremni za sudjelovanje u aukciji. Naime, nakon pokretanja svaki agent operatora registrira se u direktoriju DF za sudjelovanje u aukciji. Nakon što je agent regulatora od direktorija DF dobio informacije o agentima operatora, može početi aukcija čiji je tijek prikazan spomenutim dijagramom.

Agent regulatora agentima operatora šalje ACL-poruku performativa ACL.INFORM u kojoj ih obavještava o početku aukcije. Sljedeća ACL-poruka performativa ACL.INFORM prenosi informaciju o početnim vrijednostima svakog bloka te vrijednosti jedinica za nadmetanje (engl. *bidding units*) za svaki pojedini blok. Agent operatora u odgovoru performativa ACL.INFORM javlja koliki je predujam uplatio, odnosno kolika mu je dodijeljena pogodnost za nadmetanje (engl. *eligibility*).

U nastavku, agent regulatora svakom agentu operatora šalje personaliziranu ACL-poruku performativa ACL.CFP. Sadržaj ACL-poruke se sastoji od dijela koji je isti za sve agente i personaliziranog dijela. Prvi dio, isti za sve agente, nosi informaciju o trenutnim vrijednostima pojedinih blokova, jedinicama za nadmetanje i imenima agenata čije su ponude trenutno vodeće za svaki blok. Personalizirani dio ACL-poruke za svakog agenta operatora određuje kolika mu je minimalna zahtijevana aktivnost, trenutna pogodnost za nadmetanje i preostali broj preskoka. Agent operatora daje ponudu za sudjelovanje u pojedinoj rundi aukcije slanjem ACL-poruke performativa ACL.PROPOSE ili ne šalje ništa ako u trenutnoj rundi ne želi dati ponudu, tj. zadovoljan je trenutnim ishodom aukcije.



Sl. 3. Slijedni dijagram za sudjelovanje u aukcijama formata SMRA i SMRA+S

Izmjena ACL-poruka performativa ACL.CFP i ACL.PROPOSE se ponavlja u svakoj rundi aukcije, pri čemu slanje svake nove ACL-poruke performativa ACL.CFP predstavlja početak nove runde, sve dok agent regulatora u pojedinoj rundi primi ACL-poruku performativa ACL.PROPOSE od barem jednog agenta operatora. Ako agent regulatora ne primi niti jednu ACL-poruku performativa ACL.PROPOSE u određenoj rundi, istekom vremenske kontrole agent regulatora šalje agentima operatora ACL-poruke performativa ACL.ACCEPT-PROPOSAL ako je prihvaćena bar jedna njihova ponuda za pojedini blok ili ACL-poruke tipa

ACL.REJECT-PROPOSAL ako nije prihvaćena niti jedna njihova ponuda. Sadržaj svih navedenih poruka naveden je u Tablica 3.

Tablica 3. Sadržaj ACL-poruka

Performativ poruke	Sadržaj poruke / napomena/
ACL.INFORM – start of auction	START_OF_SMRA_ELIGIBILITY_AUCTION / format aukcije SMRA/ ili START_OF_SMRA_SWITCHING_AUCTION /format aukcije SMRA-S/
ACL.INFORM – values and eligibility	block_name0#value0:bidning_units0;block_name1#value1:bidning_uni ts1;...;block_name_n#value_n:bidning_units_n;koef /value je početna cijena pojedinog bloka, bidding_units iznos jedinica za nadmetanje, a koef koeficijent koji određuje odnos minimalne aktivnosti i pogodnosti za nadmetanje/
ACL.INFORM – eligibility request	eligibility_value /cjelobrojna vrijednost tražene pogodnosti za nadmetanje/
ACL.CFP	block_name0#best_bidder0:value0;block_name1#best_bidder1:value1; ...block_name_n#best_bidder_n:value_n; min_activity;eligibility;wa ivers /best_bidder je ime najboljeg ponuđača iz prethodne runde za navedeni blok (u prvoj rundi vrijednost je „-“), value je najviša ponuđena vrijednost za navedeni blok, min_activity iznos minimalne aktivnosti koju agent kupca mora poštovati, eligibility pogodnost za nadmetanje agenta kupca, a waivers preostali broj preskoka/
ACL.PROPOSE	activity;block_name_1#value1;block_name_2#value2; /proizvoljan broj blokova i njihovih iznosa – blokovi za koje kupac želi dati ponudu/ ili activity;SWITCH#block_name_1:block_name_2:value2; block_name_3:block_name_4:value4; /premještanje vodećih ponuda s blokova block_name_1 i block_name_3 na blokove block_name_2 i block_name_4; vrijednosti novih ponuda su value2 odnosno value4/ ili activity;SWITCH#block_name_1:block_name_2:value2; block_name_3:block_name_4:value4 block_name_5#value5;block_name_6#value6; /kombinacija prethodna dva sadržaja; premještanje vodećih ponuda s blokova block_name_1 i block_name_3 na blokove block_name_2 i block_name_4 te davanje novih ponuda na blokove block_name_5 i

	block_name_6/
ACL.ACCEPT- PROPOSAL	block_name_1#value1;block_name_2#value2; /block_name je naziv bloka, a value vrijednost prihvaćene ponude/
ACL.REJECT- PROPOSAL	PROPOSAL_REJECTED
ACL.INFORM – end of auction	END_OF_AUCTION

1.4.2. Agent regulatora

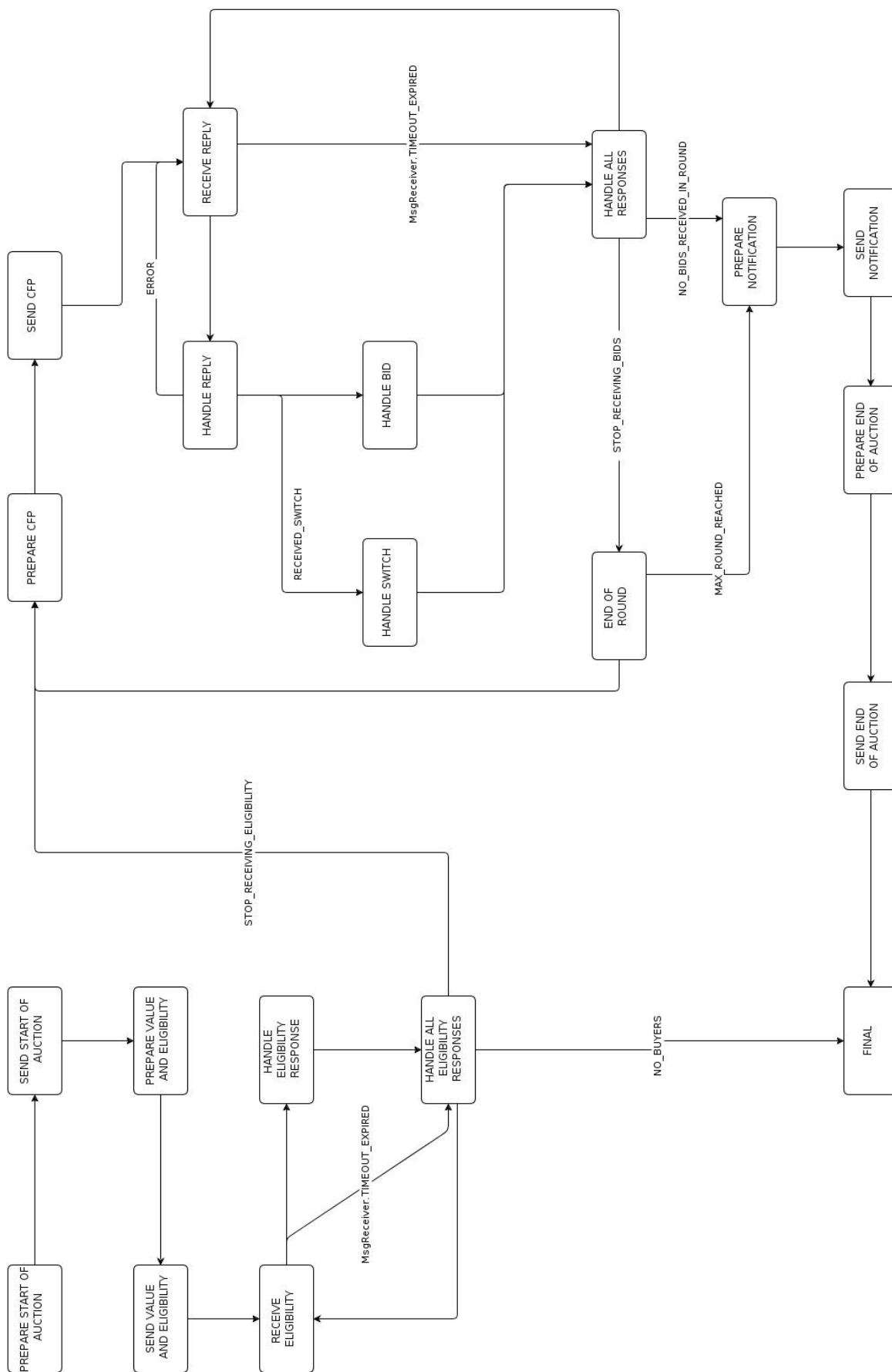
Automat stanja agenta regulatora prikazan na Sl. 4 sastoji se od dva glavna potprocesa: jedan za dogovaranje početnih uvjeta aukcije, a drugi za slanje i obradu poruka koje se razmjenjuju u aukciji. Početno stanje automata je stanje PREPARE START OF AUCTION, u kojem se priprema obavijest o početku aukcije. Nakon što agent regulatora pošalje obavijest agentima operatora o početku aukcije i početne parametre (broj blokova za koji se dodjeljuju dozvole za korištenje RF spektra na aukciji, njihove početne cijene i broj bodova podobnosti za nadmetanje, najveći broj rundi u aukciji, trajanje jedne runde, koeficijent podobnosti i broj preskoka), agent regulatora završava potproces informiranja agenata operatora. Nakon toga se agent regulatora nalazi se u stanju čekanja dok ne dobije odgovore od svih agenata operatora kojima je poslao informacije o raspoloživim blokovima, ili dok ne istekne vrijeme čekanja na odgovor. Nakon što se dogodilo jedno od to dvoje, u stanju HANDLE ALL ELIGIBILITY RESPONSES agent regulatora obrađuje primljene podatke o agentima operatora ili prelazi u završno stanje FINAL ako nije primljen ni jedan odgovor od agenata operatora.

Drugi potproces započinje prelaskom u stanje PREPARE CFP. U ovom stanju agent regulatora priprema trenutno važeće podatke o blokovima koji se šalju agentima operatora. Nakon što se svakom agentu operatora pošalju podaci o trenutnim cijenama dozvola za korištenje pojedinih blokova i vodećim operatorima za te blokove, automat prelazi u stanje RECEIVE REPLY gdje čeka odgovore od operatora, tj. njihove ponude. Čim primi poruku, prelazi u stanje HANDLE REPLY. Ako dođe do greške i primi se neočekivana poruka, to se proglašava pogreškom u stanju HANDLE REPLY i automat se vraća u stanje čekanja odgovora RECEIVE REPLY. Kada primi poruku odgovarajućeg performativa i formata, temeljem njenog sadržaja određuje prijelaz u iduće stanje. Ako je primljena poruka zahtjev za zamjenom ponude (switch) automat prelazi u stanje HANDLE SWITCH. Kada to nije slučaj i primljena je regularna ponuda, automat prelazi u stanje HANDLE BID. Još jedan od mogućih ishoda u stanju RECEIVE REPLY je da niti jedan agent operatora ne pošalje svoju ponudu. Ako se to dogodi, prijelazom TIMEOUT_EXPIRED automat prelazi u stanje HANDLE ALL RESPONSES iz kojeg odlazi u potproces finaliziranja aukcije.

Regularan način za dolazak u stanje HANDLE ALL RESPONSES je iz stanja HANDLE BID ili HANDLE SWITCH. Kada se automat nalazi u stanju HANDLE ALL RESPONSES u koje je došao iz jednog od ta dva stanja, čeka na ostale agente operatora da pošalju svoje ponude. Ako u međuvremenu istekne trajanje tekuće runde ili ako svi agenti operatora pošalju svoje

ponude, automat izvodi prijelaz `STOP_RECEIVING_BIDS` i prelazi u stanje `END OF ROUND`, gdje obrađuje sve pristigle ponude i validira ih. Regularni prijelaz iz tog stanja vodi opet u stanje `PREPARE CFP`. Ipak, prije izvođenja tog prijelaza provjerava je li dostignut najveći dozvoljeni broja rundi, i ako je, izvodi prijelaz `MAX_ROUNDS_REACHED` i prelazi u stanje `PREPARE NOTIFICATION`. U potonje stanje moguće je doći i iz stanja `HANDLE ALL RESPONSES` izvođenjem prijelaza `NO_BIDS_RECEIVED_IN_ROUND`. Potproces finaliziranja aukcije počinje u stanju `PREPARE NOTIFICATION` iz kojeg automat prelazi u stanje `SEND NOTIFICATION` i šalje poruku agentima operatora. Nakon slanja obavijesti, automat prelazi u stanje `PREPARE END OF AUCTION` i potom u stanje `SEND END OF AUCTION`, čime se obavještava ostale agente operatora da je aukcija završila, te prelazi u završno stanje `FINAL`.

Automat stanja agenta regulatora definiran je u paketu `hr.fer.tel.smra.initiator.behaviours`, u klasi `SMRAswitchingInitiator`. Ova klasa nasljeđuje klasu `SMRAsBaseInitiator` u kojoj se nalazi osnovna logika automata stanja i koja nasljeđuje klasu `FSMBehaviour`. Ovu klasu nasljeđuju klase `SMRAswitchingInitiator` i `SMRAeligibilityInitiator`. Klasa `SMRAsBaseInitiator` implementira osnovne metode potrebne za izvođenje formata aukcija `SMRA-S` i `SMRAe` (format `SMRA` s podrškom za aktivnost i podobnost za nadmetanje). Klase `SMRAswitchingInitiator` i `SMRAeligibilityInitiator` implementiraju metode koje su specifične za svaku od njih, odnosno one koje proširuju osnovne metode iz klase `SMRAsBaseInitiator` kako bi implementirali odgovarajući format. Agenti za svaki od dva formata aukcije (`SMRA` ili `SMRA-S`) implementirani su u klasama `SMRAeligibilityAuctionAgent` i `SMRAswitchingAuctionAgent` koje nasljeđuju klasu `Agent`. Grafičko sučelje implementirano je u klasi `SMR_GUI`.



Sl. 4. Automat stanja agenta regulatora

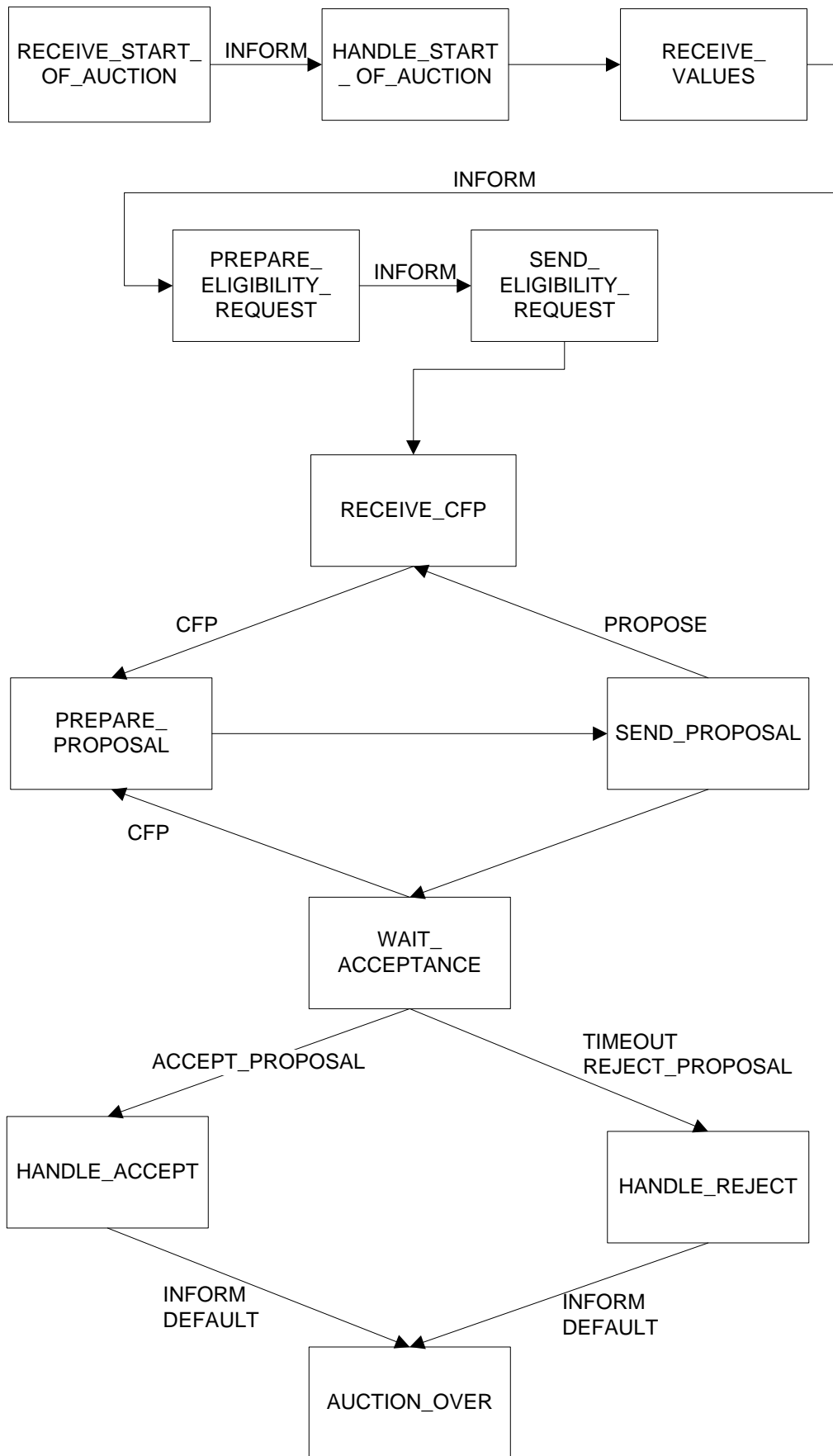
1.4.3. Agent operatora

Ponašanje agenta operatora izvedeno je pomoću automata stanja (engl. *Finite State Machine*) prikazanog na Sl. 5. Agent se nakon pokretanja nalazi u stanju `RECEIVE_START_OF_AUCTION` u kojemu očekuje primitak ACL-poruke performativa `ACL.INFORM`. Po primitku poruke prelazi u stanje `HANDLE_START_OF_AUCTION`. U navedenome stanju implementirana je metoda `handleReceiveStartOfAuction` u kojoj agent na temelju primljene ACL-poruke saznaje da je aukcija počela i dobiva informaciju o kojemu formatu aukcije (SMRA ili SMRA-S) se radi.

U stanju `RECEIVE_VALUES` agent operatora očekuje primitak ACL-poruke performativa `ACL.INFORM` koja sadrži informaciju o blokovima za koje se dodjeljuju dozvole za korištenje, početnoj vrijednosti svakoga bloka i vrijednosti jedinica za nadmetanje za svaki pojedini blok. Po primitku poruke prelazi u stanje `PREPARE_ELIGIBILITY_REQUEST` u kojemu je implementirana metoda `prepareEligibilityRequest` zadužena za prikaz dobivenih informacija korisniku i prijem korisnikovog odgovora (tj. pogodnosti za nadmetanje). Nakon što korisnik unese vrijednost željene pogodnosti za nadmetanje agent prelazi u stanje `SEND_ELIGIBILITY_REQUEST` koje priprema ACL-poruku performativa `ACL.INFORM` i u njoj šalje vrijednost tražene pogodnosti za nadmetanje.

Potom automat prelazi u stanje `RECEIVE_CFP` u kojemu agent operator čeka dolazak poziva za davanje ponude, odnosno ACL-poruku performativa `ACL.CFP`. Po primitku takve poruke agent prelazi u stanje `PREPARE_PROPOSAL` u kojemu je implementirana metoda `prepareProposal` u kojoj se definira obrada primljenog poziva za davanje ponude i način interakcije s korisnikom, odnosno prikaz svih dobivenih informacija u grafičkom sučelju i unos korisničke ponude. Također, u metodi se priprema poruka sa sadržajem ponude koja će se poslati prodavatelju u stanju `SEND_PROPOSAL`. Izmjenom njezinoga ponašanja može se promijeniti ponašanje agenta, primjerice može se dodati određena inteligencija, automatizacija slanja ponude (izbacivanje interakcije s korisnikom) i slično.

Nakon poslanih ponuda, agent u stanju `RECEIVE_CFP` čeka odgovor agenta regulatora (novu ACL-poruku performativa `ACL.CFP`) iz koje saznaje kako je počela nova runda aukcije. Međutim, u stanju `SEND_PROPOSAL` može se dogoditi da korisnik ne želi poslati niti jednu novu ponudu (u trenutnoj rundi) i u tome slučaju odlazi u stanje `WAIT_ACCEPTANCE`. Tu se izvođenje može granati u tri pravca, ovisno o primljenoj poruci. U slučaju primitka ACL-poruke performativa `ACL.CFP` agent ponovno odlazi u stanje `PREPARE_PROPOSAL`, odnosno riječ je o početku nove runde aukcije. U slučaju primitka ACL-poruke performativa `ACL.ACCEPT-PROPOSAL` odlazi u stanje `HANDLE_ACCEPT` gdje je implementirana metoda `handleProposalAccepted`. U navedeno stanje agent će prijeći ako je prihvaćena njegova ponuda za najmanje jedan blok. U slučaju da nije prihvaćena niti jedna ponuda, agent će primiti poruku performativa `ACL.REJECT-PROPOSAL`, odnosno prijeći će u stanje `HANDLE_REJECT` u kojemu je implementirana metoda `handleRejectProposal`. Nakon toga automat prelazi u stanje `AUCTION_OVER`, odnosno agent operatora završava s radom jer je aukcija završila.



Sl. 5. Automat stanja agenta operatora

1.5. Formati kombinatornih aukcija za dodjelu dozvola za uporabu RF spektra

Kombinatorijske aukcije predstavljene su u doktorskom radu⁶ Charlesa Jacksona 1976. godine [38]. Cilj kombinatorijskih aukcija je izbjegavanje rizika dobivanja dozvole za uporabu RF spektra za samo dio željenih frekvencijskih blokova. Kod kombinatorijskih aukcija operator predaje ponudu za sve blokove RF spektra za koje želi dobiti dozvolu za korištenje. Ponuda je nedjeljiva, odnosno operator može osvojiti ili sve željene dozvole ili niti jednu [37]. Općenito, kombinatorijske aukcije su prikladne kada su proizvodi/usluge koji se prodaju nadopuna⁷ (engl. *complements*) jedan drugome.

Postoje različiti formati kombinatorijskih aukcija, a jedan od njih je kombinatorijska taktna aukcija (engl. *Combinatorial Clock Auction*, CCA). Prilikom korištenja formata aukcije CCA za dodjelu dozvola za uporabu RF spektra blokovi se svrstavaju u različite kategorijama ovisno o dijelu RF spektra u kojemu se nalaze. Svi blokovi u jednoj kategoriji smatraju se jednakovrijednima, odnosno generičkima, a zainteresirani operatori u svojim ponudama odabiru broj blokova za koje žele osvojiti dozvole po određenoj cijeni u svakoj kategoriji. Izuzetak od navedenoga je format aukcije CCA opisan u poglavlju 1.5.1 kod kojega se blokovi ne dijele po kategorijama, već operatori izravno određuju blokove za koje žele osvojiti dozvole za korištenje.

1.5.1. Osnovni format aukcije CCA

Format aukcije CCA provodi se u dvije osnovne faze⁸:

1. taktna faza (engl. *clock phase*),
2. faza dodjele (engl. *final assignment phase*).

U taktnoj fazi regulator najprije određuje taktne cijene (engl. *clock price*) za dozvolu za korištenje svakog bloka RF spektra. Operator u ograničenom vremenu trajanja jedne runde (takta) mora poslati ponudu u kojoj definira blokove za koje želi osvojiti dozvole za korištenje po trenutnoj taktnoj cijeni. Time operator zapravo formira paket blokova za koji želi osvojiti dozvole za korištenje. Po završetku runde izračuna se ukupan broj zahtjeva za dozvolama za korištenje za svaki blok RF spektra⁹. Za dozvole za korištenje pojedinih blokova za koje je zainteresirano više operatora, odnosno za koje postoji povećana potražnja (engl. *excess demand*), podiže se taktna cijena i počinje nova runda aukcije. Ponude iz prethodnih rundi koje nisu povučene (engl. *withdrawn*) se pamte. Postupak se ponavlja sve dok se ponuda

⁶ Jackson, C. *Technology for Spectrum Markets*. Doktorski rad. Department of Electrical Engineering, School of Engineering, MIT, 1976.

⁷ Proizvodi su nadopuna jedan drugome onda kada skup proizvoda ima veću korisnost od zbroya korisnosti pojedinačnih proizvoda.

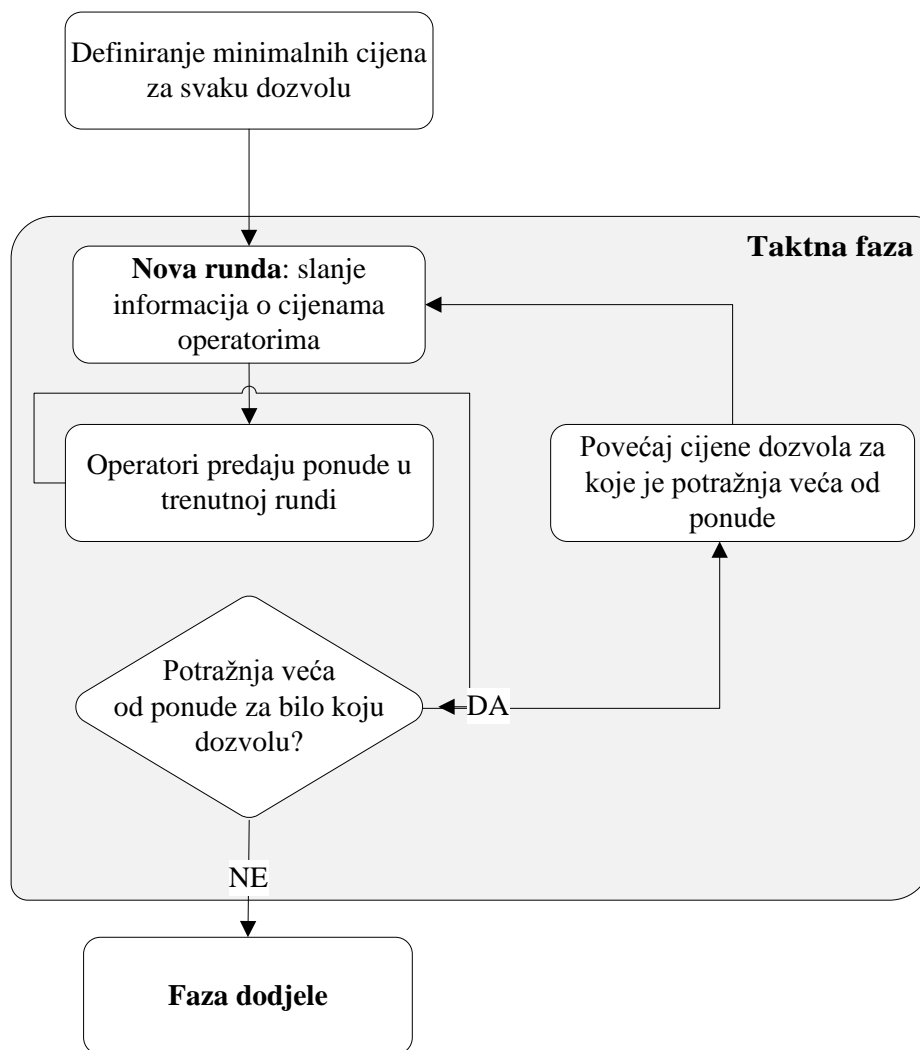
⁸ Ovisno o izvedbi i modifikaciji formata aukcije CCA, faze mogu imati različita imena i različiti broj podfaza.

⁹ Ako je formatom aukcije operatoru omogućena predaja više međusobno isključivih ponuda (formiranje više paketa) u jednoj rundi, algoritam ne smije zahtjeve za takve blokove brojiti više puta.

dozvola za uporabu RF spektra ne izjednači s potražnjom. U tome trenutku taktna faza završava i prelazi se u fazu dodjele. Dozvole za uporabu blokova RF spektra dodjeljuju se operatorima po trenutnoj taktnoj cijeni.

Međutim, može se dogoditi situacija kada pri određenoj taktnoj cijeni potražnja postane manja od ponude, odnosno postoje dozvole za koje nitko nije zainteresiran (engl. *excess supply, low demand*). U tome slučaju u fazi dodjele regulator odabire raspodjelu koja maksimizira njegov prihod te uzima u obzir nepovučene ponude iz svih prethodnih rundi. Pri tome mora voditi računa o tome da ne „ošteti“ operatore čije su ponude vodeće na dozvolama za uporabu blokova RF spektra za koje je ponuda jednaka potražnji. Ako konačna raspodjela ne ide u korist tih operatora, cijena za te dozvole se podiže (kao da postoji povećana potražnja) i nastavlja se taktna faza [39].

U slučaju kada je potražnja manja od ponude složen je izračun raspodjele dozvola. Različite modifikacije formata aukcije CCA na različite načine rješavaju taj problem. Jedna od modifikacija je pojednostavnjenje formata aukcije CCA kod kojeg se taktna faza provodi sve dok je potražnja veća od ponude, kao što je prikazano na Sl. 6. Kada se ponuda i potražnja izjednače ili potražnja postane manja od ponude (što god se dogodi prvo), prelazi se u fazu dodjele i blokovi se dodjeljuju trenutnim pobjednicima. Cilj ovakve aukcije je postići efikasnost ishoda aukcije, a ne maksimizirati prihod regulatora po pojedinoj dozvoli jer se može dogoditi da određeni broj dozvola ostane nedodijeljen. Operatori u svakoj rundi dobivaju informacije samo o trenutnim cijenama dozvole koji se dodjeljuju, a ne znaju ništa o ponudama ostalih operatora te ne mogu predlagati vlastite cijene. Time se smanjuju mogućnosti kalkuliranja i potiče operatore na otkrivanje koliko im pojedine dozvole vrijede [40].



Sl. 6. Pojednostavnjenje osnovnog formata aukcije CCA [40]

1.5.2. Prijedlog izvedbe formata aukcije CCA regulatora ACMA

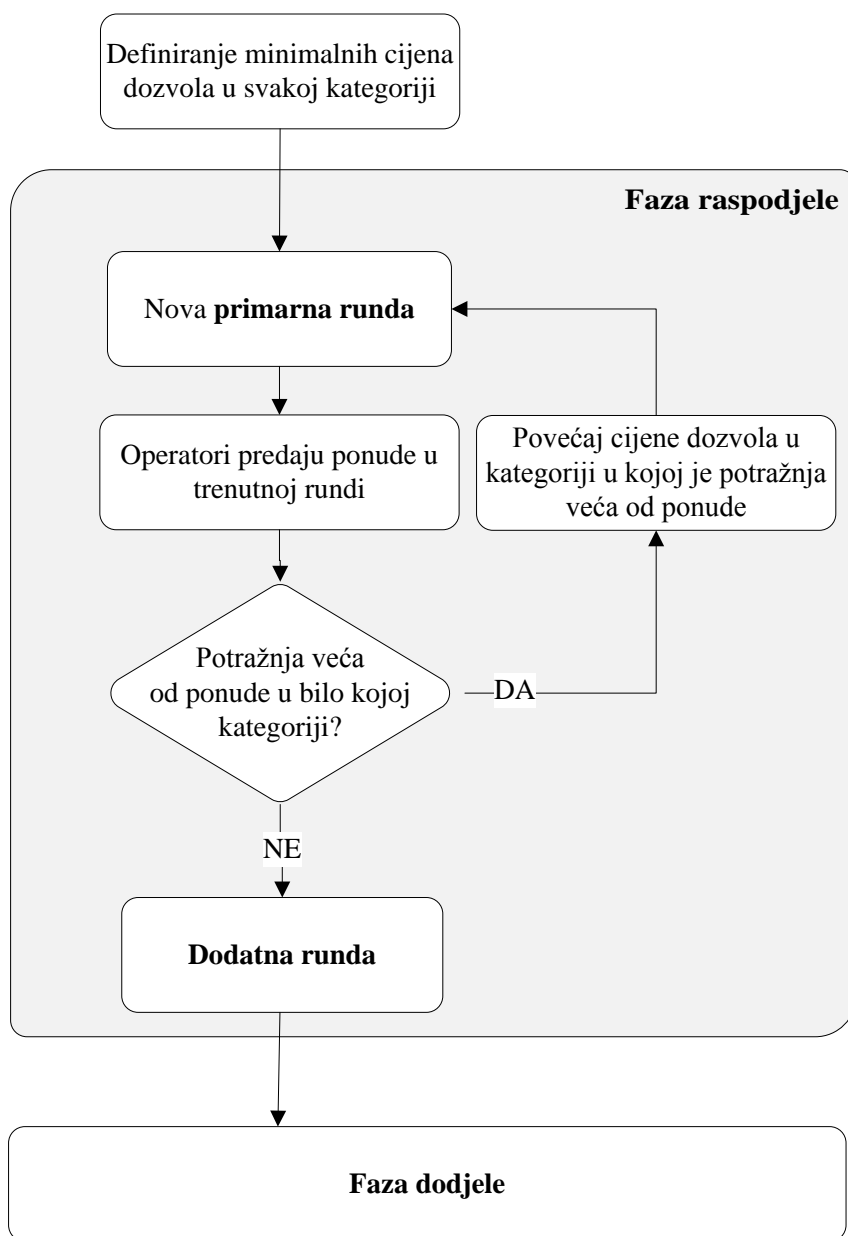
Australska regulatorna agencija ACMA¹⁰ planira koristiti format aukcije CCA za dodjelu dozvola za uporabu RF spektra u pojasevima oko 700 MHz i 2.5 GHz tijekom 2012. godine [41]. Izvedba aukcije koju su oni predložili sastoji se od 2 glavne faze prikazane na Sl. 7:

1. faza raspodjele (engl. *allocation stage*),
2. faza dodjele (engl. *assignment stage*).

Faza raspodjele sastoji se od dvije podfaze:

- a. primarne runde (engl. *primary rounds*),
- b. dodatna runda (engl. *supplementary round*).

¹⁰ Australian Communications and Media Authority, <http://www.acma.gov.au>



Sl. 7. Pojednostavnjeni tijek formata aukcije CCA regulatora ACMA

Dozvole za uporabu pojedinih blokova RF spektra podijeljene su po kategorijama. Svaka kategorija sadrži određeni broj blokova i svi blokovi unutar iste kategorije smatraju se jednakovrijednima (generičkima). Primarne runde mogu se poistovjetiti s taktom fazom osnovnog formata aukcije CCA koja je već opisana u poglavlju 1.5.1. Razlika je u tome što su ovdje generički blokovi podijeljeni u kategorije i operator ne predaje ponude za točno određene dozvole za uporabu blokova RF spektra, već ponuda sadrži broj dozvola koje operator želi osvojiti u svakoj kategoriji po trenutnoj taktnoj cijeni. Na kraju svake primarne runde provjerava se postoji li povećana potražnja u svakoj kategoriji.

Trajanje svake primarne runde određuje regulator, a predviđeno je trajanje od 30 minuta s dodatnim pauzama od 30 minuta između svake runde. Operatori mogu promijeniti svoju ponudu prije isteka runde, odnosno važeća je samo zadnja predana ponuda u rundi. Operatori

izražavaju svoj interes predavanjem ponuda u kojima navode željeni broj dozvola iz pojedinih kategorija. Ova podfaza završava nakon runde u kojoj više nema povećane potražnje.

U dodatnoj rundi operator može predati svoje najbolje i konačne ponude (engl. *best and final offers*) koje moraju biti konzistentne s ponudama iz primarnih rundi, odnosno moraju zadovoljiti pravilo za aktivnost RPC koje je opisano u nastavku poglavlja. Dodatna runda izvodi se kao jedna runda sa zapečaćenim ponudama (engl. *single sealed bid round*), a može se održati najranije jedan radni dan nakon završetka primarnih rundi. Predviđeno trajanje runde je između 4 i 8 sati. Svaki operator može predati više ponuda u kojima će povećati iznos ponude za pakete za koje je pokazao interes u primarnim rundama ili dati ponudu za druge pakete. Paketi za koje operator daje ponude u dodatnoj rundi moraju zadovoljiti sljedeća pravila:

- iznos pogodnosti za nadmetanje predanih ponuda ne smije premašiti iznos operatorove pogodnosti za nadmetanje u prvoj primarnoj rundi aukcije,
- vrijednosti ponuda ne smiju biti manje od iznosa koji je operator ponudio za njih u primarnim rundama niti manje od minimalnih (početnih) cijena pojedinih dozvola te moraju zadovoljiti dodatno pravilo za aktivnost – pravilo otkrivanja preferencija u dodatnoj rundi (engl. *revealed preference cap*, RPC).

Pobjednici aukcije određuju se temeljem ponuda iz primarnih rundi i dodatne runde maksimiziranjem regulatorovih prihoda uz uvjet da svaki operator može imati samo jednu pobjedničku ponudu. Ako po završetku primarne runde nema nedodijeljenih dozvola (tj. ponuda je jednaka potražnji), dodatna runda nije potrebna. Određivanje pobjednika je problem razreda složenosti NP-kompletno.

U slučaju više raspodjela s istim prihodima (engl. *tie breaking*) prednost, tj. pobjednička ponuda se određuje sljedećim redoslijedom: raspodjela iz zadnje taktne runde, raspodjela kod koje ima manje nedodijeljenih dozvola, slučajni odabir. Svakom operatoru šalje se obavijest o broju pobjednika, ukupnom broju dodijeljenih dozvola u svakoj kategoriji, broju dozvola koje je operator osvojio u svakoj kategoriji te cijena osvojenog paketa [42].

Cijena koju plaća svaki pobjednik aukcije izračunava se posebnim algoritmom koristeći pravilo *Vickrey Nearest Minimum Core pricing*. Operator zapravo plaća *drugu cijenu* (engl. *second price*) čime ga se nastoji potaknuti na otkrivanje prave vrijednosti paketa za koji se natječe. Pravilo plaćanja *prve cijene* (engl. *first price*) može dovesti do smanjene efikasnosti ishoda aukcije jer operator kojemu neki dio RF spektra vrijedi najviše zbog skrivanja te vrijednosti davanjem nižih ponuda može izgubiti u aukciji. Zbog toga je razvijen koncept *jezgrenih cijena* (engl. *core prices*). Neka cijena je *jezgrene cijena* ako ne postoji niti jedna grupa operatora čije bi ponude, kada bi bile pobjedničke, regulatoru donijele veću zaradu. Postoji više cijena koje su *jezgrene*, a cilj je odrediti najmanju takvu cijenu (engl. *minimal core price*). Drugim riječima, svaki operator za neki skup dozvola treba platiti najmanji iznos dovoljan da niti jedan drugi operator ili grupa operatora ne mogu tvrditi da su ponudili viši iznos za taj skup dozvola. Izračun minimalne jezgrene cijene i odabir pobjednika mogu se

riješiti dinamičkim programiranjem i različitim komercijalnim alatima za optimizaciju [42][43][44].

U fazi dodjele potrebno je odrediti koju će točno dozvolu iz pojedine kategorije dobiti koji operator. Faza dodjele se može sastojati od jedne ili više rundi pri čemu je svaka runda izvedena kao runda sa zapečaćenim ponudama. Primjerice, prikladno je za svaku kategoriju dozvola slijedno provesti posebnu rundu. Operatori koji to žele dostavljaju zapečaćene ponude u kojima nude dodatni iznos kako bi dobili dozvole za uporabu točno određenih blokova RF spektra. Svakom operatoru jamči se dodjela onog broja dozvola koje je osvojio u fazi raspodjele, a regulator dodatno vodi računa o tome da svaki operator dobije dozvole za uporabu kontinuiranih blokova RF spektra. Pobjednici ove faze određuju se maksimiziranjem ukupnog iznosa ponuda (tj. regulatorovih prihoda) u svakoj rundi. Cijena se određuje po istom pravilu kao u fazi raspodjele. Ukupan iznos koji operator plaća na kraju aukcije jednak je sumi iznosa iz faze raspodjele i faze dodjele [42].

Pravila za aktivnost

Cilj uvođenja pravila za aktivnost je potaknuti operatore na što ranije otkrivanje svojih stvarnih namjera, odnosno vrijednosti pojedinih dozvola za uporabu blokova RF spektra bez strateškog kalkuliranja i davanja ponuda samo u kasnijim rundama aukcije. U ovoj modifikaciji formata aukcije CCA aktivnost u primarnim rundama određuje se pomoću dva pravila: *pravila o bodovima za nadmetanje* (engl. *eligibility point rule*, EPR) i *pravila otkrivanja preferencija* (engl. *revealed preference rule*, RPR). Zbog rasta cijena iz runde u rundu zahvaljujući pravilu EPR operator ne može dati ponudu za veći paket dok pravilo RPR operatoru omogućava davanje ponude za pakete koji su iz runde u rundu postali isplativiji.

Na početku aukcije svaki operator ima određenu pogodnost za nadmetanje izraženu pomoću dodijeljenog broja bodova – početnu pogodnost. U sljedećoj rundi ta pogodnost ovisi o veličini paketa¹¹ za koji je operator predao ponudu u trenutnoj rundi pri čemu ona ne može premašiti početnu pogodnost. Prema pravilu EPR operator u sljedećoj rundi može predati ponudu za pakete čija je trenutna veličina jednaka pogodnosti za nadmetanje ili je manja od nje. U slučaju kada operator preda ponudu u kojoj je veličina paketa manja od njegove trenutne pogodnosti za nadmetanje, u sljedećoj rundi pogodnost za nadmetanje mu se smanjuje na tu veličinu paketa. Međutim, operator može dati ponudu i za veće pakete (s većom vrijednosti pogodnosti za nadmetanje) koji zadovoljavaju pravilo RPR. Prema tome pravilu operator može dati ponudu za paket koji je u trenutnoj rundi poskupio manje od paketa za koji je operator dao ponudu u rundi u kojoj mu se smanjila pogodnost za nadmetanje. Pravilo mora biti zadovoljeno u odnosu na svaku rundu u kojoj se operatoru smanjila pogodnost za nadmetanje [42].

U *dodatnoj rundi* aukcije koristi se *pravilo otkrivanja preferencija u dodatnoj rundi* (engl. *revealed preference cap*, RPC). Kod ovoga pravila razlikuju se dva slučaja davanja ponude:

¹¹ Veličina paketa je suma bodova za nadmetanje onih dozvola za koje je operator predao ponudu (dozvole koje je operator grupirao u paket).

1. ponuda se daje za paket koji je identičan paketu iz zadnje primarne runde (engl. *final clock round*) i dodatno sadrži bilo koju nedodijeljenu dozvolu;
2. ponuda se daje za bilo koji drugi paket.

U prvome slučaju ponuda mora zadovoljiti pravilo RPR u odnosu na zadnju primarnu rundu aukcije. U drugome slučaju ponuda mora dodatno zadovoljiti pravilo RPR u odnosu na svaku primarnu rundu u kojoj se operatoru smanjila pogodnost za nadmetanje, počevši od zadnje runde u kojoj je operator imao takvu pogodnost za nadmetanje koja je omogućavala predaju ponude za traženi paket [42].

1.5.3. Prijedlog izvedbe formata aukcije CCA regulatora Ofcom

Detaljniji opis svoje izvedbe formata aukcije CCA dali su britanski regulator Ofcom¹² [45] i konzultantska kuća DotEcon¹³ [37] koji su predložili ovaj format za dodjelu dozvola za uporabu RF spektra u frekvencijskom rasponu 10-40 GHz. Predložena izvedba aukcije slična je prethodno opisanoj izvedbi koju je predložio regulator ACMA. Faze i podfaze aukcije u osnovi su identične prethodno opisanima¹⁴.

Pravila za aktivnost u ovoj izvedbi nešto su drugačija u odnosu na izvedbu regulatora ACMA, odnosno ne koristi se pravilo RPR. Na početku aukcije svaki operator dobiva određeni broj bodova pogodnosti za nadmetanje ovisno o uplaćenom predujmu, slično kao kod formata aukcije SMRA i SMRA+S. Svaka dozvola za uporabu RF spektra vrijedi određeni broj bodova za nadmetanje (engl. *eligibility points*). Aktivnost operatora u trenutnoj rundi jednaka je zbroju bodova za nadmetanje svih dozvola u paketu za koje je operator predao ponudu. U sljedećim rundama pogodnost za nadmetanje ovisi o aktivnosti u trenutnoj rundi. U slučaju kada se određenom operatoru smanji pogodnost za nadmetanje, taj operator može dati ponude u dodatnoj rundi (engl. *best and final offers*). Iznos bodova za nadmetanje takve ponude mora biti između pogodnosti za nadmetanje prije i nakon smanjenja, a ukupna vrijednost ponude u dodatnoj rundi ne smije biti manja od sume minimalnih cijena tih blokova niti veća od sume *taktnih* cijena tih blokova u rundi u kojoj je došlo do smanjenja pogodnosti za nadmetanje. Treba naglasiti kako se dodatna runda provodi samo u slučaju kada je na kraju primarne runde ponuda veća od potražnje, odnosno kada je ostao određeni broj nedodijeljenih dozvola.

Operatorima se može dodijeliti određeni broj preskoka koji se mogu iskoristiti u bilo kojoj primarnoj rundi osim u prvoj. Korištenjem preskoka operatoru se ne smanjuje pogodnost za nadmetanje u rundi u kojoj nije ispunilo minimalnu zahtijevanu aktivnost. Faza raspodjele ne može završiti u rundi u kojoj je barem jedan operator iskoristio preskok. U slučaju kada nema povećane potražnje u toj rundi, *taktna* cijena u sljedećoj rundi aukcije ne raste [45].

¹² <http://www.ofcom.org.uk>

¹³ <http://www.dotecon.com/>

¹⁴ U referenciranoj literaturi koriste se nešto drugačiji engleski nazivi za pojedine faze (*allocation stage = principal auction stage, assignment stage = final assignment stage, primary rounds = combinatorial clock stage, supplementary round = best and final offers stage*), ali izvedba samih faza i podfaza odgovara izvedbi koju je predložio regulator ACMA.

Dodatno pitanje koje se postavlja je izračun cijene koju plaća pobjednik aukcije na kraju faze raspodjele. Najjednostavniji način bio bi plaćanje *prve cijene*, odnosno iznosa koji je operator ponudio. Međutim, pokazalo se kako je bolje formirati cijene na osnovu ponuda ostalih operatora jer to potiče operatore na otkrivanje prave vrijednosti dozvola za uporabu RF spektra [37]. Regulator Ofcom predlaže neka se u slučaju kada nema dodatne runde plaća *prva cijena*, a u slučaju kada postoji dodatna runda cijena se formira na osnovu ostalih ponuda (tj. računanjem minimalne jezgrene cijene) [45].

1.5.4. Prednosti i nedostaci formata aukcije CCA

Glavna prednost formata aukcije CCA je već spomenuta mogućnost davanja ponuda za dozvole za uporabu nedjeljive kombinacije blokova RF spektra, čime je zainteresirani operator zaštićen od dobivanja samo dijela dozvola. Zbog toga operator ne treba strateški kalkulirati i može otkriti koliko mu određeni paket dozvola zaista vrijedi. Davanje ponuda je pojednostavnjeno i povećava se vjerojatnost efikasnog ishoda aukcije [37].

Dodatna prednost formata aukcije CCA je fleksibilnost. Format je prikladan za dodjelu dozvola u različitim frekvencijskim pojasevima te je neutralan prema tehnologiji i uslugama koje operatori namjeravaju razvijati. Posebno je prikladan za dodjelu onih dijelova RF spektra koji se mogu grupirati u manji broj kategorija pri čemu su blokovi u svakoj kategoriji zamjena jedan drugome, odnosno smatraju se identičnima (jednakovrijednima).

Jedan od nedostataka formata aukcije CCA je upravo taj što se operatori u početnoj fazi natječu za dozvole za uporabu generičkih blokova RF spektra unutar kategorije i ne mogu iskazati svoje preferencije ako ih zanimaju dozvole za uporabu točno određenih blokova RF spektra. Drugi nedostatak je, ovisno o izvedbi formata, kompleksnost odabira pobjednika aukcije i određivanje cijene dozvola koju svaki operator plaća. To posebno dolazi do izražaja kada se za određivanje cijene dozvola za uporabu RF spektra koristi pravilo *druge cijene*. Time se smanjuje transparentnost formata aukcije CCA u odnosu na formate SMRA i SMRA+S [37].

1.5.5. Ostali formati kombinatorijskih aukcija

Osim formata aukcije CCA postoje i različiti drugi formati kombinatorijskih aukcija koji se koriste u postupku dodjele dozvola za uporabu RF spektra. Format aukcije SMRPB (engl. *Simultaneous Multiple Round with Package Bidding*) je simultana aukcija s više rundi kod koje operatori mogu predati ponude za pojedinačne dozvole ili kombinaciju dozvola, odnosno pakete. U osnovi riječ je o formatu aukcije SMRA kojemu je dodana mogućnost predaje ponuda za pakete dozvola pri čemu se paket tretira kao nedjeljiva cjelina. Ponude svakog operatora tretiraju se kao XOR ponude, odnosno najviše jedna ponuda svakog operatora može biti pobjednička.

Format aukcije RAD (engl. *Resource Allocation Design*) sličan je formatu aukcije SMRPB, ali se ponude ne tretiraju kao XOR ponude, odnosno operator može imati više pobjedničkih ponuda. Izračun aktivnosti također je nešto drugačiji u odnosu na format aukcije SMRPB.

Provedeni su laboratorijski eksperimenti s 8 operatora podijeljenih u dvije skupine (6 malih regionalnih operatora i 2 velika nacionalna operatora), a dodjeljivalo se 12 dozvola za uporabu RF spektra. U eksperimentima su korišteni formati aukcija SMRA, SMRPB, RAD i CCA. Format aukcija rangirani su prema efikasnosti, profitu operatora¹⁵ i prihodu regulatora. Pokazalo se kako je efikasnost kombinatorijskih formata aukcija (SMRPB, RAD i CCA) u većini eksperimenata bila viša od efikasnosti formata aukcije SMRA. Detaljnije informacije o eksperimentima mogu se pronaći u [46].

Istraživačka grupa DSS¹⁶ pod vodstvom prof.dr.sc. Martina Bichlera provela je niz istraživanja i analiza efikasnosti kombinatorijskih aukcija. Analizirali su osnovni format aukcije CCA i pokazalo se kako on u određenim slučajevima može biti neefikasan. Primjerice, ako svi operatori koriste strategiju najboljeg odgovora (engl. *best-response bidding strategy*, opisana u teoriji igara), efikasnost aukcije može biti svega 50% [47] stoga je predložena njena modifikacija, tj. format aukcije CC+. Ovaj format aukcije ima dvije faze. Prva faza je taktna faza osnovnog formata aukcije CCA. U drugoj fazi, koja počinje u trenutku kada bi osnovna aukcija CCA završila, cijene za pojedine blokove se povećavaju svaki puta kada odabir pobjednika ne ide u korist bilo koje vodeće ponude [47][48].

Taktna aukcija s posrednikom (engl. *Clock-Proxy Auction*) počinje taktnom fazom u kojoj operatori izravno (bez posrednika) predaju ponude regulatoru sve dok postoji povećana potražnja za dozvolama za uporabu određenih blokova RF spektra. U trenutku kada nestane povećane potražnje, počinje posrednička faza aukcije. U ovoj fazi aukcije operatori ne predaju ponude izravno regulatoru, već ih predaju preko (agenta) posrednika. Svaki operator posredniku šalje vlastite procijenjene vrijednosti svih paketa za koje je zainteresiran te ograničenja budžeta koji mu je na raspolaganju. Posrednik potom u narednim rundama aukcije predaje ponude u ime stvarnih operatora nastojeći maksimizirati profit¹⁷ na temelju unesenih vrijednosti. Aukcija završava u rundi u kojoj nema novih ponuda [49].

1.5.6. Implementirane modifikacije formata aukcije CCA

U ovome poglavlju predložene su implementirane modifikacije formata aukcije CCA. Za svaku modifikaciju opisana su pravila za predaju ponuda u aukciji, način izračuna aktivnosti operatora te odabira pobjednika aukcije.

1.5.6.1. Modifikacija osnovnog formata aukcije CCA

Modifikacija opisana u nastavku zasniva se na osnovnom formatu aukcije CCA [39] opisanom u poglavlju 1.5.1. Kao što je prikazano na Sl. 8, aukcija se sastoji od dvije faze:

¹⁵ Profit operatora u eksperimentima se računao kao razlika između efikasnosti aukcije i prihoda regulatora. Formule za izračun profita operatora, efikasnosti aukcije i prihoda regulatora korištene u eksperimentima mogu se pronaći u [46].

¹⁶Decision Sciences & Systems, <http://dss.in.tum.de/>

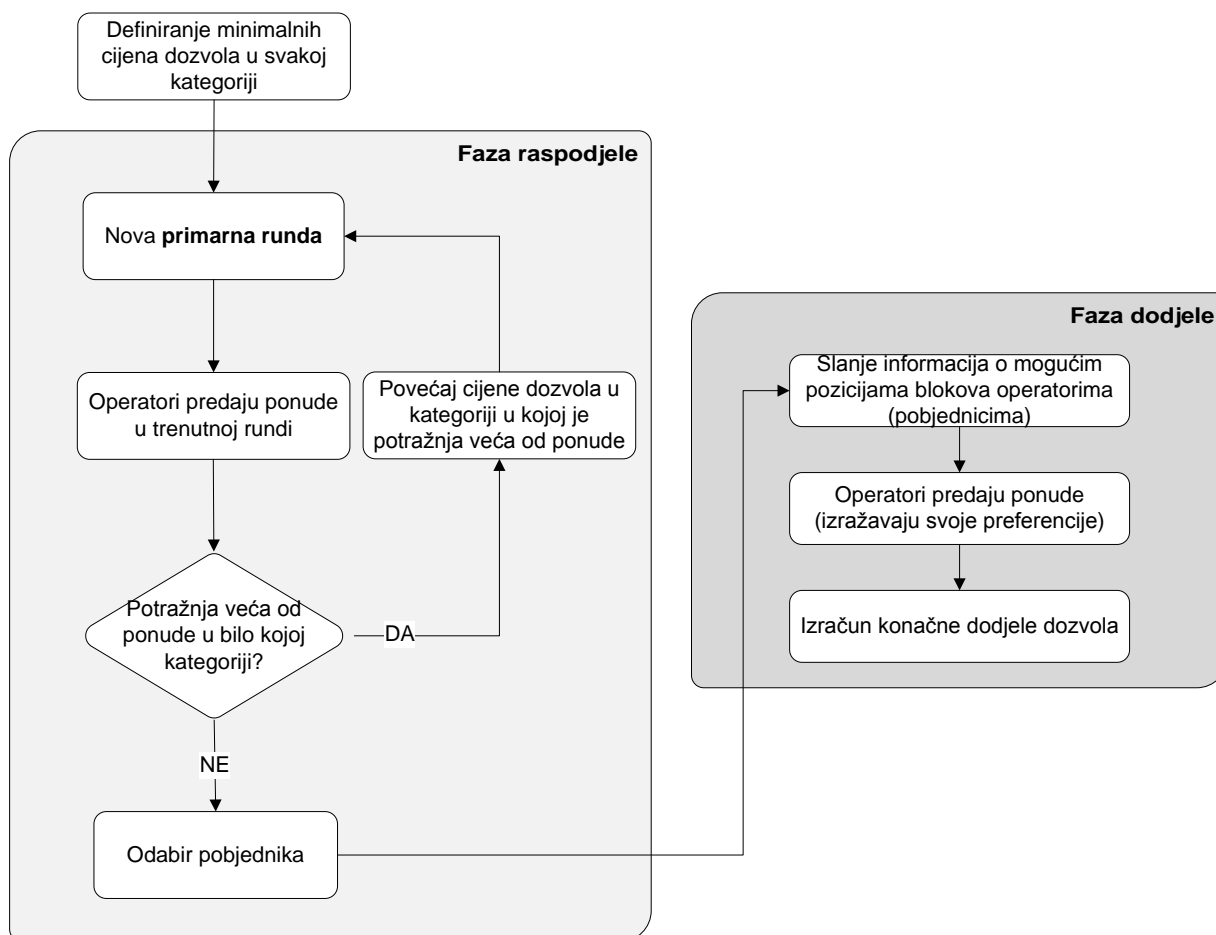
¹⁷ Profit svakog operatora računa se kao razlika cijene po kojoj se paket prodaje i unesene procijenjene vrijednosti paketa.

1. faza raspodjele;
2. faza dodjele.

Blokovi RF spektra podijeljeni su po kategorijama kojih može biti više ovisno o frekvencijskim pojasevima za koje se dodjeljuju dozvole. Primjerice, ako se dodjeljuje dozvole za uporabu digitalne dividende i spektra frekvencija oko 2.6 GHz blokovi RF spektra se dijele u dvije kategorije. Svi blokovi RF spektra unutar jedne kategorije su generički, odnosno smatraju se zamjenom jedan drugome.

Faza raspodjele sastoji se od niza rundi. U svakoj rundi operator može predati samo jednu ponudu u kojoj definira broj dozvola za uporabu (generičkih) blokova RF spektra iz svake kategorije koje želi osvojiti po trenutnoj cijeni. U prvoj rundi aukcije trenutna cijena je minimalna (početna) cijena koju je odredio regulator. Minimalnu cijenu regulator određuje posebno za svaku kategoriju, tj. cijene po kategorijama ne moraju biti jednake, ali sve dozvole za uporabu blokova RF spektra unutar jedne kategorije imaju istu cijenu. Svaka predana ponuda je obvezujuća i ne može se povući do kraja aukcije. Po završetku svake runde izračunava se ukupna potražnja za dozvolama u svakoj kategoriji. Za kategorije u kojima postoji povećana potražnja podiže se taktna cijena, a za kategorije u kojima nema povećane potražnje cijena se ne mijenja.

Postupak se ponavlja iz runde u rundu sve dok se ponuda dozvola u svim kategorijama ne izjednači s potražnjom ili potražnja postane manja od ponude. U tom trenutku potrebno je odrediti pobjednike aukcije, odnosno odabrati pobjedničke ponude operatora. Najviše jedna ponuda svakoga operatora može biti pobjednička.



Sl. 8. Pojednostavnjeni tijek modificiranog formata aukcije CCA

Pobjedničke ponude (tj. odabir pobjednika) određuju se na dva načina, tj. postoje dvije modifikacije osnovnog formata aukcije CCA, odnosno dva algoritma odabira pobjedničkih ponuda:

- pobjedničke ponude su ponude predane u zadnjoj rundi faze raspodjele; ili
- pobjedničke ponude određuju se izračunavanjem *problema odabira pobjednika* (engl. *Winner Determination Problem, WDP*). Postoje dva algoritma za odabir pobjednika korištena u ovoj modifikaciji. Prvi nastoji maksimizirati broj dodijeljenih dozvola, odnosno cilj je postići što veću efikasnost ishoda aukcije, a drugi nastoji maksimizirati prihod regulatora [50].

Treba naglasiti kako u slučaju kada je ponuda dozvola jednaka potražnji u svim kategorijama nema potrebe izračunavati *problem odabira pobjednika*, odnosno pobjedničke ponude su ponude predane u zadnjoj rundi faze raspodjele. Odabirom pobjednika određen je broj dozvola koje se dodjeljuju pojedinom operatoru u svakoj kategoriji. Time završava faza raspodjele i počinje faza dodjele. Iznos koji svaki operator plaća odgovara iznosu pobjedničke ponude, tj. primjenjuje se pravilo *prve cijene*.

Faza dodjele provodi se u jednoj rundi u kojoj kupci dostavljaju zapečaćene ponude. Blokovi RF spektra više se ne tretiraju kao generički i cilj je svakome operatoru dodijeliti dozvole za uporabu točno određenih blokova RF spektra unutar svake kategorije u kojoj je osvojio neki broj dozvola. Svakome operatoru šalju se informacije o mogućim pozicijama blokova RF spektra unutar svake kategorije. Pri tome se vodi računa kako se svakome operatoru mogu ponuditi samo one kombinacije dozvola za uporabu blokova RF spektra koje svim operatorima osiguravaju dobivanje dozvola za uporabu kontinuiranog niza blokova RF spektra unutar pojedine kategorije.

Operatori imaju ograničeno vrijeme za predaju ponude s dodatnim iznosima koje su spremni platiti za dobivanje dozvola za uporabu točno određenih blokova RF spektra. U slučaju dobivanja tih dozvola, operator plaća ponudeni iznos, tj. *prvu cijenu*. Time operatori zapravo izražavaju svoje preferencije za dozvole za uporabu točno određenih blokova RF spektra unutar svake kategorije. Svim operatorima jamči se dodjela onog broja dozvola koje su osvojili u fazi raspodjele, a raspored blokova se određuje maksimiziranjem prihoda koje regulator ostvaruje u dodatnoj rundi. Ukupan iznos koji operator plaća jednak je sumi iznosa kojeg je operator ponudio u zadnjoj rundi faze raspodjele i iznosa kojeg je u fazi dodjele ponudio za osvojene dozvole.

Pravila za aktivnost

U fazi raspodjele aktivnost se određuje pomoću pravila EPR opisanog u poglavlju 1.5.2. Na početku aukcije svaki operator ima određeni broj bodova pogodnosti za nadmetanje – početnu pogodnost. Svaka dozvola za uporabu bloka RF spektra unutar pojedine kategorije vrijedi jednak broj bodova za nadmetanje, a dozvole u različitim kategorijama mogu vrijediti različiti broj bodova za nadmetanje. U svakoj rundi aktivnost operatora računa se zbrajanjem bodova za nadmetanje svih dozvola za koje je operator predao ponudu. Operator mora u svakoj rundi ostvariti minimalnu aktivnost koja iznosi određeni postotak pogodnosti za nadmetanje, a taj postotak određuje regulator prije početka aukcije. Ako je operatorova aktivnost u nekoj rundi manja od minimalne aktivnosti, u sljedećoj rundi smanjuje mu se pogodnost za nadmetanje, a proporcionalno s time i minimalna aktivnost. Pogodnost za nadmetanje u sljedećoj rundi smanjuje se množenjem pogodnosti za nadmetanje u trenutnoj rundi s koeficijentom k . Koeficijent k dobiven je dijeljenjem ostvarene aktivnosti u trenutnoj rundi s minimalnom aktivnosti u trenutnoj rundi. Dodatno, regulator može operatoru dodijeliti određeni broj preskoka koji će se operatoru automatski aktivirati po završetku runde u kojoj nije poštovao minimalnu aktivnost ili uopće nije predao ponudu. U tome slučaju neće mu se smanjiti pogodnost za nadmetanje.

Treba napomenuti kako se pogodnost za nadmetanje dodjeljuje kao kumulativna vrijednost za sve kategorije. Dakle, operator može predati ponude za bilo koju kombinaciju dozvola za uporabu blokova RF spektra iz različitih kategorija uz uvjet da mu aktivnost u toj rundi ne premaši njegovu pogodnost za nadmetanje.

Aukcija ne može završiti u rundi u kojoj je operator iskoristio preskok. Ako u takvoj rundi nije bilo povećane potražnje niti u jednoj kategoriji, cijene blokova u sljedećoj rundi aukcije ne mijenjaju se.

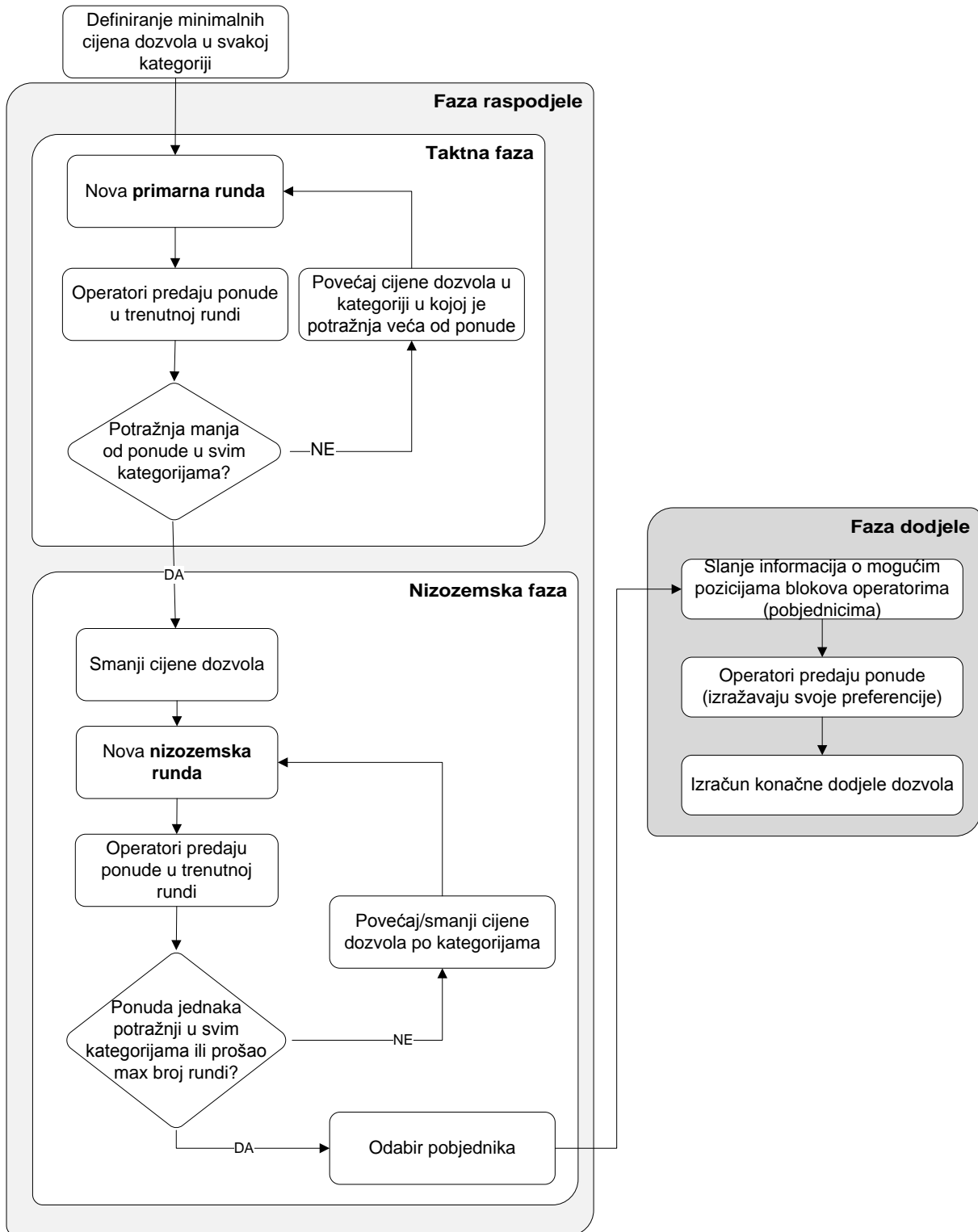
1.5.6.2. Modifikacija formata aukcije CCA uvođenjem nizozemske faze

Nedostatak modifikacija formata aukcije CCA opisanih u poglavlju 1.5.6.1 je mogućnost ishoda aukcije kod kojega ostaje određeni broj blokova RF spektra za koje nisu dodijeljene dozvole za uporabu (tzv. *nedodijeljene* dozvole). Naime, u fazi raspodjele cijene dozvola se iz runde u rundu podižu za određeni iznos u onim kategorijama u kojima je potražnja veća od ponude. Ako je taj iznos nizak, faza raspodjele imat će velik broj rundi, a samim time će i dugo trajati. S druge strane, ako je taj iznos visok, u određenoj rundi će cijena toliko porasti pa će operatori predati ponude za (znatno) manji broj dozvola zbog čega će određeni broj dozvola neće biti dodijeljen, tj. potražnja će biti manja od ponude. Takav ishod aukcije nije optimalan i smanjuje potencijalne prihode regulatora. U nastavku je opisana modifikacija formata aukcije CCA kojoj je cilj smanjiti broj *nedodijeljenih* dozvola i povećati prihode regulatora, odnosno u idealnom slučaju izjednačiti ponudu i potražnju.

U ovom formatu aukcije CCA modificirana je faza raspodjele formata aukcije CCA koji je opisan u poglavlju 1.5.6.1. Kao to je prikazano na Sl. 9 **Error! Reference source not found.** modificirana faza raspodjele sastoji se od dvije podfaze [50][51]:

- a) taktne faze;
- b) nizozemske faze.

Taktna faza odvija se kroz niz rundi kao i *faza raspodjele* formata aukcije CCA opisanog u poglavlju 1.5.6.1. Postupak rasta cijena ponavlja se iz runde u rundu sve do trenutka kada ponuda premaši potražnju u svim kategorijama. Tada završava taktna faza i počinje nizozemska faza. Naime, ako je u određenoj kategoriji ponuda jednaka potražnji, operatori mogu biti zainteresirani za jednaki broj dozvola i kada cijena poraste. Ovako definiranim uvjetom završetka taktne faze osigurava se pronalazak najveće cijene pri kojoj je ponuda premašuje potražnju, odnosno nastoji se postići i optimalnost ishoda aukcije, tj. povećati prihod regulatora.



Sl. 9. Tijek formata aukcije CCA s nizozemskom fazom

Nizozemska faza¹⁸ odvija se kroz više rundi. U prvoj rundi m nizozemske faze dolazi do spuštanja cijena dozvola u svim kategorijama u odnosu na najveće postignute cijene¹⁹ u

¹⁸ Faza je dobila naziv *nizozemska* zbog sličnosti s formatom nizozemske aukcije. Nizozemska aukcija (engl. *Dutch auction, descending-bid auction*) je aukcija kod koje prodavač počinje aukciju s (nerealno) visokom cijenom proizvoda koju onda kontinuirano smanjuje za određeni iznos sve dok jedan od kupaca ne kupi proizvod po trenutnoj cijeni **Error! Reference source not found.**

taktnoj fazi. Cijena se spušta na iznos koji se nalazi između zadnjeg iznosa kod kojega je potražnja bila veća ili jednaka ponudi i iznosa kod kojega je ponuda premašila potražnju.

Primjerice, neka je u rundi n taktne faze u kategoriji k cijena jedne dozvole iznosila $p_{k,n} = 90$ novčanih jedinica (n.j.) pri čemu je potražnja bila veća ili jednaka ponudi. Neke je u rundi $n + 1$ taktne faze u kategoriji k cijena jedne dozvole zbog povećane potražnje porasla na $p_{k,n+1} = 100$ n.j. Nakon završetka runde $n + 1$ ponuda je premašila potražnju u kategoriji k (tj. zbog porasta cijene operatori su predali ponude za manji broj dozvola koje žele osvojiti). Uz pretpostavku kako je nakon runde $n + 1$ ponuda premašila potražnju u svim kategorijama, počinje prva runda $m = 1$ nizozemske faze. Cijene $p_{k,m}$ pojedinačnih dozvola za uporabu RF spektra u kategoriji k u nizozemskoj fazi kretat će se u rasponu $90 \leq p_{k,m} < 100$, odnosno $p_{k,n} \leq p_{k,m} < p_{k,n+1}$ pri čemu će cijena dozvola $p_{k,m}$ u prvoj rundi $m = 1$ nizozemske faze biti dobivena umanjivanjem cijene $p_{k,n+1}$ za određeni inkrement tako da vrijedi: $p_{k,n} < p_{k,m} < p_{k,n+1}$.

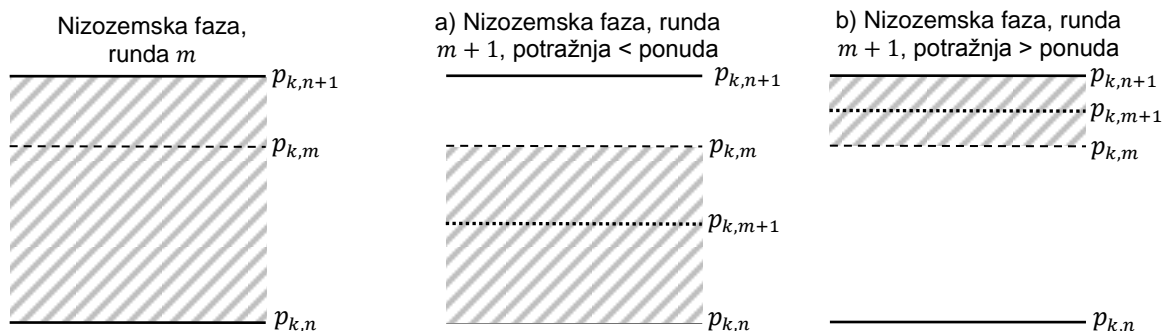
Nakon prve runde nizozemske faze u svakoj kategoriji k dogodit će se jedan od tri sljedeća slučaja:

- a) potražnja je (još uvijek) manja od ponude;
- b) potražnja je veća od ponude;
- c) potražnja je jednaka ponudi.

U slučaju (a) u rundi $m + 1$ potrebno je dodatno spustiti cijenu dozvola $p_{k,m+1}$ u kategoriji, odnosno mora vrijediti $p_{k,n} \leq p_{k,m+1} < p_{k,m}$. U slučaju (b) potrebno je povećati cijenu $p_{k,m+1}$ u odnosu na cijenu $p_{k,m}$, odnosno mora vrijediti $p_{k,m} < p_{k,m+1} \leq p_{k,n+1}$. Navedeni slučajevi ilustrirani su Sl. 10. U slučaju (c) postignuta je ravnoteža ponude i potražnje te se cijena $p_{k,m}$ više ne mijenja. Kategorija u kojoj je postignuta ravnoteža se zaključava, odnosno kupci više ne mogu mijenjati ponude (tj. traženi broj dozvola) u toj kategoriji u predstojećim rundama nizozemske faze.

Postupak podizanja i spuštanja cijena (tj. slučajevi (a) i (b)) ponavlja se iz runde u rundu dok se u svim kategorijama ne izjednače ponuda i potražnja (tj. dok se ne dogodi slučaj (c)) ili dok se ne premaši najveći broj rundi nizozemske faze koji je prije početka aukcije odredio regulator. U slučaju kada se premaši najveći broj rundi, a potražnja je veća od ponude, održava se još jedna runda, tj. nizozemska faza ne može završiti dok je potražnja veća od ponude. Nakon toga se određuju pobjednici aukcije (pobjedničke ponude su ponude predane u zadnjoj rundi), završava faza raspodjele i počinje faza dodjele. Faza dodjele u ovoj modifikaciji formata aukcije CCA identična je fazi dodjele opisanoj u poglavlju 1.5.6.1.

¹⁹ Cijene dozvola u zadnjoj rundi u kojoj je ponuda bila jednaka ili manja od potražnje, tj. cijene dozvola u rundi koja je prethodila rundi u kojoj je ponuda premašila potražnju.

Sl. 10. Promjene cijene p_k u nizozemskoj fazi aukcije

Pravila za aktivnost i moguće (dozvoljene) ponude

U taktnoj fazi aktivnost operatora određuje se pomoću pravila EPR kao kod modifikacije osnovnog formata aukcije CCA opisane u poglavlju 1.5.6.1. U nizozemskoj fazi aktivnost operatora se više ne određuje pomoću pravila EPR. Kako bi operatori mogli predati samo ponude koje su konzistentne ponudama predanim u taktnoj fazi, za svakog operatora postoji ograničenje najmanjeg i najvećeg broja dozvola u svakoj kategoriji koje može zatražiti u nizozemskoj fazi. U nastavku se podrazumijeva kako se ograničenja odnose na svaku pojedinu kategoriji i to se neće posebno isticati.

Ograničenja broja dozvola u prvoj rundi nizozemske faze postavljaju se prema sljedećim pravilima:

- najveći broj dozvola za koje operator može predati ponudu jednak je broju dozvola koje je operator tražio u posljednjoj rundi taktne faze u kojoj je potražnja bila veća ili jednaka ponudi. Ako operator u narednim rundama taktne faze (u rundama u kojima je potražnja manja od ponude) poveća traženi broj dozvola, najveći broj dozvola je ta veća vrijednost;
- najmanji broj dozvola za koje operator može predati ponudu jednak je broju dozvola koje je operator tražio u posljednjoj rundi taktne faze.

Ovakvim odabirom ograničenja nastoji se potaknuti operatore na otkrivanje stvarnih namjera već u taktnoj fazi aukcije, odnosno već u taktnoj fazi postavljaju se ograničenja za nizozemsku fazu čime se žele spriječiti strateška kalkuliranja. Pretpostavlja se kako operator porastom cijena u određenoj kategoriji neće povećavati količine (broj dozvola), već će se one smanjivati ili ostajati iste. Međutim, pravilo EPR u taktnoj fazi aukcije ne osigurava takvo ponašanje operatora, stoga se kod izračuna najvećeg broja blokova provjerava je li operator povećao traženi broj dozvola u rundama u kojima je potražnja bila manja od ponude.

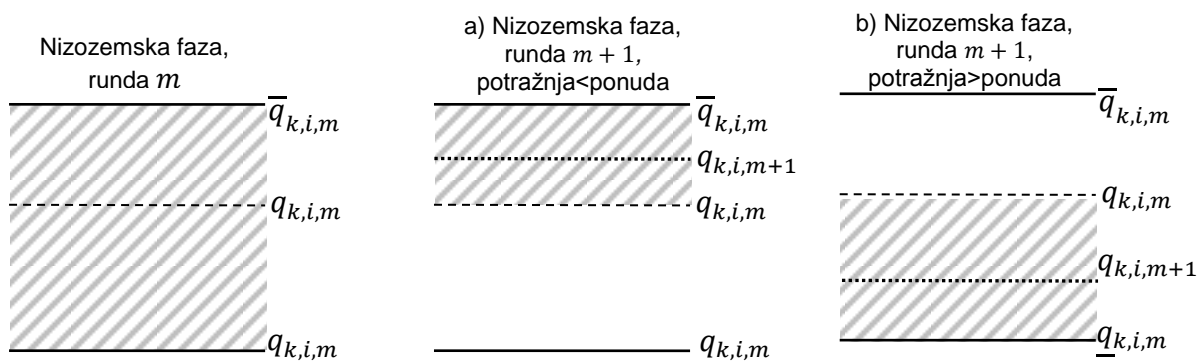
U svakoj rundi nizozemske faze operator treba predati ponudu. Ako to ne učini, smatra se kako je predana ponuda s najmanjim brojem blokova u svakoj kategoriji. Time se zapravo „ponavljaju“ ranije predane ponude koje su obvezujuće.

Najveći i najmanji broj dozvola za koje operator može predati ponudu u nizozemskoj fazi može se mijenjati iz runde u rundu. Najveći broj dozvola može se smanjiti, a najmanji povećati u odnosu na vrijednost određenu na početku nizozemske faze. Povećanje i smanjenje granica odvija se prema sljedećim pravilima:

- ako je na kraju runde m nizozemske faze potražnja manja od ponude, najmanji broj dozvola u rundi $m + 1$ postavlja se na broj dozvola koje je operator zatražio u ponudi u rundi m ;
- ako je na kraju runde m nizozemske faze potražnja veća od ponude, najveći broj dozvola u rundi $m + 1$ postavlja se na broj dozvola koje je operator predao u ponudi u rundi m .

Promjene najvećeg $\bar{q}_{k,i,m}$ i najmanjeg $\underline{q}_{k,i,m}$ broja dozvola ilustrirane su na Sl. 11. **Error! eference source not found.** Najmanji broj dozvola u rundi m i kategoriji k je $\underline{q}_{k,i,m}$, a najveći $\bar{q}_{k,i,m}$. Operator i u rundi m može predati ponudu s brojem dozvola $q_{k,i,m}$ za koji vrijedi $\underline{q}_{k,i,m} \leq q_{k,i,m} \leq \bar{q}_{k,i,m}$

Slučaj (a) prikazuje situaciju kada je na kraju runde m u kategoriji k potražnja manja od ponude. U rundi $m + 1$ operator i može predati ponudu s brojem blokova $q_{k,i,m+1}$ za koji mora vrijediti $q_{k,i,m} \leq q_{k,i,m+1} \leq \bar{q}_{k,i,m}$. Slučaj (b) prikazuje situaciju kada je na kraju runde m u kategoriji k potražnja veća od ponude. U rundi $m + 1$ operator i može predati ponudu s brojem blokova $q_{k,i,m+1}$ za koji mora vrijediti $\underline{q}_{k,i,m} \leq q_{k,i,m+1} \leq q_{k,i,m}$



Sl. 11. Intervali najmanjeg i najvećeg broja dozvola u rundi $m + 1$ kada je na kraju runde m potražnja manja i veća od ponude

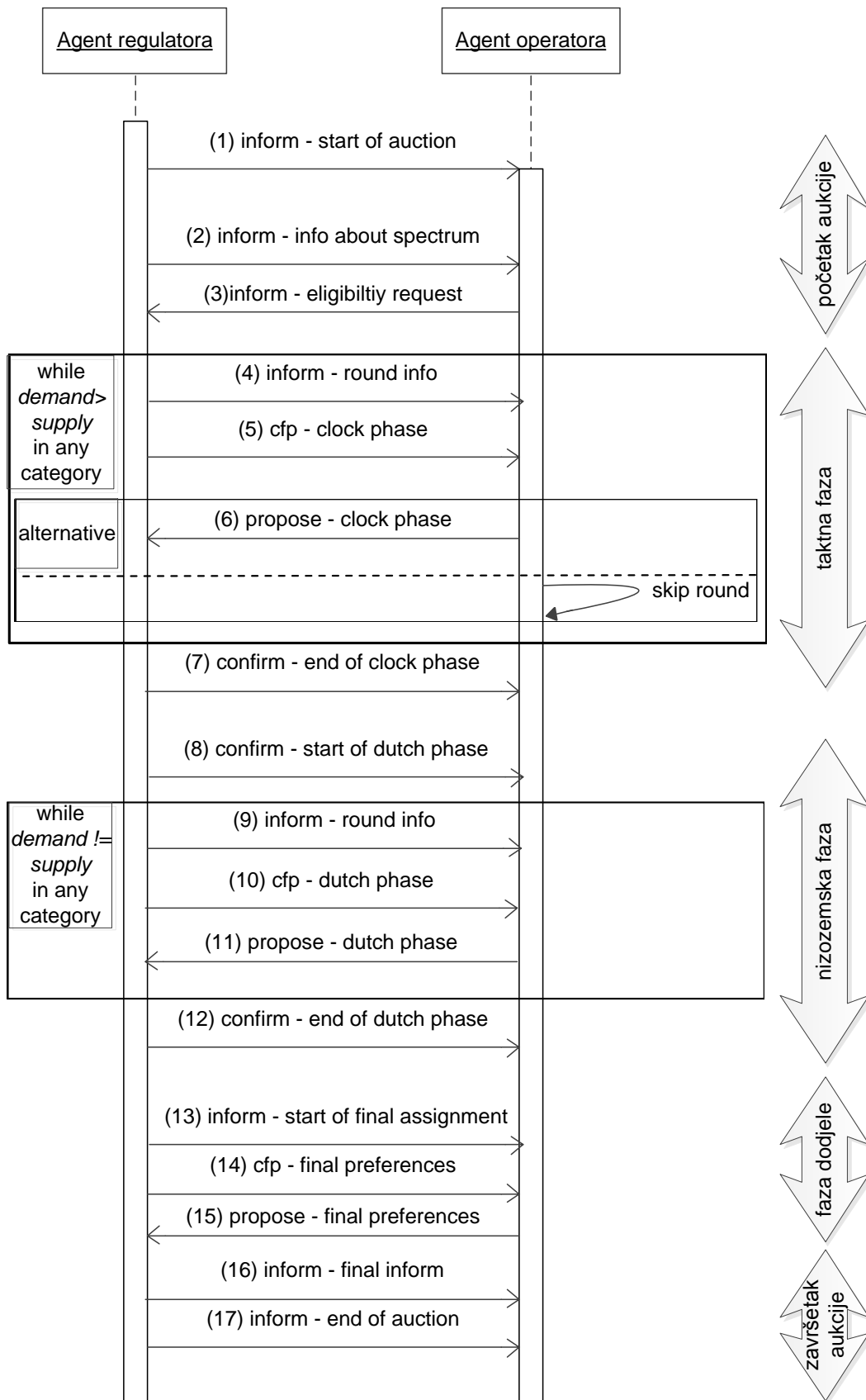
1.5.7. Implementacija višeagentskog sustava za provedbu kombinatornih formata aukcija

Kao što je već ranije navedeno, arhitektura implementiranog višeagentskog sustava prikazana je na Sl. 2. U ovom poglavlju opisana je struktura agenata te komunikacijski protokol kojim navedeni agenti izmjenjuju poruke za vrijeme kombinatornih formata aukcija.

1.5.7.1. Komunikacija agenata

Tijek komunikacije između jednog agenta operatora i agenta regulatora u slučaju formata aukcije CCA s nizozemskom fazom opisanog u poglavlju 1.5.6.2 prikazan je na Sl. 9. Tijek komunikacije u slučaju modifikacija formata aukcije CCA opisanih u poglavlju 1.5.6.1 razlikuje se u izostanku nekih poruka što je istaknuto u nastavku.

Agent regulatora šalje ACL-poruku (1) performativa `ACL.INFORM` u kojoj obavještava operatora o početku aukcije. Sljedeće dvije ACL-poruke performativa `ACL.INFORM` koriste se za određivanje pogodnosti za nadmetanje operatora. Regulator u ACL-poruci (2) performativa `ACL.INFORM` operatoru šalje informacije o kategorijama blokova RF spektra za koje se dodjeljuje dozvole za uporabu koristeći serijaliziranu listu objekata klase `CategoryEntry` (oznaka kategorije, broj dozvola u svakoj kategoriji, početne cijene dozvola, broj dozvola za nadmetanje, tj. pogodnost dozvola u svakoj kategoriji). Na temelju dobivenih informacija operator odlučuje koliki predujam želi uplatiti, a to iskazuje traženjem određenog iznosa pogodnosti za nadmetanje. Cjelobrojna vrijednost pogodnosti za nadmetanje šalje se regulatoru u ACL-poruci (3) performativa `ACL.INFORM`.



Sl. 12. Slijed poruka ACL između agenta regulatora i agenta operatora

Poruke (4) – (6) šalju se u taktnoj fazi aukcije. ACL-poruka (4) performativa `ACL.INFORM` sadrži informacije o svakoj rundi. Informacije se prenose serijaliziranim objektom klase `RoundInfo`. Poruka uz vrijeme trajanja runde sadrži i informacije o pogodnosti za nadmetanje, minimalnoj potrebnoj aktivnosti i broju preskoka koje operator ima u nadolazećoj rundi aukcije, stoga je ova poruka drugačijeg sadržaja za svakog operatora. ACL-poruka (5) performativa `ACL.CFP` sadrži sve informacije kao i poruka (2) uz dodatne informacije o ukupnoj potražnji (atribut `demand`) u svakoj kategoriji u prethodnoj rundi aukcije. Operator u ACL-poruci (6) performativa `ACL.PROPOSE` šalje svoju ponudu, odnosno broj dozvola za koje je zainteresiran u svakoj kategoriji. Ako operator ne želi predati ponudu u trenutnoj rundi, ne šalje nikakvu poruku. Poruke (4) – (6) ponavljaju se sve dok traje taktna faza aukcije. Po završetku taktne faze regulator šalje ACL-poruku (7) performativa `ACL.CONFIRM`. Ako je riječ o formatu aukcije CCA bez nizozemske faze, u ovoj poruci šalju se informacije o osvojenom broju dozvola u svakoj kategoriji. Ako je riječ o formatu aukcije CCA s nizozemskom fazom, ova poruka označava kraj taktne faze aukcije.

ACL-porukom (8) performativa `ACL.CONFIRM` regulator obavještava operatora o početku nizozemske faze aukcije. Poruke (9) – (11) svojim sadržajem i funkcijama većinom odgovaraju porukama (4) – (6). Razlika je u ACL-poruci (9) kod koje se u odnosu na ACL-poruku (4) prenosi samo informacija o trajanju runde i ukupnoj pogodnosti za nadmetanje operatora (ostale informacije u objektu `RoundInfo` se zanemaruju). To je zbog toga što se u nizozemskoj fazi koriste drugačija pravila za izračun aktivnosti i predaju ponuda, kao što je objašnjeno u poglavlju 1.5.6.2. Osim toga, u taktnoj fazi operator je mogao iskoristiti preskok i ne predati ponudu u nekoj rundi aukcije pri čemu se regulatoru nije slala ACL-poruka (6). U nizozemskoj fazi operator uvijek mora predati ponudu. Ako ne preda ponudu, automatski se šalje ponuda s najmanjim brojem dozvola u svakoj kategoriji čime se zapravo ponavljaju već ranije predane ponude koje su ionako obvezujuće. Dakle, uvijek se šalje ACL-poruka (11) performativa `ACL.PROPOSE` što pojednostavnjuje analizu ponuda agentu regulatora. Na kraju nizozemske faze šalje se ACL-poruka (12) performativa `ACL.CONFIRM` u kojoj se operatoru šalju informacije o osvojenom broju dozvola u svakoj kategoriji.

ACL-poruka (13) performativa `ACL.INFORM` označava početak faze dodjele. U ACL-poruci (14) performativa `ACL.CFP` regulator šalje operatoru sve moguće kombinacije dozvola koje mu se mogu dodijeliti temeljem osvojenog broja dozvola u svakoj kategoriji. Informacije se prenose u serijaliziranoj listi objekata klase `FinalPreferences`. Operator u ACL-poruci (15) performativa `ACL.PROPOSE` za svaku predloženu kombinaciju šalje dodatni iznos koji je spreman platiti u slučaju osvajanja točno tih dozvola. Za kombinacije za koje operator ne ponudi dodatni iznos u ACL-poruci se šalje vrijednost 0 (sve kombinacije imaju vrijednost 0 ako operator ne želi niti za jednu od njih ponuditi dodatni iznos).

ACL-poruka (16) performativa `ACL.INFORM` je obavijest operatoru iz koje saznaje koje je točno dozvole osvojio u svakoj kategoriji. U poruci se nalaze serijalizirana lista objekata klase `FinalInform`. Na kraju regulator šalje ACL-poruku (17) performativa `ACL.INFORM` koja označava kraj aukcije. Ako je riječ o formatu aukcije CCA bez nizozemske faze, ne šalju se

poruke (8) – (12), već se nakon poruke (7) odmah šalje poruka (13). Tablica 4 prikazuje sadržaje svih navedenih poruka.

Tablica 4. Sadržaj poruka u komunikaciji agenata

Poruke	Sadržaj poruke
(1) ACL . INFORM – <i>start of auction</i>	Niz znakova START_OF_AUCTION
(2) ACL . INFORM – <i>info about spectrum</i> (5) ACL . CFP – <i>clock phase</i> (10) ACL . CFP – <i>dutch phase</i>	Zapis u formatu XML ²⁰ – objekt Javine klase <code>LinkedList</code> koji sadrži objekte klase <code>CategoryEntry</code> serijaliziran pomoću biblioteke <code>XStream</code> ²¹ . Atributi: oznaka kategorije, ponuda, potražnja, cijena dozvole, broj dozvola za nadmetanje.
(3) ACL . INFORM – <i>eligibility request</i>	Niz znakova (cjelobrojna vrijednost tražene pogodnosti za nadmetanje)
(4), (9) ACL . INFORM – <i>round info</i>	Zapis u formatu XML – objekt klase <code>RoundInfo</code> serijaliziran pomoću biblioteke <code>XStream</code> . Atributi: minimalna potrebna aktivnost, pogodnost za nadmetanje, broj preskoka, vrijeme trajanja runde.
(6) ACL . PROPOSE – <i>clock phase</i> (11) ACL . PROPOSE – <i>dutch phase</i>	Isti sadržaj kao kod poruka (2), (5) i (10), ali uz drugačije funkcije atributa u objektima klase <code>CategoryEntry</code> – koriste se samo oznaka kategorije i cijena koju operator nudi za blokove u toj kategoriji.
(7) ACL . CONFIRM – <i>end of clock phase</i> (12) ACL . CONFIRM – <i>end of dutch phase</i>	Serijalizirani objekt Javine klase <code>Vector</code> – broj na n -toj poziciji u vektoru označava osvojeni broj dozvola u kategoriji n
(8) ACL . CONFIRM – <i>start of dutch phase</i>	Niz znakova START_OF_DUTCH_PHASE
(13) ACL . INFORM – <i>start of final assignment</i>	Niz znakova START_OF_FINAL_ASSIGNMENT
(14) ACL . CFP – <i>final preferences</i> (15) ACL . PROPOSE – <i>final preferences</i>	Serijalizirani objekt Javine klase <code>LinkedList</code> koji sadrži objekte klase <code>FinalPreferences</code> . Svaki objekt klase <code>FinalPreferences</code> sadrži informacije o mogućim pozicijama blokova RF spektra unutar jedne kategorije kod poruke (14), odnosno ponudenu cijenu za te pozicije kod poruke (15).

²⁰ <http://www.w3.org/XML/>

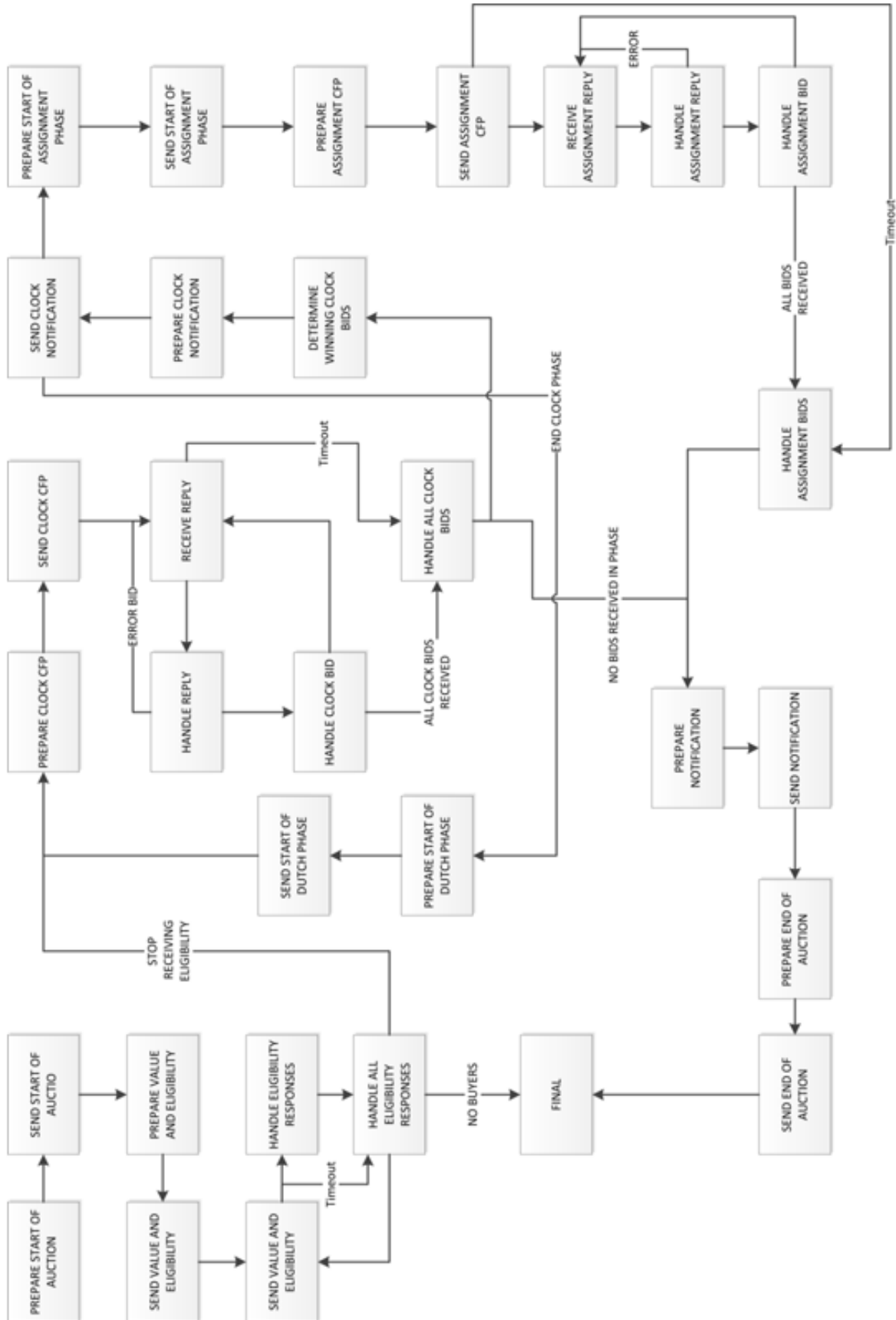
²¹ <http://xstream.codehaus.org/>

	Atributi: oznaka kategorije, pozicija bloka RF spektra unutar kategorije / ponuđena cijena, vrijeme trajanja faze dodjele, iznos prihvaćene ponude iz faze raspodjele.
(16) ACL . INFORM – <i>final inform</i>	Serijalizirani objekt Javine klase <code>LinkedList</code> koji sadrži objekte klase <code>FinalInform</code> . Svaki objekt klase <code>FinalInform</code> sadrži informacije o osvojenoj početnoj poziciji blokova unutar kategorije te ukupnu cijenu koju operator plaća na kraju aukcije. Atributi: oznaka kategorije, ukupna cijena, početna pozicija osvojenih blokova.
(17) ACL . INFORM – <i>end of auction</i>	Niz znakova <code>END_OF_AUCTION</code>

1.5.7.2. Agent regulatora

Sl. 13 prikazuje automat stanja agenta regulatora koji sastoji se od tri procesa, prvi za dogovaranje početnih uvjeta, drugi za slanje i obradu poruka koje se razmjenjuju u taktnoj fazi aukcije i treći za slanje i obradu poruka koje se razmjenjuju u fazi dodjele. Početno stanje automata je `PREPARE START OF AUCTION`, u kojem se priprema obavijest o početku aukcije. To stanje je ujedno i početak prvog procesa. U stanju `SEND START OF AUCTION` šalje se obavijest o početku aukcije. Nakon što pošalje obavijest o početku aukcije i početne parametre (stanje `SEND VALUE AND ELIGIBILITY`), agent regulatora završava proces obavještanja sudionika aukcije o parametrima aukcije. Nalazi se u stanju čekanja odgovora svih agenata operatora kojima je poslao informacije o blokovima, ili istek vremena čekanja na odgovor. Nakon što se dogodilo prvo od to dvoje, u stanju `HANDLE ELIGIBILITY RESPONSES` obrađuje podatke primljene od agenata operatora ili prelazi u završno stanje `FINAL` ako nije primljen ni jedan odgovor od agenata operatora.

Drugi proces započinje prelaskom u stanje `PREPARE CLOCK CFP`. U ovom se stanju pripremaju podaci o blokovima koji se šalju pojedinim agentima operatora. Nakon što se svakom agentu operatora u stanju `SEND CLOCK CFP` pošalju podaci o trenutnim cijenama blokova, automat prelazi u stanje `RECEIVE REPLY` gdje čeka odgovore na poruke CFP od operatora, tj. njihove ponude. Čim se primi poruka, prelazi u stanje `HANDLE REPLY`. Ako dođe do greške i primi se neočekivana poruka, to se detektira kao pogreška u stanju `HANDLE REPLY` i automat se vraća u stanje čekanja odgovora. Kada je primljena poruka odgovarajućeg performativa i sadržaja, automat prepoznaje ponudu i prelazi u stanje `HANDLE CLOCK BID`. Nakon što su u rundi primljene ponude svih agenata, automat prelazi u stanje `HANDLE ALL CLOCK BIDS`. Još jedan od mogućih ishoda u stanju `RECEIVE REPLY` je kada niti jedan agent operatora ne pošalje svoju ponudu. Ako se to dogodi, prijelazom `TIMEOUT` automat prelazi u stanje `HANDLE ALL CLOCK BIDS`. U tom se stanju određuje jesu li zadovoljeni uvjeti za prelazak u novu fazu aukcije.



Sl. 13. Automat stanja agenta regulatora

Ovisno o odabiru modifikacije i primljenim ponudama, iz stanja HANDLE ALL CLOCK BIDS prelazi se u stanje PREPARE CLOCK CFP, što znači nastavak prve podfaze aukcije, ili u stanje DETERMINE WINNING CLOCK BIDS u kojem se određuju pobjedničke ponude prve podfaze te se u stanju PREPARE CLOCK NOTIFICATION šalju agentima operatora. Nakon slanja obavijesti o prihvaćenim ponudama u stanju SEND CLOCK NOTIFICATION, ovisno o tome provodi li regulator modifikaciju Kombinatorijske taktne aukcije s Nizozemskom podfazom ili ne, automat prelazi u iduće stanje. Ako se koristi Nizozemska podfaza, iduće stanje u koje će automat prijeći je PREPARE START OF DUTCH PHASE u kojem se određuju parametri aukcije (npr. jednična cijena po bloku u svakoj kategoriji spektra) i šalju agentima operatora u stanju SEND START OF DUTCH PHASE. Regulator detektira izjednačenje ponude i potražnje kada se ono dogodi, i agentu operatora onemogućujući slanje ponude za tu kategoriju koja je drugačija od one ponude za tu istu kategoriju u rundi u kojoj je došlo do izjednačenja ponude i potražnje.

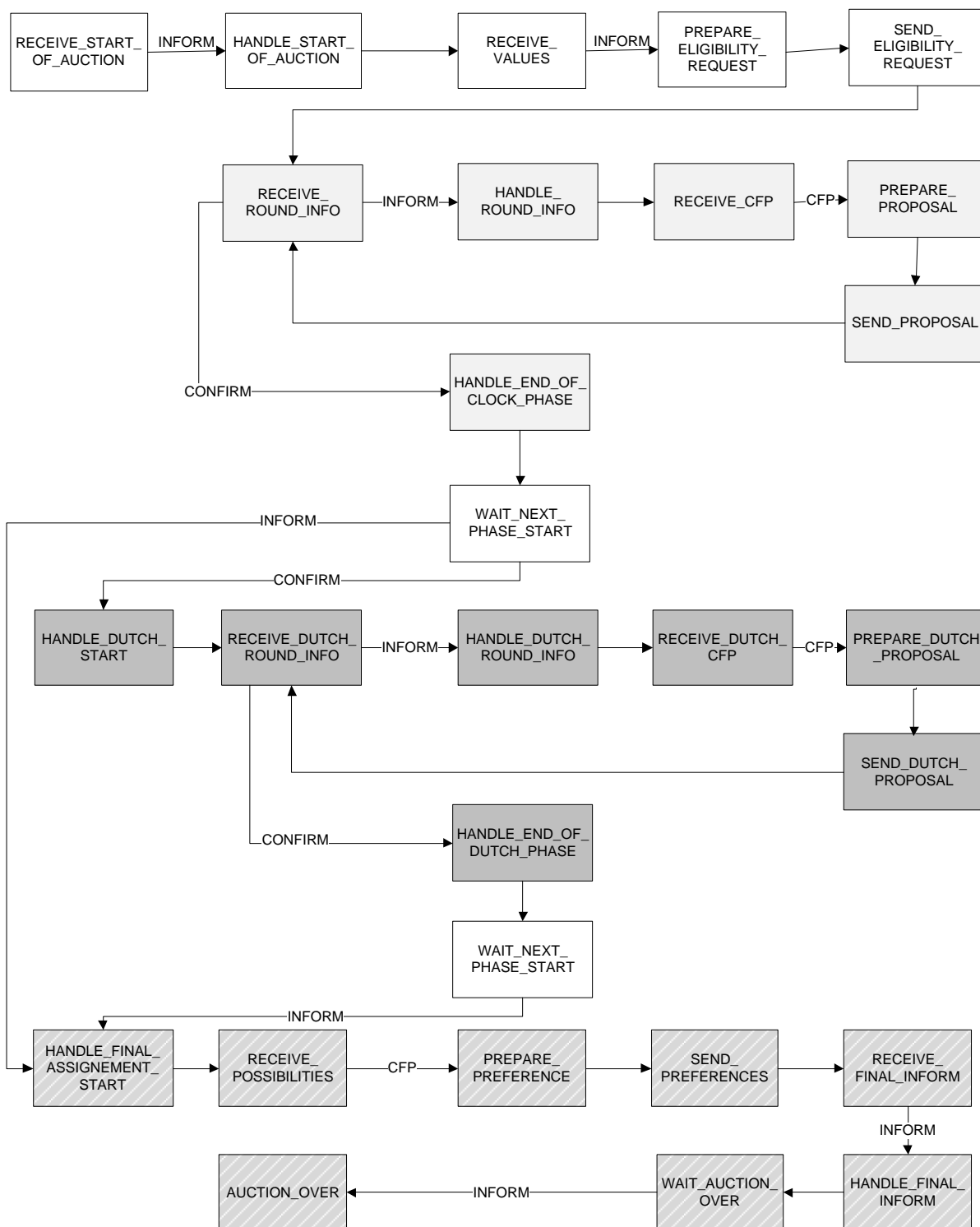
Ako se koristi Kombinatorijska taktna aukcija bez Nizozemske podfaze, automat iz stanja SEND CLOCK NOTIFICATION prelazi u stanje PREPARE START OF ASSIGNMENT PHASE u kojem priprema obavijest za agente operatora o početku druge faze aukcije, a zatim u stanje SEND START OF ASSIGNMENT PHASE u kojem se agentima operatora šalje obavijest o početku Faze dodjele. Ovo je ujedno i početak trećeg procesa u automatu stanja. Iz stanja SEND START OF ASSIGNMENT PHASE automat prelazi u stanje PREPARE ASSIGNMENT CFP u kojem se pripremaju podaci o kategorijama spektra i broju blokova u svakoj kategoriji spektra te njihovim pozicijama unutar svake kategorije. Ovi podaci pripremaju se individualno za svakog agenta operatora. Iduće stanje u koje automat prelazi je stanje SEND ASSIGNMENT CFP, u kojem se agentima operatora koji su osvojili blokove u nekoj od kategorija spektra na kraju prve faze aukcije šalju podaci koji su za njih prethodno pripremljeni u stanju PREPARE ASSIGNMENT CFP. Nakon primitka ponuda svih kupaca u stanju RECEIVE ASSIGNMENT REPLY, automat prelazi u stanje HANDLE ASSIGNMENT REPLY u kojem provjerava performativ i sadržaj primljene poruke. Ako je došlo do pogreške, prijelazom ERROR vraća se u stanje RECEIVE ASSIGNMENT REPLY, a ako primljena poruka odgovara očekivanoj, automat prelazi u stanje HANDLE ASSIGNMENT BID. U ovom stanju određuje se jesu li pristigle sve očekivane ponude agenata operatora ili je isteklo vrijeme trajanja runde Faze dodjele. Ako su pristigle sve ponude, izvodi se prijelaz 33.

ALL BIDS RECEIVED i automat stanja prelazi u stanje HANDLE ASSIGNMENT BIDS. Nakon toga, izvodi se prijelaz u stanje PREPARE NOTIFICATION u kojem se određuje koje su ponude poslone u Fazi dodjele pobjedničke.

Obavijest o osvojenim blokovima po kategorijama spektra agentima operatora se šalje u stanju u koje se prelazi iz stanja PREPARE NOTIFICATION, a to je stanje SEND NOTIFICATION. Nakon slanja obavijesti, automat prelazi u stanje PREPARE END OF AUCTION i potom u stanje SEND END OF AUCTION, u kojem se obavještava sudionike o završetku aukcije, te prelazi u završno stanje FINAL.

1.5.7.3. Agent operatora

Ponašanje agenta operatora definirano je automatom stanja (engl. *Finite State Machine, FSM*) prikazanim na Sl. 14. Nakon pokretanja agent se nalazi u stanju `RECEIVE_START_AUCTION` gdje očekuje primitak poruke (1) tipa `ACL.INFORM`. Po primitku navedene poruke prelazi u stanje `HANDLE_START_OF_AUCTION` u kojemu obrađuje primljenu poruku i u grafičkom korisničkom sučelju (GUI-u) prikazuje poruku o početku aukcije. Nakon toga prelazi u stanje `RECEIVE_VALUES` gdje očekuje primitak poruke (2) tipa `ACL.INFORM` s informacijama o blokovima za koje se dodjeljuje dozvole i njihovoj pogodnosti. Po primitku poruke prelazi u stanje `PREPARE_ELIGIBILITY_REQUEST` u kojemu se dobivene informacije prikazuju korisniku i od njega se očekuje unos vrijednosti pogodnosti za nadmetanje. U ovome stanju se također priprema poruka (3) koja se predaje stanju `SEND_ELIGIBILITY_REQUEST` zaduženom za slanje te poruke agentu regulatora.



Sl. 14. Automat stanja agenta operatora

Agent operatora potom prelazi u stanje `RECEIVE_ROUND_INFO` u kojemu može primiti dvije poruke: poruku (4) tipa `ACL.INFORM` ili poruku (7) tipa `ACL.CONFIRM`. Primitkom poruke (4) zapravo započinje nova runda taktne faze aukcije te agent prelazi u stanje `HANDLE_ROUND_INFO`. Navedeno stanje zaduženo je za prikaz svih informacija dobivenih u poruci (4) u grafičkom korisničkom sučelju. Agent prelazi u stanje `RECEIVE_CFP` gdje

očekuje poruku (5) tipa `ACL.CFP` s informacijama o blokovima za koje se dodjeljuju dozvole u trenutnoj rundi. Nakon primitka te poruke prelazi u stanje `PREPARE_PROPOSAL`. U navedenom stanju se informacije prikazuju u GUI-u i očekuje se interakcija s korisnikom, tj. unos ponude. Nakon što korisnik (operator) unese ponudu i potvrdi njezinu predaju, generira se poruka (6) tipa `ACL.PROPOSE` koja se predaje stanju `SEND_PROPOSAL`. U slučaju isteka vremena trajanja runde, tj. u slučaju kada korisnik ne želi predati ponudu u toj rundi, u stanju `PREPARE_PROPOSAL` interno se generira poruka tipa `null` koja se predaje stanju `SEND_PROPOSAL`. Navedeno stanje zaduženo je za slanje poruke agentu regulatora, a agent operatora ponovno dolazi u stanje `RECEIVE_ROUND_INFO`. Ako u navedenom stanju primi poruku (7) koja označava kraj taktne faze aukcije, prelazi u stanje `HANDLE_END_OF_CLOCK_PHASE` zaduženo za obradu primljene poruke.

U stanju `WAIT_NEXT_PHASE_START` agent operatora može primiti dvije poruke: poruku (8) tipa `ACL.CONFIRM` ili poruku (13) tipa `ACL.INFORM`. U slučaju primitka poruke (8) riječ je o početku nizozemske faze aukcije. Stanja imaju slične funkcije prethodno opisanim stanjima koja su se odnosila na taktnu fazu aukcije, odnosno odgovaraju primitcima i slanjima poruka (9) – (12) s dijagrama na Sl. 14. U slučaju primitka poruke (13) agent prelazi u stanje `HANDLE_FINAL_ASSIGNMENT_START` u kojemu se obrađuje primitak poruke koja označava početak faze dodjele. U stanju `RECEIVE_POSSIBILITIES` agent čeka primitak poruke (14) tipa `ACL.CFP`. Po primitku poruke prelazi u stanje `PREPARE_PREFERENCES`. Navedeno stanje zaduženo je za prikaz primljenih informacija u GUI-u te interakciju s korisnikom koji unosi svoje ponude. U slučaju kada korisnik ne želi poslati nikakvu dodatnu ponudu, istekom vremena trajanja runde interno se generira ponuda s iznosima *nula* za sve ponuđene mogućnosti (preferencije). Ponuda, odnosno poruka (15) tipa `ACL.PROPOSE` predaje se stanju `SEND_PREFERENCES` koje je šalje agentu regulatora. Agent operatora potom prelazi u stanje `RECEIVE_FINAL_INFORM` u kojemu očekuje poruku (16) tipa `ACL.INFORM` iz koje dobiva informacije o osvojenim blokovima. Kada primi navedenu poruku, prelazi u stanje `HANDLE_FINAL_INFORM` gdje dobivene informacije prikazuje u GUI-u.

U stanju `WAIT_AUCTION_OVER` agent operatora očekuje primitak poruke (17) koja označava kraj aukcije. Primitkom navedene poruke prelazi u stanje `AUCTION_OVER`. Dakle, može se primijetiti kako sva navedena stanja omogućuju prijam i slanje poruka prikazanih na Sl. 14, odnosno ostvaruju definirani komunikacijski protokol.

Opisani automat stanja definiran je u klasi `AuctionCCAResponder` koja nasljeđuje klasu `FSMBehaviour` sustava JADE. U klasi su registrirana sva stanja i prijelazi iz jednoga stanja u drugo. Prilikom registracije stanja uz svako ime stanja mora se definirati klasa koja implementira navedeno stanje. Za stanja čiji nazivi počinju riječima `WAIT_` i `SEND_` koriste se ugrađene klase sustava JADE tipa `MsgReceiver` i `ReplySender`, a za ostala stanja definirane su posebne klase u paketu `hr.unizg.fer.ztel.cca2012.responder.states`. Nazivi klasa odgovaraju nazivima stanja. U tim klasama pozivaju se metode koje implementiraju ponašanje agenta.

Agent koji se pokreće je instanca klase `CCABuyerAgent` koja nasljeđuje klasu `Agent` sustava JADE. U metodi `setup()` poziva se metoda `addBehaviour(Behaviour B)` koja kao parametar `B` prima instancu klase `CCAResponder`. Klasa `CCAResponder` nasljeđuje klasu `AuctionCCAResponder` u kojoj je definiran opisani automat stanja. Automat u klasi `AuctionCCAResponder` ima registrirana stanja i prijelaze te su definirane metode koje se pozivaju dolaskom u svako stanje. Ponašanje koje metode izvode implementirano je u klasi `CCAResponder`. Dakle, metode prikazane na dijagramu u klasi `CCAResponder` zapravo nadjačavaju metode iz klase `AuctionCCAResponder`. Treba primijetiti kako klasa `CCAResponder` sadrži referencu na objekt klase `AuctionGuiMain` koji čini grafičko korisničko sučelje.

1.6. Eksperimentalna usporedba različitih formata aukcija

U nastavku poglavlja opisani su parametri provedenih eksperimenata te ishodi aukcija (tj. rezultati eksperimenata). Provedena su četiri eksperimenta s identičnim parametrima.

1.6.1. Postavke eksperimenata

Provedena su četiri eksperimenta kako bi se usporedili formati aukcija SMRA, SMRA+S, CCA i CCA+D. U eksperimentima su uspoređeni ostvareni prihod regulatora te ispunjenost ciljeva svakog operatora. U svakom od navedena četiri eksperimenta sudjelovale su različite osobe koje su prethodno ukratko upoznate s pravilima svakog aukcijskog formata te programskom podrškom koja se koristi za provođenje aukcija. U eksperimentu 1 sudjelovali su studenti završne godine diplomskog studija, u eksperimentu 2 studenti završne godine preddiplomskog studija, a u eksperimentima 3 i 4 asistenti Zavoda za telekomunikacije Fakulteta elektrotehnike i računarstva.

Svaki sudionik eksperimenta bio je u ulozi jednog od pet operatora (tj. Operator 1 – Operator 5). Svaki operator imao je ograničeni budžet izražen u novčanim jedinicama (n.j.) te se natjecao za dozvole za uporabu RF spektra za područje digitalne dividende i područje oko 2.6 GHz u jednoj državi. Dozvole za oba područja dodjeljuju se istovremeno. Operator 1 i Operator 2 su operatori sa značajnom tržišnom snagom, Operator 3 je operator koji je prisutan na tržištu nekoliko godina, a Operator 4 i Operator 5 su operatori koji žele ući na tržište. Tablica 5 prikazuje ciljeve i budžete svakog operatora te dodijeljene im pogodnosti za nadmetanje u različitim formatima aukcija. Cilj predstavlja broj dozvola koje operator želi osvojiti u svakom području (tj. broj blokova u području digitalne dividende + broj blokova u području oko 2.6 GHz). Primarni cilj je onaj cilj koji operator najprije nastoji ostvariti, a sekundarni cilj predstavlja alternativu čije ostvarenje bi zadovoljilo operatora.

Tablica 5. Ciljevi i budžeti operatora

	Operator1	Operator2	Operator3	Operator4	Operator5
Budžet	1100	1000	800	650	600
Primarni cilj	3+3	3+4(2)	2+3	2+2	1+3(2)
Sekundarni cilj	2+4(3)	2+5(3)	1+4(3)	1+4(2)	0+4(2)
Pogodnost za nadmetanje (SMRA, SMRA+S)	500	550	390	340	270
Pogodnost za nadmetanje (CCA, CCA+D)	405	480	305	270	205

Kao što je već rečeno, dozvole se dodjeljuju u dva područja (tj. frekvencijska pojasa): područje digitalne dividende i područje oko 2.6 GHz. U području digitalne dividende dodjeljuju se dozvole za 6 blokova RF spektra (tj. FDD1 – FDD6), a u području oko 2.6 GHz dozvole za 14 blokova RF spektra (tj. FDD1 – FDD14). Jedna dozvola (tj. jedan blok RF spektra) odnosi se na frekvencije za uzlaznu i silaznu vezu. U formatima aukcija SMRA i SMRA+S dozvole vrijede različit broj bodova za nadmetanje i imaju različitu početnu cijenu. Početna cijena jednaka je broju bodova za nadmetanje. Tablica 6 prikazuje početne cijene svake dozvole (tj. bloka RF spektra) u formatima aukcija SMRA i SMRA+S. U formatima aukcija CCA i CCA+D početna cijena svih dozvola u području digitalne dividende iznosi 100 n.j., a u području digitalne dividende 35 n.j. Minimalni rast cijena dozvola iz runde u rundu u svim formatima aukcija iznosi 40 n.j. u području digitalne dividende i 20 n.j. u području oko 2.6 GHz.

Tablica 6. Početne cijene frekvencijskih blokova u formatima aukcija SMRA i SMRA+S

Digitalna dividenda	Blok RF spektra	FDD1, FDD6	FDD2, FDD5	FDD3, FDD4
	Cijena	100	110	120
2.6 GHz	Blok RF spektra	FDD1, FDD2, FDD13, FDD14	FDD3, FDD4, FDD5, FDD10, FDD11, FDD12	FDD6, FDD7, FDD8, FDD9
	Cijena	35	40	50

1.6.2. Rezultati eksperimenata iz perspektive regulatora

U nastavku poglavlja dani su komentari rezultata svakog pojedinog eksperimenta sa stajališta regulatora s posebnim osvrtom na prihod ostvaren u tim aukcijama te ukupni broj dodijeljenih dozvola za uporabu RF spektra.

Eksperiment 1

Tablica 7 prikazuje prihode regulatora u svakom od aukcijskih formata u svim provedenim eksperimentima. Prihod regulatora u prvom eksperimentu pokazuje očekivanu razliku prihoda između formata aukcije SMRA(+S) i CCA(+D). Formatu aukcija SMRA i SMRA+S donose manje prihode regulatoru od formata CCA i CCA+D. Ova razlika u prihodima uzrokovana je samim strukturama formata aukcija: operatori su skloni čuvanju određenog dijela svog budžeta kao dio strategije prilikom predavanja ponuda, jer u provedenim eksperimentima nisu znali u kojoj rundi će završiti formati aukcija SMRA i SMRA+S, ili prve faze formata aukcija CCA i CCA+D. Druga faza aukcija formata CCA i CCA+D omogućuje operatorima da preostali, neiskorišten dio svog budžeta iskoriste kako bi osigurali željene blokove RF spektra. Zbog algoritma koji maksimizira prihode regulatora u fazi dodjele kombinatorijskih formata dobiveni rezultati su u skladu s očekivanjem.

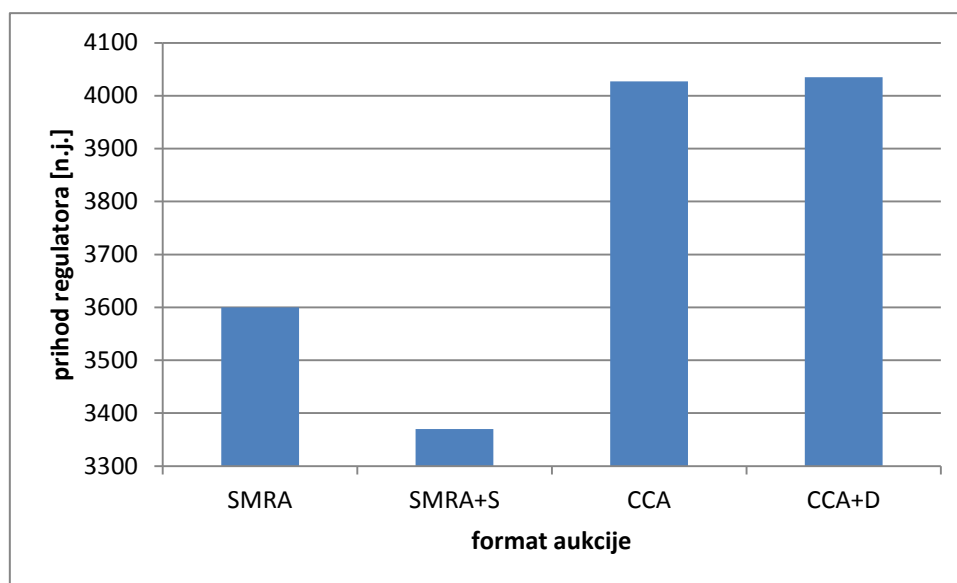
Razlika u ostvarenim prihodima regulatora u formatima SMRA i SMRA+S u prvom eksperimentu rezultat je različitog broja dodijeljenih dozvola za uporabu RF spektra. U prvom eksperimentu sudionici su svoja sredstva preusmjerili u nadmetanje za dozvole za blokove RF spektra oko 2.6 GHz umjesto dozvola za blokove digitalne dividende. Tablica 7 također prikazuje podatke o ukupnom broju dodijeljenih dozvola za uporabu blokova RF spektra u području digitalne dividende (oznaka D.D. u Tablica 7) te u području oko 2.6 GHz (oznaka 2.6 GHz u Tablica 7). Broj dodijeljenih dozvola za uporabu blokova digitalne dividende veći je u formatu aukcije SMRA nego u formatu aukcije SMRA+S. Dozvole su u formatima aukcija SMRA i SMRA+S diferencirane svojom pozicijom, a operatori teže kupiti dozvole za susjedne blokove RF spektra. Zbog mogućnosti premještanja ponuda operatori mogu ponudu premjestiti s dozvola koje su im postale preskupe na dozvole prihvatljivijih cijena, a kojima i dalje ostvaruju strateški (premda sekundarni) cilj. Ovo je glavni razlog ostvarenih manjih prihoda regulatora u formatu aukcije SMRA+S u odnosu na prihode ostvarene u formatu aukcije SMRA.

Tablica 7 također prikazuje i podatke za međusobnu usporedbu ishoda aukcija formata CCA i CCA+D. Prihodi regulatora su u prvom eksperimentu veći u formatu aukcije CCA+D, premda ovaj format ima dodatnu fazu u kojoj se pojedinačna cijena dozvole za svaku kategoriji smanji ispod maksimalne cijene dozvole postignute cijene u prvoj fazi ovog aukcijskog formata. Ovaj rezultat samo je naizgled nedosljedan jer je veći prihod u formatu CCA+D rezultat većeg broja dodijeljenih dozvola. U formatu aukcije CCA dodijeljena je jedna dozvola manje u kategoriji spektra oko 2.6 GHz. Ovime je istaknuta prednost formata aukcije CCA+D pred formatom CCA, naime korištenjem formata aukcije CCA+D postiže se bolja iskorištenost spektra, jer se po nižim cijenama (postignutima u Nizozemskoj fazi) potencijalno dodijeli više dozvola za uporabu RF spektra.

Tablica 7. Prihodi regulatora i broj dodijeljenih dozvola

Eksperiment	Format aukcije	Prihod regulatora			Broj dodijeljenih dozvola (DD + 2.6 GHz)
		DD	2.6 GHz	Ukupno	
1	SMRA	1660	1940	3600	6+14
	SMRA+S	1270	2100	3370	5+14
	CCA	2362	1665	4027	6+13
	CCA+D	2140	1895	4035	6+14
2	SMRA	1780	1580	3360	6+14
	SMRA+S	1380	1400	2780	6+14
	CCA	2100	1725	3825	6+12
	CCA+D	1890	1932	3822	5+14
3	SMRA	1580	2020	3600	6+14
	SMRA+S	1700	2360	4060	6+14
	CCA	2110	1980	4090	6+14
	CCA+D	2422	1716	4138	6+14
4	SMRA	2060	1700	3760	6+14
	SMRA+S	1860	2065	4260	6+14
	CCA	2344	1671	4015	6+13
	CCA+D	2802	966	3768	6+14
Prosjek	SMRA	1770	1810	3580	6+14
	SMRA+S	1552,5	1775	3617,5	5,75+14
	CCA	2229	1760,25	3989,25	6+13
	CCA+D	2313,5	1627,25	3940,75	5,75+14

Sl. 15. prikazuje odnose prihoda regulatora za različite aukcijske formate u prvom eksperimentu. Razlika prihoda ostvarenih pomoću formata aukcija SMRA i SMRA+S je znatno veća nego razlika prihoda ostvarenih pomoću formata aukcija CCA i CCA+D. Ovo je uzrokovano time što je razliku u prihodima u simultanim formatima između ostalog uzrokovala jedna nedodijeljena dozvola u području digitalne dividende koja postiže višu cijenu od dozvola u području oko 2.6 GHz. Razliku u prihodima kombinatorijskih formata je također djelomično uzrokovala jedna nedodijeljena dozvola u području oko 2.6 GHz, a kako ona postiže niže cijene, na grafičkom prikazu se vidi kako je ta razlika neznatna. Mala razlika u prihodima regulatora ostvarenih korištenjem kombinatorijskih formata aukcija uzrokovana je i postojanjem završne faze u kojoj se većina operatora odlučuje na predavanje završnih ponuda (za točno određene dozvole) koje gotovo maksimalno rastežu njihov budžet.



Sl. 15. Prihodi regulatora u eksperimentu 1

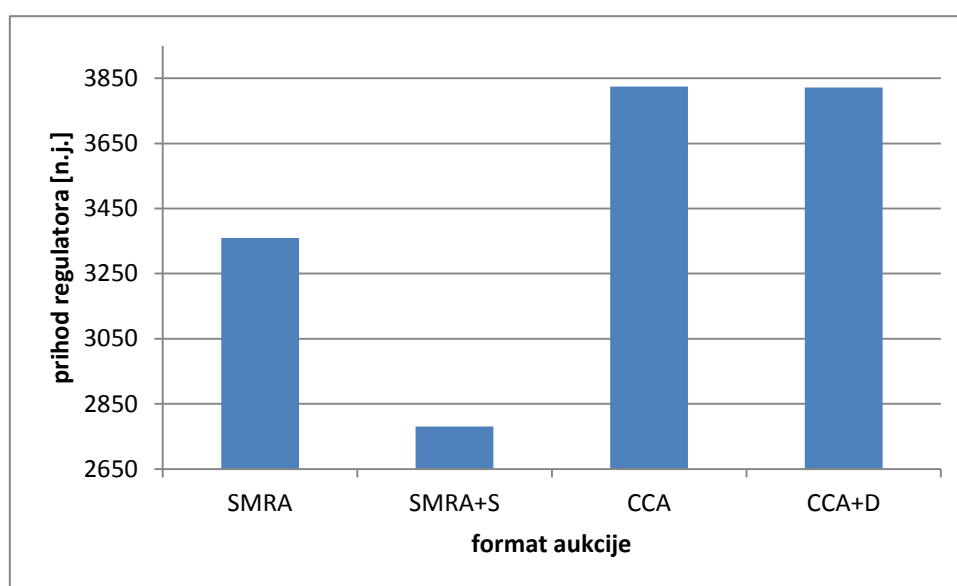
Eksperiment 2

Tablica 7 prikazuje prihode regulatora u svakom od aukcijskih formata u drugom eksperimentu. Koristeći simultane formate aukcija regulator je ostvario manje prihode nego kad su korišteni kombinatorijski formati aukcija, ali je uspješnost dodjele dozvola za uporabu RF spektra bila 100%, tj. dodijeljene su sve dozvole korištenjem simultanih formata aukcija. Ovo implicira da sam način predavanja ponuda i specificiranja dozvola (sučelje agenta operatora) ima utjecaja na raspodjelu operatora po dozvolama i predaju njihovih ponuda. Primjerice, u kombinatorijskim formatima operatori na svom grafičkom sučelju nemaju skupni vizualni prikaz svih raspoloživih dozvola i trenutnog stanja jer dozvole u fazi raspodjele nisu specificirane. Zbog toga, operatori samo upisuju željeni broj dozvola u za to predviđeni prostor na grafičkom sučelju i razvijaju strategiju koja odgovara njihovim trenutno raspoloživim resursima (tj. budžetu kojeg imaju na raspolaganju) i njihovim ciljevima. Time se postupno povećavaju troškovi operatora, a samim time i prihod regulatora. Predavanje ponuda u kombinatorijskim formatima aukcija je jednostavnije za operatore. S druge strane, grafičko sučelje simultanih formata aukcija, radi same specifikacije tih formata, mora prenijeti pojedinačne informacije za svaku dozvolu koja se dodjeljuje pomoću aukcije. Operatori sami moraju voditi računa o stjecanju dozvola za susjedne blokove RF spektra kako bi dobili dozvole za kontinuirani RF spektar. Specifična dozvola za koju operator želi predati ponudu odabire se iz padajućeg izbornika. Iznos ponude za tu dozvolu također se odabire iz drugog padajućeg izbornika rastućih vrijednosti. Zanimljivo je napomenuti kako je većina sudionika aukcije (tj. operatora) na početku ovog eksperimenta u prvim rundama simultanih formata aukcija odabrala neke od prvih ponuđenih dozvola iz padajućeg izbornika. Time su dozvole za uporabu na nižim frekvencijama u prvoj i drugoj kategoriji (tj. spektra digitalne dividende i spektra oko 2.6 GHz) ranije postigle više cijene od jednakovrijednih dozvola na višim frekvencijama u tom istom frekvencijskom području.

Format aukcije SMRA+S donosi značajno manje prihoda regulatoru od formata aukcije SMRA, premda je u obje aukcije dodijeljen jednak broj dozvola. Ova povećana razlika

ukazuje na to da su operatori u formatu SMRA+S češće predavali ponude s manjim vrijednostima, odnosno da su iz padajućeg izbornika birali ponude s manjim cjenovnim skokovima. Isto tako, jedan od operatora (Operator 3) je u formatu aukcije SMRA+S nerazboritim predavanjem ponuda ostao bez bodova pogodnosti za nadmetanje i nije u nastavku aukcije mogao više sudjelovati kao aktivni natjecatelj predajom ponuda. To je uzrokovalo sporiji rast cijena dozvola jer se smanjila konkurencija među natjecateljima. Ova činjenica, a ne premještanje ponuda, u ovom slučaju značajno smanjuje profit regulatora.

Kombinatorijski formati u ovom eksperimentu imaju manju uspješnost dodjele dozvola: korištenjem formata aukcije CCA dvije dozvole za blokove RF spektra u frekvencijskom području oko 2.6 GHz nisu nikome dodijeljene, dok korištenjem formata aukcije CCA+D nije dodijeljena jedna dozvola za blok spektra digitalne dividende.



Sl. 16. Prihodi regulatora u eksperimentu 2

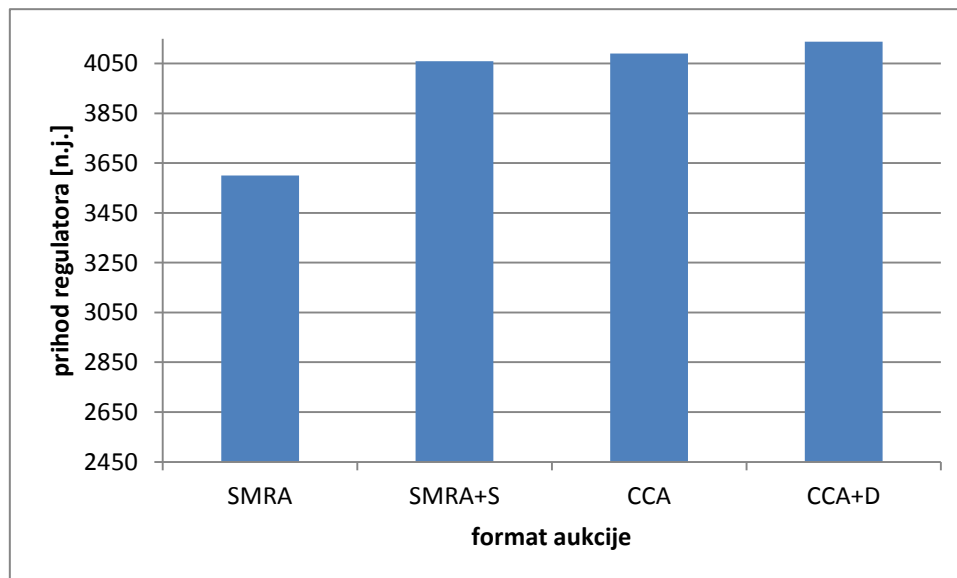
Sl. 16 prikazuje prihod regulatora u provedena četiri formata aukcija. Vidljiv je značajno manji prihod regulatora u formatu aukcije SMRA+S, radi ranije navedenih razloga. Kao u prethodnom grafičkom prikazu, i ovdje je vidljivo kako su iznosi prihoda regulatora u formatima aukcija CCA i CCA+D veoma bliski. Ponude operatora predane u završnim fazama aukcija CCA i CCA+D ukazuju na zanimljivu tendenciju operatora²² da mijenjaju postotak potrošenog budžeta u idućoj aukciji u ovisnosti o tome jesu li ostvarili svoj cilj u kombinatorijskom formatu koji se prvi izvodio. Tako su neki operatori koji su ostvarili svoj primarni ili sekundarni cilj u formatu aukcije CCA, koji se u ovom eksperimentu izvodio prvi, u formatu aukcije CCA+D, koji se izvodio nakon njega, pokušali smanjiti svoje troškove nastojeći i dalje osvojiti željeni broj dozvola. Sukladno tome, operatori koji u formatu aukcije CCA nisu ostvarili zadani cilj su u formatu aukcije CCA+D povećali postotak utrošenog budžeta. Radi takvog, zapravo očekivanog ponašanja operatora, prihodi izvedenih kombinatorijskih formata aukcija su veoma slični.

²² Osobe koje su sudjelovale u eksperimentu kao operatori su u oba kombinatorijska formata zadržavali ulogu istog operatora.

Eksperiment 3

U eksperimentu 3 se ponovno vidi kako korištenjem formata simultanih aukcija SMRA i SMRA+S regulator ostvaruje manje prihode nego korištenjem kombinatorijskih formata aukcija CCA i CCA+D. Tablica 7 pokazuje kako je korištenjem sva četiri aukcijska formata u eksperimentu 3 dodijeljen jednak broj dozvola za uporabu RF spektra. U ovom eksperimentu, korištenje formata aukcije SMRA+S donijelo je regulatoru veći prihod od korištenja formata aukcije SMRA. Razlog tome je probijanje dozvoljenog budžeta čak tri operatora. Ukupno probijanje budžeta u aukciji iznosi nešto manje od 350 n.j.

Usporedbom kombinatorijskih formata aukcija može se primijetiti kako su prihodi regulatora viši kada se koristi format aukcije CCA+D, nego kada se koristi format aukcije CCA. Ovo je neočekivano jer se u Nizozemskoj fazi cijene blokova spuštaju ispod maksimalnih cijena dozvola postignutih u taktnoj fazi aukcije. Pregledom zapisa tijekom aukcije vidi se kako je Operator 2 prekoračio svoj budžet za 10%, odnosno za 100 n.j. Da nije bilo ove anomalije, format aukcije CCA+D bi, u skladu s očekivanjem, donio nešto manji prihod regulatoru od formata aukcije CCA.



Sl. 17. Prihodi regulatora u eksperimentu 3

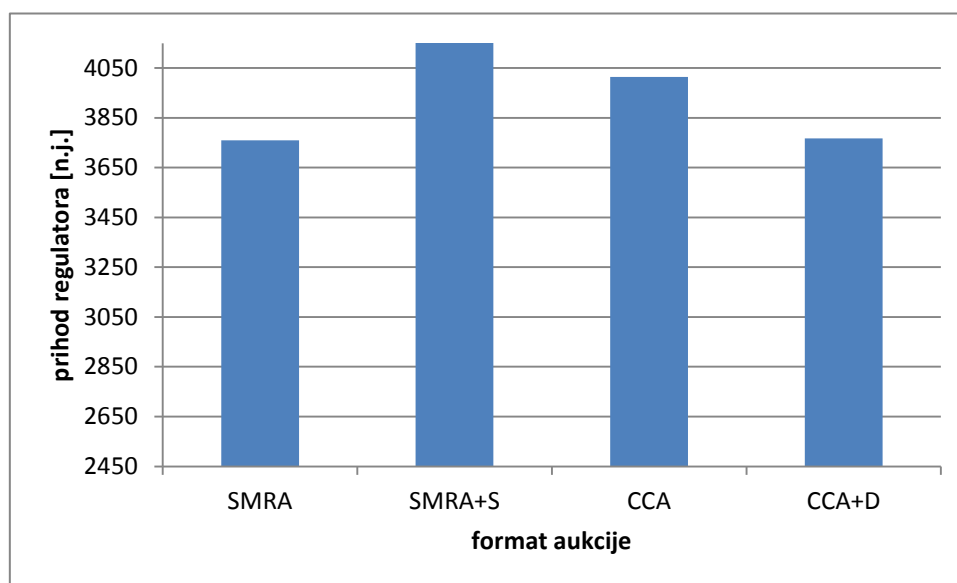
Sl. 17 prikazuje raspodjelu prihoda regulatora ovisno o formatu aukcije u eksperimentu 3. Raspodjela prihoda je neočekivana jer su prihodi regulatora u formatu aukcije SMRA+S veći od prihoda regulatora u formatu aukcije SMRA, i ujedno veoma blizu prihoda regulatora u formatu aukcije CCA. Odstupanje od očekivanja kod međusobne usporedbe dva kombinatorijska formata vidljivo je iz zadnja dva stupca na grafičkom prikazu. Pretpostavka je kako bi odnos prihoda regulatora u ova dva formata bio u skladu s očekivanjima da su se operatori pridržavali zadanih ograničenja budžeta.

Eksperiment 4

U eksperimentu 4 prihodi regulatora u formatu aukcije SMRA+S veći su od prihoda regulatora u ostalim aukcijskim formatima. Slično kao u eksperimentu 3, i ovdje je uzrok

tome prekoračenje budžeta operatora. Za razliku od eksperimenta 3, gdje su tri operatora prekoračila svoj budžet, u eksperimentu 4 samo je jedan operator prekoračio svoj budžet, ali za 55% svog ukupnog budžeta, što iznosi nešto više od 350 n.j. U formatu aukcije CCA dodijeljena je jedna manje dozvola za blok RF spektra oko 2.6 GHz, nego u aukciji formata CCA+D. Unatoč tome, prihod regulatora u aukciji formata CCA veći je od prihoda regulatora u aukciji formata CCA+D. Dozvole za blokove RF spektra u frekvencijskom području oko 2.6 GHz postižu manju cijenu od dozvola za blokove u frekvencijskom području digitalne dividende, stoga jedna nedodijeljena dozvola u formatu aukcije CCA nije osjetno smanjila prihode regulatora u odnosu na ostvarene prihode u formatu aukcije CCA+D.

Može se primijetiti kako su prihodi od dodjele dozvola za blokove RF spektra u frekvencijskom području oko 2,6 GHz u aukciji formata CCA+D gotovo tri puta manji nego prihodi od dodjele dozvola za blokove RF spektra u frekvencijskom području digitalne dividende. Većina operatora u ovom formatu aukcije nije ostvarila svoj cilj. Opravdana je pretpostavka kako je većina operatora htjela ostvariti svoj primarni cilj (primarni ciljevi imaju veći postotak zastupljenosti dozvola za blokove RF spektra u frekvencijskom području digitalne dividende od sekundarnih ciljeva), ili su više vrednovali dozvole za specifične blokove RF spektra u frekvencijskom području digitalne dividende od dozvola za blokove RF spektra u frekvencijskom području oko 2,6 GHz.

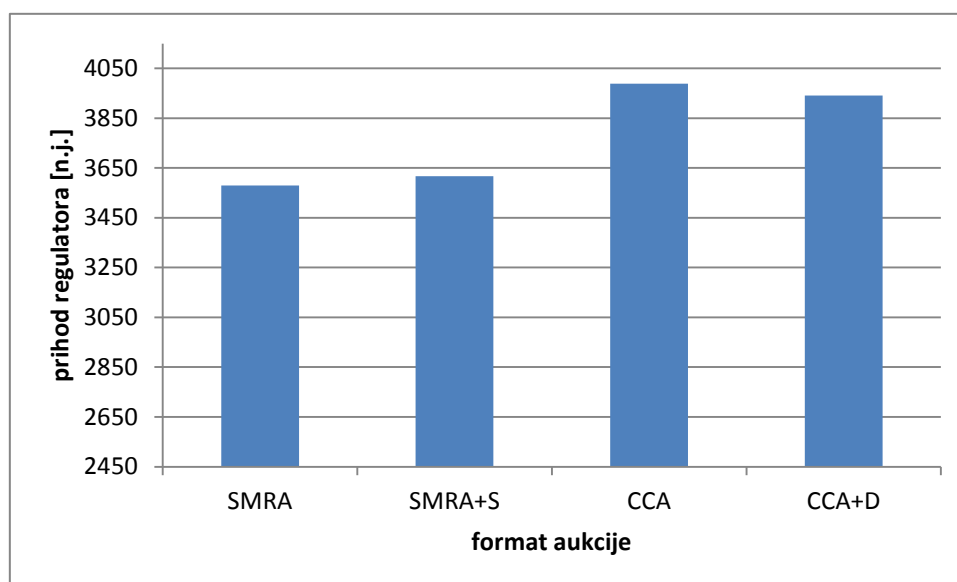


Sl. 18. Prihodi regulatora u eksperimentu 4

Sl. 18 prikazuje raspodjelu prihoda regulatora prilikom korištenja različitih aukcijskih formata. Jasno je vidljiva anomalija u kojoj je prihod regulatora kod korištenja aukcije formata SMRA+S veći od prihoda ostvarenih korištenjem ostalih formata aukcija. Omjeri prihoda regulatora u kombinatorijskim formatima aukcija u skladu su s očekivanjem, tj. prihod ostvaren korištenjem formata aukcije CCA neznatno je veći od prihoda ostvarenog korištenjem formata aukcije CCA+D.

Prosječne vrijednosti

Iz skupa prosječnih vrijednosti ostvarenih prihoda regulatora u provedenim eksperimentima može se primijetiti kako se prosječne vrijednosti prihoda regulatora većinom ponašaju u skladu sa očekivanjima. Korištenje formata aukcija SMRA i SMRA+S regulatoru donosi manje prihode, nego korištenje formata aukcija CCA i CCA+D. Međusobnom usporedbom ishoda aukcija unutar njihove grupe formata aukcija (gdje su SMRA i SMRA+S jedna grupa, a CCA i CCA+D druga grupa) rezultati odstupaju od očekivanja – regulator je u prosjeku ostvario veće prihode koristeći format aukcije SMRA+S, nego koristeći format aukcije SMRA, radi ranije navedenih prekoračenja budžeta u eksperimentima 3 i 4. Međusobnom usporedbom ishoda aukcija formata CCA i CCA+D odnosi prihoda regulatora su u skladu s očekivanjima, tj. korištenjem formata aukcije CCA u prosjeku ostvaren je neznatno veći prihod, nego korištenjem formata aukcije CCA+D. Kod korištenja formata aukcija SMRA i SMRA+S veći dio prihoda donose dozvole za korištenje RF spektra u frekvencijskom području oko 2,6 GHz, jer ima više dozvola koje se dodjeljuju u aukciji. Prilikom korištenja formata CCA i CCA+D više prihoda donose dozvole za korištenje RF spektra u frekvencijskom području digitalne dividende, što je posljedica faze raspodjele kombinatorijskih formata u kojoj operatori predaju ponude za specifične dozvole za uporabu RF spektra i u kojoj se koristi algoritam koji maksimizira prihod regulatora. Jedini format aukcije pomoću kojega su dodijeljene sve dozvole za uporabu RF spektra koje se dodjeljuju pomoću aukcije je format SMRA. Format aukcije CCA je format s najmanjom prosječnom učinkovitosti dodjele jer je u prosjeku jedna dozvola za korištenje RF spektra u frekvencijskom području oko 2,6 GHz ostala nedodijeljena.



Sl. 19. Prosječne vrijednosti prihoda regulatora (eksperimenti 1 - 4)

Sl. 19 prikazuje prosječne prihode regulatora u provedenim eksperimentima grupirane po formatima aukcija. Potrebno je provesti još eksperimenata na većem uzorku kako bi podaci konvergirali prema što točnijim vrijednostima.

1.6.3. Rezultati eksperimenata iz perspektive operatora

Ostvareni rezultati svakog operatora po eksperimentima i formatima aukcija prikazani su u tablicama u nastavku (Tablica 8 - Tablica 11). U svakoj tablici je za svakog operatora naveden broj osvojenih dozvola (tj. broj dozvola za uporabu RF spektra u frekvencijskom području digitalne dividende + broj dozvola za uporabu RF spektra u frekvencijskom području oko 2.6 GHz) te iznos novčanih jedinica koji je operator potrošio za te dozvole (tj. DD – iznos potrošen za dozvole za uporabu RF spektra u frekvencijskom području digitalne dividende, 2.6 GHz – iznos potrošen za dozvole za uporabu RF spektra u frekvencijskom području oko 2.6 GHz, Ukupno – ukupni iznos potrošen za dozvole za uporabu RF spektra). Ako je operator ostvario primarni ili sekundarni cilj, broj osvojenih dozvola je podebljan (npr. **2+3**), a ako je operator osvojio diskontinuirane blokove spektra broj osvojenih dozvola je pisan ukošeno (npr. *2+3* znači kako tri osvojene dozvole za uporabu RF spektra u frekvencijskom području oko 2.6 GHz nisu za kontinuirani dio RF spektra).

Za svaki eksperiment dodatno je grafički prikazan postotak iskorištenosti budžeta operatora u svakom formatu aukcije na Sl. 20 - Sl. 23. Ako je operator ostvario primarni ili sekundarni cilj, stupac je ispunjen bojom, a ako cilj nije ostvaren, stupac nije ispunjen bojom.

Eksperiment 1

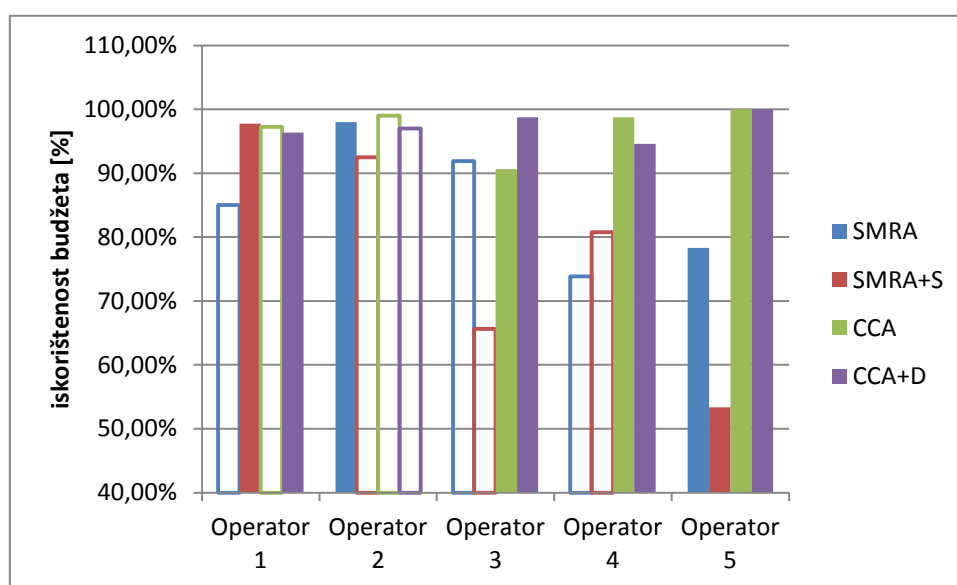
Tablica 8 prikazuje rezultate operatora ostvarene u eksperimentu 1 dok Sl. 20 prikazuje iskorištenost budžeta operatora za svaki pojedini format aukcije. Više operatora je ostvarilo svoj cilj kad su korišteni kombinatorijski formati aukcija CCA i CCA+D, nego kad su korišteni formati aukcija SMRA i SMRA+S. U formatu aukcije SMRA Operator 1 i Operator 3 nisu uspjeli osigurati dozvole za kontinuirane blokove RF spektra u frekvencijskom području oko 2.6 GHz dok u formatu aukcije SMRA+S Operator 4 nije uspio osigurati dozvole za kontinuirane blokove RF spektra također u frekvencijskom području oko 2.6 GHz. Ostali operatori osvojili su kontinuirane blokove spektra u svim formatima aukcija. Operator 5, koji je imao najmanji budžet, ostvario je svoj sekundarni cilj u sva četiri aukcijska formata.

Tablica 8. Rezultati operatora u eksperimentu 1

Format aukcije		Operator1	Operator2	Operator3	Operator4	Operator5
SMRA	Osvojene dozvole	2+3	2+3	1+3	1+1	0+4
	DD	570	530	240	320	0
	2.6 GHz	365	450	495	160	470
	Ukupno	935	980	735	480	470
SMRA+S	Osvojene dozvole	2+3	1+5	1+1	1+3	0+2
	DD	560	180	350	180	0
	2.6 GHz	515	745	175	345	320
	Ukupno	1075	925	525	525	320
CCA	Osvojene dozvole	2+2	2+2	1+3	1+2	0+4
	DD	840	760	380	382	0
	2.6 GHz	230	230	345	260	600
	Ukupno	1070	990	725	642	600
CCA+D	Osvojene dozvole	2+3	2+2	1+3	1+2	0+4
	DD	700	730	350	360	0
	2.6 GHz	360	240	44	255	600
	Ukupno	1060	970	790	615	600

Operator 1 ostvario je svoj sekundarni cilj u formatima aukcija SMRA, SMRA+S i CCA+D. U formatu aukcije SMRA+S je za ostvarenje cilja potrošio 97,73% svog budžeta (njegov najviši postotak u svim aukcijskim formatima), a za ostvarenje istog cilja u formatu aukcije CCA+D je potrošio 96,36 % budžeta. Može se primijetiti kako je u formatu aukcije CCA potrošio veći postotak budžeta (10 n.j. više nego u formatu CCA+D), ali nije uspio ostvariti svoj cilj. Ovo se može objasniti time da se u nizozemskoj fazi smanjila cijena blokova u obje kategorije spektra. Operator 2 je ostvario svoj cilj samo u formatu aukcije SMRA, dok u ostalima nije uspio ostvariti ni primarni ni sekundarni cilj, premda je u formatu aukcije CCA potrošio 99% svog budžeta. Operator 2 je potrošio manje svog budžeta u aukciji formata CCA+D nego u prethodnom slučaju, ali i dalje nije uspio ostvariti svoj cilj radi ograničenja budžeta, što upućuje na to da je imao pogrešnu strategiju predavanja ponuda. U formatu aukcije SMRA+S nije uspio osvojiti još jedan blok spektra digitalne dividende radi ograničenja budžeta. Operator 3 nije ostvario svoj cilj samo u formatu aukcije SMRA+S gdje zbog premještanja ponuda nije osvojio željene blokove. U tom formatu aukcije je ujedno i potrošio najmanje svog budžeta. U formatu aukcije SMRA je osvojio ciljni broj dozvola, ali one nisu za kontinuirane blokove RF spektra. Operator 3 je potrošio više svog budžeta za ostvarivanje istog cilja u formatu aukcije CCA+D, time što je predao višu ponudu za specifične dozvole za uporabu RF spektra u frekvencijskom području oko 2.6 GHz u završnoj fazi aukcije. Operator 4 nije ostvario svoj cilj samo u formatu aukcije SMRA. Za ostvarenje istog cilja potrošio je više svog budžeta u formatu aukcije CCA nego u formatu aukcije CCA+D. U formatu aukcije SMRA+S potrošio je manji dio budžeta, nego u aukcijama ostalih formata u kojima je ostvario svoj cilj, ali nije osigurao dozvole za uporabu kontinuiranih blokova RF spektra. Operator 5 ostvario je svoj (isti) cilj u svim formatima aukcija. Analizom

zapisa tijekom aukcije vidi se kako je Operator 5 od početka svake aukcije pokušavao ostvariti svoj sekundarni cilj, i time nije rasipao raspoloživa sredstva pokušavajući ostvariti primarni cilj (koji je uključivao dozvolu za uporabu jednog bloka RF spektra u frekvencijskom području digitalne dividende). Najmanje je dozvola za uporabu RF spektra osvojio u formatu aukcije SMRA+S, zbog toga što su u kasnijim rundama aukcije operatori veće tržišne snage preusmjeravali svoja sredstva na dozvole za uporabu RF spektra u frekvencijskom području oko 2.6 GHz kako bi ostvarili svoje sekundarne ciljeve, i time nadvisili trenutno vodeće ponude Operatora 5 za te iste dozvole. U formatu SMRA+S je također potrošio najmanji dio svog budžeta, budući da je na kraju aukcije bio vlasnik vodeće ponude za samo dvije dozvole za uporabu blokova RF spektra. U formatima aukcije CCA i CCA+D potrošio je jednak iznos svog budžeta. U formatu aukcije SMRA Operator 5 osvojio je jednaki broj dozvola za uporabu RF spektra kao u kombinatorijskim formatima, ali je potrošio manji dio budžeta.



Sl. 20. Iskorištenost budžeta operatora u eksperimentu 1

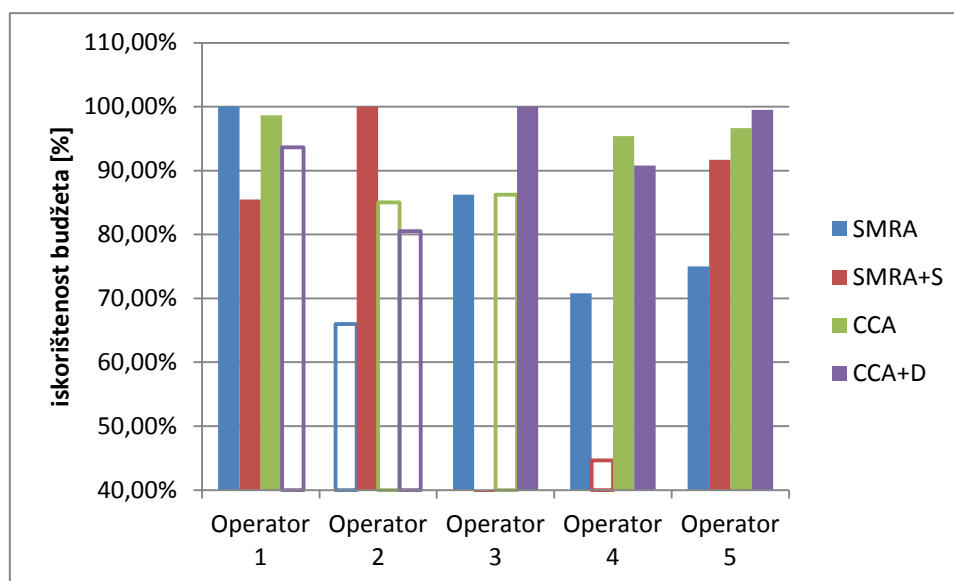
Eksperiment 2

Tablica 9 prikazuje rezultate operatora u eksperimentu 2, a Sl. 21 postotak iskorištenosti budžeta operatora na kraju svake održane aukcije. U ovom eksperimentu operatori su više puta ostvarili svoje ciljeve u formatima aukcija SMRA i SMRA+S, nego u formatima aukcija CCA i CCA+D (tj. 7 od 10 puta u odnosu na 6 od 10 puta, respektivno). Operatori su u svim formatima aukcija uspjeli osvojiti kontinuirane blokove spektra. Operator 2 najmanji je broj puta uspio ostvariti ciljeve (tj. cilj je ostvario samo u formatu aukcije SMRA+S), dok je Operator 5 ostvario svoj cilj u sva četiri formata aukcija.

Tablica 9. Rezultati operatora u eksperimentu 2

Format aukcije		Operator1	Operator2	Operator3	Operator4	Operator5
SMRA	Osvojene dozvole	2+3	1+3	1+3	1+2	1+3
	DD	670	360	220	350	180
	2.6 GHz	430	300	470	110	270
	Ukupno	1100	660	690	460	450
SMRA+S	Osvojene dozvole	2+4	3+4	0+0	0+3	1+3
	DD	430	770	0	0	180
	2.6 GHz	510	230	0	290	370
	Ukupno	940	1000	0	290	550
CCA	Osvojene dozvole	2+3	2+1	1+2	1+2	0+4
	DD	680	680	390	350	0
	2.6 GHz	405	170	300	270	580
	Ukupno	1085	850	690	620	580
CCA+D	Osvojene dozvole	2+2	1+3	1+3	1+2	0+4
	DD	780	380	390	340	0
	2.6 GHz	250	425	410	250	597
	Ukupno	1030	805	800	590	597

U formatima aukcija SMRA i SMRA+S Operator 1 ostvario je sekundarni cilj. U formatu aukcije SMRA+S osvojio je jednu dozvolu više nego u formatu aukcije SMRA, a ukupni iznos koji je potrošio na dozvole za uporabu RF spektra je manji što je posljedica niže cijene dozvola za uporabu RF spektra u frekvencijskom području digitalne dividende. Operator 2 nije ostvario cilj u formatu aukcije SMRA što je vjerojatno posljedica pogrešne strategije prilikom predaje ponuda, tj. na kraju aukcije mu je ostalo dosta neiskorištenog budžeta. U formatu aukcije SMRA+S ostvario je primarni cilj i u potpunosti iskoristio raspoloživi budžet. Operator 3 je u formatu aukcije SMRA ostvario sekundarni cilj, dok u formatu aukcije SMRA+S nije osvojio niti jednu dozvolu. Detaljnijom analizom tijeka aukcije uočeno je kako je odustao od sudjelovanja već u trećoj rundi aukcije u kojoj nije predao niti jednu ponudu iako je na raspolaganju imao dovoljno budžeta i pogodnosti za nadmetanje. To je rezultiralo znatnim smanjenjem njegove pogodnosti za nadmetanje i onemogućilo ga u predaji novih ponuda u sljedećim rundama aukcije. Operator 4 ostvario je u formatu aukcije SMRA sekundarni cilj, dok u formatu aukcije SMRA+S nije ostvario cilj jer nije osvojio niti jednu dozvolu za uporabu RF spektra u frekvencijskom području digitalne dividende, što je rezultiralo i niskom iskorištenošću budžeta. Operator 5 ostvario je primarni cilj u formatima aukcije SMRA i SMRA+S pri čemu je manji iznos budžeta potrošio na jednaki broj dozvola u formatu aukcije SMRA, nego u formatu aukcije SMRA+S.



Sl. 21 Iskorištenost budžeta operatora u eksperimentu 2

U formatu aukcije CCA Operator 1 ostvario je sekundarni cilj, dok u formatu aukcije CCA+D nije ostvario cilj zbog nedovoljnog broja osvojenih dozvola za uporabu RF spektra u frekvencijskom području oko 2.6 GHz. Takav ishod posljedica je veće ukupne cijene koju je platio za dozvole za uporabu RF spektra u frekvencijskom području digitalne dividende pa bi kupovinom još jedne dozvole za uporabu RF spektra u frekvencijskom području oko 2.6 GHz premašio iznos raspoloživog budžeta. Operator 2 nije ostvario cilj u formatima aukcije CCA i CCA+D zbog ograničenja budžeta. Operator 3 u formatu aukcije CCA nije ostvario cilj. Vjerojatno je imao strategiju pri kojoj je namjeravao ostaviti veći postotak budžeta za fazu dodjele, jer je imao dovoljno novca za još jednu dozvolu čime bi ostvario sekundarni cilj. U formatu aukcije CCA+D ostvario je sekundarni cilj i pri tome potrošio manje novca u odnosu na format aukcije CCA. U ovoj aukciji imao je drugačiju strategiju, tj. ostavio je manji postotak budžeta za fazu dodjele. Operator 4 i Operator 5 ostvarili su sekundarni cilj u oba formata aukcije (tj. formatima aukcije CCA i CCA+D).

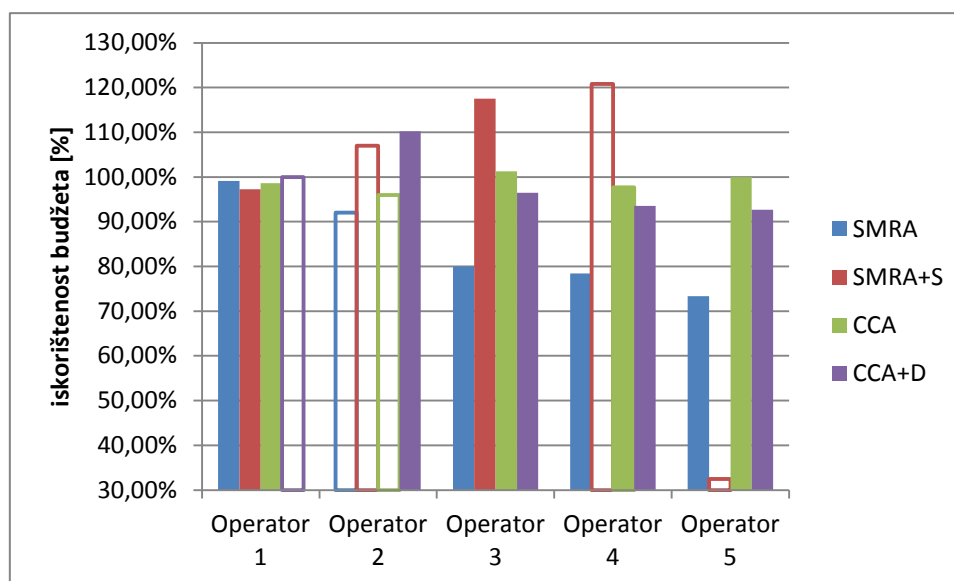
Eksperiment 3

Tablica 10 prikazuje rezultate operatora u eksperimentu 3, a Sl. 22 postotak iskorištenosti budžeta operatora na kraju svake aukcije. U ovome eksperimentu operatori su više puta ostvarili svoje ciljeve u formatima aukcija CCA i CCA+D nego u formatima SMRA i SMRA+S (tj. 8 od 10 puta u odnosu na 6 od 10 puta, respektivno). Najuspješniji je Operator 3 koji je ostvario sekundarni cilj u svim formatima aukcija, a najmanje uspješan je Operator 2 koji je ostvario cilj samo u formatu aukcije CCA+D, ali uz prekoračenje budžeta od 10%.

Tablica 10. Rezultati operatora u eksperimentu 3

Format aukcije		Operator1	Operator2	Operator3	Operator4	Operator5
SMRA	Osvojene dozvole	2+3	2+3	1+3	1+2	0+3
	DD	600	490	310	180	0
	2.6 GHz	490	430	330	330	440
	Ukupno	1090	920	640	510	440
SMRA+S	Osvojene dozvole	2+3	2+3	1+4	<i>1+3</i>	0+1
	DD	560	570	270	300	0
	2.6 GHz	510	500	670	485	195
	Ukupno	1070	1070	940	785	195
CCA	Osvojene dozvole	2+3	2+2	1+3	1+2	0+4
	DD	680	680	385	365	0
	2.6 GHz	405	280	425	270	600
	Ukupno	1085	960	810	635	600
CCA+D	Osvojene dozvole	2+2	2+3	1+3	1+2	0+4
	DD	872	760	410	380	0
	2.6 GHz	228	342	362	228	556
	Ukupno	1100	1102	772	608	556

Operator 2 je u formatima aukcija SMRA i SMRA+S osvojio dovoljan broj dozvola, ali su dozvole za uporabu RF spektra u frekvencijskom području oko 2.6 GHz bile za fragmentirane blokove RF spektra. U formatu aukcije SMRA+S tri operatora su za osvojene dozvole platili manje ukupne iznose, nego u formatu aukcije SMRA. Operator 4 je u formatu aukcije SMRA+S također osvojio dovoljan broj dozvola, ali su dozvole za uporabu RF spektra u frekvencijskom području oko 2.6 GHz bile za fragmentirane blokove RF spektra. Operator 5 nije ostvario cilj u formatu aukcije SMRA+S, odnosno do ostvarenja sekundarnog cilja nedostajala mu je jedna dozvola za uporabu RF spektra u frekvencijskom području oko 2.6 GHz. Operatori sa značajnom tržišnom snagom (tj. Operator 1 i Operator 2) veći postotak budžeta potrošili su na dozvole u području digitalne dividende, dok su se operatori s manjom tržišnom snagom (tj. Operator 3) i operatori koji žele ući na tržište (tj. Operator 4 i Operator 5) orijentirali na dozvole za uporabu RF spektra u frekvencijskom području oko 2.6 GHz te su na njih potrošili veći postotak svog budžeta. Operator 5 osvojio je samo jednu dozvolu u formatu aukcije SMRA+S i potrošio 33% svog budžeta. Nejasno je zbog čega se nije dalje natjecao za više dozvola jer je imao dovoljno pogodnosti za nadmetanje. Operator 2, Operator 3 i Operator 4 probili su budžet u formatu aukcije SMRA+S za 7%, 18 % i 21%, respektivno. Operator 3 i Operator 4 budžet su probili zbog reaktivacije prethodnih ponuda.



Sl. 22. Iskorištenost budžeta operatora u eksperimentu 3

Operator 1 nije uspio ostvariti cilj u formatu aukcije CCA+D jer mu je nedostajala jedna dozvola za uporabu RF spektra u frekvencijskom području oko 2.6 GHz. Naime, u aukciji su cijena dozvola za uporabu RF spektra u frekvencijskom području digitalne dividende bile dosta visoke, i Operator 1 se orijentirao na dobivanje dvije dozvole u tom području kako bi ostvario cilj, što je i osvojio, ali mu zbog toga nije ostalo dovoljno novaca za dobivanje dovoljnog broja dozvola za uporabu RF spektra u frekvencijskom području oko 2.6 GHz. Vjerojatno se zbog boljih propagacijskih karakteristika RF spektra u frekvencijskom području digitalne dividende odlučio natjecati za veći (tj. ciljani) broj dozvola u tom frekvencijskom području, tj. za manji broj dozvola za uporabu RF spektra u frekvencijskom području oko 2.6 GHz. Operator 2 nije ostvario cilj u formatu aukcije CCA zbog nedostatka budžeta. U formatu aukcije CCA+D ostvario je cilj uz prekoračenje budžeta. Operator 3, Operator 4 i Operator 5 potrošili su manji postotak budžeta, a Operator 1 i Operator 2 potrošili su veći postotak budžeta u formatu aukcije CCA+D u odnosu na format aukcije CCA. Svi operatori iskoristili su više od 92% budžeta.

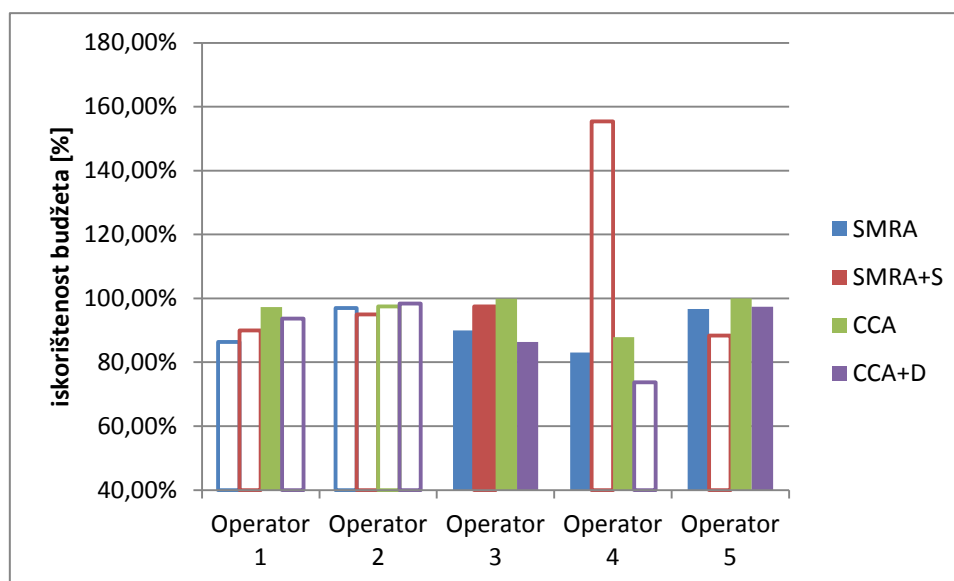
Eksperiment 4

Tablica 11 prikazuje rezultate operatora u eksperimentu 4, a Sl. 23 postotak iskorištenosti budžeta operatora na kraju svake aukcije. U ovome eksperimentu operatori su više puta ostvarili svoje ciljeve u formatima aukcija CCA i CCA+D, nego u formatima SMRA i SMRA+S (tj. 6 od 10 puta u odnosu na 4 od 10 puta, respektivno). Najuspješniji operator je Operator 3 koji je ostvario ciljeve u svim formatima aukcija, a najmanje uspješan je Operator 2 koji nije ostvario cilj niti u jednom formatu aukcije.

Tablica 11. Rezultati operatora u eksperimentu 4

Format aukcije		Operator1	Operator2	Operator3	Operator4	Operator5
SMRA	Osvojene dozvole	1+5	2+2	1+3	1+2	1+2
	DD	400	730	300	320	310
	2.6 GHz	550	240	420	220	270
	Ukupno	950	970	720	540	580
SMRA+S	Osvojene dozvole	1+4	2+2	1+3	<i>1+4</i>	1+1
	DD	320	610	260	310	360
	2.6 GHz	670	340	520	700	170
	Ukupno	990	950	780	1010	530
CCA	Osvojene dozvole	2+3	2+2	1+4	1+2	0+2
	DD	760	785	419	380	0
	2.6 GHz	310	190	380	191	600
	Ukupno	1070	975	799	571	600
CCA+D	Osvojene dozvole	2+2	1+3	1+5	1+1	1+3
	DD	850	675	426	426	425
	2.6 GHz	180	309	265	53	159
	Ukupno	1030	984	691	479	584

U formatima aukcija SMRA i SMRA+S Operator 1 nije ostvario cilj. U formatu aukcije SMRA osvojio je svega jednu dozvolu za uporabu RF spektra u frekvencijskom području digitalne dividende i 5 dozvola za uporabu RF spektra u frekvencijskom području oko 2.6 GHz. Ta jedna dozvola odnosi se na blok RF spektra u frekvencijskom području digitalne dividende, tj. blok FDD3 koji vrijedi najveći broj bodova za nadmetanje (120). Za tu dozvolu Operator 1 je izdvojio više od 40% ukupno potrošenog iznosa te mu zbog toga nije ostalo na raspolaganju dovoljno budžeta za ostale dozvole potrebne za ostvarenje cilja. U frekvencijskom području oko 2.6 GHz osvojio je 5 dozvola za uporabu RF spektra, iako je cilj bio 3 ili 4 dozvole. Pretpostavka je kako je s dozvolom više u frekvencijskom području oko 2.6 GHz nastojao kompenzirati nedostatak jedne dozvole za uporabu RF spektra u frekvencijskom području digitalne dividende. U formatu aukcije SMRA+S osvojio je četiri dozvole za uporabu RF spektra u frekvencijskom području oko 2.6 GHz, ali mu je za ostvarenje cilja nedostajala jedna dozvola za uporabu RF spektra u frekvencijskom području digitalne dividende. Operatoru 2 je u formatima aukcija SMRA i SMRA+S nedostajala jedna dozvola za uporabu RF spektra u frekvencijskom području oko 2.6 GHz za ostvarenje sekundarnog cilja. Operator 4 je u formatu aukcije SMRA+S osvojio dozvole za uporabu RF spektra u frekvencijskom području oko 2.6 GHz pri čemu su dozvole bile za fragmentirane blokove RF spektra, a uz to je operator prekoračio budžet za 55% zbog reaktivacije ranijih ponuda. Kako su ostali operatori u toj fazi aukcije već potrošili raspoloživi budžet na neke druge dozvole ili im je u ranijim rundama aukcije smanjena pogodnost za nadmetanje niti jedan operator nije predao ponude za te dozvole za uporabu RF spektra te ih je Operator 2 morao kupiti s obzirom da su sve ponude predane u ranijim rundama obvezujuće.



Sl. 23. Iskorištenost budžeta operatora u eksperimentu 4

U formatu aukcije CCA Operator 1 ostvario je sekundarni cilj, dok u formatu aukcije CCA+D nije ostvario cilj. Razlog za to je viša konačna cijena dozvola za uporabu RF spektra u frekvencijskom području digitalne dividende kod formata aukcije CCA+D u odnosu na cijene postignute u formatu aukcije CCA (tj. postignute cijene su 425 n.j. i 380 n.j., respektivno). S obzirom na to da je Operatoru 1 bilo važnije osvojiti dozvole za uporabu RF spektra u frekvencijskom području digitalne dividende, nije mu ostalo dovoljno raspoloživog budžeta za natjecanje za još jednu dozvolu za uporabu RF spektra u frekvencijskom području oko 2.6 GHz. Operator 2 nije ostvario cilj niti u jednom od kombinatorijskih formata aukcija zbog ograničenja budžeta, tj. nije mogao složiti kombinaciju dozvola koja bi zadovoljila cilj. Operator 3 i Operator 5 ostvarili su ciljeve u oba formata kombinatorijskih aukcija. Naime, oni su se natjecali za veći broj dozvola za uporabu RF spektra u frekvencijskom području oko 2.6 GHz koje su jeftinije od dozvola za uporabu RF spektra u frekvencijskom području digitalne dividende te im je time i ostvarenje cilja bilo lakše. Operator 3 je u frekvencijskom području oko 2.6 GHz kupio čak jednu dozvolu više nego što mu je bilo potrebno. Operator 4 u formatu aukcije CCA+D nije ostvario cilj, odnosno nedostajala mu je jedna dozvola za uporabu RF spektra u frekvencijskom području oko 2.6 GHz iako je imao dovoljno budžeta. Zbog ponašanja (tj. strategije) u taktnoj fazi aukcije nije se mogao natjecati za više od jedne dozvole u nizozemskoj fazi te je zbog toga aukciju završio s iskorištenošću budžeta od 74%, dok su ostali operatori iskoristili preko 80% budžeta. Svi operatori osim Operatora 2 su u formatu aukcije CCA+D dozvole platili manje nego u formatu aukcije CCA.

1.7. Instalacija i pokretanje programske podrške za provedbu formata aukcija SMRA i SMRA+S

Preduvjet za uspješno pokretanje sustava MASSA_SMRA je računalo s instaliranim sustavom Java verzije 6 (*Java Runtime Environment*) ili novije. Instalacijom Jave obično se automatski postave i sve potrebne sistemske varijable. U slučaju kada sistemske varijable nisu ispravno

postavljene, nije moguće pokretanje sustava. Tada je potrebno u sistemsku varijablu `PATH` dodati lokaciju na kojoj je instalirana Java, a detalji o tome mogu se pronaći u službenoj dokumentaciji²³.

Sustav MASSA dolazi u arhivi *MASSA_SMRA.zip* koju je potrebno raspakirati u proizvoljni direktorij na lokalnom disku. U arhivi se nalaze dva direktorija: *AuctionSMRA* i *AuctionSMRAExecutable*. U direktoriju *AuctionSMRA* nalazi se sljedeći direktoriji:

- direktorij *SMRA_operator* u kojemu se nalazi cijeli projekt s agentom operatora iz razvojnog okruženja Eclipse – izvorni i prevedeni kôd te sve biblioteke potrebne za pokretanje agenta operatora;
- direktorij *SMRA_regulator* u kojemu se nalazi cijeli projekt s agentom regulatora iz razvojnog okruženja Eclipse – izvorni i prevedeni kôd te sve biblioteke potrebne za pokretanje agenta operatora;
- direktorij *MainContainer* u kojemu se nalaze sve potrebne datoteke za pokretanje i izvođenje agentske platforme JADE.

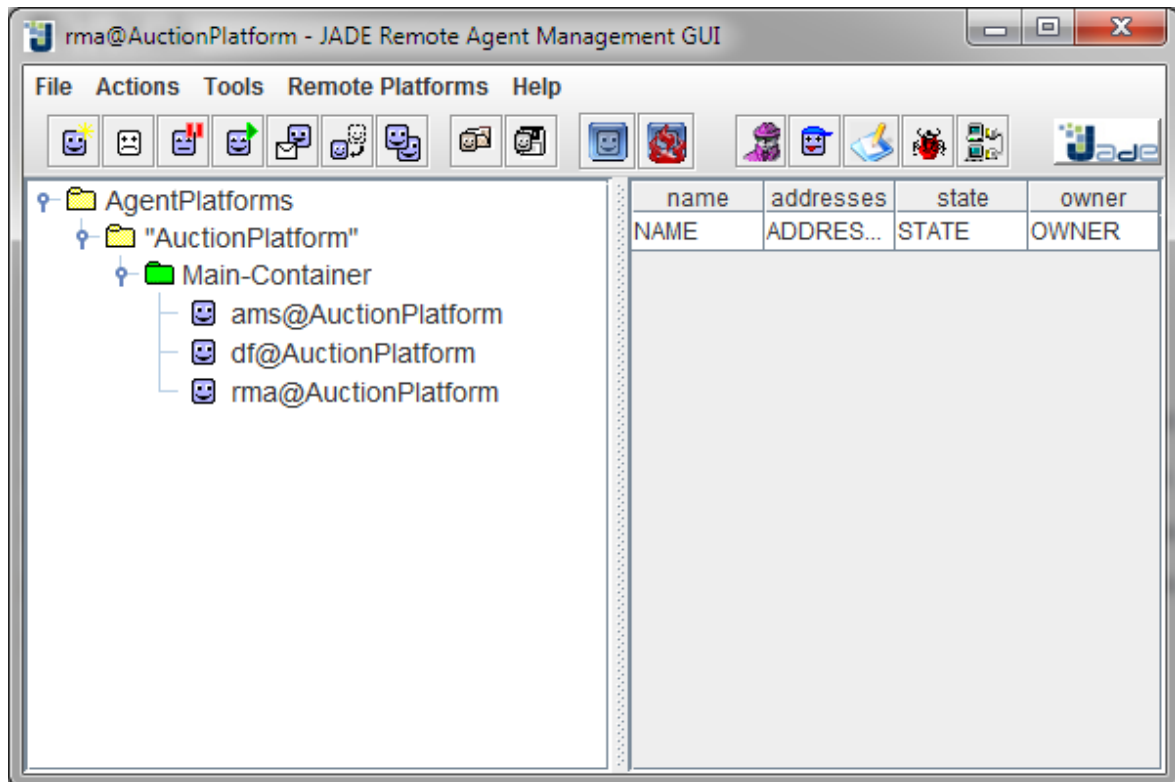
U direktoriju *AuctionSMRAExecutable* nalazi se direktorij *MainContainer* i tri datoteke: *AuctionSMRA_operator.jar*, *AuctionSMRA_regulator.jar* i *platform_parameters.txt*. Za pokretanje sustava MASSA_SMRA dovoljan je sadržaj direktorija *AuctionSMRAExecutable*. Sustav se može pokrenuti na jednome računalu ili na više umreženih računala. U slučaju pokretanja sustava MASSA_SMRA na više računala sustav JADE i agent regulatora moraju biti pokrenuti na istome računalu, a agenti operatora mogu biti raspodijeljeni na više računala. Na računalo s agentom regulatora treba kopirati direktorij *MainContainer* te datoteke *AuctionSMRA_regulator.jar* i *platform_parameters.txt*. Na računala s agentima operatora dovoljno je kopirati datoteke *AuctionSMRA_operator.jar* i *platform_parameters.txt*.

Sustav MASSA_SMRA pokreće se prema sljedećim koracima:

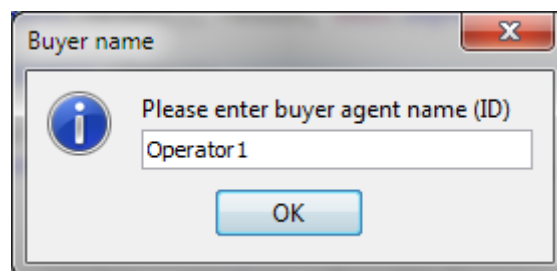
1. pokrenuti sustav JADE i platformu na kojoj se izvode agenti pokretanjem skripte *runJade.bat* iz direktorija *MainContainer*, na Sl. 24 prikazano je grafičko sučelje pokrenute agentske platforme;
2. pokrenuti agenta regulatora na istom računalu na kojemu je pokrenuta platforma pokretanjem datoteke *AuctionSMRA_regulator.jar*;
3. (preskočiti ovaj korak ako se agent operatora pokreće na istom računalu kao i agent regulatora) na računalu na kojemu se pokreće agent operatora u datoteci *platform_parameters.txt* promijeniti sadržaj prvog retka iz *localhost* u IP-adresu računala na kojemu je pokrenut agent regulatora;

²³ <http://www.java.com/en/download/help/path.xml>

4. pokrenuti agenta operatora pokretanjem datoteke *AuctionSMRA_operator.jar*. Prilikom pokretanja prikazat će se prozor za unos imena agenta prikazan na Sl. 25. Potrebno je upisati ime agenta i potvrditi unos;
5. ponoviti 3. i 4. korak za sve agente operatora koji se žele pokrenuti. Svaki agent operatora mora imati jedinstveno ime.



Sl. 24. Grafičko sučelje agentske platforme JADE



Sl. 25. Prozor za unos imena agenta operatora

Ako se nakon provedene aukcije želi provesti nova aukcija, potrebno je zatvoriti sve pokrenute aplikacije i ponovno pokrenuti sustav prema prethodno navedenim koracima.

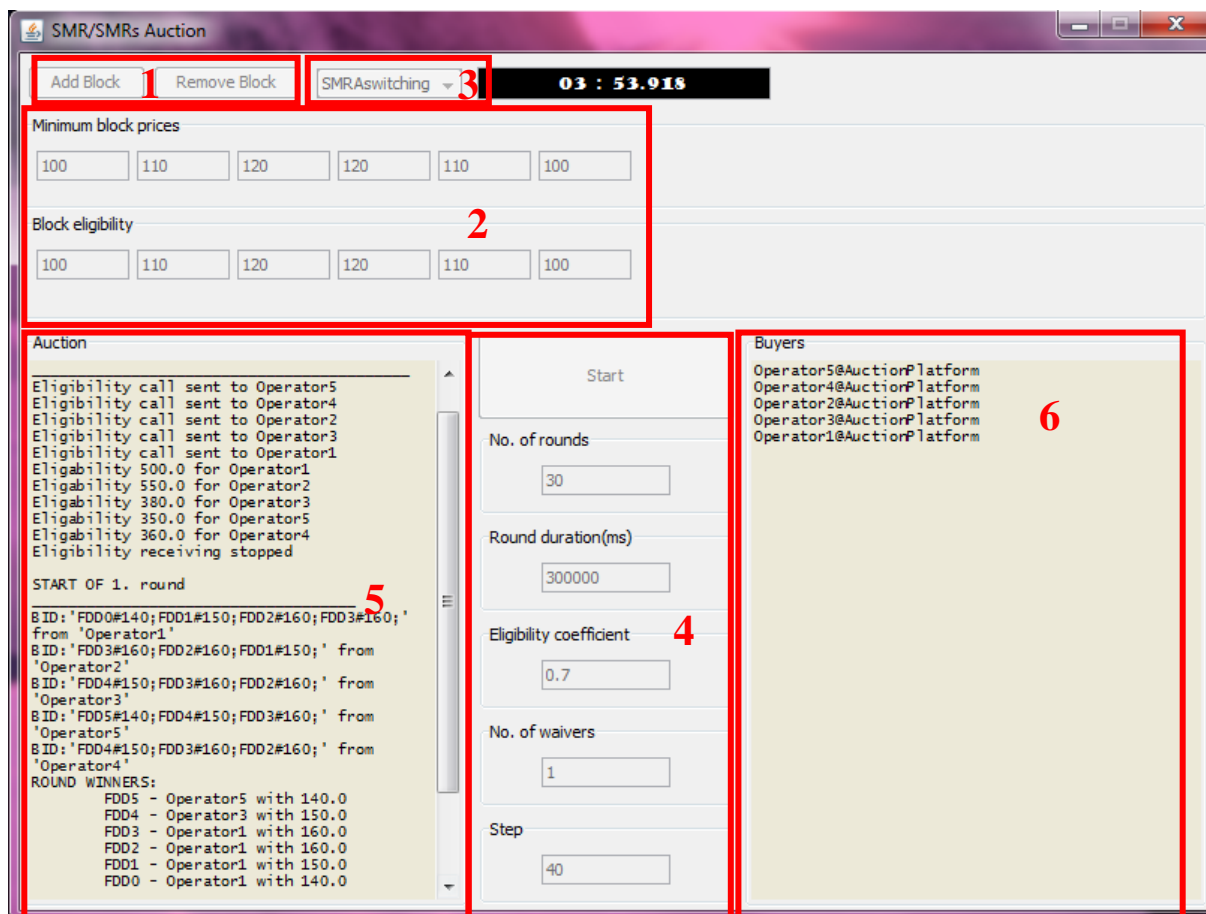
1.7.1. Upute za korištenje agenta regulatora

Agent regulatora koristi se pomoću grafičkog korisničkog sučelja prikazanog na Sl. 26. U dijelu označenom brojem 1 klikom na gumbе *Dodaj blok* i *Ukloni blok* može se povećavati i

smanjivati broj blokova RF spektra za koje se dodjeljuju dozvole za uporabu, respektivno. Ako se doda blok previše, pritiskom na gumb *Ukloni blok* briše se zadnji dodani blok, odnosno prvi s desne strane. U dijelu označenom brojem 2 za svaki blok RF spektra potrebno je unijeti početne (minimalne) cijene za svaku dozvolu te broj bodova za nadmetanje pojedine dozvole. U dijelu označenom brojem 3 potrebno je prvo odabrati iz padajućeg izbornika format aukcije koju se želi provoditi. U dijelu označenom brojem 4 nalaze se polja za unos parametara aukcije.

U dijelu označenom brojem 4 potrebno je unijeti parametre aukcije poput broja rundi nakon kojih će aukcija završiti ako ne završi ranije u skladu s regularnim uvjetima završetka aukcije (tj. nakon runde u kojoj operatori nisu predali niti jednu novu ponudu). U polje *Trajanje runde (ms)* unosi se željeno trajanje pojedine runde. Polje *Koeficijent podobnosti* služi za određivanje operatorove minimalne aktivnosti koja se računa kao određeni postotak njegove pogodnosti za nadmetanje, npr. ako operatorova minimalna aktivnost treba iznositi 70% njegove pogodnosti za nadmetanje u kućicu je potrebno unijeti vrijednost 0.7. Ako regulator želi operatorima može dodijeliti određeni broj preskoka (polje *Broj odustajanja*). U polje *Step* potrebno je unijeti inkrement za koji se svakoj dozvolama podiže vrijednost. Ako se neki od parametara aukcije ne unese, oni se automatski postavljaju na pričuvenu vrijednost. U tom se slučaju broj rundi postavlja na 30, trajanje jedne runde na 10 minuta, koeficijent podobnosti na 0.7 i broj dozvoljenih odustajanja na 0.

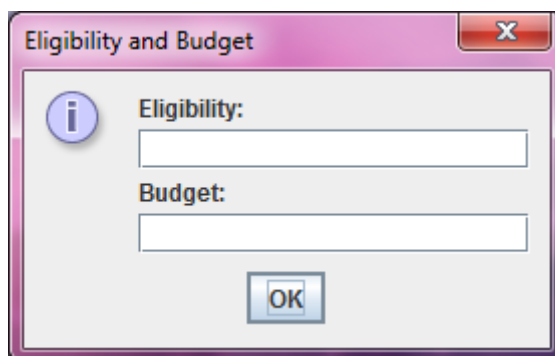
Klikom na gumb *Start*, nakon unosa željenih iznosa parametara, pokreće se aukcija. Tijek aukcije se može pratiti u donjem lijevom dijelu označenom brojem 5, dok je popis operatora koji sudjeluju u aukciji prikazan u donjem desnom dijelu grafičkog sučelja agenta regulatora označenom brojem 6. Iz ispisa tijeka aukcije mogu se vidjeti iznosi pogodnosti za nadmetanje operatora koje su im dodijeljene na temelju uplaćenih predračuna. Također prikazane su ponude koje su operatori poslali u prvoj rundi, npr. Operator 3 ponudio je iznos 150 n.j. za dozvolu za uporabu bloka RF spektra FDD4 te iznos 160 n.j. za dozvolu za uporabu bloka RF spektra FDD3 i isti iznos za blok FDD2. Nakon ispisa primljenih ponuda prikazan je popis vodećih ponuda za svaku dozvolu na kraju te runde pa se tako može vidjeti kako je Operator2 predao vodeće ponude za dozvole za uporabu blokova RF spektra FDD1 i FDD2.



Sl. 26. Grafičko sučelje agenta regulatora

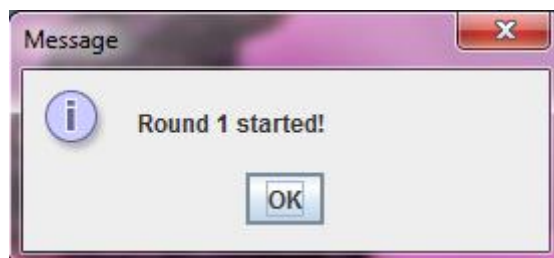
1.7.2. Upute za korištenje agenta operatora

Nakon unosa imena operatora pomoću prozora prikazanog na Sl. 25, operatoru se otvara prozor prikazan na Sl. 27, a služi za unos pogodnosti za nadmetanje i operatorovog budžeta. Iznos pogodnosti za nadmetanje operatoru dodijeljen je prilikom uplate predujma i taj iznos operator unosi u navedeni prozor zajedno s iznosom budžeta kojeg ima na raspolaganju. Dok se iznos pogodnosti za nadmetanje šalje agentu regulatoru, informacija o raspoloživom budžetu mu se ne šalje, nego služi agentu operatoru isključivo kao kontrolni mehanizam da ne bi poslao ponudu za koju nema osigurana sredstva.



Sl. 27. Prozor za unos pogodnosti za nadmetanje i budžeta

Prije početka svake runde operator dobiva obavijest o početku runde kao što je prikazano na Sl. 28. Operator sudjeluje u aukciji koristeći grafičko korisničko sučelje prikazanog na Sl. 29. Sučelje je podijeljeno na nekoliko dijelova koji su na slici istaknuti crvenim pravokutnicima i brojevima.



Sl. 28. Obavijest operatoru o početku runde

Buyer: Operator3 Round ends in: 02 : 20.926

Block	Bidding units	Current price	Current winner
FDD0	100.0	140.0	Operator1
FDD1	110.0	150.0	Operator1
FDD2	120.0	160.0	Operator1
FDD3	120.0	160.0	Operator1
FDD4	110.0	150.0	Operator3
FDD5	100.0	140.0	Operator5

Current activity: 110 Eligibility: 380 Min activity: 266 Waivers: 1
 Currently offered: 150 Budget: 800

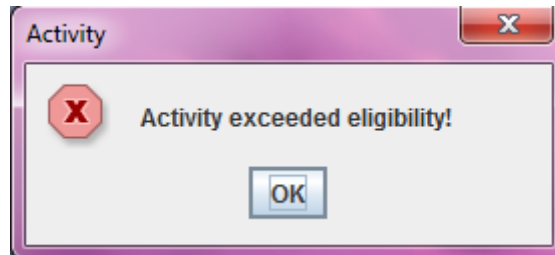
Add new offer: FDD0 180 Add offer
 Switch offer: FDD4 FDD0 180 Switch
 Clear offer Send offer Skip round

Sl. 29. Grafičko sučelje agenta operatora

Dio označen brojem 1 predstavlja dnevnik log s informacijama o početku aukcije, svim prethodnim rundama te završetku aukcije. Tablica u dijelu označenom brojem 2 prikazuje najvažnije informacije o trenutnoj rundi – dozvole koje se dodjeljuju, iznos jedinica za nadmetanje svake dozvole, iznos trenutno vodeće ponude za svaku dozvolu i ime vodećeg operatora za svaku dozvolu.

Dio označen brojem 3 sadrži informacije o trenutnoj aktivnosti kupca (polje *Current activity*), iznosi njegove pogodnosti za nadmetanje (polje *Eligibility*), iznos minimalne aktivnosti (polje *Min activity*) koju mora ostvariti, broj preostalih odustajanja (polje *Waivers*), vrijednost svih dozvola za koje je operator u toj rundi predao ponudu i vrijednost svih dozvola za koje je operator trenutno vodeći ponuđač iz prethodne runde (polje *Currently offered*) i budžet kojeg operator ima na raspolaganju u tekućoj aukciji (polje *Budget*).

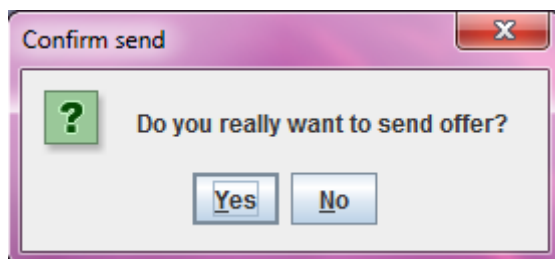
U dijelu označenom brojem 4 operator iz prvog padajućeg izbornika odabire dozvolu za koju želi predati ponudu, iz sljedećeg padajućeg izbornika odabire iznos koji želi ponuditi za tu dozvolu te ponudu za tu dozvolu dodaje u popis svih dozvola za koje se želi natjecati u toj rundi pomoću gumba *Add offer*. Time se dodana dozvola pojavljuje u gornjem tekstualnom polju koje se nalazi u dijelu označenom brojem 6. Postupak se ponavlja za sve blokove za koje korisnik želi dati ponudu. Iznos aktivnosti se dinamički mijenja prema pravilima aukcije, u slučaju kada operator u ponudu doda ponudu za dozvolu zbog koje mu iznos aktivnosti veći od njegove pogodnosti za nadmetanje u posebnom prozoru koji će iskočiti (engl. *pop-up window*) ispisat će mu se upozorenje kao što je prikazano na Sl. 30.



Sl. 30. Upozorenje kada je aktivnost veća od operatorove pogodnosti za nadmetanje

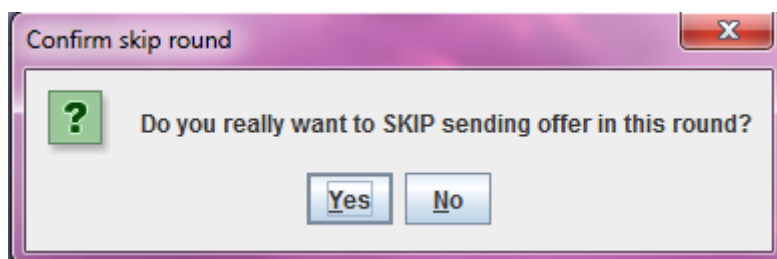
Dio označen brojem 5 koristi se samo kod formata aukcije SMRA+S i to kada operator želi premjestiti trenutno vodeću ponudu za određenu dozvolu na neku drugu dozvolu. U lijevom padajućem izborniku operator odabire dozvolu s koje želi prebaciti vodeću ponudu, u desnom padajućem izborniku odabire dozvolu za koju želi predati ponudu, a iz trećeg padajućeg izbornika odabire iznos koji želi ponuditi za odabranu dozvolu. Pritiskom na gumb *Switch* zahtjev za zamjenu ponuda ispisuje se u donjem tekstualnom polju koje se nalazi u dijelu označenom brojem 6.

Nakon što je korisnik odabrao sve dozvole za koje želi dati/prebaciti ponudu, sve ponude u tekućoj rundi šalju se gumbom *Send offer* koji se nalazi u dijelu označenom brojem 6. Operator mora potvrditi slanje ponude odabirom gumba *Yes* u posebnom prozoru koji će iskočiti nakon klika na gumb *Send offer*. Ako želi nešto promijeniti u ponudi operator u istom prozoru treba odabrati gumb *No* kao što je prikazano na Sl. 31.



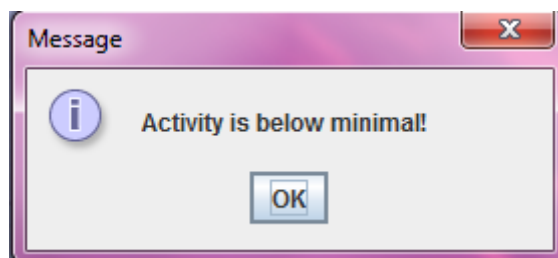
Sl. 31. Potvrđivanje slanja ponude

Ako korisnik u određenoj rundi ne želi dati nikakvu ponudu (npr., njegova ponuda je vodeća za sve dozvole koje želi osvojiti u toj aukciji), mora kliknuti na gumb *Skip round* nakon kojeg također se pojavi poseban prozor u kojemu klikom na gumb *Yes* operator treba potvrditi ne sudjelovanje u toj rundi. U slučaju da ipak želi predati ponudu za neku dozvolu treba odabrati gumb *No* kao što je prikazano na Sl. 32. Ako je operator zabunom u popis dozvola dodao dozvolu za koju se ne želi natjecati, pomoću gumba *Clear offer* briše sve ponude u trenutnoj rundi (tj. ponude navedene u oba tekstualna polja u dijelu označenom brojem 6.

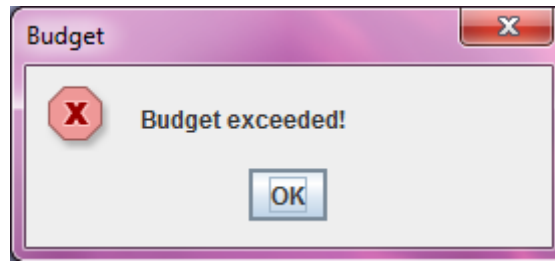


Sl. 32. Potvrđivanje izostanka predavanja ponude

Prije slanja ponude u kojoj je aktivnost manja od minimalne zahtijevane aktivnosti, operatoru će biti prikazana obavijest upozorenja u posebnom prozoru koji će iskočiti kao što je prikazano na Sl. 33. Operator će također u posebnom prozoru koji će iskočiti dobiti obavijest upozorenja ako je iznos ponude koju šalje veći od njegovog raspoloživog budžeta kao što je prikazano na Sl. 34. Nakon prikaza bilo koje od zadnje dvije navedene obavijesti, ako to želi, operator može promijeniti ponudu dodavanjem/uklanjanjem ponuda za pojedine dozvole kao što je to ranije opisano.

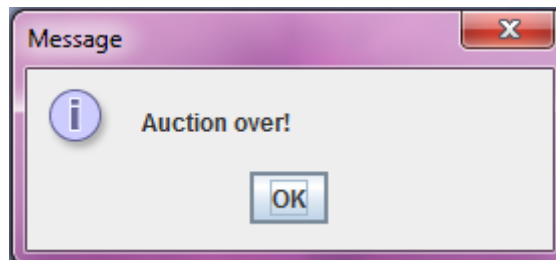


Sl. 33. Obavijest operatoru o predaji ponude s aktivnošću manjom od minimalne zahtijevane aktivnosti



Sl. 34. Obavijest operatoru o predaji ponude čiji iznos prelazi raspoloživi budžet

Na kraju aukcije operatoru se u posebnom prozoru koji će iskočiti ispisuje obavijest o završetku aukcije kao što je prikazano na Sl. 35.



Sl. 35. Obavijest operatoru o završetku aukcije

1.8. Instalacija i pokretanje programske podrške za provedbu kombinatornih formata aukcija

Preduvjet za uspješno pokretanje sustava MASSA je računalo s instaliranim sustavom Java verzije 6 (*Java Runtime Environment*) ili novije. Instalacijom Jave obično se automatski postave i sve potrebne sistemske varijable. U slučaju kada sistemske varijable nisu ispravno postavljene, nije moguće pokretanje sustava. Tada je potrebno u sistemske varijablu `PATH` dodati lokaciju na kojoj je instalirana Java, a detalji o tome mogu se pronaći u službenoj dokumentaciji²⁴.

Sustav MASSA dolazi u arhivi *MASSA_CCA.ZIP* koju je potrebno raspakirati u proizvoljni direktorij na lokalnom disku. U arhivi se nalaze dva direktorija: *AuctionCCA* i *AuctionCCAExecutable*. U direktoriju *AuctionCCA* nalaze se sljedeći direktoriji:

- direktorij *CCA_operator* u kojemu se nalazi cijeli projekt s agentom operatora iz razvojnog okruženja Eclipse – izvorni i prevedeni kôd te sve biblioteke potrebne za pokretanje agenta operatora;
- direktorij *CCA_regulator* u kojemu se nalazi cijeli projekt s agentom regulatora iz razvojnog okruženja Eclipse – izvorni i prevedeni kôd te sve biblioteke potrebne za pokretanje agenta operatora;
- direktorij *MainContainer* u kojemu se nalaze sve potrebne datoteke za pokretanje i izvođenje agentske platforme JADE.

²⁴ <http://www.java.com/en/download/help/path.xml>

U direktoriju *AuctionCCAExecutable* nalazi se direktorij *MainContainer* i tri datoteke: *AuctionCCA_operator.jar*, *AuctionCCA_regulator.jar* i *platform_parameters.txt*. Za pokretanje sustava MASSA dovoljan je sadržaj direktorija *AuctionCCAExecutable*. Sustav se može pokrenuti na jednome računalu ili na više umreženih računala. U slučaju pokretanja sustava MASSA na više računala sustav JADE i agent regulatora moraju biti pokrenuti na istome računalu, a agenti operatora mogu biti raspodijeljeni na više računala. Na računalo s agentom regulatora treba kopirati direktorij *MainContainer* te datoteke *AuctionCCA_regulator.jar* i *platform_parameters.txt*. Na računala s agentima operatora dovoljno je kopirati datoteke *AuctionCCA_operator.jar* i *platform_parameters.txt*.

Sustav MASSA pokreće se prema sljedećim koracima:

1. pokrenuti sustav JADE i platformu na kojoj se izvode agenti pokretanjem skripte *runJade.bat* iz direktorija *MainContainer*, na Sl. 24 prikazano je grafičko sučelje pokrenute agentske platforme;
2. pokrenuti agenta regulatora na istom računalu na kojemu je pokrenuta platforma pokretanjem datoteke *AuctionCCA_regulator.jar*;
3. (*preskočiti ovaj korak ako se agent operatora pokreće na istom računalu kao i agent regulatora*) na računalu na kojemu se pokreće agent operatora u datoteci *platform_parameters.txt* promijeniti sadržaj prvog retka iz *localhost* u IP-adresu računala na kojemu je pokrenut agent regulatora;
4. pokrenuti agenta operatora pokretanjem datoteke *AuctionCCA_operator.jar*. Prilikom pokretanja prikazat će se prozor za unos imena agenta prikazan na Sl. 25. Potrebno je upisati ime agenta i potvrditi unos;
5. ponoviti 3. i 4. korak za sve agente operatora koji se žele pokrenuti. Svaki agent operatora mora imati jedinstveno ime.

Ako se nakon provedene aukcije želi provesti nova aukcija, potrebno je zatvoriti sve pokrenute aplikacije i ponovno pokrenuti sustav prema prethodno navedenim koracima.

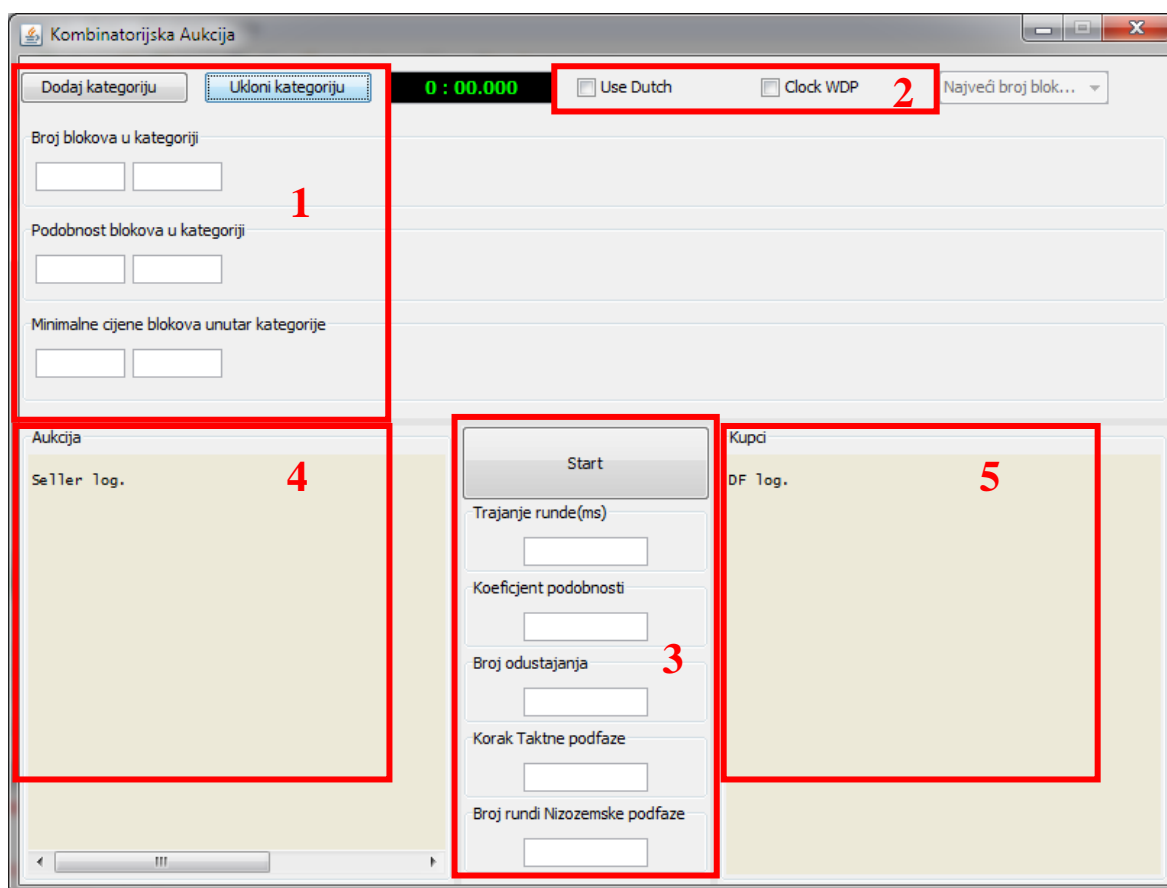
1.8.1. Upute za korištenje agenta regulatora

Agent regulatora koristi se pomoću grafičkog korisničkog sučelja prikazanog na Sl. 36. Dio označen brojem 1 služi za podešavanje parametara o RF spektru za koji se dodjeljuju dozvole za uporabu. Klikom na gumb *Dodaj kategoriju* i *Ukloni kategoriju* može se povećavati i smanjivati broj kategorija RF spektra za koje se dodjeljuju dozvole za uporabu, respektivno. Za svaku kategoriju potrebno je unijeti broj dozvola koje se dodjeljuju (tj. broj blokova RF spektra koji se nalaze u pojedinoj kategoriji), broj bodova za nadmetanje pojedine dozvole te početne (minimalne) cijene za svaku dozvolu u pojedinoj kategoriji.

U dijelu označenom brojem 2 postavljanjem oznake u kućicu *Use Dutch* bit će pokrenuta modifikacija formata aukcije CCA s nizozemskom fazom opisana u poglavlju 1.5.6.2, dok će

biti pokrenuta modifikacija formata aukcije CCA opisana u poglavlju 1.5.6.1 ako oznaka nije postavljena. Postavljanjem oznake u kućicu *Clock WDP* za vrijeme faze dodjele trajanje izračuna problema odabira pobjednika (problem WDP) bit će prekinuto nakon isteka postavljene vremenske kontrole i trenutno vodeća kombinacija postaje pobjednička kombinacija.

U dijelu označenom brojem 3 potrebno je unijeti parametre aukcije poput trajanja jedne runde pri čemu je trajanje runde u taktnoj i nizozemskoj fazi jednako. Polje *Koeficijent podobnosti* služi za određivanje operatorove minimalne aktivnosti koja se računa kao određeni postotak njegove pogodnosti za nadmetanje, npr. ako operatorova minimalna aktivnost treba iznositi 70% njegove pogodnosti za nadmetanje u kućicu je potrebno unijeti vrijednost 0.7. Ako regulator želi operatorima može dodijeliti određeni broj preskoka (polje *Broj odustajanja*). U polje *Korak Taktne podfaze* unosi se vrijednost inkrementa za koji se podižu cijene u taktnoj fazi dok se u polje *Broj rundi Nizozemske podfaze* unosi broj rundi nakon kojih završava nizozemska faza. Klikom na gumb *Start*, nakon unosa željenih iznosa parametara, pokreće se aukcija. Tijek aukcije se može pratiti u donjem lijevom dijelu označenom brojem 4, dok je popis operatora koji sudjeluju u aukciji prikazan u donjem desnom dijelu grafičkog sučelja agenta regulatora označenom brojem 5.



Sl. 36. Grafičko sučelje agenta regulatora

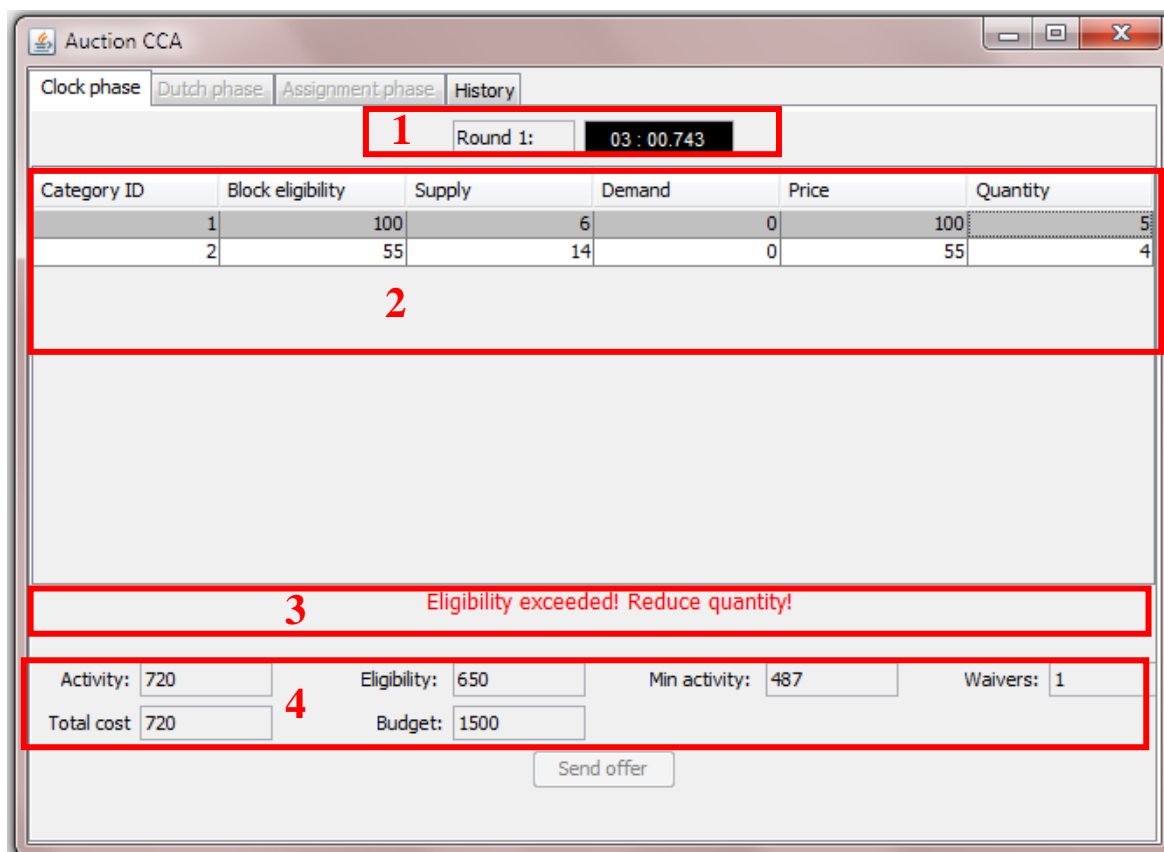
1.8.2. Upute za korištenje agenta operatora

Agent operatora koristi se pomoću grafičkog korisničkog sučelja. Na Sl. 37 prikazano je sučelje u taktnoj fazi aukcije. Na vrhu sučelja nalazi se niz kartica: taktna faza, nizozemska faza, faza dodjele i povijest. Kartica za taktnu fazu aukcije zastoji se od 4 dijela koja su na slici istaknuta pravokutnicima i označena brojevima.

Dio označen brojem 1 prikazuje koja je runda taktne faze trenutno u tijeku i koliko je vremena preostalo do kraja runde. Dio označen brojem 2 u tablici prikazuje najvažnije informacije o kategorijama spektra za koji se dodjeljuju dozvole: oznaku kategorije, iznos bodova za nadmetanje svakog bloka u kategoriji, ukupni broj blokova u kategoriji (ponuda blokova), potražnju za blokovima u prethodnoj rundi, cijenu svakog bloka u kategoriji te broj blokova koji operator želi predati u ponudi. U stupac tablice *Quantity* operator upisuje broj blokova koji želi predati u ponudi u trenutnoj rundi po trenutnoj taktnoj cijeni. Unos broja blokova potrebno je potvrditi tipkom <Enter>. Kada operator unese broj blokova u svim kategorijama za koje želi predati ponudu, ponuda se šalje klikom na gumb *Send offer*. Svaki operator u svakoj rundi može poslati samo jednu ponudu.

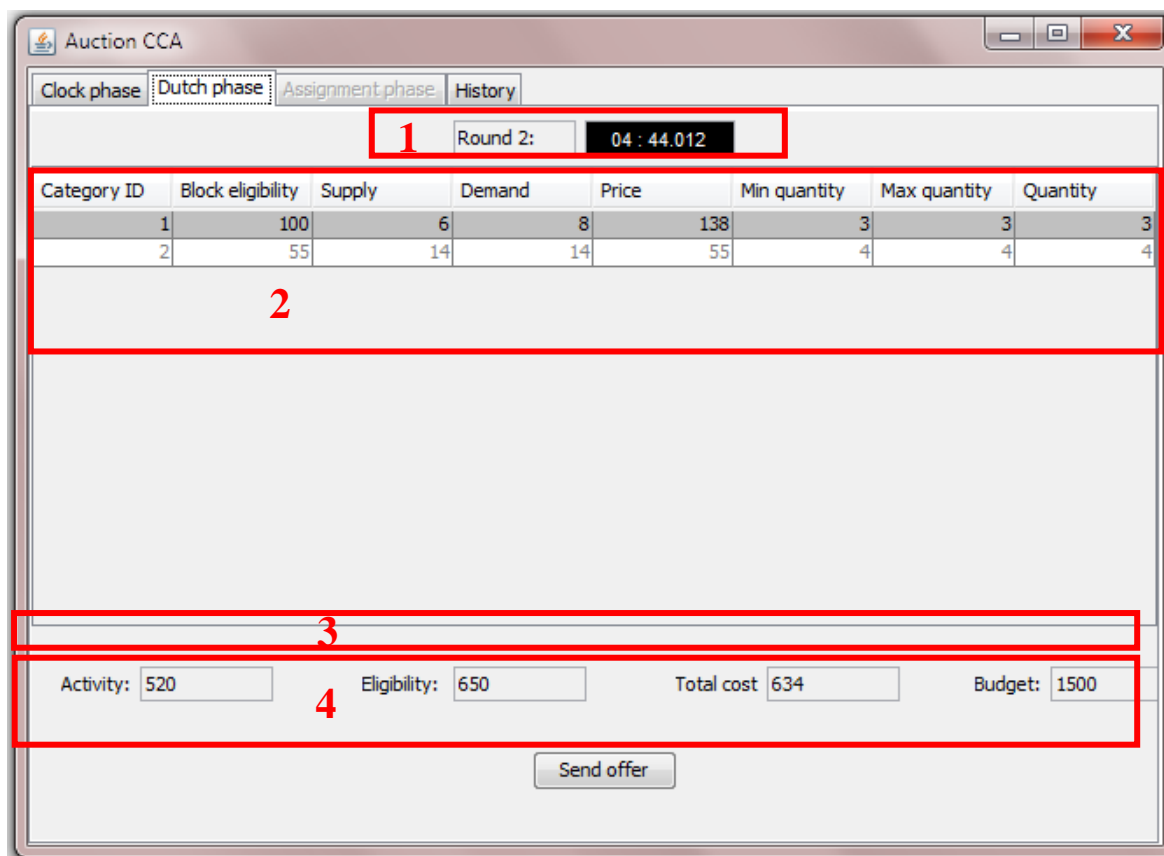
Dio označen brojem 3 ispisuje informacije o događajima koji onemogućuju slanje ponuda. U primjeru na slici prikazana je situacija kada je operator unio veći broj blokova od onoga koji mu dozvoljava pogodnost za nadmetanje.

Dio označen brojem 4 prikazuje informacije o aktivnosti, pogodnosti za nadmetanje, minimalnoj aktivnosti, broju preostalih preskoka, ukupnoj vrijednosti ponude za upisani broj blokova i ukupnom raspoloživom budžetu. Sve navedene informacije odnose se na stanje u trenutnoj rundi. Ako operator ne želi poslati ponudu u trenutnoj rundi, tj. želi iskoristi preskok, ne mora slati nikakvu ponudu. Preskok će mu se automatski aktivirati po isteku runde.



Sl. 37. Grafičko sučelje agenta operatora u taktnoj fazi aukcije

Kartica za nizozemsku fazu aukcije prikazana je na Sl. 38. Može se primijetiti kako je izgled veoma sličan prethodno opisanoj kartici za taktnu fazu. Razlika je u dijelu označenom brojem 2 koji u tablici dodatno prikazuje najmanji i najveći broj blokova za koji kupac može predati ponudu u trenutnoj rundi. Operator ne može promijeniti broj blokova u kategoriji u kojoj je ponuda jednaka potražnji. Osim toga, u dijelu označenom brojem 4 nema informacija o minimalnoj aktivnosti i broju preskoka jer se oni ne koriste u taktnoj fazi te samim time nema ni upozorenja u dijelu označenom brojem 3. U slučaju kada operator ne pošalje ponudu, istekom vremena runde automatski se šalje ponuda s najmanjim brojem blokova u svakoj kategoriji.



Sl. 38. Grafičko sučelje agenta operatora u nizozemskoj fazi aukcije

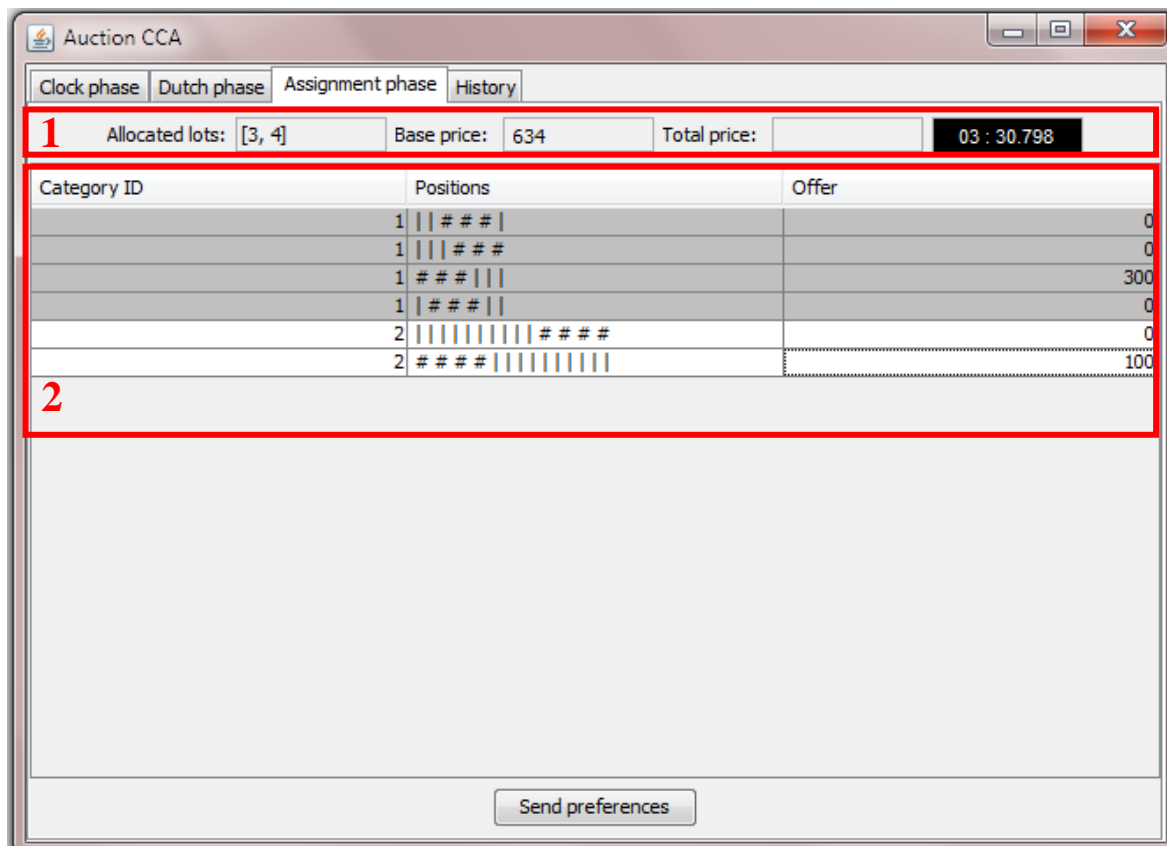
Kartica s prikazom povijesti predanih ponuda u taktnoj i nizozemskoj fazi aukcije prikazana je na Sl. 39. Za svaku rundu može se vidjeti kolika je bila pogodnost za nadmetanje u toj rundi, aktivnost na kraju runde, preostali broj preskoka, predana ponuda i ukupni iznos predane ponude. Predana ponuda prikazana je kao vektor u kojemu vrijednost na n-tom mjestu u vektoru označava zatraženi broj blokova u n-toj kategoriji. Treba primijetiti kako za nizozemsku fazu oznaka (broj) runde ponovno kreće od 1.

Round ID	Eligibility	Final activity	Waivers	Bid	Offered
1	650	520		1 [3, 4]	520
2	650	520		1 [3, 4]	670
1	650	520		0 [3, 4]	595

Sl. 39. Grafičko sučelje agenta operatora – prikaz povijesti

Kartica za fazu dodjele prikazana je na Sl. 40. U dijelu označenom brojem 1 prikazan je broj osvojenih dozvola (blokova) po kategorijama, cijena prihvaćene ponude te vrijeme preostalo do kraja faze dodjele. U dijelu označenom brojem 2 u tablici su za svaku kategoriju prikazane točne pozicije blokova koji se mogu dodijeliti operatoru u toj kategoriji. Pozicije tih blokova označene su znakom #, a pozicije ostalih blokova u kategoriji označene su znakom |. Operator

u stupac *Offer* unosi dodatni iznos koji je spreman platiti ako osvoji dozvole za određene blokove. Unos iznosa potvrđuje tipkom <Enter> te šalje ponudu klikom na gumb *Send preferences*. Ako operator ne pošalje ponudu, po isteku vremena trajanja faze dodjele šalje se ponuda s iznosom 0 za sve pozicije. Na opisanoj kartici se po završetku faze dodjele prikazuje informacija o osvojenim blokovima u dijelu označenom brojem 2.



Sl. 40. Grafičko sučelje agenta operatora u fazi dodjele

1.9. Reference

- [1] Michael Schwind, “Combinatorial Auctions for Resource Allocation”, u *Dynamic Pricing and Automated Resource Allocation for Complex Information Services*, vol. 589 iz *Lecture Notes in Economics and Mathematical System*, pp. 137-190. Springer Berlin Heidelberg, 2001.
- [2] Preston R. McAfee i John McMillan, “Auctions and Bidding”, *Journal of Economic Literature*, vol. 25, no. 2, pp. 699–738, 1987.
- [3] George Iosifidis i Iordanis Koutsopoulos, “Challenges in auction theory driven spectrum management”, *IEEE Communications Magazine*, vol. 49, no. 8, pp. 128–135, 2011.
- [4] Electronic Communications Committee, “ECC Decision of 30 October 2009 on harmonised conditions for mobile/fixed communications networks (MFCN) operating in the band 790 - 862 MHz (ECC/DEC/(09)03)“, poveznica: <http://www.erodocdb.dk/docs/doc98/official/pdf/ECCDec0903.pdf>
- [5] Electronic Communications Committee, “ECC Decision of 18 March 2005 on harmonised utilisation of spectrum for IMT-2000/UMTS systems operating within the band 2500 – 2690

MHz, (ECC/DEC/(05)05), (2008/477/EC)“, poveznica:

<http://www.erodocdb.dk/docs/doc98/official/pdf/ECCDec0505.pdf>

[6] John McMillan, “Why auction the spectrum?”, *Telecommunications Policy*, vol. 19, no. 3, pp. 191–199, 1995.

[7] Paul Klemperer, “How (not) to run auctions: The European 3G telecom auctions”, *European Economic Review*, vol. 46, no. 4-5, pp. 829–845, 2002.

[8] Eric van Damme, “The European UMTS-auctions”, *European Economic Review*, vol. 46, no. 4-5, pp. 846–858, 2002.

[9] Peter Cramton, “The FCC Spectrum Auctions: An Early Assessment”, *Journal of Economics & Management Strategy*, vol. 6, no. 3, pp. 431–495, 1997.

[10] Paul Milgrom, “Putting Auction Theory to Work: The Simultaneous Ascending Auction”, *Journal of Political Economy*, vol. 108, no. 2, pp. 245–272, 2000.

[11] Alfons Keuter i Lorenz Nett, “ERMES-Auction in Germany: First Simultaneous Multiple-Round Auction in the European Telecommunications Market”, *Telecommunications Policy*, vol. 21, no. 4, pp. 297–307, 1997.

[12] Charles R. Plott i Timothy C. Salmon, “The simultaneous, ascending auction: dynamics of price adjustment in experiments and in the U.K. 3G spectrum auction”, *Journal of Economic Behavior & Organization*, vol. 53, no. 3, pp. 353–383, 2004.

[13] Michael Wooldridge i Nicholas R. Jennings, “Intelligent Agents: Theory and Practice”, *Knowledge Engineering Review*, vol. 10, no. 2, pp. 115–152, 1995.

[14] Gerhard Weiss, ur., *Multiagent systems: a modern approach to distributed artificial intelligence*, MIT Press, Cambridge, MA, USA, 1999.

[15] Peter McBurney i Michael Luck, “The Agents Are All Busy Doing Stuff!”, *IEEE Intelligent Systems*, vol. 22, no. 4, pp. 6–7, 2007.

[16] Yiming Ye, Jiming Liu i Alexandros Moukas, “Agents in Electronic Commerce”, *Electronic Commerce Research*, vol. 1, pp. 9–14, 2001.

[17] Pattie Maes, Robert H. Guttman i Alexandros Moukas, “Agents That Buy and Sell”, *Communications of the ACM*, vol. 42, no. 3, pp. 81–91, 1999.

[18] Moses Ma, “Agents in E-commerce”, *Communications of the ACM*, vol. 42, no. 3, pp. 78–80, 1999.

[19] Massoud Amin i Dan Ballard, “Defining New Markets for Intelligent Agents”, *IT Professional*, vol. 2, no. 4, pp. 29–35, 2000.

[20] Itai Yarom, Jeffrey S. Rosenschein i Claudia V. Goldman, “The Role of Middle-Agents in Electronic Commerce”, *IEEE Intelligent Systems*, vol. 18, no. 6, pp. 15–21, 2003.

[21] Steve Phelps, Valentina Tamma, Michael Wooldridge i Ian Dickinson, “Toward Open Negotiation”, *IEEE Internet Computing*, vol. 8, no. 2, pp. 70–75, 2004.

[22] Vlatko Čerić i Mladen Varga, *Informacijska tehnologija u poslovanju*, Element, Zagreb, Hrvatska, 2004.

[23] Christian Wagner i Efraim Turban, “Are intelligent e-commerce agents partners or predators?”, *Communications of the ACM*, vol. 45, no. 5, pp. 84–90, 2002.

[24] Ian R. Kerr, “Ensuring the Success of Contract Formation in Agent-Mediated Electronic Commerce”, *Electronic Commerce Research*, vol. 1, pp. 183–202, 2001.

- [25] Michael P. Wellman, Shih-Fen Cheng, Daniel M. Reeves i Kevin M. Lochner, "Trading Agents Competing: Performance, Progress, and Market Effectiveness", *IEEE Intelligent Systems*, vol. 18, no. 6, pp. 48–53, 2003.
- [26] Ana Petrić, Višeagentski sustav za trgovanje sadržajem višeatributnom aukcijom na tržištu elektroničkih komunikacija, Doktorski rad, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb, Hrvatska, 2011.
- [27] Yoav Shoham, "What We Talk About When We Talk About Software Agents", *IEEE Intelligent Systems*, vol. 14, no. 2, pp. 28–31, 1999.
- [28] Terry R. Payne, "Web Services from an Agent Perspective", *IEEE Intelligent Systems*, vol. 23, no. 2, pp. 12–14, 2008.
- [29] Amy Greenwald, Nicholas R. Jennings i Peter Stone, "Guest Editors' Introduction: Agents and Markets", *IEEE Intelligent Systems*, vol. 18, no. 6, pp. 12–14, 2003.
- [30] Nicholas R. Jennings, "An agent-based approach for building complex software systems", *Communications of the ACM*, vol. 44, no. 4, pp. 35–41, 2001.
- [31] Viviane Torres da Silva i Carlos J.P. de Lucena, "Modeling multi-agent systems", *Communications of the ACM*, vol. 50, no. 5, pp. 103–108, 2007.
- [32] Mario Kusek, Kresimir Jurasovic i Ana Petric, "Simulation of Mobile Agent Network", u *Proceedings of the 9th International Conference on Telecommunications ConTEL 2007*, Zeljka Car i Mario Kusek, ur. 2007, pp. 49–56, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet elektrotehnike i računarstva.
- [33] Hing Kai Chan, "Agent-oriented embedded electronic measuring systems", *Communications of the ACM*, vol. 53, no. 3, pp. 157–162, 2010.
- [34] Ronald Ashri, Michael Luck i Mark d'Inverno, "From SMART to agent systems development", *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, vol. 18, no. 2, pp. 129–140, 2005.
- [35] Wei-Po Lee, "Deploying personalized mobile services in an agent-based environment", *Expert Systems with Applications*, vol. 32, no. 4, pp. 1194–1207, 2007.
- [36] Nera Economic Consulting, "800 MHz Auction - Final Report", 2010., poveznica: <http://www.pts.se/upload/Ovrigt/Radio/Auktioner/800-auction.pdf>
- [37] DotEcon, "Liberalisation of spectrum in the 900MHz and 1800MHz bands: Final Report to ComReg", ComReg Document Number: 09/99c, 2009., poveznica: http://www.comreg.ie/_fileupload/publications/ComReg0999c.pdf
- [38] Sven de Vries i Rakesh V. Vohra, "Combinatorial Auctions: A Survey", *INFORMS Journal on Computing*, vol. 15, no. 3, pp. 284–309, 2003.
- [39] David Porter, Stephen Rassenti, Anil Roopnarine, i Vernon Smith, "Combinatorial auction design", *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)*, vol. 100, no. 19, pp. 11153–11157, 2003.
- [40] Tim Forde i Linda Doyle, "Combinatorial Clock Auction for OFDMA-based Cognitive Wireless Networks", u *Proceedings of 3rd International Symposium on Wireless Pervasive Computing, ISWPC*, 2008, pp. 329–333.
- [41] Australian Communications and Media Authority, "The combinatorial clock auction", 2011., poveznica: <http://engage.acma.gov.au/digitaldividend/the-combinatorial-clock-auction>

- [42] Australian Communications and Media Authority, “Experts explain the spectrum auction process”, 2012., poveznica: <http://engage.acma.gov.au/digitaldividend/experts-explain-the-spectrum-auction-process/>
- [43] Peter Cramton. "Auctioning the Digital Dividend", u Communications Regulation in the Age of Digital Convergence: Legal and Economic Perspectives, Jan Kramer i Stefan Seifert, ur. 2009, Karlsruhe Institute of Technology, Germany.
- [44] Dan Maldoom, “Winner determination and second pricing algorithms for combinatorial clock auctions”. DotEcon, Discussion Paper, December 2007, no. 07/01, pp. 1-25, 2007., poveznica: <http://www.dotecon.com/assets/images/dp0701.pdf>
- [45] Office of Communications, “Award of available spectrum: 10 GHz, 28 GHz, 32 GHz and 40 GHz: Spectrum packaging and auction design”, 2007., poveznica: <http://stakeholders.ofcom.org.uk/binaries/consultations/10-40GHz/summary/10-40ghz.pdf>
- [46] Christoph Brunner, Jacob K. Goeree, Charles A. Holt i John O. Ledyard, “An Experimental Test of Flexible Combinatorial Spectrum Auction Formats”, American Economic Journal: Microeconomics, vol. 2, no. 1, pp. 39–57, 2010.
- [47] Martin Bichler, Pasha Shabalin i Georg Ziegler, “Efficiency with Linear Prices? A Game-Theoretical and Computational Analysis of the Combinatorial Clock Auction”, Information Systems Research, June 2012.
- [48] Martin Bichler, Pasha Shabalin i Georg Ziegler, “Efficiency with Linear Prices? A Theoretical and Experimental Analysis of the Combinatorial Clock Auction”, u Proceedings of the 11th ACM conference on Electronic commerce, EC'10, 2010, pp. 285–286, ACM.
- [49] Peter Cramton, Yoav Shoham i Richard Steinberg, ur., Combinatorial Auctions, The MIT Press, Cambridge, MA, USA, 2006.
- [50] Lina Damić, Modifikacije kombinatorijske taktne aukcije prikladne za dodjelu dozvola za korištenje radiofrekvencijskog spektra, Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb, Hrvatska, 2012.
- [51] Nenad Peteh, Strategije za formiranje ponuda prilikom dodjele dozvola za korištenje radiofrekvencijskog spektra, Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb, Hrvatska, 2012.

2. Regulatorni aspekti računarstva u oblaku

2.1. Uvod

Pojam računarstva u oblaku (engl. *cloud computing*) koji se pojavio prije nekoliko godina odnosi se na raspodijeljeni sustav (engl. *distributed system*) koji može pružiti računalne usluge *online*, na zahtjev [1]. Računalni oblik (engl. *computing cloud*) označava skup računala kojemu se pristupa putem mreže kako bi se ostavile računalne usluge na zahtjev.

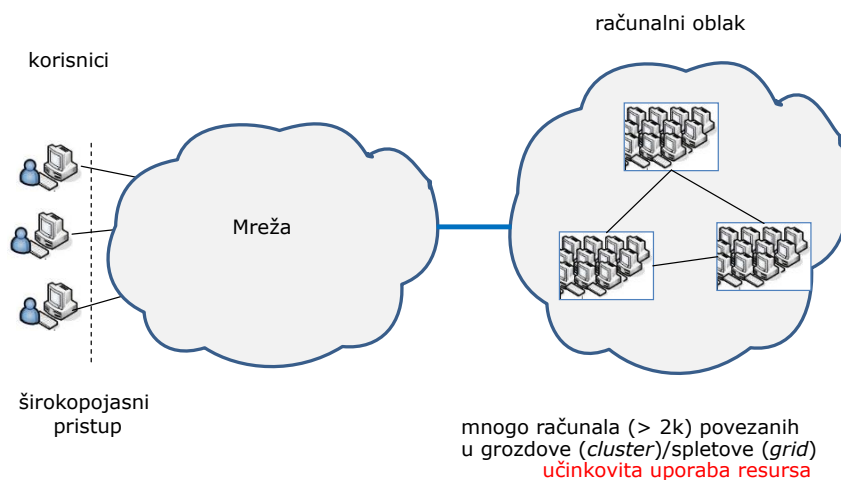
Računarstvo u oblaku definirao je američki *National Institute of Standards and Technology* (NIST) kao „model koji omogućuje sveprisutni prikladni mrežni pristup dijeljenom skupu konfigurabilnih računalnih sredstava (kao što su mreža, poslužitelji, spremišta podataka, aplikacije i usluge) koja se mogu na zahtjev brzo zauzeti i osloboditi, s minimalnim upravljačkim naporom ili međudjelovanjem davatelja usluge“ [2]. *International Telecommunication Union* (ITU) je proširio tu definicijom dodatkom „računarstvo u oblaku omogućuje usluge u oblaku (engl. *cloud service*)“ [3]. S tehničkog motrišta računalni oblak je raspodijeljeni sustav koji nudi računalna sredstva dostupna putem mreže, pri čemu dio kapaciteta dodjeljuje pojedinim korisniku temeljem virtualizacije, pružajući korisniku računalno i komunikacijsko okruženje na zahtjev. S tržišnog motrišta, davatelji usluge oblaka (engl. *cloud service provider, cloud provider*) poslužuju korisnike/potrošače usluge oblaka (engl. *cloud service user/consumer, cloud user/consumer*) izravno ili putem brokera oblaka (engl. *cloud service broker, cloud broker*) ili drugih posrednika.

Veza računarstva u oblaku i tržišta elektroničkih komunikacija je dvojaka:

- Širokopoljaska mreža potrebna je za pristup računalnom sustav visokih performansi, s upravljivom kvalitetom usluge (engl. *Quality of Service, QoS*), a
- Davatelji komunikacijske usluge, tj. mrežni operatori javljaju se u ulozi davatelja usluge oblaka.

Iz navedenoga proizlaze regulatorni aspekti računarstva u oblaku (Slika 2.1.).

Naime, širokopoljaski fiksni i pokretni pristup preduvjet je za digitalno društvo i digitalnu ekonomiju općenito [4], pa tako i učinkovito računarstvo u oblaku. Računalne usluge pružale su se i prije pojave računarstva u oblaku elektroničkim putem na različite načine, kao što su uporaba vanjskih sredstava informacijske tehnologije (engl. *information technology outsourcing, IT outsourcing*), upravljane IT-usluge (engl. *IT managed services*), pružanje poslovnih usluga (engl. *Business Service Provisioning, BSP*), pružanje aplikacijskih usluga (engl. *Application Service Provisioning, ASP*), udomljavanje weba (engl. *web-hosting*) i druge.



Slika 2.1. Odnos širokopolasne mreže i računalnog oblaka

Međutim računarstvo u oblaku donosi bitnu razliku: umreženost i distribuiranost uz optimizaciju uporabe raspoloživih resursa čime se mogu postići niži troškovi i veća fleksibilnost računalnih usluga. Za korisnika je računalni oblak potpuno transparentan, tj. ostvarena je transparentnost karakteristična za raspodijeljene sustave [5, 6]:

- Transparentnost pristupa (engl. *access transparency*): Prikrivanje razlika u pristupu sredstvima i predočavanju podataka, primjerice različitih arhitektura računala, različitih operacijskih sustava, ili različitih baza podataka. Heterogenost raspodijeljenog sustava skrivena je od korisnika.
- Lokacijska transparentnost (engl. *location transparency*): Prikrivanje prostorne lokacije sredstva, tako da položaj sredstva u sustavu ne treba biti i nije poznat korisniku.
- Migracijska transparentnost (engl. *migration transparency*): Prikrivanje promjene lokacije sredstva – promjena lokacije sredstva ne utječe na način dostupa sredstvu.
- Relokacijska transparentnost (engl. *relocation transparency*): Prikrivanje premještanja sredstva tijekom njegove uporabe, tako da je sredstvo dostupno i može se upotrebljavati tijekom kretanja.
- Replikacijska transparentnost (engl. *replication transparency*): Prikrivanje više istovrsnih sredstava ili više preslika nekog sredstva. Ako je riječ o repliciranim sredstvima koja rukuju s podacima (datoteke, baze podataka) potrebni su posebni mehanizmi za održavanje više replika istih podataka i očuvanje njihove konzistentnosti.
- Konkurencijska transparentnost (engl. *concurrency transparency*): Prikrivanje istodobne uporaba istog sredstva od više korisnika, kako bi svaki korisnik imao dojam da sustav posluhuje samo njega. Zajednička, odnosno uporaba sredstva dijeljena s drugim korisnicima zahtijeva isto tako očuvanje konzistentnosti te dobre poslužiteljske

performanse sustava da bi svi korisnici imali očekivanu ili ugovorenu kvalitetu usluge (npr. vrijeme odgovora, trajanje transakcije i sl.).

- Transparentnost na kvar (engl. *failure transparency*): Prikriivanje kvar u sustavu, tako da korisnicima ne bude uočljiv, kao i postupci otkrivanja kvara i obnavljanja sustava nakon kvara. Transparentnost na kvarove ne može se postići bez više istovrsnih sredstava koja mogu preuzeti isti posao, što se povezuje s replikacijskom transparentnosti.

S obzirom na to da se obrada podataka provodi na resursima druge organizacije računarstvo u oblaku otvara pitanja odgovornosti kako za uslugu, tako i podatke i informacije koje se obrađuju i pohranjuju. Pod time se podrazumijevaju problemi zaštite podataka, privatnosti i zaštite potrošača koji su s pravnog i regulatornog motrišta različito uređeni u IT-sektoru i telekomunikacijskom sektoru. Primjer je *E-Privacy Directive* iz europskog regulatornog okvira za elektroničke komunikacije [7] koja obvezuje telekomunikacijske operatore, a koja se ne odnosi na poduzeća iz IT-sektora.

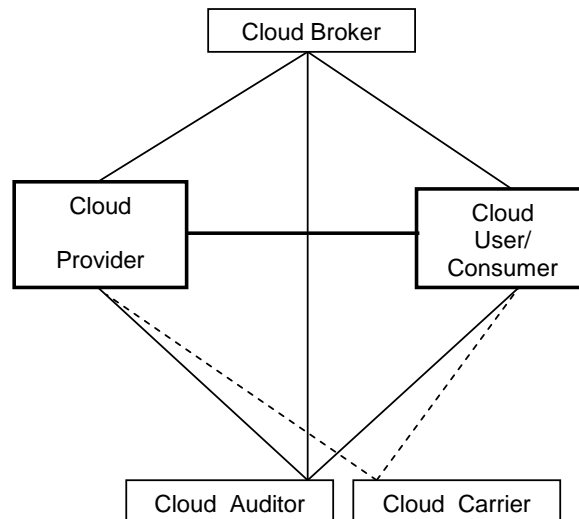
Stoga je potrebno razmotriti ulogu telekomunikacijskih operatora, kao i cjelokupne telekomunikacijske industrije u razvoju računarstva u manjim zemljama i na manjim tržištima kao što je hrvatsko, jer se ocjenjuje da oni mogu ostvariti sigurno okruženje za računarstvo u oblaku u koje će korisnici usluga imati povjerenje što je osnovni preduvjet za pružanje usluga. Regulatorni aspekti računarstva u oblaku istražuju se u kontekstu budućeg tržišta elektroničkih komunikacija i informacijske i komunikacijske tehnologije (ICT) u Republici Hrvatskoj [8, 9].

2.2.Arhitekturni i uslužni modeli računarstva u oblaku

2.2.1. Referentna arhitektura

Referentni model arhitekture računalnog oblaka obuhvaća generičke entitete prikazane na slici 2.2., sa sljedećim ulogama [10]:

- Davatelj usluge oblaka koji omogućuje usluge;
- Korisnik/potrošač usluge oblaka (dalje u tekstu: korisnik usluge oblaka) koji koristi usluge davatelja usluge oblaka;
- Broker usluge oblaka koji upravlja uporabom, performansama i isporukom usluga oblaka i pregovara odnose između davatelja i korisnika usluge oblaka;
- Mrežni operator oblaka (engl. *cloud carrier*) koji osigurava povezanost između davatelja i korisnika usluge oblaka;
- Revizor usluge oblaka (engl. *cloud auditor*) koji provodi nezavisnu ocjenu usluga oblaka, rada sustava, performansi i sigurnosti izvedbe računalnog oblaka.



Slika 2.2. Uloge u referentnoj arhitekturi računalnog oblaka

Osnovni model koji je danas najčešće u primjeni je jednostavan: davatelj i korisnik usluge oblaka povezani putem Interneta. U tom slučaju korisnik zahtijeva uslugu izravno od davatelja usluge oblaka.

Telekomunikacijski operatori mogu imati dvije uloge referentnog modela: davatelj usluge oblaka mrežnog operatora oblaka.

Na veleprodajnom i maloprodajnom tržištu mogu se očekivati i drukčije uloge od prethodno navedenih, kao što su preprodavač/agregator usluga oblaka (engl. *cloud reseller/agregator*), prodavač programske potpore/usluga oblaka (engl. *cloud software/service vendor*), davatelj pomagala za rad u oblaku (engl. *cloud tool provider*) i druge. Isto tako, neki će davatelj usluge oblaka djelovati istodobno i kao potrošač usluge oblaka, odnosno kao „*Cloud Prosumer*“. Riječ je o tržištu u nastajanju na kojem će djelovati igrači u kako u današnjim, tako i novim ulogama.

2.2.2. Uslužni modeli

Računarstvo u oblaku obuhvaća sljedeće uslužne modele:

- Programska potpora kao usluga (engl. *Software as a Service*, SaaS): Korisnik rabi aplikaciju davatelja usluge koja se izvodi na infrastrukturi oblaka.
- Platforma kao usluga (engl. *Platform as a Service*, PaaS): Korisnik na infrastrukturu oblaka smješta svoju aplikaciju stvorenu programskim jezicima, bibliotekama, uslugama i pomagalima („platforma“) davatelja usluge oblaka.
- Infrastruktura kao usluga (engl. *Infrastructure as a Service*, IaaS): Korisnik smješta i izvodi proizvoljno programsko rješenje koje može uključiti operacijski sustav i aplikacije.

Dodatna dva modela predlaže ITU [3] za telekomunikacijski usmjerene računalne oblake:

- Komunikacija kao usluga (engl. *Communications as a Service*, CaaS): Stvarnovremene i suradne usluge koje se pružaju korisniku, kao što su govor putem IP (engl. *Voice over IP*, VoIP), trenutno poručivanje (engl. *instant messaging*), videokonferencija i sl.
- Mreža kao usluga (engl. *Network as a Service*, NaaS): Usluge transporta podataka i usluge povezivanja unutar računalnog oblaka, kao su virtualne privatna mreža (engl. *Virtual Private Network*, VPN, širina pojasa na zahtjev (engl. *bandwidth on demand*) i sl.

Model CaaS zahtijeva komunikacijsku programsku potporu koja se izvodi na infrastrukturi računalnog oblaka i zato se može smatrati posebnim modelom SaaS za davatelja komunikacijske usluge koji djeluje kao korisnik usluge oblaka. Primjerice, davatelj govorne usluge putem VoIP-a, nema vlastiti programski sustav za VoIP, već koristi takav sustav smješten u računalnom oblaku („zakupljeni programski sustav“).

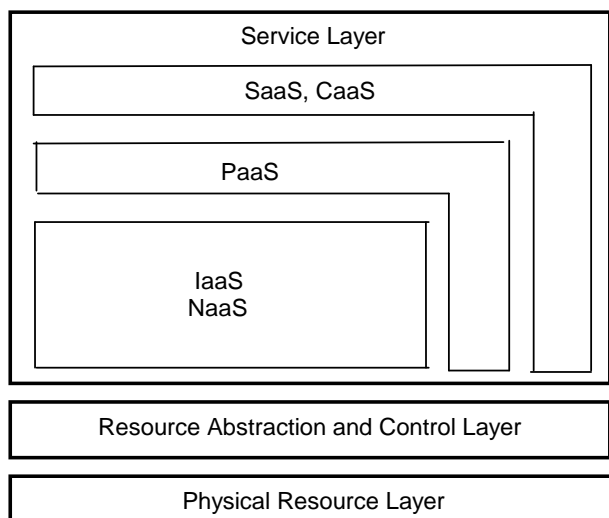
Model NaaS odgovara modelu IaaS za mrežne resurse. Usluge VPN-a koje su već dugo u primjeni primjer su za NaaS.

Sukladno prikazima preporučenima u [10, 3], sustavske komponente davatelja usluga oblaka koje su potrebne za stvaranje i isporuku usluga organizirane su u tri sloja, kao što je predočeno na slici 2.3.:

- Uslužni sloj (engl. *service layer*) koji sadrži mogućnosti za
 - SaaS,
 - CaaS,
 - PaaS,
 - IaaS i
 - NaaS

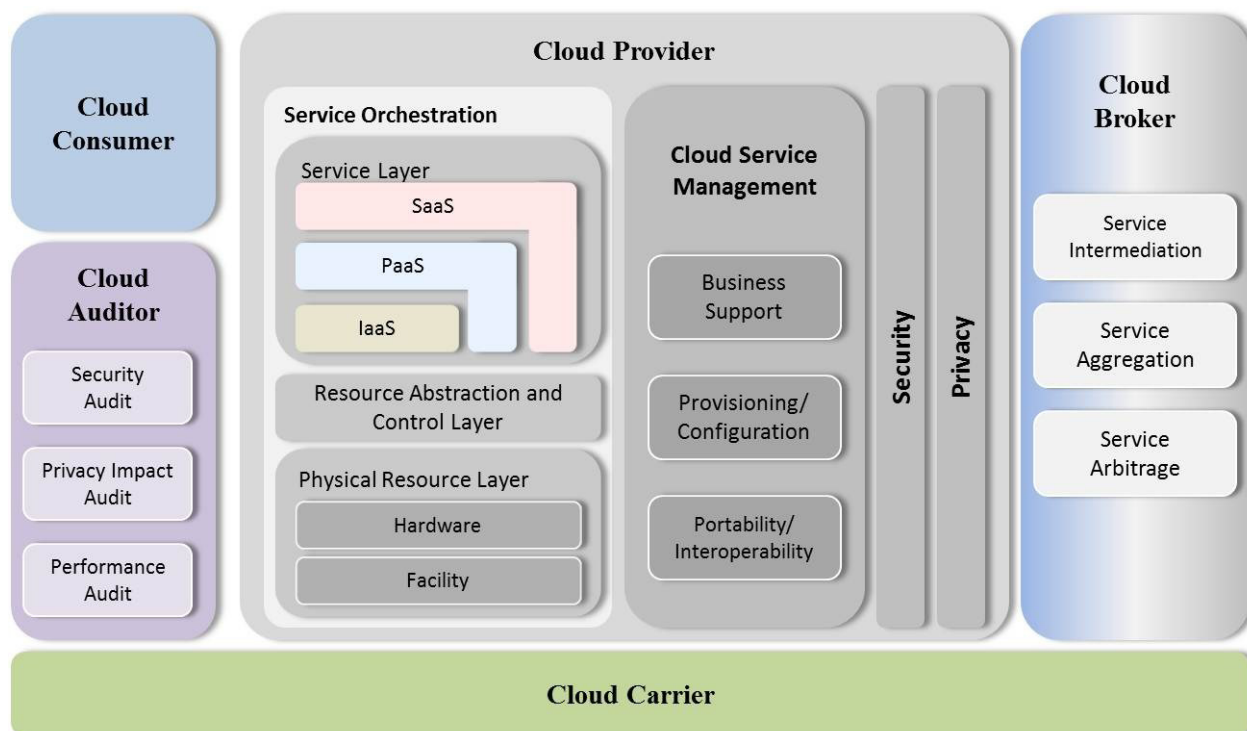
koje se zahtjev stavljaju na raspolaganje korisniku.

- Sloj apstrakcije i upravljanja (engl. *resource abstraction and control layer*) koji omogućuje, pruža i upravlja pristupom fizičkim resursima putem programskih apstrakcija (virtualni stroj, virtualni spremnik, virtualna mreža, ...).
- Sloj fizičkih resursa (engl. *physical resource layer*) koji sadrži računalne i komunikacijske resurse.



Slika 2.3. Slojevita arhitektura davatelja usluge oblaka

Detaljniji prikaz koji uključuje i druge uloge pri pružanju usluga računarstva u oblaku, kao i njihove funkcije, prema koncepcijskom modelu NIST predložen je na slici 2.4.



Slika 2.4. Koncepcijski referentni model računarstva u oblaku (preuzeto iz [10])

2.3. Odnos računarstva u oblaku i razvoja tržišta informacijskih i komunikacijskih usluga

Računarstvo u oblaku je prepoznato kao nova „komunalija“ 21. stoljeća, uz vodu, električnu struju, plin, telefon, odnosno komunikacije općenito, a time i novi segment informacijskog i komunikacijskog tržišta [11, 12]. Europska unija očekuje da *cloud computing* pridonese

društvenom razvoju i gospodarskom rastu te razrađuje njegove tehnološke, gospodarske, pravne i ekološke aspekte [13-15]. Hrvatska kao manja zemlja i manje tržište treba s posebnom pozornošću sudjelovati u stvaranju i provedbi strategije računarstva u oblaku.

2.3.1. Kratka SWOT analiza stanja u Republici Hrvatskoj

Kratka analiza hrvatske situacije u nastavku polazi od SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats*) analize europske pozicije [13], pri čemu su nalazi sljedeći:

Snaga

Što se tiče snage, dvije osnovne točke su znanje i ekspertiza u području telekomunikacija i računarstva te jaka telekomunikacijska industrija s istraživačkim i razvojnim resursima (proizvodnja mrežnog i uslužnog software), kao i ulagačkim i organizacijskim potencijalom (operatori). Prve usluge računalnog oblaka na hrvatskom tržištu ponudio je 2011. telekomunikacijski operator.

Sinergijski učinci mogu se postići putem jačanja suradnje akademske zajednice i industrije na zajedničkim projektima te uključivanjem u europske programe.

Slabost

Ekosustav računarstva u oblaku u Hrvatskoj nije koncipiran niti uspostavljen, što je temeljna slabost, pogotovo za gospodarstvo u kojem dominiraju mikro, mala i srednja poduzeća, uz izrazito velik broj mikro poduzeća s nekoliko zaposlenih. Za takva poduzeća računalni oblak bi trebao omogućiti smanjenje troškova, plaćanje po uporabi, seljenje troškova iz kapitalnih izdataka (engl. *capital expenditures*, CAPEX) u poslovne izdatke (engl. *operation expenditures*, OPEX) i time smanjiti prepreke za početak, odnosno razvoj poslovanja. Sve to trebalo bi se postići uz bolju, sigurniju i pouzdaniju uslugu koja se povjerava davatelju s kvalitetnim računalnim, komunikacijskim i ljudskim resursima kakvima će teško raspolagati mikro, malo ili srednja veliko poduzeće. S gospodarskog motrišta, takvo će poduzeće prihvatiti model SaaS primjerice za knjigovodstvo, računovodstvo ili drugu poslovnu aplikaciju ako nije skuplja od osobne usluge knjigovođe ili računovođe koji je pruža u dijelu radnog vremena (npr. nekoliko sati tjedno). Drugi primjer se odnosi na povremeni i privremeni zakup infrastrukture računalnog oblaka za poslove koji zahtijevaju računalne resurse visokih performansi, npr. za poslove projektiranja, simulacije i drugih računalno intenzivnih zadaća. I ovdje će prihvaćanje usluga oblaka ovisiti o „ekonomiji“ oblaka: nerealne cijene usluga odbit će potencijalne korisnike, posebice u početnim fazama. Podsjetimo se na veoma loš početak uvođenja širokopojasnog pristupa ADSL-om u Hrvatskoj zbog izuzetno visokih cijena!

Kako potencijal ICT sektora nije iskorišten za razvoj e-usluga i pokretanje digitalne ekonomije, to se negativno odražava i razvojne aktivnosti vezane uz programska rješenja za model SaaS.

Mogućnosti

Dobre mreže, uz dodatna ulaganja u fiksni i pokretni širokopojasni pristup otvaraju mogućnost šire uporabe elektroničkih usluga (e-usluga) na infrastrukturi računalnog oblaka. Posebno su velike mogućnosti razvoja pokretnih usluga, odnosno usluga koje se pružaju putem pokretne mreže (m-usluga), s obzirom na visoku rasprostranjenost i prihvaćenost pokretnih mreža te uspješno poslovanje pokretnih operatora u Hrvatskoj.

Slični infrastrukturni zahtjevi na grozd – klaster (engl. *cluster*) i splet računala (engl. *grid*) i računalni oblak omogućuju lakši prijelaz ustanovama s iskustvom u radu na spletu računala. Međutim, takvih je u Hrvatskoj malo – svega nekoliko u akademskoj i istraživačkoj zajednici. Hrvatska akademska i istraživačka zajednica koja raspolaže s računalnim klasterima [16] i nacionalnom infrastrukturom grida CRO NGI [17] uvodi usluge računalnog oblaka:

- virtualni privatni poslužitelj (engl. *Virtual Private Server*, VPS), vps.srce.hr;
- virtualna učionica i laboratorij (engl. *Virtual Computing Lab*, VCL), vcl.srce.hr;

uz prethodno uvedene usluge na načelu računarstva u oblaku:

- pohranjivanje znanstvenih podataka, gss.srce.hr
- razmjenjivanje velikih datoteka, filesender.srce.hr
- javne kolekcije podataka, jkp.srce.hr.
- HAKOM, kao nacionalno regulatorno tijelo aktivan je okviru BEREC-a (*Body of European Regulators for Electronic Communications*), što je pretpostavka za pravovremenu i efikasnu harmonizaciju našeg pravnog sustava i regulatornog okvira s europskim.

Prijetnje

Najopasnija prijetnja je odlijevanje kompletnog poslovanja davatelja usluga oblaka prema europskim, a posebice neeuropskim davateljima usluga. Uloga Hrvatske na jedinstvenom europskom tržištu ne može biti svedena ulogu potrošača, pa tako niti potrošača usluga oblaka. Treba stvoriti takav hrvatski ekosustav računarstva u kojem se zbog „bezgraničnosti“ Interneta i svjetske „neograničenosti“ trgovanja sveukupno poslovanje u oblaku neće odeliti izvan Hrvatske, a u Hrvatskoj ostati samo korisnici koji plaćaju usluge oblaka.

Druga velika prijetnja je moguće kašnjenje u donošenju odluka na nacionalnoj razini, dijelom zbog nerazumijevanja uloge ICT-a u gospodarskom rastu, a dijelom zbog globalne recesije koja ograničava ulaganja, ali i stvara alibi za izostanak ulaganja.

2.3.2. Razvoj europske strategije računarstva u oblaku

Razvoj europske strategije računarstva u oblaku ima jasne odrednice:

- povećati udjel na tržištu (2011: Zapadna Europa 25%, Sjeverna Amerika 56%),

- postići interoperabilnost i otvorene standarde (2011: vodeća uloga Europe),
- transfer rezultata istraživanja, razvoja i inovacija u tehnologiju te jače akademsko sudjelovanje (2011: nedovoljno),
- poticajan regulatorni okvir, posebno pitanja koja otklanjaju rizik podataka i privatnosti,
- jednostavna promjena davatelja usluge oblaka, slično promjeni davatelja komunikacijskih usluga (2011: u pripremi).

Uz to, potrebne su jednostavnije administrativne procedura za osnivanje *start-up* poduzeća te druge mjere poticanja poduzetništva, kako bi se stvorilo okruženje računarstva u oblaku za svakoga, kako u razvoju tako i uporabi (osobe, istraživači, mikro, mala i srednja poduzeća), a ne samo za velike igrače [18]. Važno otvoreno je pitanje lokalizacije podataka: mora biti jasno gdje se pohranjuju podaci, kako osjetljivi podaci ne bi potpali pod stranu jurisdikciju.

Posebna pitanja vezana uz telekomunikacijsku industriju i njenu ulogu u razvoju i pružanju usluga oblaka u Europi su regulatorni okvir i njegova primjena na računarstvo u oblaku, odgovornost za udomljeni sadržaj (engl. *hosted content*) te specifičnosti nacionalne legislative [19]. Osnovni je problem asimetrično tretiranje zaštite podataka i privatnosti u telekomunikacijskom sektoru u odnosu na IT-sektor i druge sektore: telekomunikacijski operatori predmet su obveza koje ne ovise o vrsti posla, u ovom slučaju računarstva u oblaku.

Posebno su zanimljiva mikro, mala i srednja poduzeća, kao potencijalno najveća skupina poslovnih korisnika usluga oblaka [20]. Uz prihvatljivu cijenu usluga koje pružaju po modelu SaaS, kao što je već istaknuto, na primjenu utječe poslovno i legislativno okruženje. Ponovno, zaštita podataka i privatnost su izvor najveće zabrinutosti, kao i sigurnost i pouzdanost. Ugovorni odnosi davatelja i korisnika usluga oblaka trebali bi to definirati na razini na koja je usporediva s bankovnim sektorom. Kako mikro, mala i srednja poduzeća imaju malu tržišnu snagu, a davatelji usluga oblaka u pravilu puno veću i veliku, regulirati treba mogućnost promjene davatelja usluge uz osigurano „zaboravljanje“ podataka, efikasno rješavanje sukoba, nadoknadu poslovne štete i drugo.

2.4.Regulatorna pitanja

Računarstvo u oblaku omogućava širok spektar poslovnih mogućnosti koji će doći do punog izražaja ako i kad se stvori regulacijski okvir koji će korisnicima dati povjerenje koje je nužno potrebno da bi se razvojni potencijal dosegnuo. Stoga je stvaranje regulatornog okvira kojim bi se reguliralo računarstvo u oblaku veoma osjetljiv zadatak koji može uvelike utjecati na prihvaćenost same usluge te mu treba pristupiti s velikom pozornosti.

Regulatorni okvir treba uskladiti uvjete pružanja usluga tj. obveze davatelja usluga oblaka i zaštite kontinuiteta poslovanja korisnika usluga oblaka, uključujući mogućnost jednostavne promjene davatelja usluge. Treba težiti mekšem pristup koji bi predstavljao svojevrsni balans između stroge regulacije (telekomunikacijsko tržište) i potpune slobode (IT-tržište) kako bi razvilo okruženje u kojem će svoje mjesto naći domaći davatelji usluga oblaka. Takvom

pristupu bi se reguliralo ono što predstavlja prepreku većoj prihvaćenosti računarstva u oblaku, a čemu teže i velika tržišta s jakom ICT industrijom [21].

Za Republiku Hrvatsku najbolje bi se rješenje postiglo razvojem i harmonizacijom širokopoljarnog ekosustava i ekosustava računarstva u oblaku.

2.4.1. Širokopoljarna povezanost

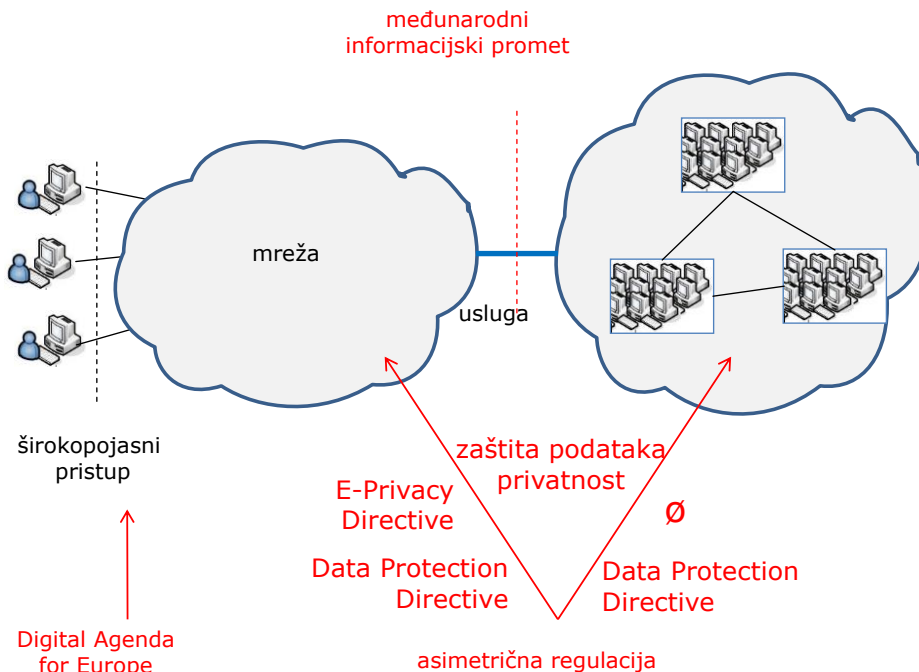
Razvoj širokopoljarnog mreže, odnosno sljedeće generacije mreža (engl. *Next Generation Network*, NGN) i sljedeće generacije pristupa (engl. *Next Generation Access*, NGA) i računarstva u oblaku usko su povezani: učinkovito računarstvo u oblaku nije moguće bez brze pristupne i jezgrene mreže visokog kapaciteta, a računarstvo u oblaku izvor je novog informacijskog prometa za takvu mrežu.

Stoga dio regulatornog okvira koji se odnosi na NGN/NGA [22], kao i političke odluke o razvoju digitalnog društva i digitalne ekonomije [4] izravno utječu i na računarstvo u oblaku.

2.4.2. Sigurnost i privatnost osobnih podataka

Pojavom računarstva u oblaku javila potreba za dodatnom regulacijom [23, 24]. Odgovor leži u činjenici da usluga računarstva u oblaku ima određene posebnosti, koje nisu uzete u obzir prilikom donošenja važećih propisa.

Prvi je problem asimetrična regulacija koja proizlazi iz različitog pristupa primijenjenog u telekomunikacijskom sektoru i IT-sektoru (Slika 2.5.).



Slika 2.5. Asimetrična regulacija privatnosti

Ako je telekomunikacijski operator ujedno davatelj usluge oblaka, izložen je većim obvezama u svezi privatnosti koje proizlaze iz *E-Privacy Directive* [7]. Dovoljna je primjer lokacijska

informacija koja je pitanje privatnosti za mrežnog operatora, kao i svaki podatak kojim korisnik komunicira. Drugim riječima različite su obveze za third-party Cloud Providera spojenog na mrežu operatora koji je ujedno Cloud Provider.

Drugi je problem različita nacionalna legislativa za zaštitu podataka, unatoč jedinstvenoj *Data Protection Directive* [25, 26]. Ta direktiva jasno ne definira čiji zakon se primjenjuje u slučaju kada service provider svoje usluge nudi u više država članica.

Međunarodni dogovori su u tijeku, a nacionalna tijela više od 50 zemalja zadužena za zaštitu podataka i privatnost su Madridskom rezolucijom [27] predložila definiranje skupa načela i prava kojima se jamči učinkovita i međunarodno jedinstvena zaštita privatnosti s obzirom na procesiranje osobnih podataka te olakšavanje međunarodnog toka osobnih podataka svojstvenog globaliziranom svijetu. Generalno, Madridska rezolucija potiče države da buduće izmjene zakona o zaštiti podataka i privatnosti iskoriste za implementaciju mjera koje će osigurati komplementarnost s odgovarajućim zakonodavstvom drugih država.

Europska unija 25. siječnja 2012. godine predlaže opsežnu reformu EU zakona o zaštiti podataka koji datira još iz 1995. godine, a sve s ciljem jačanja prava na privatnost *online* korisnika i poticanja europske digitalne ekonomije [28]. Reforma uključuje sljedeće ključne promjene koje vode prema jedinstvenom skupu zakona o zaštiti podataka koji će se primjenjivati na području cijele EU:

- Umjesto obavještavanja nadležnih organa o svakoj aktivnosti vezanoj uz sigurnosti podataka, kompanije i organizacije će morati preuzeti punu odgovornost za podatke;
- Kompanije i organizacije će u najkraćem mogućem roku trebati obavijestiti nadležno nacionalno tijelo o svakom narušavanju sigurnosti podataka;
- Pravila EU morat će se primjenjivati na kompanije i organizacije koje obrađuju osobne podatke u inostranstvu ukoliko tvrtka svoje usluge nudi EU građanima na tržištu EU;
- Nezavisna nacionalna tijela za zaštitu podataka bit će ovlaštena kažnjavati kompanije i organizacije koje krše EU zakon o zaštiti podataka;
- Direktiva će primjenjivati opća načela i zakone zaštite podataka pri suradnji s policijom i pravosuđem kada su u pitanju kazneni postupci. Ovo pravilo će se primjenjivati na domaći i prekogranični prijenos podataka.

Za korisnike su posebno važna dva prava:

- Pravo na „zaboravljanje“ podataka (engl. *right to be forgotten*) i njihovo brisanje: korisnicima će se omogućiti brisanje podataka ukoliko ocijene da im više ne trebaju;
- Pravo na prenosivost podataka (engl. *right to data portability*): korisnicima će biti omogućen pristup njihovim podacima i prijenos osobnih podataka s jednog davatelja usluga na drugog.

Prilikom izmjena zakona vodi se računa da novi zakon ne ugrožava konkurentnost europskih davatelja usluga oblaka, što više cilj je stvoriti zakonski okvir koji će omogućiti poticanje digitalne ekonomije.

2.4.3. Kvaliteta usluge

Ključni faktor za uspjeh usluga računarstva u oblaku je kvaliteta usluge. Osim što neadekvatna kvaliteta usluge može narušiti ugled davatelja usluge, isto tako može prouzročiti veliku štetu i krajnjim korisnicima. Kako bi se izbjegli takvi problemi, ugovori koje krajnji korisnici sklapaju s davateljima usluge računarstva u oblaku moraju jamčiti određenu razinu kvalitete usluge. Kvalitetu usluge treba općenito definirati parametrima kao što su maksimalno vrijeme odziva, propusnost vjerojatnost pogreške i drugima karakterističnima za računalne sustave i mreže.

Kvaliteta usluge računarstva u oblaku intenzivno se istražuje, nastavljajući se na istraživanja vezana uz grid, uključujući ugovorne aspekte [29, 30].

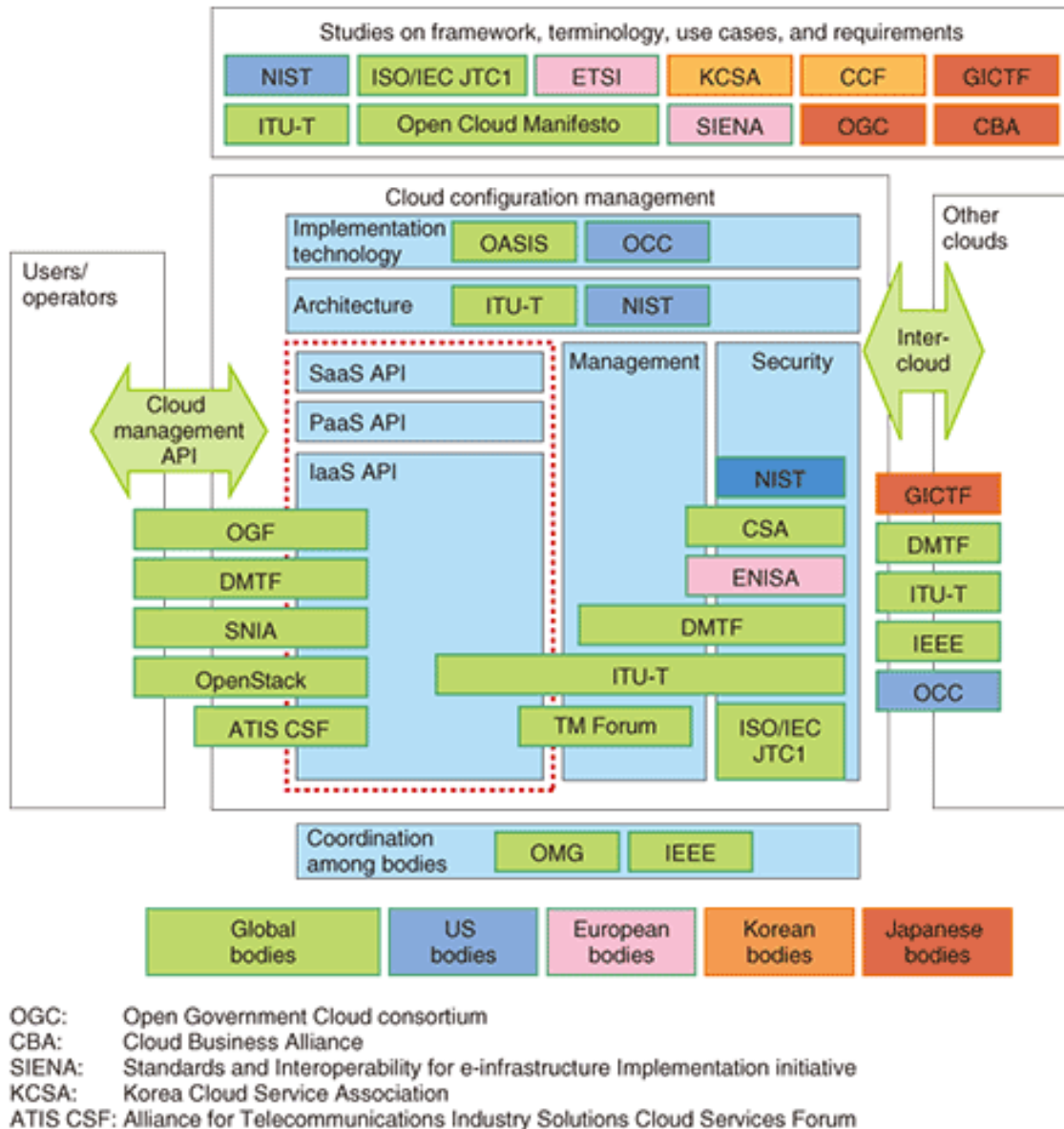
2.4.4. Konkurentno tržište

Na razvoj tržišta računarstva u oblaku [31] uz sva prethodna pitanja vezana uz:

- širokopojasnu povezanost,
- zaštitu podataka i privatnost te
- kvalitetu usluge.

Dodatni problem je interoperabilnost koju nije moguće postići bez otvorenih standarda [32]. To otežava ostvarivanje prava na prenosivost podataka i prava na zaboravljanje podataka koja bi korisnicima trebala omogućiti jednostavan prelazak s jednog davatelja usluge na drugoga, a što predstavlja jedan od glavnih uvjeta za stvaranje konkurentnog tržišta. Trenutna situacija u kojoj tvrtke operiraju s vlasničkim rješenjima može dovesti do fragmentacije tržišta, što za posljedicu može imati probleme pri koordinaciji i suradnji između davatelja usluga oblaka te ugroziti razvoj konkurentnog tržišta s mogućnošću odabira davatelja usluge.

Aktivnosti na području normizacije su intenzivne, a predmet su zanimanja mnogih međunarodnih organizacija, uključujući *European Telecommunications Standards Institute* (ETSI). Studijska područja i standardizacije organizacije prikazane su na slici 2.6.



Slika 2.6. Studijska područja i standardizacijske tijela uključene u normizaciju računarstva u oblaku (preuzeto iz [33])

Kako bi se izbjegao mogući scenarij s fragmentiranim tržištem i otežanim pravima prenosivosti i zaboravljanja podataka, ETSI je organizirao *Cloud Services Workshop* (Lipanj 2011), a kao glavni problemi označeni su: povjerenje, zakonski preduvjeti, zakonska nadležnost, prenosivost, suradnja između providera i usluga, certifikati kojima bi se garantirala kvaliteta usluge računarstva u oblaku.

2.5. Zaključak i prijedlog nastavka istraživanja

Računarstvo u oblaku novi je segment informacijskog i komunikacijskog tržišta koji zahtijeva stimulatívno regulatorno okružje, jer razvoj širokopojasne mreže, zaštita podataka, privatnost i kvaliteta usluga te pravo na zaboravljanje i prenosivost podataka utječu na razvoj tržišta usluga računarstva u oblaku.

Europska očekivanja su da računarstvo u oblaku kao i cijeli ICT mogu pridonijeti društvenom razvoju i gospodarskom rastu. Takva trebaju biti i hrvatska očekivanja, imajući u vidu specifičnosti manjih zemalja i manjih tržišta i uvažavajući strukturu gospodarstva u kojem dominiraju mikro, mala i srednja poduzeća.

Nastavak istraživanja treba usmjeriti na koncipiranje hrvatskog ekosustava računarstva u oblaku povezujući ga sa širokopojasnim ekosustavom, što uključuje sljedeće:

- identifikacija tehnoloških, poslovnih, pravnih i regulatornih komponenata ekosustava;
- uključivanje u regulatorne aktivnosti BEREC-a na području računarstva u oblacima;
- razradu lanca vrijednosti (engl. *value chain*) i mreže vrijednosti (engl. *value network*);
- prijedlog ekosustava i regulatornih mjera.

Bez razrađenog ekosustava i njegovog političkog, zakonodavnog i regulatornog zastupanja u praksi, realna je opasnost da se cjelokupna poslovna aktivnost vezana uz računarstvo u oblaku reducira na korisnike koji plaćaju usluge oblaka davateljima usluga koji u potpunosti djeluju u inozemstvu, bez ikakvih aktivnosti, opreme i zaposlenih u Hrvatskoj. Dominirajućem uvozu roba tako bi se priključio i uvoz usluga, s potpunim isključenjem zemlje iz digitalne ekonomije, osim, treba ponoviti još jednom, u ulozi potrošača.

Literatura

[1] C. Weinhardt, W.A. Anandasivam, B. Blau, N. Borissov, T. Meinel, W.W. Michalk, J. Stöber, „Cloud Computing - A Classification, Business Models, and Research Directions“, *Business & Information Systems Engineering*, No. 5, 391-399, 2009.

[2] P. Mell, T. Grance, „The NIST Definition of Cloud Computing“, *Special Publication 800-145*, NIST National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD, USA, September 2011.

[3] ITU-T Focus Group on Cloud Computing (<http://www.itu.int/en/ITU-/focusgroups/cloud>)

[4] „A Digital Agenda for Europe“, *Communications from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of Regions*, COM(2010) 245, Brussels, Belgium, 2010.

[5] A. S. Tanenbaum, M. Van Steen, „*Distributed Systems: Principles and Paradigms*“, Second Edition, Prentice Hall, 2007.

[6] I. Podnar Žarko, I. Lovrek, M. Kušek, K. Pripužić, „Raspodijeljeni sustavi“, Radna inačica udžbenika, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb, 2012.

[7] „Directive 2002/58/EC of the European Parliament and of the Council of 12 July 2002 concerning the processing of personal data and the protection of privacy in the electronic

communications sector (Directive on privacy and electronic communications)“, *Official Journal L 201*, 31/07/2002 P. 0037 – 0047

[8] M. Weber, G. Ježić, M. Krvišek, „Overview of Looking to the Future Project“, *Proceedings SoftCOM 2011 19th International Conference on Software, Telecommunications and Computer Networks, Workshop on Regulatory Challenges*, Split-Hvar-Dubrovnik, Croatia, 2011.

[9] M. Weber, „Croatia is „Looking to the Future“, *Global Communications Newsletter*, In: *IEEE Communications Magazine*, Vol. 50, No. 5, May 2012.

[10] F. Liu, J. Tong, J. Mao, R. Bohn, J. Messina, L. Badger, D. Leaf, „NIST Cloud Computing Reference Architecture“, *Special Publication 500-292*, NIST National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD, USA, September 2011.

[11] R. Buyya, C. S. Yeo, S. Venugopal, „Market-Oriented Cloud Computing: Vision, Hype, and Reality for Delivering IT Services as Computing Utilities“, *Proceedings of The 10th IEEE International Conference on High Performance Computing and Communications*, 5-13, 2008.

[12] R. Buyya, C. S. Yeo, S. Venugopal, J. Brobarg, I. Brnadic, „Cloud computing and emerging IT platforms: Vision, hype, and reality for delivering computing as the 5th utility“, *Future Generation Computer Systems*, 25 (2009) 599-616.

[13] „The Future of Cloud Computing - Opportunities for European Cloud Computing beyond 2010“, *Expert Group Report, Public version 1*, European Commission, Information Society and Media Directorate, Brussels, Belgium, 2010.

[14] „Advances in Clouds – Research in Future Cloud Computing“, *Expert Group Report, Public version 1*, European Commission, Information Society and Media Directorate, Brussels, Belgium, 2012.

[15] „Cloud Computing“, *Study*, European Commission, Directorate General for Internal Policies, Brussels, Belgium, 2012.

[16] „Računalni klaster Isabella“, <http://www.srce.unizg.hr/proizvodi-i-usluge/racunalni-resursi/racunalni-klaster-isabella/>

[17] „CRO NGI Hrvatska nacionalna grid infrastruktura“, <http://www.cro-ngi.hr/>

[18] „Towards a cloud computing strategy for Europe: Matching supply and demand“, *Report from workshop 18, Digital Agenda Assembly*, Brussels 16-17 June 2011.

[19] „Cloud Computing - Hearing with Telecommunication and Web-hosting Industry“, *Meeting Note*, European Commission, Information Society and Media Directorate, 16 November 2011.

[20] „Cloud Computing - Hearing with SMEs“, *Meeting Note*, European Commission, Information Society and Media Directorate, 16 November 2011.

- [21] S.D. Duggal, „Regulatory Framework for Cloud Computing“, *Final edition for the Telecom Regulatory Authority of India*, nivio.com, July 2011.
- [22] I. Lovrek, D. Lučić, G. Gaćina, „Next Generation Network and Regulatory Challenges“, *Proceedings SoftCOM 2011 19th International Conference on Software, Telecommunications and Computer Networks, Workshop on Regulatory Challenges*, Split-Hvar-Dubrovnik, Croatia, 2011.
- [23] J. Ruiter, M. Warnier, „Privacy Regulations for Cloud Computing: Compliance and Implementation in Theory and Practice“, In: *Computers, Privacy and Data Protection: an Element of Choice*, Part 4, 361-376, Springer 2011.
- [24] „Privacy in Cloud Computing“, *ITU-T Technology Watch Report*, March 2012.
- [25] „Directive 95/46/EC of the European Parliament and of the Council of 24 October 1995 on the protection of individuals with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data“, *Official Journal L 281*, 23/11/1995 P. 0031 - 0050
- [26] N. Robinson, H. Graux, M. Botterman, L. Valerin, „Review of EU Data Protection Directive: Summary“, RAND Europe, May 2009.
- [27] „Joint Proposal for a Draft of International Standards on the Protection of Privacy with regard to the processing of Personal Data“, *International Standards on the Protection of Personal Data and Privacy, The Madrid Resolution*, International Conference of Data Protection and Privacy Commissioners, 5 November 2009, Madrid, Spain.
- [28] „Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on the protection of individuals with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data (General Data Protection Regulation)“, COM(2012) 11 final, Brussels, 25.1.2012.
- [29] D. Armstrong, K. Djemame, „Towards Quality of Service in the Cloud“, School of Computing, University of Leeds, UK, (www.comp.leeds.ac.uk/ukpew09/papers/18.pdf)
- [30] R. Buyya, S. K. Garg, R. N. Calheiros, „SLA-Oriented Resource Provisioning for Cloud Computing: Challenges, Architecture, and Solutions“, *Proceedings 2011 International Conference on Cloud and Service Computing*, Hong Kong, 2011.
- [31] J. P. Sluijs, P. Larouche, W. Sauter, „Cloud Computing in the EU Policy Sphere - Interoperability, Vertical Integration and the Internal Market“, *Journal of Intellectual Property, Information Technology and E-Commerce Law*, 3 (2012) JIPITEC 12.
- [32] S. Ortiz Jr., „The Problem with Cloud-Computing Standardization“, *IEEE Computer*, Vol. 44, No. 6, 13-16, 2011.
- [33] H. Sakai, „Standardization Activities for Cloud Computing“, *NTT Technical Review*, Vol. 9 No. 6 June 2011.

3. Širokopojasni pristup u ruralnim područjima

3.1. Problematika uvođenja širokopojasnog pristupa u ruralna područja

Ruralna područja - seoska naselja te sva područja s naglašenim prirodnim karakteristikama pejzaža, danas se suočavaju s brojnim problemima.

Najizraženiji problemi u ruralnim područjima su:

- degradacijski procesi,
- depopulacija te
- slabiji gospodarski razvoj u odnosu na urbana područja [1].

Osjetno slabiji ekonomski razvoj ruralnih područja utjecao je na depopulaciju većine izrazito ruralnih krajeva. Za razliku od njih, veća urbana središta postala su nositelji ekonomskog, društvenog i kulturnog razvoja zemlje. Uvođenje širokopojasnih pristupnih mreža je stoga uglavnom profitabilnije u urbanim sredinama jer tamo postoji veća i koncentriranija potražnja za širokopojasnim pristupom. Ostala, većinski ruralna područja, slabije su naseljena, pa su manje privlačna za komercijalna infrastrukturna ulaganja.

Stupanj razvoja telekomunikacijske infrastrukture u Republici Hrvatskoj trenutno je usporediv sa stupnjem razvoja mnogih zemlja Europske unije [2]. Pokušaji premošćivanja digitalnog jaza između Hrvatske i zemlja Unije rezultirali su značajnim porastom broja širokopojasnih priključaka u Hrvatskoj u proteklih nekoliko godina. Međutim, još uvijek postoje velike razlike u dostupnosti širokopojasnog pristupa između urbanih i ruralnih područja u državi [3].

Daljnji razvoj novih informacijskih i komunikacijskih tehnologija, u koje se ubrajaju i tehnologije širokopojasnog pristupa Internetu trebao bi pridonijeti ukupnom razvoju ruralnih područja [4]. Širokopojasne tehnologije nove generacije, koje pružaju niz novih tehnoloških i poslovnih mogućnosti, trebale bi pridonijeti konkurentnosti ruralnih područja u kojima se primjene.

Poveznica između mogućnosti pružanja kvalitetnih širokopojasnih usluga, kao jednog od osnovnih zahtjeva vezanih uz širokopojasni Internet, i dostupne tehnološke infrastrukture dovela je do potrebe za kvalitetnom analizom tehničkih, ekonomskih i tržišnih aspekata mogućih poslovnih prilika, kako u urbanim, tako i u ruralnim područjima.

Zaostajanje pojedinih područja po gustoći broja korisnika širokopojasnog pristupa potrebno je smanjiti posebnim mjerama što prije te u što većem postotku. Na taj način trebali bi se stvoriti osnovni preduvjeti za uključivanje u okvire definirane Digitalnom agendom [5].

Iz navedenog razloga, bitno je uključivanje u procese poticanja povećanja broja širokopojasnih priključaka u ruralnim područjima kroz definiranje programa koji će stimulirati uvođenje cjenovno prihvatljivih širokopojasnih usluga.

3.2.Osvrt na rezultate projekta „Širokopojasni pristup u ruralnim područjima“ u okviru istraživačkog projekta „Pogled u budućnost“

Budući da na dostupnost širokopojasnih usluga utječe izrazito puno čimbenika, pri analizi je bitno obuhvatiti što više dostupnih informacija kako bi se dobila što potpunija slika o potencijalnom tržištu širokopojasnih usluga. Zato se različiti aspekti uvođenja širokopojasnog pristupa prikazuju kroz analizu različitih kvantitativnih te kvalitativnih čimbenika.

Kroz analize trenutnog stanja te mogućnosti uvođenja širokopojasnog pristupa i internetskih usluga u ruralnim područjima, provedenih u sklopu znanstvenog projekta „Širokopojasni u ruralnim područjima“ u okviru istraživačkog projekta „Pogled u budućnost“, do sada je učinjeno sljedeće:

- Analizirani su najvažniji socioekonomski statistički podaci za odabrana karakteristična područja (gustoća naseljenosti područja, prosječna starost stanovništva, stupanj obrazovanja stanovništva, prihodi po stanovniku...) te podaci o trenutnom stanju na tržištu širokopojasnog pristupa Internetu (broj i gustoća širokopojasnih priključaka). Provedena analiza ukazuje na postojanje nužnih osnova te dobrih preduvjeta za daljnju implementaciju širokopojasnog pristupa Internetu u ruralnim područjima Republike Hrvatske.
- Provedena je analiza društvenih troškova i koristi uvođenja širokopojasnog pristupa Internetu u ruralnim područjima koja ukazuje na opravdanost takvih ulaganja.
- Problem nedovoljne dostupnosti širokopojasnog pristupa Internetu u ruralnim područjima složeno je pitanje te je pristup istraživanju interdisciplinaran i zahtijeva angažman i uključivanje različitih društvenih i javnih struktura.
- Budući da izbor odgovarajuće pristupne tehnologije može uzrokovati povećanje ekonomskog omjera isplativosti uvođenja širokopojasnog pristupa u ruralnim područjima, predstavljene su određene smjernice pri izboru prikladnih širokopojasnih pristupnih tehnologija u različitim ruralnim područjima Republike Hrvatske temeljem približne usporedbe cijena i troškova implementacije tih tehnologija, kako bi primijenjena tehnologija postala dostupna širem korisničkom krugu.
- Izvršena je usporedba različitih vrsta širokopojasnih pristupnih tehnologija:
 - fiksnih i mobilnih,
 - žičnih i bežičnih,
 - postojećih i planiranih.

Pokazano je kako analizirane bežične tehnologije mogu dostići razinu isplativosti usporedivu sa žičnim tehnologijama na mjestima u kojima još nije (ili ne može biti) provedena žična infrastruktura.

Rezultati analiza ukazuju na to da gotovo sve promatrane tehnologije mogu biti isplativa pristupna rješenja pri određenim kombinacijama uvjeta (npr. za određeni broj krajnjih korisnika, pri odgovarajućim diskontnim stopama te ovisno o definiranom periodu promatranja i sl.) te je potrebno provoditi analize koje bi ukazale na „najbolje kombinacije“ uvjeta.

Budući da je još ostavljen prostor za međusobnu usporedbu različitih novih mobilnih pristupnih tehnologija, izvršena je i usporedba mobilnih rješenja primjenom tehno-ekonomske analize. Neki od rezultata projekta prezentirani su na međunarodnim znanstvenim konferencijama [6], [7], [8], [15], [16] i [17].

3.3.Pregled analize uvođenja mobilnih širokopojsnih pristupnih mreža

Stupanj razvijenosti gospodarstva pojedinog područja ovisi svakako i o stupnju razvoja i korištenja elektroničke komunikacijske infrastrukture. Razvoj širokopojsnih komunikacija omogućuje stvaranje i primjenu novih, zahtjevnijih usluga, tehnologija i aplikacija te poboljšanje postojećih, čime se potiče ukupan gospodarski rast u područjima u kojima se takve tehnologije primjenjuju.

Dostupnost širokopojsnih usluga jedan je od ključnih elemenata koji olakšava privlačenje ulaganja, uvođenje rada na daljinu, djelotvornije i brže usluge zdravstvene skrbi, kvalitetnije obrazovanje te kvalitetnije i pristupačnije usluge javne uprave. Razvoj interneta, širokopojsnog pristupa internetu te širokopojsnih aplikacija i usluga u svijetu su prepoznati kao osnovni pokretači ekonomskog rasta, povećanja stope zaposlenosti, konkurentnosti i učinkovitosti. Nadalje, dostupnost širokopojsnog pristupa povećava kvalitetu života stanovništva i omogućuje veću zaposlenost i rast u informatičkom sektoru.

Mobilne širokopojsne pristupne tehnologije imaju niz prednosti u odnosu na fiksni pristup, pri čemu se prilagodljivost može istaknuti kao jedna od ključnih [9].

Ipak, provedba tehno-ekonomskih analiza uvođenja novih mobilnih širokopojsnih pristupnih mreža je nužan korak pri razmatranju uvođenja mobilnih širokopojsnih pristupnih rješenja budući da tehnička superiornost određenih tehnologija ne znači nužno i njihov uspjeh na tržištu [10].

Kriteriji ruralnosti

OECD kriterij ruralnosti

RURALNA PODRUČJA ⇒ < 150 stanovnika/km²

EU kriterij ruralnosti

RURALNA PODRUČJA ⇒ < 100 stanovnika/km²

3.3.1. Odabir predstavnika ruralnih područja u RH i referentnih ruralnih scenarija

Za analizu je odabrano šire područje grada Osijeka koje se nalazi u sklopu Osječko-baranjske županije, ruralne županije prema oba kriterija (OECD i EU). Analizirano područje je podijeljeno na tri vrste obilježja – ruralna, suburbana i urbana.

Budući da se ta područja međusobno razlikuju prema određenim karakteristikama:

- izgledu;
- veličini;
- broju stanovnika;
- broju potencijalnih korisnika širokopojasnog pristupa, itd.;

Pri analizi je bitno uzeti u obzir sve relevantne podatke. Prikazani scenariji razlikuju se prema gustoći naseljenosti kako je prikazano u Tablici 3.1. Analiza je provedena za rezidencijalne i male poslovne korisnike.

Tablica 3.1. Temeljni parametri za analizirana područja

Referentno područje	Područje		Demografski podaci				
	Površina [km ²]	Ciljano područje		Jedinica	Ukupni broj	Ukupni ciljani broj	Ukupni ciljani postotak
[km ²]		[%]					
Ruralni	40	32	između 80% i 100%	Kućanstva	1.903	571	30%
Suburbani	70	63		Mali poslovni korisnici	4	1	
				Kućanstva	5.929	1.779	
Urbani	30	30		Mali poslovni korisnici	20	6	
				Kućanstva	33.913	10.174	
				Mali poslovni korisnici	230	69	

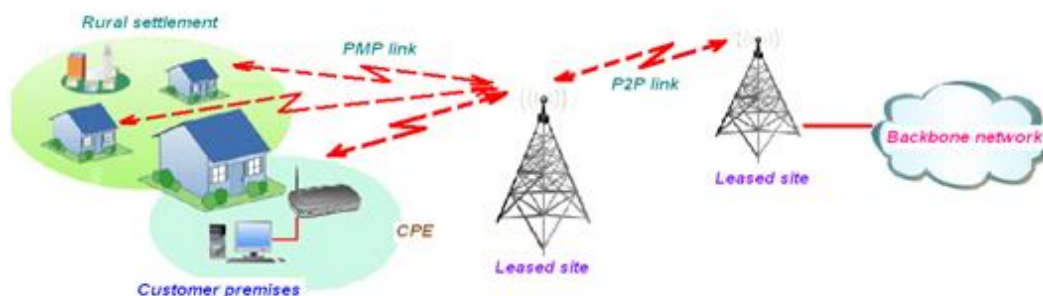
3.3.2. Provedba tehno-ekonomske analize uvođenja širokopojasnog pristupa

Cilj provedenih analiza u [11] je procjena - kako bi se mrežni operator suočio s izazovima na tržištu vezanima uz postojeće:

- demografske
- ekonomske i
- regulatorne okvire te
- procijenjene zahtjeve za širokopojasnim uslugama u analiziranim područjima.

Izbor tehnologija - analizirano je uvođenje novih mobilnih pristupnih tehnologija:

- mobilnog WiMAX-a,
- 4G LTE.



Slika 3.1. Shema pristupne mreže

3.3.3. Planiranje i dimenzioniranje pristupnih mreža

U razmatranje su uzeti zahtjevi za odgovarajućom pokrivenošću područja bežičnim signalom te ukupni zahtjevi za kapacitetom, kako je prikazano u Tablicama 3.2 i 3.3.

Tablica 3.2. Pokrivenost područja signalom

Pokrivenost signalom i kapacitet	Mobilni WiMAX			LTE		
	Ruralni	Suburbani	Urbani	Ruralni	Suburbani	Urbani
Scenarij						
Prosječna pokrivenost signalom						
Radijus [km]	2,70	1,86	1,27	6,52	5,09	3,61
Površina [km ²]	18,91	8,98	4,18	110,29	67,41	33,88
Prosječan kapacitet po sektoru bazne stanice						
Down link [Mbps]	13,53	14,53	15,28	16,24	16,24	16,24
Up link [Mbps]	3,88	4,17	4,39	7,32	7,32	7,32

Tablica 3.3. Procjena zahtjeva za kapacitetom

Ukupni zahtjev za kapacitetom											
Godina		Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10
Ruralni	Down link [Mbps]	0,58	0,90	1,43	1,92	2,62	3,31	3,84	4,25	4,50	4,63

scenarij	Up link [Mbps]	0,29	0,45	0,71	0,96	1,31	1,65	1,92	2,12	2,25	2,31
Suburbani	Down link [Mbps]	1,79	2,79	4,46	6,10	8,32	10,43	12,14	13,31	14,10	14,55
scenarij	Up link [Mbps]	0,90	1,40	2,23	3,05	4,16	5,22	6,07	6,66	7,05	7,27
Urbani	Down link [Mbps]	10,50	16,30	26,01	35,31	48,32	60,71	70,31	77,31	81,90	84,16
scenarij	Up link [Mbps]	5,25	8,15	13,00	17,65	24,16	30,36	35,16	38,66	40,95	42,08

S obzirom na zahtjeve za pokrivenošću i kapacitetom, proveden je proces dimenzioniranja bežičnih mreža. Prvo je pretpostavljeno da zahtjevi za pokrivenošću mogu biti ispunjeni uz minimalni broj baznih stanica optimiziranih za maksimalni domet pokrivanja signalom [12]. Nakon toga, dodani su dodatni sektori kako bi se ispunili zahtjevi za kapacitetom.

Tablica 3.4. Planiranje mreže

Planiranje mreže											
Year		Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10
Mobile WiMAX											
Ruralni scenarij	Broj baznih stanica	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Broj sektora	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Suburbani scenarij	Broj baznih stanica	5	7	8	9	9	9	9	9	9	9
	Broj sektora	5	7	8	9	9	9	9	9	9	9
Urbani scenarij	Broj baznih stanica	5	7	8	9	9	9	9	9	9	9
	Broj sektora	15	21	24	27	27	27	27	27	27	27
LTE											
Ruralni scenarij	Broj baznih stanica	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Broj sektora	3	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Suburbani scenarij	Broj baznih stanica	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Broj sektora	3	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Urbani scenarij	Broj baznih stanica	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Broj sektora	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6

3.3.4. Provedba tehno-ekonomskih analiza u odabranim scenarijima

Pretpostavke:

- period promatranja (usklađen sa sličnim analizama - deset godina)
- ukupni pretpostavljeni broj korisnika
- promjene iznosa pretplata kroz promatrani period
- godišnje promjene kapitalnih izdataka u promatranom periodu
- fiksni operativni troškovi u promatranom periodu.

Troškovi implementacije pristupnih mreža uključuju troškove vezane uz investicije u mrežnu infrastrukturu i uređaje (CAPEX) te troškove koji nastaju tijekom poslovanja i upravljanja mrežom (OPEX). Troškovi uključeni u analizu predstavljaju približne prosječne tržišne cijene preuzete iz različitih izvora (npr. 3GPP i WiMAX Forum izvješća). Uvršteni kapitalni i operativni troškovi prikazani su u Tablici 3.5.

Tablica 3.5. Procjena kapitalnih i operativnih troškova

Mobilni WiMAX									
CAPEX			OPEX						
Bazna stanica (BTS)	MacroBTS		Scenarij	Ruralni scenarij	Suburbani scenarij	Urbani scenarij			
Najam lokacije [€]	2.500								
Sektor [€]	8.000								
Mrežni elementi [€]	2.000		Bazna stanica	MacroBTS	MacroBTS	MacroBTS			
Opremanje lokacije [€]	2.000		Najam lokacije (godišnje) [€]	1.000	4.000	5.000			
Zemljani radovi [€]	3.000		Održavanje (godišnje)[€]	2.000	2.000	2.000			
Projekt [€]	4.500		Tehnička podrška (godišnje) [€]	1.000	1.000	1.000			
Instaliranje [€]	1.500		Osiguranje kvalitete (godišnje) [€]	500	500	500			
Testiranje [€]	1.500		Rad (godišnje) [€]	2.000	2.000	2.000			
Korisnička oprema:	WLAN USB	Indoor UTE	Korisnička oprema:	WLAN USB	Indoor UTE	WLAN USB	Indoor UTE	WLAN USB	Indoor UTE
Uređaj [€]	30	110	Održavanje (godišnje)[€]	2	5	2	5	2	5
Cijena žičnog linka [€]	20.000		Licenca za korištenje frekv. spektra [€]	20.000					
4G LTE									
CAPEX			OPEX						
Enhanced node B	Macro cell		Scenarij	Ruralni scenarij	Suburbani scenarij	Urbani scenarij			

Najam lokacije [€]	800								
Sektor [€]	8.000								
Mrežni elementi [€]	2.000		Enhanced node B	Macro cell	Macro cell	Macro cell	Macro cell	Macro cell	Macro cell
Opremanje lokacije [€]	1.000		Najam lokacije (godišnje) [€]	800	3.000	3.000	3.000	5.000	5.000
Zemljani radovi [€]	0		Održavanje (godišnje)[€]	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Projekt [€]	3.000		Tehnička podrška (godišnje) [€]	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Instaliranje [€]	1.500		Osiguranje kvalitete (godišnje) [€]	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Testiranje [€]	1.500		Rad (godišnje) [€]	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Korisnička oprema:	WLAN USB	Korisnička oprema	Korisnička oprema:	WLAN USB	Home Gateway	WLAN USB	Home Gateway	WLAN USB	Home Gateway
Uređaj [€]	50	Održavanje (godišnje) [€]	Održavanje (godišnje)[€]	2	5	2	5	2	5
Cijena žičnog linka [€]	2.000		Licenca za korištenje frekv. spektra [€]	20.000					

3.3.5. Prikaz i analiza dobivenih rezultata

Cilj provedenih analiza je ocjena isplativosti uvođenja mobilnih širokopoljnih pristupnih tehnologija. Prikazani proračuni provedeni su kako bi se odredilo može li uvođenje mobilnih pristupnih mreža za novog mrežnog operatora na tržištu biti ekonomski isplativo u definiranim scenarijima. U izračun su uključeni svi relevantni podaci za analizirana tržišta, te je provedena ekonomska i financijska analiza.

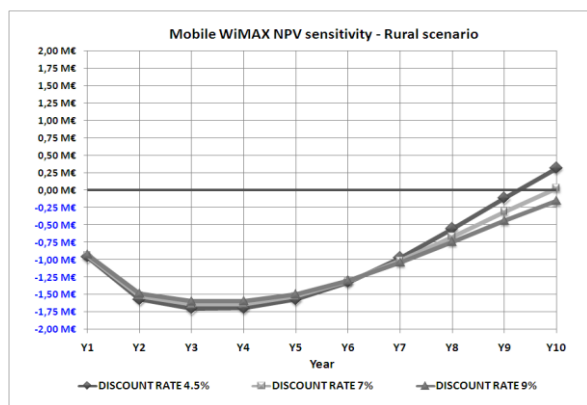
Tablica 3.6. Procjena ukupnih izdataka mobilnog WiMAX-a i LTE-a

Ukupni izaci [€]										
Godina	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10
Mobilni WiMAX										
Ruralni	118.651	82.929	42.302	42.572	43.809	44.269	44.253	44.215	44.014	43.722
Suburban	275.521	172.313	144.905	155.570	118.986	120.494	120.566	120.116	119.645	118.789
Urbani	431.155	246.461	220.760	237.622	203.599	212.007	212.116	210.302	207.036	202.130
4G LTE										
Ruralni	92.891	98.614	67.997	68.212	70.109	70.569	70.223	69.910	69.379	68.757
Suburban	201.925	207.592	181.564	182.784	188.325	189.889	189.023	187.470	186.116	184.268

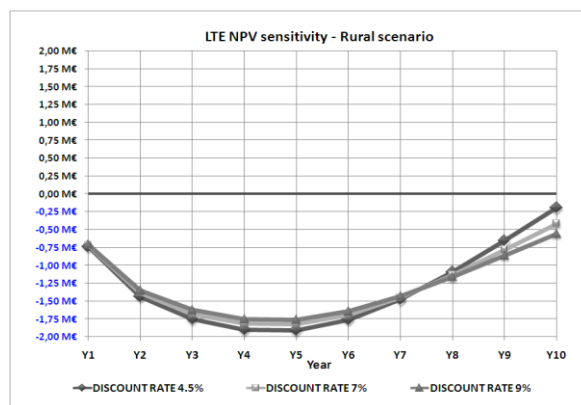
Pogled u budućnost

Urbani	450.648	369.429	400.309	406.726	439.728	448.136	442.608	435.045	426.197	415.653	
Analiza osjetljivosti	Tehnologija			Mobilni WiMAX			4G LTE				
	Diskontna stopa			4.5%	7%	9%	4.5%	7%	9%		
Scenarij	Mjera isplativosti										
Ruralni	Neto sadašnja vrijednost [€]	31.574,00			2.762,00			-15.605,00		-19.395,00	
	Interna stopa povrata [%]	7,28			2,79						
	Period isplativosti [Years]	8,40			9,43						
Suburban	Neto sadašnja vrijednost [€]	294.504,00			192.617,00			126.877,00		269.493,00	
	Interna stopa povrata [%]	14,42			14,14						
	Period isplativosti [Years]	7,35			7,62						
Urbani	Neto sadašnja vrijednost [€]	6.124.922,00			5.128.828,00			4.467.968,00		6.299.253,00	
	Interna stopa povrata [%]	109,95			95,27						
	Period isplativosti [Years]	2,63			3,07						

Neto sadašnje vrijednosti provedenih analiza osjetljivosti za različite pristupne tehnologije čija je implementacija analizirana prikazane su na slikama 3.2. i 3.3. Rezultati su komentirani u poglavlju 3.3.7.



Slika 3.2. Mobilni WiMAX



Slika 3.3. 4G LTE

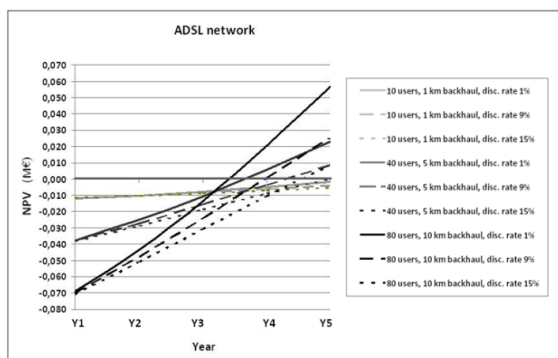
3.3.6. Kraći prikaz rezultata prethodno provedenih analiza za fiksnu pristupnu mrežu

Slijedi kratak pregled analize provedene za fiksna pristupna rješenja, koja je detaljnije opisana u [7] te [8]. Ovaj pregled rezultata omogućuje usporedbu s rezultatima prethodno opisane analize mobilnih pristupnih rješenja. Odabrani predstavnici ruralnih područja su različiti tipovi ruralnih naselja u Osječko-baranjskoj županiji [13]. Prikazani scenariji razlikuju se prema gustoćama naseljenosti i udaljenostima koje je potrebno premostiti do krajnjih korisnika, kako je prikazano u Tablici 3.7.

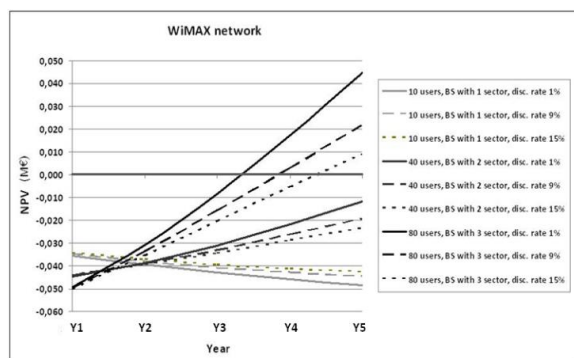
Tablica 3.7. Definiranje ruralnih scenarija

	Prigradsko naselje	Disperzno selo	Osamljeno gospodarstvo
Broj potencijalnih korisnika	80	40	10
Udaljenost od točke pristupa mreži (km)	10	15	40

Rezultati troškova analize prikazani su u Tablici 2.8. za različite ruralne scenarije. Ovi scenariji razlikuju se ovisno o tipu ruralnih naselja (prigradsko naselje, razbacana sela i izolirane farme) i broju potencijalnih krajnjih korisnika. Prikazani rezultati pokazuju da su, u odnosu na WiMAX, troškovi za ADSL niži u svim analiziranim scenarijima.



Slika 3.4. ADSL



Slika 3.5. Fiksni WiMAX

Neto sadašnje vrijednosti, interne stope povrata i period povrata provedenih analiza osjetljivosti za različite pristupne tehnologije čija je implementacija analizirana prikazane su na slikama 3.4. i 3.5 te u Tablici 3.8. Komentari i usporedba dobivenih rezultata nalaze se u poglavlju 3.3.7.

Tablica 3.8. Procjena ukupnih izdataka ADSL-a i fiksnog WiMAX-a

Scenarij (9% disc. stopa)		NPV (M€)	IRR	PP (god.)
ADSL (5 km backhaul)	80 korisnika	0.081	56.9%	1.8
	40 korisnika	0.008	14.8%	3.6
	10 korisnika	-0.049	-72.8 %	> 5

WiMAX	80 korisnika	0.022	21.0 %	3.3
(BS sa 3 sektora)	40 korisnika	-0.026	-11.0 %	> 5
	10 korisnika	-0.039	–	> 5

3.3.7. Analiza i usporedba različitih vrsta pristupnih rješenja

Analize su provedene kako bi se utvrdila izvedivost i konkurentnost različitih fiksnih i mobilnih pristupnih rješenja za pružanje širokopojasnog pristupa Internetu [14]. Implementacije mreža su analizirane u nekoliko tipova ruralnih područja u ruralnoj Osječko-baranjskoj županiji. Rezultati analize ukazuju na specifičnosti različitih ruralnih područja koja utječu na troškove implementacije te mogućnost uvođenja različitih fiksnih i mobilnih pristupnih tehnologija.

Prema prezentiranim rezultatima vezanim uz troškove implementacije, vidi se da fiksne pristupne tehnologije imaju veliki potencijal pri pružanju širokopojasnog pristupa u ruralnim područjima (Tablica 3.8.). ADSL mreže su najprofitabilnija širokopojasna pristupna rješenja među svim analiziranim scenarijima, jer je u razmatranim scenarijima pretpostavljeno da većina telekomunikacijske infrastrukture u analiziranim područjima već postoji (Slika 3.4.). Nadalje, rezultati pokazuju da je ključan faktor vezan uz profitabilnost implementacije fiksnih WiMAX mreža u ruralnim područjima visoka cijena WiMAX opreme (Slika 3.5.).

Štoviše, analize pokazuju moguće ekonomske koristi od implementacije mobilnog - LTE i mobilnog WiMAX širokopojasnog pristupa (Slike 3.2. i 3.3.). Međutim, uspjeh mobilnih bežičnih tehnologija ovisi o razini troškova nužnih za implementaciju pristupnih mreža. Oni trebaju biti usporedivi s troškovima implementacije fiksnih tehnologija, koje su već zauzele svoju poziciju na mnogim europskim tržištima.

Ipak, bežične pristupne mreže nužne su u ruralnim područjima gdje je dostupnost alternativnih pristupnih rješenja ograničena. U rijetko naseljenim ruralnim područjima koja nisu povezana žičnim putem, bežične tehnologije mogu biti najisplativiji način pružanja širokopojasnog pristupa. U tim područjima je profitabilnost niska za sve analizirane tehnologije.

Nadalje, bitno je voditi računa o tome da je razdoblje u kojem mobilna rješenja vraćaju početne investicije dulje u odnosu na fiksna pristupna rješenja, kao što je prikazano u Tablicama 3.6. i 3.8.

Prikaz utjecaja gustoće pretplatnika na isplativost mrežnih implementacija prikazana je za različite tipove područja. Rezultati prikazani u Tablicama 3.6. i 3.8. pokazuju u kojoj mjeri povećanje broja potencijalnih korisnika širokopojasnog pristupa povećava profitabilnost analiziranih rješenja. U rijetko naseljenim područjima, profitabilnost je relativno mala za sva pristupna rješenja.

Utjecaj promjene diskontnih stopa na profitabilnost različitih projekata širokopojasnog pristupa također je analizirana. Rezultati ukazuju na to da promjena diskontne stope najmanje utječe na scenarije s najmanjim investicijskim rizicima, odnosno one s najvećim pretpostavljenim brojem korisnika, kao što je prikazano na slikama 3.2.-3.5.

3.3.8. Zaključna razmatranja

Provedene tehno-ekonomske analize ukazuju na moguće ekonomske koristi koje ima uvođenje mobilnog bežičnog širokopojasnog pristupa Internetu u ruralnim područjima.

Analizirane mobilne bežične tehnologije mogu biti opravdani izbor pristupnog rješenja u mjestima u kojima još nije (ili ne može biti) provedena žična infrastruktura.

Nadalje, rezultati analiza ukazuju na to da promatrane tehnologije mogu biti isplativa pristupna rješenja pri određenim kombinacijama uvjeta (npr. određeni broj krajnjih korisnika, određene diskontne stope i definirani period promatranja i dr.) - analiza „najboljih među kombinacijama“.

Do sada provedene tehno-ekonomske analize ukazuju na sljedeće:

- pravilno proveden postupak tehničkog planiranja i dimenzioniranja pristupnih širokopojasnih mreža nužan je za ispravno predviđanje razvoja investicijskih projekata;
- pravilan izbor odgovarajuće pristupne tehnologije bitan je za povećanje isplativosti ulaganja u širokopojasni pristup;
- širokopojasne pristupne tehnologije donose određene ekonomske koristi mrežnim operatorima;
- primjena širokopojasnih pristupnih tehnologija pozitivno utječe na ekonomski razvoj i može povećati standard života stanovništva u ruralnim područjima.

3.3.9. Plan rada u III. godini istraživanja

- Izrada prilagođenog tehno-ekonomskog modela za širokopojasni pristup Internetu u ruralnim područjima
- Optimizacija modela - uključivanje modela subvencioniranja u ruralnim područjima (HAKOM – plan aktivnosti)
- Analiza i procjena razine potrebnih subvencija za pojedina hrvatska ruralna područja kako bi investicije u širokopojasni pristup Internetu bile pozitivne
- Analiza i testiranje pristupnih širokopojasnih tehnologija pristupa Internetu, prikladnih za primjenu u ruralnim područjima (PLC tehnologija).

Literatura

- [1] „Strategija ruralnog razvoja RH 2008. – 2013.“, Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja, 2007.
- [2] „Supply of services in monitoring regulatory and market developments for electronic communications and information society services in Enlargement Countries, 2011-2013“, Cullen International, studeni 2011.
- [3] „Strategija razvoja širokopojasnog pristupa u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2012. do 2015. Godine“, Vlada Republike Hrvatske, 2011.
- [4] Holt L., Jamison M.: „Broadband and contributions to economic growth: Lessons from the US experience“, Telecommunications Policy, 2009.
- [5] „Europe 2020: A Digital Agenda For Europe“, European Commission Brussels, 2010.
- [6] Krizanovic V., Zagar D., Martinovic G.: „Mobile Broadband Access Networks Planning and Evaluation Using Techno-economic Criteria“, *Proceedings of ITI 2012*, Cavtat, 2012.
- [7] Zagar D., Krizanovic V.: „Analyses and Comparisons of Technologies for Rural Broadband Implementation“, *Proceedings of SoftCOM 2009*, Hvar, 2009.
- [8] Zagar D., Krizanovic V., Grgic K.: „Business Case Assessments of Fixed and Mobile Broadband Access Networks Deployments“, *Proceedings of SoftCOM 2012*, Split, 2012.
- [9] Elnegaard N. K. Stordahl K. Lydersen J. Eskedal T. G.: „Mobile Broadband Evolution and the Possibilities“, *Teletronikk*, 2009.
- [10] Verbrugge S. et al.: „Practical Steps in Techno-economic Evaluation of Network Deployment Planning“, TE White paper, 2009.
- [11] Lee I.: „Handbook of Research on Telecommunications Planning and Management for Business“, Volume I, Information Science Reference, Hershey, New York, 2009.
- [12] Nawrocki M. J. et al.: „Modern Approaches to Radio Network Modelling and Planning“, in *Understanding UMTS Radio Network Modelling, Planning and Automated Optimisation: Theory and Practice*, John Wiley & Sons, Ltd., 2006.
- [13] „Model diferencijacije urbanih, ruralnih i prijelaznih naselja u Republici Hrvatskoj“, Državni zavod za statistiku, Zagreb, 2011.
- [14] Thompson H. G. Jr., Garbacz C.: „Economic impacts of mobile versus fixed broadband“, Telecommunications Policy, 2011.
- [15] Križanović V., Žagar D., Grgić K.: „Techno-Economic Analyses of Wireline and Wireless Broadband Access Networks Deployment in Croatian Rural Areas“, *Proceedings of*

the 11th International Conference on Telecommunications (ConTEL 2011), pp. 265-272., 2011.

[16] Marijašević I., Žagar D.: „Business Planning by Implementation of the Broadband Internet Access to the Rural Areas of the RH“, *Proceedings of the 34th International Convention MIPRO*, pp. 351-356., 2011.

[17] Križanović V., Grgić K., Žagar D.: „Analyses and Comparisons of Fixed Access Technologies for Rural Broadband Implementation“, *Proceedings of the 32nd International Conference on Information Technology Interfaces (ITI 2010)*, 2010.

4. Razvoj M2M tržišta

Razvoj komunikacije strojeva (engl. *Machine-to-Machine*, M2M) posljednjih godina bilježi snažan zamah. Glavni pokretači takvog pozitivnog trenda su sveopća dostupnost žične i bežične povezanosti zajedno sa sniženim cijenama komunikacijskih modula. Iako je potencijal za razvoj M2M tržišta ogroman, i dalje postoji niz neriješenih pitanja koja ga svejedno koče: fragmentacija tržišta, neujednačena standardizacijska rješenja, problemi sa sigurnošću i privatnošću korisnika, raznoliki tehnološki izazovi (npr. upravljanje uređajima, skalabilnost mreže, autentifikacija uređaja u mreži, naplata, itd.), kao i nepotpuna i nekompatibilna regulacijska pravila u pojedinim zemljama. Pojačana aktivnost standardizacijskih tijela potaknuta je rastućim potrebama na M2M tržištu. U ovom izvješću daje se pregled trenutnog stanja u kompleksnom i nadasve raznolikom M2M tržištu, zatim napora različitih standardizacijskih tijela koja ga nastoje ujediniti i poopćiti, kao i pojašnjenje nekoliko važnih aktualnih i budućih regulacijskih zahvata. Pregled regulatornih aktivnosti fokusiran je na specifične projekte koji se trenutno provode u SAD-u i Europskoj uniji. Konačno, pokazano je kako se u Hrvatskoj po pitanju propisa vezanih uz područje primjene M2M tehnologija preuzimaju zakonodavni okviri iz EU te je predstavljen projekt kojeg HAKOM nastoji provesti u suradnji s akademskom zajednicom, industrijom i mrežnim operatorima.

4.1.Uvod

Kratica M2M može imati više značenja: *Machine-to-Machine*, *Mobile-to-Machine*, *Machine-to-Man* itd. U ovom izvješću podrazumijeva se najčešće korišteno značenje u kontekstu komunikacije strojeva. Taj vid komunikacije podrazumijeva komunikaciju između različitih strojeva (uređaja) bez izravnog ili uz vrlo malo uplitanje od strane čovjeka. U literaturi se može naići na još jednu kraticu (*Machine Type Communications*, MTC) koja u principu ima potpuno identično značenje kao i M2M, a u uporabu ju je putem svojih standarda uvela organizacija 3GPP (*3rd Generation Partnership Project*). Vrlo blizak pojam dosad navedenima je IoT (*Internet of Things*) [1][2]. Iako se domene područja M2M i IoT dobrim dijelom preklapaju, niti jedna se ne smatra podskupom one druge [3]. Prema [4], glavna razlika između uređaja koji se smatraju dijelom M2M odnosno IoT sustava njihova je sposobnost aktivne komunikacije: „stvari“ u okviru IoT sustava ne raspolažu potrebnim komunikacijskim sposobnostima koje bi im to omogućile, što se ne može konstatirati i za „strojeve“ u okviru M2M sustava, bez obzira na njihovu veliku raznovrsnost. Primjerice, artikli u dućanu mogu biti označeni tzv. RFID (*Radio-Frequency Identification*) oznakama i kao takvi smatraju se dijelom odgovarajućeg IoT sustava. Međutim, te iste oznake mogu se pročitati pomoću M2M skenera koji će ostvariti aktivnu komunikacijsku vezu s poslužiteljem i poslati mu očitane podatke na analizu. Narednih godina očekuje se snažan razvoj oba navedena područja, a samim time i njihova dodatna konvergencija.

Iz perspektive regulatora, naročito u malim zemljama poput Hrvatske, nekoliko je ključnih obilježja M2M sustava koja su trenutno u njihovom fokusu i oko kojih se očekuje značajan rad u razdoblju koje slijedi: prenosivost broja (engl. *number portability*), ozakonjeno prisluškivanje (engl. *lawful interception*), zaštita osobnih podataka (engl. *personal data protection*) i otvorenost M2M platforme (engl. *open M2M platform*).

Važno je razumjeti da koncept komunikacije strojeva nije potpuno nova ideja te da u različitim oblicima postoji nekoliko desetljeća. Različite implementacije SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) sustava, kao i sustava za praćenje tereta, automatsko upravljanje rasvjetom ili bežičnih senzorskih mreža (engl. *Wireless Sensor Network*, WSN) postoje i koriste se kroz protekla dva desetljeća. U svima njima mogu se pronaći ideje koje čine temelj sustava koje danas klasificiramo kao M2M sustave. Primjene automatske komunikacije uređaja su mnoge i mogu se pronaći u svim sferama naših života: zdravstvo, transport, logistika, energetika, „pametne kuće“, obrana itd. Dok je razvoj nekih sustava iz tog golemog skupa tek u konceptualnoj fazi i njihova se šira primjena očekuje tek kroz nekoliko narednih godina, postoje i gotovi M2M proizvodi koji su spremni za masovnu isporuku klijentima. Jedan od glavnih razloga zašto se takvi sustavi danas ubrzano razvijaju i privlače pažnju sve većeg broja zainteresiranih strana u industriji i akademskoj zajednici jednostavna je činjenica da su cijene komunikacijskih modula postale prihvatljive za masovnu primjenu. Dodatno, širokopojasne pristupne mreže (žične i bežične varijante) su postale sveprisutne i *de facto* standard svakoga kućanstava, tvrtke ili institucije. Međutim, i dalje postoje značajne prepreke daljnjem razvoju M2M tržišta, poput fragmentacije tržišta, neprilagođenosti postojećih mreža za optimalnu M2M komunikaciju, sigurnosti, privatnosti, problema efikasnog testiranja i isporuke novih uređaja itd. Sljedeći logičan korak je dakako standardizacija M2M domene u cijelosti, a pod time se misli na razvoj jasno definiranih arhitektura, platformi i radnih okvira (engl. *framework*) za razvoj specifičnih vrsta aplikacija, ali i na standarde koji se dotiču rješavanja problema M2M komunikacije kada ona prelazi granice jedne države i postaje globalna. Postizanje globalnog konsenzusa kod uvođenja nove tehnologije nemoguće je bez suglasnosti standardizacijskih tijela, vodećih tvrtki i akademske zajednice, a upravo u tom duhu očekuje se pokretanje nove HAKOM-ove inicijative koja bi trebala potaknuti raspravu oko šireg uvođenja M2M tehnologije u Hrvatskoj. Uloga regulatora uvijek je blisko vezana uz standardizacijske napore, naročito ako je riječ o tehnologijama koje će značajno utjecati na život velikog broja ljudi u državi, poput primjerice primjene M2M sustava u distribuciji električne energije ili javnom zdravstvu. Vlade Zapadnih zemalja uočile su važnost koju one odnosno njihova tijela imaju u takvim M2M sustavima svjesne činjenice da industrija ne može i ne smije ostati bez njihove potpore. Stoga su se aktivno uključili poticanjem ulaganja i donošenjem propisa s ciljem izgradnje povjerenja ulagača i potrošača kako bi osigurali daljnji razvoj M2M industrije u cjelini [4]. Sljedećih godina predviđa se snažan rast pokretnog sektora M2M tržišta od čak 25% [5], a Ericssonove su procjene da će do 2020 diljem svijeta biti oko 50 milijardi aktivnih M2M uređaja, uključujući i pokretne i nepokretne varijante [6]. Takva pozitivna predviđanja idu u prilog mrežnim operatorima koji s procvatom M2M sustava mogu reaktivirati pomalo posrnulo poslovanje, razviti i ponuditi nove tipove usluga te dakako značajno zaraditi.

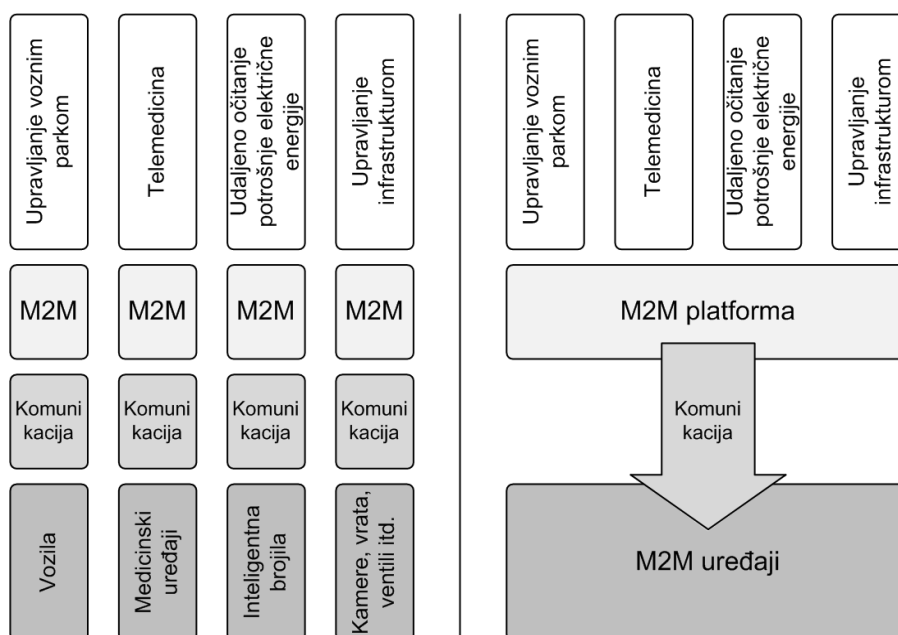
4.2. Stanje tržišta

Glavni pokretači razvoja M2M tržišta su privatne kompanije i vlade, iako se njihovi motivi znatno razlikuju. Poslovni sektor je dakako usmjeren prema većem profitu i povećanju učinkovitosti, dok se vlade fokusiraju na rješenja koja će omogućiti održivi razvoj i

socioekonomsku sigurnost. Pojedina M2M rješenja sposobna su odgovoriti na postavljene zahtjeve.

M2M tržište danas je i dalje fragmentirano i vertikalno organizirano (Slika 4.1., lijeva polovica). Prije svega nekoliko godina razvoj različitih aplikacija, a koje se po današnjoj definiciji mogu smatrati dijelom M2M domene, odvijao se nezavisno i odvojeno. Takav je pristup s jedne strane doprinio razvoju brojnih vertikalnih primjena M2M sustava, ali je istovremeno komplicirao izvedivost poslovnih modela i pripadajućih vrijednosnih lanaca. Interoperabilnost između različitih rješenja je bila nepostojeća ili vrlo ograničena pa se standardizacija ukazala kao jedini valjani put naprijed, prvenstveno kako bi se omogućilo što bolje povezivanje krajnjih uređaja M2M sustava i uspostavila kohezija rascjepkanog M2M tržišta. Konsolidacija tržišta nije moguća bez razvoja i prihvaćanja tehničkih normi te u ovom slučaju, prihvaćanja drugačije horizontalne perspektive (Slika 4.1., desna polovica) za razliku od do tada prevladavajućeg vertikalnog pristupa. To podrazumijeva kreiranje dosljednog razvojnog okvira koji bi bio primjenjiv na nizu različitih tehnologija, arhitektura i procesa. U takvom pristupu središnju ulogu imaju tzv. otvorene M2M platforme koje su sposobne iskorištavati i proširivati specifične vertikalne programske module (ovisno o primjeni), a čiji bi razvoj dakako slijedio unaprijed utvrđene metode i pravila. Na taj bi se način platformama omogućilo da s jedne strane pružaju unificirano sučelje prema različitim vertikalnim primjenama (transport, logistika, zdravstvo, energetika, potrošačka elektronika, itd.), zajedno sa svim specifičnostima koje one sa sobom nose, a s druge strane omogućuju povezivanje geografski raspršenih komunikacijskih modula temeljenih na različitim pristupnim tehnologijama (3GPP GPRS/UMTS/LTE, WLAN, ADSL, satelitska komunikacija, ZigBee itd.). U temeljne funkcionalnosti takvih sustava ubrajaju se:

- osiguravanje povezanosti platforme s geografski dislociranim uređajima (npr. dodjela IP adresa, APN/VPN usmjeravanje, uspostava pristupa uređajima putem Interneta kroz različite sheme adresiranja, itd.);
- kontrola politika i naplata uporabe (npr. izrada profila za naplatu usluga, itd.);
- upravljanje pretplatama i uređajima (npr. upravljanje pretplatama i automatsko otkrivanje novih uređaja, upravljanje konfiguracijama uređaja, pružanje sučelja za programiranje aplikacija i prilagodljivih korisničkih portala, itd.).

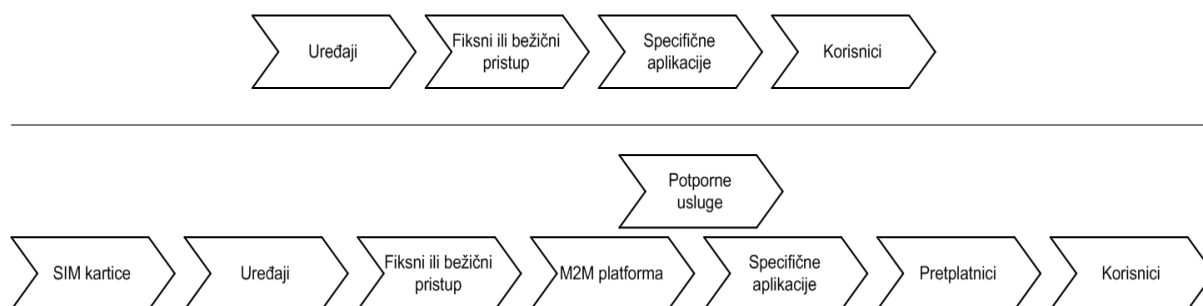


Slika 4.1. Vertikalni i horizontalni pristup razvoju M2M usluga

Otvaranje platformi za uspostavu M2M komunikacije horizontalnom pristupu potaknulo je pokretne mrežne operatore na proširivanje svoje dosadašnje uloge: osim pružanja usluge pokretnog pristupa neki su pokretni operatori krenuli u razvoj vlastitih platformi ili u sklapanje strateških partnerstava s njihovim razvijateljima [7]. Takve promjene odrazile su se na aktere vrijednosnog lanca i pripadajuće poslovne modele.

Na slici 4.2. (gornja polovica) prikazani su akteri tradicionalnog vrijednosnog lanca izgradnje vlastitih, vertikalnih rješenja zasnovanih na M2M komunikaciji:

- opskrbljivači uređajima s ugrađenim modulima za M2M komunikaciju za specifična, vertikalna rješenja;
- pružatelji bežičnog i/ili fiksnog pristupa uređajima (osiguravaju komunikaciju između uređaja i specifičnog, vertikalnog rješenja);
- davatelji specifičnih, vertikalnih rješenja (npr. rješenje za praćenje zdravstvenog stanja pacijenta, rješenje za praćenje transporta tereta, itd.);
- korisnici usluga.



Slika 4.2. Tradicionalni i transformirani vrijednosni lanac

Spomenute uloge su prilično samorazumljive. Novi vrijednosni lanac pridodao je nekoliko novih aktera, a bez obzira što im se broj povećao njihovi pojedinačni prihodi su također porasli. Glavni razlozi takvog pozitivnog trenda su primjena M2M platformi temeljenih na horizontalnom pristupu i optimizacija pristupnih mreža. Pristup temeljen na ponovnoj uporabi pažljivo dizajniranih gradivnih blokova omogućuje lakši razvoj novih ili nadogradnju postojećih M2M sustava. Time pružatelji platforme za M2M komunikaciju nisu strogo vezani uz specifična, vertikalna rješenja te se vrlo lako mogu prilagoditi razvoju novih aplikativnih rješenja. Razdvajanje pretplatnika od korisnika usluga u vrijednosnom lancu također doprinosi povećanju zarade s obzirom na to da je sada puno jednostavnije ugovaranje usluga s korisnicima različitih organizacija. Transformirani vrijednosni lanac također prikazuje slika 4.2. (donja polovica):

- dobavljači SIM kartica;
- opskrbljivači uređajima s ugrađenim modulima za M2M komunikaciju za specifična, vertikalna rješenja;
- pružatelji bežične mreže uređaja;
- pružatelji bežičnog i/ili fiksnog pristupa uređajima;
- davatelji platforme za M2M komunikaciju, osnovnih usluga za upravljanje uređajima i sučelja za programiranje aplikacija;
- davatelji specifičnih, vertikalnih rješenja izgrađenih nad platformom za M2M komunikaciju (npr. rješenje za praćenje zdravstvenog stanja pacijenta, rješenje za praćenje transporta tereta, itd.);
- pružatelji potpunih usluga (specifične usluge korištene u vertikalnim rješenjima);
- pretplatnici usluga;
- korisnici usluga.

Područja primjene M2M aplikacija su brojna pa je vrlo teško dobiti njihovu univerzalnu i sveobuhvatnu podjelu. Međutim, određeni specifični uzroci se svejedno mogu uočiti. Ranija M2M rješenja temeljila su se na postojećim mrežnim tehnologijama i dominantno su se odnosila na poslovne interakcije između organizacija (engl. *Business-to-Business*, B2B), i to prvenstveno u području telemetrije i upravljanja prijenosom roba. Kako su tehnologije i pripadajući standardi postajali zreliji, pojavilo se sve više M2M rješenja koja su usmjerena prema kupcima (engl. *Business-to-Consumer*, B2C), a područje primjene se proširilo i na *smart grid* sustave, zdravstvo, tzv. „pametne zgrade“ i „pametne gradove“ itd. Štoviše, inženjeri koji su bili uključeni u taj procvat vrlo su brzo uočili kako će daljnji razvoj M2M tržišta i postizanje uistinu umreženog okružja biti moguće jedino uz optimizaciju mrežnih tehnologija koje se u njima koriste.

4.3. Standardizacija

Trenutne komunikacijske mreže prilagođene su za ljudsku komunikaciju (engl. *Human-to-Human*, H2H). To nije nimalo čudno s obzirom na to da su godinama nadograđivane i optimizirane upravo za taj vid komunikacije. Prometna obilježja komunikacije strojeva mogu se znatno razlikovati od svakodnevne komunikacije između ljudi pa je za daljnji razvoj M2M sustava iznimno važno pristupnu mrežu prilagoditi njihovim specifičnim potrebama, ali istovremeno vodeći računa o tome da H2H komunikacija ne postane odjednom zapostavljena [8].

M2M sustavi ujedinjuju tehnologije iz niza različitih industrijskih grana, a vrlo često uključuju posebno prilagođene hardverske ili softverske komponente čime se implicitno složeni sustavi dodatno kompliciraju. Povećana kompleksnost i korištenje nestandardiziranih komponenti produljuju i poskupljuju razvoj M2M sustava, kao i kasnije njihovo održavanje. Zamah u razvoju M2M tržišta posljednjih godina praćen je nizom inovacija koje sada treba smjestiti u jasno definirane okvire kako bi se postigla maksimalna moguća efikasnost: sljedeći logičan i neizbježan korak u razvoju M2M sustava njihova je sveopća standardizacija [9].

Standardizacijske aktivnosti u M2M domeni započele su u okviru nekoliko standardizacijskih tijela diljem svijeta (npr. ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*) je prvi započeo u Europi 2008. godine) prije nekoliko godina. Kako su se sa snažnim razvojem M2M tehnologije aktivnosti posljednjih godina dodatno intenzivirale, sedam organizacija iz različitih dijelova svijeta odlučilo je ujediniti resurse i znanja te je pokrenulo inicijativu *oneM2M* [15]. Ona osim gore spomenutog ETSI-a uključuje japanski ARIB (*Association of Radio Industries and Businesses*), američke ATIS (*Alliance for Telecommunications Industry Solutions*) i TIA-u (*Telecommunications Industry Association*), kineski CCSA (*China Communications Standards Association*) te južnokorejski TTA (*Telecommunications Technology Association*). Inicijativa nastoji kopirati uspješan model 3GPP-a s ciljem razvoja jednog globalnog M2M standarda koji bi bio primjenjiv u svim državama svijeta. Uz već spomenute organizacije u okviru inicijative *oneM2M*, valja spomenuti kako se hvalevrijedan standardizacijski posao vezan uz M2M sustave provodi i u okviru 3GPP-a, 3GPP2-a (*Third-Generation Partnership Project 2*), ITU-T-a (*International Telecommunication Union – Telecommunication Standardization Sector*) i IEEE-a (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) [10].

ETSI izdaje globalno primjenjive standarde u području informacijskih i komunikacijskih tehnologija (engl. *Information and Communications Technology, ICT*). 2008. godine osniva poseban odjel – M2M tehnički komitet (engl. *Machine-to-Machine Technical Committee, M2M TC*) [11] – zadužen za provedbu standardizacije kompletnih M2M sustava, s jednog na drugi kraj uspostavljene veze. Standardi koje izdaje M2M TC bave se prvenstveno analizom različitih slučajeva uporabe (engl. *use case*). Cilj je uz dovoljan broj slučajeva uporabe izdvojiti bitne zahtjeve M2M sustava u cjelini, i adekvatno tome postaviti temeljne arhitekturne pretpostavke za što jednostavniji razvoj M2M aplikacija u različitim područjima primjene (Tablica 3.1.). Dio napora ETSI je usmjerio u definiranje temeljne M2M terminologije [12] te uslužnih [13] i funkcionalnih [14] zahtjeva M2M sustava.

ITU-T je također prepoznao važnost M2M sustava u razvoju modernih komunikacijskih tržišta te je stoga pokrenuo specijaliziranu M2M radnu grupu (engl. *Focus Group M2M*, FG M2M) [16]. Njene aktivnosti u okviru M2M uslužnog sloja inicijalno su usmjerene k proučavanju rada kojeg provode ostale organizacije u okviru standardizacije M2M komunikacije, kao i pokušaja identifikacije temeljnih zahtjeva uobičajenog M2M uslužnog sloja. Spomenute aktivnosti uvelike podsjećaju na one koje provodi ETSI, jer u konačnici nastoji se jasno definirati skup osnovnih zahtjeva M2M sustava koji se onda relativno jednostavno proširuju specifičnim zahtjevima pojedinih vertikalnih primjena. Za sada su aktivnosti u ITU-T-u dominantno fokusirane na protokole i aplikacijska programska sučelja (engl. *Application Programming Interfaces*, API) u području zdravstvenih M2M aplikacija i usluga te *smart grid* mreža. Osnovane su tri radne podgrupe od kojih svaka pokriva jedan važan aspekt postavljenih ciljeva: slučajevi uporabe i uslužni modeli (*M2M uses cases and service models*), uslužni zahtjevi (*M2M service layer requirements*) te M2M programska sučelja i protokoli (*M2M APIs and protocols*).

Tablica 4.1. Standardi i područja primjene M2M usluga (ETSI M2M TC)

Standard	Područje primjene	Detaljniji pregled područja primjene
TS 102 691 [17], TS 102 935 [18]	Pametno mjerenje/ <i>smart grid</i> mreže	Inteligentni mjerni sustavi za električnu energiju, plin, vodu i toplinu (<i>smart metering</i>), Inteligentna mreža za upravljanje energetske sustavom (<i>smart grid</i>)
TS 102 732 [20]	Elektroničko zdravstvo	Udaljeno nadgledanje pacijenata (<i>Remote Patient Monitoring</i> , RPM), Kontrola bolesti (<i>Disease Management</i>), Praćenje i planiranje treninga (<i>Fitness monitoring/planning</i>), Potpora osobama treće dobi (<i>Provide elderly with the ability to age independently</i>)
TS 102 857 [23]	Potrošačka elektronika	E-readeri, izvođači mp3 datoteka, digitalni foto okviri, itd.
TS 102 897 [22]	Pametni gradovi	Kontrola prometa (<i>Traffic control</i>), Javni prijevoz (<i>Public transportation</i>), Kontrola semafora i javne rasvjete (<i>Street light/Public light control</i>)
TS 102 898 [21]	Automobili	Umrežena vozila, Detekcija incidentnih situacija u prometu u realnom vremenu (<i>eCall</i>), Osiguranje vozila (<i>“Pay-as-you-drive” car insurance service</i>), itd.

4.4.Regulacija

Regulacija igra važnu ulogu u razvoju M2M tržišta jer pruža pravila po kojima se M2M standardi primjenjuju u specifičnim okruženjima različitih zemalja ili regija, imajući na umu

kako se oni s vremenom moraju razvijati i prilagođavati gotovo svakodnevnim promjenama u M2M tehnologiji. Primjeri zakonskih rješenja su američki *US Energy Independence and Security Act* [24] koji između ostaloga regulira primjenu M2M sustava energetici, mandati Europske komisije vezani uz sustave za pametno mjerenje [19] te implementaciju *smart grid* rješenja [25].

Postizanje određenog nivoa usklađenosti u korištenju M2M opreme na lokalnoj, regionalnoj ili čak globalnoj razini nužnost je za budući rast i razvoj M2M tržišta. Postoje brojni primjeri tehnologija koje su svojim razvojem prvo potaknule standardizaciju, a zatim postupno razvoj i primjenu posebno prilagođavale regulacijskim propisima. Međutim, isto tako postoje slučajevi u kojima se standardi razvijaju specijalizirano kako bi odgovorili na žurnu i prevladavajuću potrebu za daljnjim regulacijskim inicijativama, poput projekta dojave incidentnih situacija u prometu (*eCall*, [26]).

4.4.1. Regulacija u Sjedinjenim Američkim Državama

Regulacija komunikacije strojeva u SAD-u za sada je uglavnom fokusirana na *smart grid* sustave. 2007. godine donesen je zakonski akt EISA (*US Energy Independence and Security Act*) [4] po kojem je NIST (*National Institute of Standards and Technology*) odgovoran za koordinaciju razvoja razvojnog okvira *smart grid* mreže. Dvije godine kasnije ARRA (*American Recovery and Reinvestment Act*) [27] ubrzava započeti razvoj i dodjeljuje ukupno 4.5 milijardi dolara za modernizaciju i nadogradnju energetske mreže, kao i za razvoj pripadajućih implementacijskih programa. Dio spomenutih sredstava uložen je u razvojni okvir nacionalne *smart grid* mreže koja se na kraju treba integrirati u postojeći sustav distribucije električne energije. NIST 2010. godine izdaje prvu verziju razvojnog okvira (*Smart Grid Framework 1.0*, [28]) koji pruža konceptualni model budućeg M2M *smart grid* sustava, uz poseban fokus na interoperabilnosti predloženog rješenja. Osiguravanje interoperabilnosti rješenja (putem *NIST Smart Grid Interoperability Panela*) smatra se ključnim čimbenikom u privlačenju i zadržavanju investicija. Razvojni okvir definira domene, uloge i sučelja te 17 prioriternih planova (engl. *Priority Action Plan*, PAP) čija je zadaća evaluacija i razlučivanje potencijalnih propusta. Druga i konačna verzija razvojnog okvira (*Smart Grid Framework 2.0*, [29]) objavljena je u veljači 2012. godine. Na inicijalnih 75 standarda NIST je pridodao dodatna 22 te pomoću njih proširio arhitekturu *smart grid* mreža, pojačao sigurnosne postavke, uveo razvojni okvir za upravljanje rizicima (engl. *Risk Management Framework*) i dodatne testove za utvrđivanje kompatibilnosti uređaja koji se žele spojiti na *smart grid* mrežu.

4.4.2. Regulacija u Europskoj uniji

Regulacijski naponi u EU zasad su dominantno vezani ili uz pametnu distribuciju električne energije putem *smart grid* mreža ili uz automatsku dojavu prometnih incidenata. Standardi [30] i [31] za M2M uslugu *eCall* nastoje što prije detektirati prometne nesreće u stvarnom vremenu, o tome informirati sve sudionike prometa te upravljati incidentnim situacijama u koordinaciji sa žurnim službama (112). Projekt podržavaju krovna europska udruga za pametne transportne sustave (engl. *Intelligent Transportation System*, ITS) ERTICO te udruga proizvođača automobila ACEA (*Association des Constructeurs Européens d'Automobiles*,

European Automobile Manufacturers Association). Europska komisija propisala je 2014. kao godinu u kojoj sustav mora operativno zaživjeti diljem EU-a. Ideja se temelji na vlasničkim tehnologijama koje su razvili BMW, Peugeot i Volvo. Sustav funkcionira kao „crna kutija“: u slučaju nesreće automatski poziva broj 112 namijenjen žurnim službama, osigurava siguran prijenos podataka o nesreći putem pokretnih mreža te šalje GPS (*Global Positioning System*) lokaciju vozila [4].

Drugi važan regulacijski projekt veže se uz *smart grid*. Zbog shvaćanja šire slike važno je spomenuti kako šefovi vlada EU država 2008. godine donose strategiju „20-20-20“ koja postavlja niz vrlo zahtjevnih klimatskih i energetske ciljeva: 20% redukcija emisije stakleničkih plinova, namirivanje 20% potreba za energijom uporabom obnovljivih izvora energije [32] i 20% poboljšanje u energetske učinkovitosti. U okviru spomenutih ambicioznih smjernica M2M sustavi za pametno mjerenje i distribuciju električne energije dobivaju na važnosti, a regulacija na lokalnoj razini počinje se provoditi u više zemalja Unije. Na europske razini uloga standardizacije interoperabilnih *smart grid* mreža [19] i njihova implementacija za europsko tržište [25] dodijeljena je trima organizacijama: ETSI-u, CEN-u (*Comité Européen de Normalisation, European Committee for Standardization*) i CENELEC-u (*Comité Européen de Normalisation Électrotechnique, European Committee for Electrotechnical Standardization*). Kao i u slučaju projekta *eCall* postavljeni su dosta ambiciozni rokovi, no ovdje je vrlo izražen problem nejednakosti napretka u pojedinim zemljama. Neke su zemlje poput Švedske, Italije i Nizozemske najviše napravile u području zakonodavstva, u Španjolske i Finske postoje preporuke za uvođenje pametnih mjerenja kao i dugoročni projekti, no u velikom broju preostalih EU zemalja (u širem smislu tu se slobodno može ubrojati i Hrvatska) zasad postoji vrlo slaba ili uopće ne postoji nikakva zakonska podloga.

4.4.3. Regulacija u Hrvatskoj

Hrvatska će u srpnju 2013. godine postati punopravnom članicom Europske unije, a kao posljedica toga morati će se usuglasiti zakonodavni regulatorni okviri. Međutim, i nakon uključivanja europske pravne stečevine u nacionalno zakonodavstvo i dalje će ostati dosta otvorenih regulatornih pitanja o kojima svaka članica mora zasebno odlučivati. Najbolji primjer za to su brojevi koji se koriste u M2M uslugama. Nacionalni regulator ima obvezu zaštite i racionalnog iskorištavanja dostupnih brojeva unutar države. Razvoj M2M tržišta u Hrvatskoj zasad je u vrlo ranoj fazi, a značajniji rast očekuje se tek implementacijom nacionalnog sustava za pametno mjerenje potrošnje energenata u kućanstvima. S obzirom na to da M2M usluge vrlo često nadilaze granice država, time otvaraju niz neriješenih pitanja koja se tiču zaštite korisnika, potrošnje brojeva, ozakonjenog presretanja i praćenja prometa te zaštite elektroničkog komunikacijskog tržišta u cjelini.

Kako bi pokušao razriješiti dio otvorenih pitanja HAKOM je u suradnji s akademskog zajednicom, industrijom i mrežnim operatorima pripremio projekt čiji je cilj postavljanje teoretskih postavki regulacije M2M tržišta, a temeljiti će se na ispunjavanju dvije vrlo bitne pretpostavke:

- otvorenost M2M platforme,

- racionalno korištenje nacionalno dodijeljenih brojeva u M2M uslugama.

Zaštita interesa manjih zemalja poput Hrvatske nije moguća bez otvorenosti M2M platforme čime se otvara tržište i olakšava razvoj novih M2M usluga. Mrežni operatori vrlo su često i pružatelji platforme za M2M komunikaciju, tako da razvoj tržišta uvelike ovisi o načinu na koji oni pružateljima usluga omogućuju pristup platformi. Drugi važan aspekt o kojemu će se voditi računa način je na koji se u razvoju i pružanju M2M usluga koriste nacionalni brojevi. Korištenje preporuke ITU-T E.212 [33] na globalnoj razini mogućnost je koja je operatorima uvijek dostupna, a ujedno znači i pojednostavljenje za multinacionalne kompanije. Međutim, iz takvog pristupa proizlaze problemi kod provedbe ozakonjenog presretanja poziva i zadržavanja podataka. U pokretnoj mreži primjerice korisnici u prelaženju IP adresu dobivaju od domaćeg GPRS potpornog čvora (engl. *Home Gateway GPRS Support Node*, Home GGSN), a s obzirom na to da je praćenje takvih korisnika otežano, otežana je i detekcija potencijalnih kriminalnih aktivnosti.

4.5. Zaključak

Sustavi komunikacije strojeva odnosno M2M sustavi sadrže geografski dislocirane uređaje koji komuniciraju posredstvom različitih komunikacijskih kanala. Iako ideja M2M komunikacije postoji već nekoliko desetljeća, tek posljednjih godina su se posložili uvjeti koji su omogućili njen snažan rast: sveprisutna žična i bežična povezanost te jeftinije cijene M2M komunikacijskih modula. To je omogućilo razvoj brojnih primjena koje će sljedećih godina obilježiti sve aspekte naših života (zdravstvo na daljinu, inteligentna distribucija električne energije, pametan javni prijevoz, potrošačka elektronika, itd.). Golemi broj razvijenih vertikalnih primjena podrazumijevao je inicijalnu nisku razinu interoperabilnosti između različitih rješenja, a kako je to s vremenom postala ozbiljna prepreka za daljnji rast M2M tržišta, sljedeći logičan korak bila je provedba standardizacije M2M sustava. Danas, nekoliko godina nakon što su ETSI i 3GPP započeli s prvim ozbiljnijim radom na normizaciji različitih aspekata M2M komunikacije, pokrenuta je inicijativa *oneM2M* koja želi okupiti sve bitne regionalne standardizacijske organizacije s ciljem stvaranja jedinstvenog globalnog M2M standarda. Standardizacijom se nastoje identificirati osnovna obilježja M2M sustava kako bi se olakšao i ubrzao njihov daljnji razvoj. Međutim, bez obzira na sve prednosti koje nudi, standardizacija nužno ne poštuje nacionalne i regionalne zakonodavne specifičnosti, stoga je za normalno funkcioniranje M2M tržišta potrebno uključiti i nadležna regulatorna tijela. Regulatorni okvir koji propisuje ovlašteno nacionalno regulatorno tijelo (u Hrvatskoj je to dakako HAKOM) odgovoran je za osiguravanje nesmetane uporabe dostupnih M2M aplikacija u vlastitim zemljama. U narednim godinama pred Hrvatskom su golemi izazovi (primjerice, očekuje se implementacija sustava za inteligentnu distribuciju električnom energijom i udaljeno mjerenje potrošnje komunalija u kućanstvima), a samim time i golemi naponi kako bi se što bolje pripremio teren za njihovo nesmetano uvođenje. Projekt koji je HAKOM priredio pravi je korak u tom smjeru no tu se nikako ne smije stati. Bez obzira što Hrvatska pristupanjem Europskoj uniji preuzima i njenu pravnu stečevinu, ne smije se zaboraviti kako malene zemlje svoju šansu trebaju tražiti u korištenju otvorenih M2M platformi uz pažljivo upravljanje dostupnim nacionalnim brojevnim rasponom.

LITERATURA

- [1]L. Atzori, A. Iera, G. Morabito: “The Internet of Things: A survey”, *Computer Networks*, vol. 54(15), pp. 2787-2805, 2010.
- [2]D. Miorandi, S. Sicari, F. De Pellegrini, I. Chlamtac: “Internet of things: Vision, applications and research challenges”, *Ad Hoc Networks*, vol. 10(7), pp. 1497-1516, 2012.
- [3]J. Brown: “Machine-2-Machine, Internet of Things, Real World Internet”, 2011.
- [4]D. Boswarthick, O. Elloumi, O. Hersent: “M2M Communications: A Systems Approach”, Wiley, 2012.
- [5]“M2M: Growth Opportunities for MNOs in developed Markets (Sample Pages)”, Mobile Market Development Ltd., 2010.
- [6]M. Alendal: “Operators need an ecosystem to support 50 billion connections”, *Ericsson Review*, no. 3, 2010.
- [7]J. Keough: “A Closer Look at M2M Carrier Strategy”, Yankee Group Research, Inc., 2010.
- [8]“Machine-to-Machine: Rise of the Machines”, Juniper Networks, 2011.
- [9]K. Chang, A. Soong, M. Tseng, Z. Xiang: “Global Wireless Machine-to-Machine Standardization”, *IEEE Internet Computing*, vol. 15(2), pp. 64-69, 2011.
- [10]V. Galetić, I. Bojić, M. Kušek, G. Ježić, S. Dešić, D. Huljenić: “Basic principles of Machine-to-Machine communications and its impact on telecommunication industry”, u zborniku radova konferencije *34th International Convention MIPRO*, pp. 380-385, 2011.
- [11]“Machine to Machine Communications”, <http://www.etsi.org/website/technologies/m2m.aspx>
- [12]ETSI Technical Report 102.725: “Definitions”, v0.4.0, 2011.
- [13]ETSI Technical Specification 102 689: “M2M service requirements”, v1.1.1, 2010.
- [14]ETSI Technical Specification 102 690: “Functional architecture”, v1.1.1, 2011.
- [15]“M2M goes global: OneM2M”, <http://open.actility.com/node/104>, 2012.
- [16]Focus Group on Machine-To-Machine Service Layer, <http://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/m2m/Pages/default.aspx>
- [17]ETSI Technical Report 102 691: “Smart Metering Use Cases”, v1.1.1, 2010.
- [18]ETSI Technical Report 102 935: “Smart Grid impacts on M2M”, v0.1.3, 2010.

- [19]Europska Komisija: “Standardisation Mandate to CEN, CENELEC and ETSI in the Field of Measuring Instruments for the Development of an Open Architecture for Utility Meters Involving Communication Protocols Enabling Interoperability”, M/441 EN, 2009.
- [20]ETSI Technical Report 102 732: “Use cases of M2M applications for eHealth”, v0.4.1, 2011.
- [21]ETSI Technical Report 102 898: “Use cases of Automotive Applications in M2M capable networks”, v0.4.0, 2010.
- [22]ETSI Technical Report 102 897: “Use cases of M2M applications for City Automation”, v0.1.1, 2010.
- [23]ETSI Technical Report 102 857: “Use cases of M2M applications for Connected Consumer”, v0.3.0, 2010.
- [24]“Energy Independence and Security Act”, 2007.
- [25]Europska Komisija: “Standardization Mandate to European Standardisation Organisations (ESOs) to support European Smart Grid deployment”, M/490 EN, 2011.
- [26]Europska Komisija: “eCall: Time saved = lives saved”,
http://ec.europa.eu/information_society/activities/esafety/ecall/index_en.htm, 2011.
- [27]“American Recovery and Reinvestment Act”, Public Law 111-5, 2009.
- [28]NIST: “NIST Framework and Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards”, Release 1.0, 2010.
- [29]NIST: “NIST Framework and Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards”, Release 2.0, 2012.
- [30]3GPP Technical Specification 26.267: “eCall Data Transfer; In-band modem solution; General Description”, v11.0.0, 2012.
- [31]3GPP Technical Specification 26.268: “eCall Data Transfer; In-band modem solution; ANSI-C reference code”, v10.0.0, 2011.
- [32]Europska Komisija: “The EU climate and energy package”,
http://ec.europa.eu/clima/policies/package/index_en.htm, 2007.
- [33]ITU-T Recommendation E.212: “The international identification plan for public networks and subscriptions”, 2008.

5. Ekonomski učinci regulatorne politike NGN-a

5.1. Učinci regulacije

Za vrijeme promjena od monopolizma do konkurentnosti na hrvatskom tržištu regulatorna politika se razvijala u skladu s tržišnom strukturom i bila je temeljena na uvjerenju kako kompetitivna poduzeća na tržištu mogu na najbolji mogući način podržati inovaciju i investiciju, vizija koja se u sadašnjoj situaciji ponovno preispituje. Međutim, poticaj u razvoju inovacija i investicija u NGN razlikuje se u tri važne stvari u odnosu na prošlost. Prvo, telekomunikacije su se razvile iz monopolističkog okruženja u sustav s različitim reguliranim i nereguliranim „igračima“ odnosno operatorima na tržištu, što bi značilo kako se mora obratiti pažnja na direktne i indirektne efekte na sve postojeće operatore na tržištu a ne samo na one koji su subjekt regulacije. Drugo, nastaju novi modeli i forme konkurencije i kooperacije. Konkurentski odnosi između operatera istodobno postoje sa snažnim učinkom komplementarnosti, rezultirajući s kompleksnim i dinamičnim tržišnim procesima za koje *ex ante* regulatorna pravila više ne vrijede. Treće, značajan dio nove infrastrukture mora se izgraditi bilo nadograđujući postojeću mrežu ili izgradnjom nove mreže. Uzimajući u obzir navedene izazove, regulator će morati pažljivo razmotriti implikacije na inovacije i investicije te njihov utjecaj na budući razvoj telekomunikacijskog sektora i tržišta. Regulacije i javna politika moraju se shvatiti kao odgovor na endogene faktore kao npr. postojeći uvjeti na tržištu i prošlo djelovanje operatora ali i kao egzogenu silu koja na njih utječe kreirajući budući razvoj tržišta kao npr. diskrecija kod kreiranja intervencija na tržištu. Pod uvjetima neizvjesnosti, opseg i forma diskrecija politike će biti pod utjecajem nacionalne, a možda i regionalne vizije tržišta i telekomunikacijskog sektora. Regulacija i javna politika su također egzogene u vremenskoj perspektivi gdje vremenska dimenzija t utječe na buduće odluke o inovacijama i investicijama i zbog toga utječe na tržišnu strukturu u budućim razdobljima $t+n$. Unatoč važnosti reguliranja za kreiranjem dinamičnog i efikasnog tržišta, do nedavno povezanost između reguliranja, inovacija i ulaganja je bila zanemarivana i tretirana pragmatično od strane regulatora. U praksi, uspješna regulacija, uključujući stopu povrata, maksimalnu cijenu i ostale forme reguliranog djelovanja ali i postepeni prijelaz s maloprodajne na veleprodajnu regulaciju, je shvaćena kao sredstvo podržavanja inovacija i ulaganja. Međutim, ne postoji razvijena analiza o povezanosti između određivanja cijena i poticaja na ulaganje (Valletti,2003.). Zbog potreba za povećanim ulaganjem u mreže NGN moguće implikacije potencijalnih regulacija zahtijevaju dodatnu pažnju. U tehnološko dinamičnom sektoru, ulaganje u NGN i inovacije zahtijevaju ulaganja u istraživanje i razvoj ali i komercijalizaciju određenih proizvoda i usluga. Posljedično, ne postoji najbolji izbor reguliranja sektora već bi reguliranje sektora namjerno i prešutno trebalo postaviti sektor na najbolji mogući put kroz specifična djelovanja i trgovanja.

NGN mreže i usluge zahtijevaju ili će zahtijevati kooperaciju između različitih „igrača“ kao npr. reguliranih i nereguliranih operatora na tržištu, proizvođača opreme, prodavatelja softvera, prodavatelja različitih sadržaja i aplikacija, portala i tražitelja. Neovisno o tome jesu li ta poduzeća regulirana ili ne, samostalno će odlučiti o razini i strukturi ulaganja i u razvojne aktivnosti, stavljajući u omjer očekivane prihode i troškove kroz očekivani životni vijek

projekta. Tako na ulagatelje i inovatore utječu uvjeti ponude i potražnje na relevantnom tržištu. Posljedice reguliranja na ulaganje i inovacije grupe „igrača“ i sektora u cijelosti mogu se sistematično analizirati ispitujući njihov utjecaj na faktore relevantne za odluke vezane uz ulaganja. U uvjetima nesigurnosti, poduzeća će nastaviti s oportunističkim ulaganjem, dok god je njihova neto sadašnja vrijednost (NPV), korigirana za opcijske vrijednosti povezane s alternativnom poslovnom strategijom, pozitivna. Regulatorne i mjere javne politike utječu na odluke o ulaganju i inovacijama poduzeća upravo iz razloga što modificiraju jedan ili više faktora u planiranoj investicijskoj kalkulaciji. Tako neke forme reguliranja kod interkonekcije ili obveze interoperabilnosti utječu na sve operatore ali neke tipične regulatorne intervencije utječu na specifične operatore (najčešće one sa značajnijom tržišnom snagom) koje dakako utječu na regulirana i neregulirana poduzeća. Kako bi se razumjele posljedice reguliranja na razinu i strukturu ulaganja, mora se promatrati utjecaj na varijable koje određuju budući novčani tok i opcijske vrijednosti izbora strateškog upravljanja. Novčani tok varira pozitivno unutar postojećih tržišnih mogućnosti s odgovarajućom visinom prihoda odnosno dobiti ali negativno u odnosu na konkurentnost tržišnog segmenta i visinu troškova pružene usluge. Opcijska vrijednost specifične strategije ulaganja ovisiti će najviše o konkurentnosti i izboru regulacije.

Tablica 5.1. Instrumenti reguliranja koji utječu na poticaje ulaganja (Bauer, 2010)

Točka intervencije	Regulacija	Javna politika
Konkurencija	Uvjeti koncesija, „unbundling“, mrežna neutralnost, otvoreni pristup	Provođenje antitrustovske politike
Mogućnosti	Restrikcije u načinu poslovanja	Opća poslovna klima
Pogodnosti	Regulacija dobiti, regulacija maloprodajne cijene i zahtjevi za poslovanjem bez diskriminacije	Provizije na patente i na autorska prava
Troškovi	Zahtjevi za kvalitetom usluge	Porezna politika (odgođeni porez na ulaganja ili porezne olakšice, amortizacija i mogućnost prijenosa gubitka), subvencije
Diskontna stopa	Stabilnost reguliranja	Opća poslovna klima
Opcijska vrijednost	„unbundling“, otvoreni pristup i mrežna neutralnost	Opća poslovna klima, provizije na patente i na autorska prava, provođenje antitrustovske politike, porezi i subvencije.

Razdvajanje, otvoreni pristup, mrežna neutralnost i ostale forme reguliranja utječu na ulaganja i inovacije. Utjecaj tih učinaka ovisi o samom sektoru i specifičnom dizajnu instrumenata regulacije. Usko regulirano razdvajanje onemogućiti će mogućnosti operatera koji imaju obvezu razdvajanja kod mogućnosti ostvarivanja dobiti iz investicije. To će smanjiti neto sadašnju vrijednost ali i poticaj za dodatnim ulaganjem u infrastrukturu. U isto vrijeme, razdvajanje smanjuje ulazne troškove novih i potencijalnih konkurenata i zbog toga će imati pozitivan efekt na komplementarno ulaganje u nove „igrače“ na tržištu baziranih na pružanju usluga. Nadalje, razdvajanje stvara opcije odgode ulaganja u infrastrukturu kako za operatera sa značajnijom tržišnom snagom tako i za nove „igrače“ što će također utjecati na neto sadašnju vrijednost nekog određenog projekta. Ostale mjere utječu na tržišne mogućnosti, pogodnosti i diskontnu stopu. Izbori reguliranja su značajna determinanta konkurencije u različitim segmentima telekomunikacijskog sektora. Iz dinamične perspektive, konkurencija ima veliku važnost na razinu i strukturu ulaganja i inovacija koje mogu izniknuti u sektoru tj. tržištu. Za pristupne NGN mreže, odnos između konkurencije i inovacija je izuzetno važan. Neka istraživanja pokazuju kako tržišta s premalo ili s previše konkurencije mogu generirati premalo inovacija. Posljedično proizlazi kako poduzeća sa značajnim nataloženim troškovima na lagano oligopolističkom tržištu, prije nego na tržištu savršene konkurencije ili monopolističkom tržištu, su pogodna za inovacije i ulaganja. Osim ako poduzeća na monopolističkom tržištu nisu zaštićena s visoko postavljenim ulaznim barijerama, tada će novo ulazni „igrači“ na tržište povećati inovacije i ulaganja. Međutim, ako takva situacija pak odvede tržište u krajnost previsoke konkurencije, poduzeća će ulagati u različite proizvode i usluge kako bi smanjili pritisak konkurencije. Ako konkurencija nije niti preniska niti previsoka, smatra se kako će kooperacija i koordinacija između „igrača“ biti na najboljoj mogućoj mjeri. Što se tiče NGN mreže ti parametri su još uvijek nepoznanica i koja će se otkriti protekom vremena i s tog aspekta čini se nemogućim dizajnirati regulatornu politiku koja bi maksimizirala poticaje u ulaganja i inovacije. Čini se manje zahtjevnim pokušati držati sektor unutar minimalne i maksimalne granice poželjnih poticaja u ulaganje i inovacije. S te točke gledišta, zadatak regulatorne politike je u sprječavanju pada konkurencije tržišta ispod točke gdje se dinamička djelatnost tržišta narušava. A ako je premala konkurencija na tržištu pa regulator omogućava preveliku konkurenciju, smanjiti će se ulaganja i inovacije ali će se smanjiti i cijene korisnika usluga. Držeći tržište unutar te dvije krajnosti vjerojatno je najbolje moguće rješenje za regulatora kao kombinacija *ex ante* zaštita i *ex post* intervencija, što ujedno i adaptira regulatornu politiku dinamičkim aktivnostima sektora.

5.2. Horizontalna regulacija

Pristupi, kolokacija, interkonekcija, razdvajanje, preprodaja, provizije na broj priključaka i do određene mjere licencna politika utječe na ulaganje i inovacije uglavnom utječući na strukturu i konkurenciju tržišta mrežnih platformi. Ti dogovori upravljaju transakcijama između različitih struktura i uslužnih mrežnih operatora. To su alati koji donose koristi od komunikacijskih usluga ali i od razine konkurencije. Standardizacijom transakcija između „igrača“ smanjuju se transakcijski troškovi. Što se tiče mreža NGN neki tradicionalni instrumenti su tehnički neprimjenjivi ali neke slične specifikacije mogu se primijeniti. Npr. što se tiče mrežnih vlakana prateći regulatorni instrumenti uključuju pristup vodovima i vlaknima, kolokaciji na različitim lokacijama, razdvajanje petlje u podpetlje, *bitstream* pristup i sl. Tako se u tradicionalnim i mrežama NGN mogu primijeniti manje ili više stroge mjere za upravljanjem horizontalnih odnosa između postojećih „igrača“ na tržištu. Strogost je određena rasponom horizontalnih regulatornih odredbi, procesom pregovaranja i određivanjem cijena usluga. Interkonekcija, se primjerice može ostaviti za pregovaranje „igračima“ na tržištu, ili se može tražiti pomoć za pregovaranje od regulatorne agencije ili se može strogo regulirati cijena i uvjeti interkonekcije. Na isti način se može pristupiti i zahtjevu za pristupnim razdvajanjem. Naravno, opseg prava i obveza može značajno varirati te takvo asimetrično reguliranje može utjecati na poduzeća. Najčešće, cilj reguliranja je optimiziranje uspješnosti za cijeli tržišni segment a ne pojedine kompanije. Zato se kod izgradnje NGN pristupnih mreža treba razmatrati direktna i indirektna umiješanost regulatora za izradu učinkovitih regulatornih odredbi. Horizontalne regulatorne mjere su dobro utemeljen u teoretskim okvirima. Tako npr. odredbe za reguliranje interkonekcije se učestalo opravdavaju kao mjere koje zadržavaju koristi ali i neutraliziraju određenu tržišnu snagu. Razdvajanje ima nekoliko konceptualnih implikacija, uključujući i esencijalnu doktrinu o imovini i modelu ulaganja na ljestvici ulaganja (Cave,2006). Ovi temelji rijetko predodređuju jedini najbolji mogući put za uvođenje opravdanih mjera već omogućuju određeni stupanj slobode kod kreiranja regulatorne politike što je ujedno i poželjno jer omogućava prilagodbu regulatorne politike prema specifičnom tehnološkom, ekonomskom i političkom kontekstu. Regulator ima mogućnost pronalazanja instrumenata koji će mu omogućiti balansiranje između različitih i konfliktnih ciljeva, a prvenstveno između kratkoročnih statičnih i dugoročno dinamičkih aspekata učinkovitosti. Što se tiče razdvajanja, marža (trošak + marža = cijena) na trošak se može interpretirati kao mjera strogosti kod reguliranja razdvajanja. Niža ili čak negativna marža ukazuje na strože reguliranje razdvajanja i obrnuto. Što je manja razlika između veleprodajne cijene razdvojenog mrežnog pristupa i troška korištenja infrastrukture, to je niži početni trošak za ulazna poduzeća na tržište. Ukupan efekt regulatornih mjera razdvajanja na ulaganje ovisiti će o relativnim magnitudama između tri glavna faktora:

1. odgovor ulaznih poduzeća na tržište na stroge regulatorne mjere razdvajanja;
2. njihov učinak na operatora s značajnijom tržišnom snagom i
3. njihovom indirektnom učinku na potražnju na tržištu.

Također, važno je da li se regulatorna politika razdvajanja odnosi samo na postojeći infrastrukturu ili i na nove investicije. Strože mjere reguliranja razdvajanja pojačati će poticaj

između konkurenata da se natječu uglavnom u području pružanja usluga i da skromno ulažu u potrebnu infrastrukturu. Dapače, ukoliko ti poželjni uvjeti za operatore se zadrže neko vrijeme, poticaji da se ulaže u infrastrukturu će biti niži. Operator(i) sa značajnijom tržišnom snagom će djelovati pod dva konfliktna poticaja. Pritisak zbog ulaska novih igrača na tržište može potaknuti viša ulaganja kao odgovor na ulazak novih igrača. Međutim, takav poželjan poticaj može biti kontraproduktivan ukoliko strogo regulirano odvajanje podrazumijeva dijeljenje nadograđene mreže s konkurencijom. Takva odredba će odgoditi ulaganje u infrastrukturu za nove igrače ali i želju operatora sa značajnijom tržišnom snagom u nova ulaganja, što svakako dovodi do smanjenog ulaganja u infrastrukturu i jednih i drugih. No, i novi „igrači“ na tržištu i operator sa značajnijom tržišnom snagom će ulagati više ako konkurencija, preko nižih cijena i veće kvalitete, rezultira ubrzan rast tržišta i poveća tržišne mogućnosti. Neto efekt razdvajanja na ulaganja u sektor ovisi o svim tim faktorima. Uzročnost je različita između situacija, od toga da je razdvajanje podložna postojeća infrastruktura ili tek ona koja će se izgraditi. U svakom slučaju, interakcija između tržišne kompetitivne strukture i strogosti reguliranja razdvajanja je kritična. Mjere reguliranja razdvajanja uz postojeću strogost će vjerojatno imati poželjan neto efekt ukoliko je tržište visoko koncentrirano odnosno konkurentno. Međutim, efekti će biti slabiji ili čak negativni ukoliko je tržište oligopolističko ili radno²⁵ konkurentno. Reguliranje razdvajanja može se promatrati stupnjevito. Oprezno primijenjena regulacija razdvajanja na koncentriranom tržištu može povećati poticaje u ulaganje, no na dominiranom tržištu prestroga regulacija može dovesti tržište do točke nakon koje će ulaganje ponovno opadati. Što je viši rizik investiranja to će opcija odgode ulaganja u infrastrukturu biti veća za nove igrače na tržištu, što će rezultirati većom konkurencijom u uslužnom segmentu. Ovakav način promišljanja trebao bi se proširiti ukoliko se ti zahtjevi nameću infrastrukturi koja još nije izgrađena. U tom slučaju fokus na postojećoj tehnologiji i postojećoj strukturi tržišta ne obuhvaća ključne poglede na konkurenciju gradnje infrastrukture što može dovesti do negativnih poticaja u pogledu inovacija i ulaganja. Odnos konkurencije se bolje modelira ukoliko tehnologija (operatori) kroz utrku gradi mreže a utrka je pod utjecajem horizontalne regulacije. NGN pristupne mreže su lokalno ali i prostorno različite mreže. Zbog visokih zahtjeva ulaganja, malo je vjerojatno za očekivati kako će jedno poduzeće imati dovoljno financijskih sredstava kako bi istovremeno ulagala u cijeloj zemlji. Ako ne postoji uska regulacija razdvajanja, vjerojatnije je kako će se udružiti više investitora s ciljem započinjanja ulaganja na više različitih lokacija. Iako takva situacija neće doprinijeti paralelnim investicijama na bilo kojim lokacijama, diverzificirana tržišna struktura može razviti alternativne operatore koji egzistiraju dovoljno blizu kako bi stvorili vjerojatnu konkurentsku prijetnju. Usko reguliranje razdvajanja omogućava izbor mogućnosti koje uključuju različite forme razdvajanja lokalne petlje što bi omogućilo manjim investitorima koji su razvili infrastrukturu, da čekaju.

Reguliranje razdvajanja utječe ne samo na stopu ulaganja na tržištu već i utječe na kombinaciju konkurencije unutar uslužnog i infrastrukturnog segmenta tržišta. Tamo gdje struktura odnosa na tržištu i regulacija razdvajanja tjera tržište predaleko što se tiče

²⁵ Na stvarnim svjetskim tržištima uvjeti savršene konkurencije su često narušeni, što znači da unatoč nesavršenosti, tržište može biti radno konkurentno sa granično zadovoljavajućim aktivnostima.

intenziviteta kompetitivnosti, opća stopa ulaganja u infrastrukturu će biti niža što ujedno vodi k većoj konkurenciji usluga. Manje stroga regulacija razdvajanja vodi tržište u pravom smjeru s većom stopom ulaganja i manjom konkurencijom između usluga. Prvi scenarij je vjerojatno kratkoročno bolji za potrošače ali zahtijevaju produljenu regulatornu intervenciju, dok drugi scenarij će vjerojatno dugoročno povećati koristi potrošača u smislu poboljšanja odnosa kvalitete i cijene određenih usluga.

5.3. Vertikalna regulacija

Faktori, koji utječu na dinamičnost uspješnosti a pogotovo na inovacije i ulaganja, u vertikalno povezanim tržištima su izrazito kompleksni. Oni su oblikovani prema uvjetima svakog sloja mrežne vrijednosti ali na njih utječu i odnosi između „igrača“ na odvojenim dijelovima. Analiza konkurentskih odnosa se dodatno komplicira spoznajom kako su neki „igrači“ prisutni u jednom sloju (dijelu) dok su neki „igrači“ vertikalno integrirani i prisutni u svim slojevima (dijelovima) sektora. Vertikalna regulacija strukturirana je od prava i obveza koji upravljaju interakcijom između „igrača“ na različitim slojevima u ICT vrijednostima i zbog toga utječu na cjelokupnu uspješnost. Kreiranje vertikalne regulacije je u središtu polemiziranja o mrežnoj neutralnosti koja je uzela zamaha u SAD-u ali i u drugim zemljama uključujući i Hrvatsku. Trenutna regulatorna politika raspravlja o povezanim problemima kao što su:

1. zabrinutost o potencijalnom iskorištavanju tržišne snage, pogotovo od vertikalno integriranih „igrača“; i
2. zabrinutost oko regulatornog okvira koji najbolje upravlja dinamičnom efikasnošću.

Naglašavaju se uvjeti koji su važni za inovacije sadržaja i aplikacija za koje mrežna neutralnost je izuzetno bitna u maksimizaciji inovacija ali se naglašava i mogućnost gušenja takvim regulacijama u području infrastrukturnih ulaganja. Svaka pozicija naglašava specifičnu situaciju. Vertikalna regulacija je izuzetno fleksibilna. U jednoj krajnosti omogućava sve pregovore i dogovore tržišnim „igračima“ dok u drugoj krajnosti mogu se usko regulirati svi uvjeti i cijene. Između je širok raspon nediskriminirajućih obveza različite strogosti reguliranja. Npr. odredba koja omogućuje diferencijaciju mrežnih usluga biti će popustljiva sve dok se ne narušava antitrustovski zakon. Dogovori koji zahtijevaju strukturalnu separaciju ili odredba koja zahtijeva da se sve tretira jednako, bila bi nešto stroža. Tako su se počeli istraživati efekti vertikalnih odredbi na dinamičnu međuovisnost između mreža i aplikacija. Vertikalna regulacija nije novi fenomen i ranije forme reguliranja mogu ponuditi vrijedna saznanja. Primjeri uključuju pravila dodijele pristupa pružateljima sadržaja kablovskim distribucijskim platformama, odredbe koje zabranjuju ekskluzivne ugovore između kablovskih sistema i vertikalno integriranih prodavatelja sadržaja (sportskih emitiranja, popularnih zabavnih programa), mandatnih odredbi otvorenosti u mobilnim mrežama, funkcionalne ili strukturalne separacije između mreža i usluga ali i običan prijenos obveza (mada početni korijeni nisu povezani s vertikalnom regulacijom). Unatoč širokoj i ponavljanoj uporabi vertikalne regulacije njezini konceptualni temelji nisu još potpuno razvijeni kao kod horizontalne regulacije. Aktivnosti inovacija i ulaganja „igrača“ na platformi i slojevima sadržaja su, u prvom redu, pod utjecajem uvjeta konkurencije,

tehnoloških mogućnosti, prihvatljivosti privremenih zakupa koji prevladavaju u pojedinom sloju (na što utječe i horizontalna regulacija). Platforme i aplikacije su heterogene što ih pod utjecajem ekonomskih faktora karakterizira različitim tržišnim segmentima. Npr. nataloženi troškovi bežičnih mreža se razlikuju i unutar tih kategorija alternativna mrežna arhitektura podrazumijeva različite troškovne strukture jer neke aplikacije će zahtijevati ograničeno istraživanje i razvoj dok će neke imati značajno nataložene troškove. Različiti tipovi inovacija zahtijevaju razmjernu priliku za odgovarajućim i dostatnim rizikom premije. Inovacije s niskim nataloženim troškovima će vjerojatno biti stimulirane tržišnim uvjetima, inovacije s višim nataloženim troškovima zahtijevati će neku formu privremene tržišne snage kako bi generirale adekvatnu premiju rizika i zbog toga neće biti predstojeći na tržištu koje je visoko konkurentno. Vertikalna regulacija utječe na sveopću dinamičnost inovacija i ulaganja na nekoliko načina:

- a) ocrtavajući dopustiv obuhvat poslovnih aktivnosti;
- b) ograničavanjem naknada i uvjeta usluga koje su „igrači“ međusobno ispregovarali za pristup njihovim platformama, aplikacijama ili sadržaju; i
- c) utječući na transakcijske troškove mrežnih operatora i pružatelja sadržaja za dobivanje pristupa na komplementarnim slojevima.

Vertikalna regulacija mogla bi spriječiti ili čak zabraniti vertikalnu integraciju „igrača“, od mrežnog operatora u sadržaj ali i obrnuto. Koja i kakva forma vertikalne regulacije (računovodstvena, funkcionalna, strukturalna) je točna ovisi o stupnju ekonomije obuhvata između napuštenih slojeva. Takve mjere nisu skupe ako su te ekonomije niske, kao npr. platforme i aplikacije su neovisne a transakcijski troškovi koordiniranja niski. To može važiti za neke aplikacije ali nije primjenjivo na sve aplikacije pogotovo one koje zahtijevaju specifične osobine platforme. Zbog toga, uvođenje generalnih vertikalnih odredbi separacije zahtijeva relativno visoke troškove. Kako bi se očuvala djelatnost tržišta, biti će vjerojatno dovoljno spriječiti ekskluzivnost dogovora između vertikalno integriranih kompanija (primjer je kabelska TV industrija u SAD-u). Na drugim instancama, „igrači“ na različitim slojevima će nuditi komplementarne usluge. Osim ako su kratkovidni i slabo informirani, „igrači“ će priznati svoju međuovisnost i omogućiti svoje usluge komplementarnim „igračima“. U pokušaju ostvarivanja privremenih zakupa inovacija, svaki „igrač“ će se pokušati domoći dijela zakupnine drugog „igrača“ kroz npr. naknade za pristup. Ako je tržišni segment koncentriran, „igrači“ će imati veću pregovaračku moć za izvlačenje zakupnina od komplementarnih „igrača“ djelujući u visoko konkurentskim okolnostima. Često će „igrač“ s većom pregovaračkom moći biti onaj mrežni operator koji kontrolira pristup potrošačima. Izvlačenje zakupnina od drugih „igrača“ može smanjiti aktivnosti inovacija u onim projektima koji ne stvaraju dovoljno prihoda odnosno dobiti. Međutim, komplementarni „igrači“ mogu diferencirati pristupne naknade i čak neke postaviti na nulu. Postoje i neka pomoćna pravna sredstva koja ne zahtijevaju regulaciju naknada i uvjeta usluga. Kao npr. kodifikacija potrošačkih prava da dobiju pristup bilo kojoj aplikaciji po njihovom izbori. Drugi primjer je nametanje obveza ISP-u da učini jednu otvorenu uslugu dostupnom (određene i zahtijevane kvalitete). Još jedna alternativa je upravljanje institucionalne konkurencije kako bi mreže

različitih pristupa zajedno egzistirale. To je važna, a često puta zapostavljena funkcija neprofitne i mreže u javnom vlasništvu. Ako djeluju pod dobrovoljnim garancijama otvorenog pristupa tada mogu omogućiti eksperimentalan okoliš za inovativne aplikacije. Vertikalna regulacija utječe također i na transakcijske troškove, uključujući troškove pregovaranja, nadzora i uvođenja pristupnih dogovora ali troškove adaptiranja aplikacija i usluga različito konfiguriranih mrežnih platformi. Takvi transakcijski troškovi potencijalno jače utječu na aplikacije i usluge ovisne o platformi nego na one koje nisu ovisne. Diferencijacijom mrežnih platformi povećavajući fragmentaciju može rezultirati povećanjem troškova adaptiranja različitim platformama za sve „igračke“. To bi imalo sličan efekt kao pristupna naknada mrežnih operatora i smanjilo bi inovacijske projekte. Werbach je predložio opću obvezu interoperabilnosti kao dostatan uvjet kojim bi se ostvarili postavljeni ciljevi mrežne neutralnosti. Detalji mogu biti ostavljeni standardizaciji sektora odnosno njihovim tijelima ali i ostalim formama samoregulacije ili koregulacije na tržištu.

5.4. Ne-regulatorna javna politika

Državna regulacija telekomunikacija od strane specijaliziranih agencija aktualna je posljednja tri desetljeća. Iako je državno vlasništvo bilo glavni nositelj infrastrukturnih ciljeva, državna poduzeća su često pokazivala neučinkovitost a financijska ograničenja kočila investicije. Upravo se zato uloga države reducirala, a više se počelo oslanjati na ulogu privatnog sektora. Usprkos jačanju liberalizacije, privatizacije i regulacije, nije napuštena tradicionalna uloga države kao vlasnika i operatora. To se moglo vidjeti na područjima gdje privatne infrastrukturne investicije nisu dobro došle ili su bile sporije od očekivanog. Nadalje, širokopojasne mreže imaju aspekte javnog dobra koja se možda ne realiziraju kroz tržišne sudionike ukoliko se ne omogući poticaj javne intervencije.

Brojni primjeri kao što su WiFi projekti i projekti vlakana su najbolji primjer lokalne zajednice koja želi ubrzati pristup naprednoj tehnologiji. U rastućem broju zemalja vlade se uključuju dajući subvencije i porezne povlastice davateljima usluge s ciljem proširenja mreže na manje razvijena područja. S druge strane, državne investicije u naprednu infrastrukturu mogu postići neželjeni efekt razdvajanja potreba u budućnosti, zbog kojih mogu kasniti investicije aktualnih operatora te onih koji tek ulaze na tržište.

Neregulatorne vladine politike su učinjene s ciljem djelovanja na investicijske inicijative tržišnih sudionika. Najvažniji instrumenti na strani ponude su porezni krediti za investicije i inovacijski rashodi, ubrzana amortizacija, krediti, subvencije i mjere koje snižavaju kamate te samim time trošak kapitala. Instrumenti na strani ponude obuhvaćaju porezne kredite, subvencije i jamstvene programe koji koriste kućanstvima i pojedincima kao i mjere državnih agencija koje povećavaju ICT potražnju. Kada su pravilno učinjene, sve ove mjere su u stanju postići željene ekspanzivne efekte na investicije i inovacije u mrežama NGN-a. Dok se regulatorne mjere najčešće primjenjuju na tržišne sudionike sa značajnim tržišnim udjelom, neregulatorne mjere se najčešće primjenjuju simetrično tako da njezini utjecaji mogu lakše ocijeniti prioritet. Ipak, važni su posebni uvjeti i kontekst u kojem se ovi instrumenti primjenjuju. Tako su porezni krediti i ubrzane forme amortizacije od veće koristi etabliranim poduzećima nego onima koji tek počinju sa radom te nisu profitabilna i nemaju poreznih

dugova. Međutim, ovo može biti nadvladano ako kompanije mogu nositi buduće gubitke kako bi smanjila buduća porezna plaćanja. Zato, bez obzira da li bilo koja od ovih mjera ima za cilj utjecati na investicije i inovacije ovisi i posebnom dizajnu instrumenata politike i situaciji ciljanih organizacija i pojedinaca.

Druga opcija za javni sektor je preuzimanje više direktne i proaktivne uloge, ili koordiniranjem infrastrukturnih investicija ili direktnim investiranjem. Mnogi projekti na lokalnoj, regionalnoj i nacionalnoj razini su operativni ili u fazi planiranja. Iskorišteno je nekoliko modela: agencije javnog sektora koje koordiniraju implementaciju, ali ne omogućavaju nikakve poticaje; inicijative koje daju podršku projektima s mjerama na strani potražnje; javni poticaji za mreže i usluge i direktne javne investicije. Iskustvo proteklih godina je pokazalo da projekti čiji je cilj pokriti čitavu zajednicu nisu u mogućnosti financijski opstati bez poticaja. To se može promijeniti s tehnologijom nove generacije kao npr. WiMax koji dozvoljava pokrivenost šireg područja na troškovno-učinkovit način. I zato javni poticaji mogu biti učinkoviti ako omogućuju javna dobra koja inače ne bi bila omogućena od strane tržišta odnosno komunalne inicijative.

Javni sektor bi mogao koristiti investicijske kalkulacije koje uzimaju u obzir eksternalije i učinke javnog dobra. Pozitivne ili negativne eksternalije nisu dio privatnih NPV kalkulacija osim ako su „internalizirane“, npr. zabrana poticaja ili procjena poreza. Agencije javnog sektora bi mogle primijeniti šire procjene vrijednosti investicije („socijalni NPV“) u odlučivanju na području direktnih javnih investicija. Mreže koje su u javnom vlasništvu mogu biti otvorene veleprodajne platforme, omogućujući institucionalnu alternativu koja može zauzdati mogućnost privatnog poslužitelja da smanji pretjerane rente ne-mrežnih sudionika. Unatoč mogućim prednostima, svaka državna investicija smanjuje brige, zamjena privatne investicije javnom sa zanemarivim učinkom na sveukupni investicijski volumen. U praksi, s obzirom na uska financijska ograničenja nacionalnih i lokalnih vlada, direktni javni sektor se suočava s ozbiljnim nedostacima.

Međusobni utjecaj alternativnih javnih politika s vertikalnom i horizontalnom regulacijom će ovisiti o tome kako su pobliže napravljeni. Uzeti sami, porezni krediti i poticaji će imati pozitivne učinke na investicije i inovacije. Teže je utvrditi učinke hibridnih mjera koje povezuju regulatorni i ne-regulatorni instrumenti. Nedavni širokopojasni stimulativni plan za SAD, na primjer, miješa ekspanzivne fiskalne s potencijalno ograničavajućim regulatornim instrumentima. Dio financiranja područja koja nisu pokrivena uslugom zahtjeva od primatelja da zabrane pristup njihovim mrežama. Ova konkretna kombinacija suprotstavlja pozitivnu (poticaj) s negativnom (otvoren pristup) inicijativom, ostavljajući dvosmislen sveukupni učinak na individualne pružatelje usluga. Kao odgovor, nekoliko velikih pružatelja usluga je objavilo da će ubrzati investicijske planove za aktualne pružatelje usluga koji su prisutni na odbačenim područjima (s obzirom na to da prisustvo novih konkurenata smanjuje vrijednost njihovih opcija da čekaju ulazak na novo tržište).

K tome, institucionalna raznolikost koja je rezultat selektivno primijenjenih otvorenih uvjeta može imati korisne učinke. Ako povećana otvorenost zaista privlači pružatelje usluga i aplikacije koje nisu dostupne u odsustvu takve otvorenosti, može stvoriti presedan koji drugi

pružatelji moraju slijediti. Sličan argument se odnosi na direktne javne investicije. U prvom krugu direktan učinak takvih investicija na privatna investicijska postrojenja je najvjerojatnije negativan. Međutim, ako javna investicija smanjuje vrijednost opcije da se čeka privatni investitor to zapravo može ubrzati njihove investicijske planove u kasnijim periodima. Slično tome, može olakšati prateću investiciju ako javni projekt smanjuje usko grlo (u mreži), na primjer, povećana konkurencija u *backhaul* uslugama.

5.5. Podešenje NGN sistema

Velika raznolikost vrijednosti NGN-a i njegov dinamičan razvoj otežavaju pronalaženje konzistentne politike. Najvjerojatnije, kao i u vrlo dinamičnim međusobno povezanim sustavima, postoje alternativne koherentne kombinacije horizontalne regulacije, okomite regulacije, i druge mjere javne politike. U isto vrijeme, ove konzistentne kombinacije nisu jednake, ali imaju različite posljedice za performanse karakteristične za sustav. Konkretno, ustupke između statičke učinkovitosti (npr. u obliku nižih cijena u kratkom roku) i dinamičke efikasnosti (npr., srednjoročna i dugoročna poboljšanja u omjeru cijena/kvalitete), mogu postojati. Javne politike i propisi bi imale više koristi iz jasnijeg značaja postojećeg kompromisa s obzirom na to da ovo omogućuje racionalne i namjerne izbore za politiku koja ide naprijed. U tom smislu, bit će potrebno znati učinke pojedinih regulatornih i javnih političkih instrumenata ulaganja različitih sudionika u ICT sustavu. Štoviše, poznavanje neizravnih učinaka takvih mjera bi bilo poželjno, iako će to biti moguće samo *ex post*.

Tablica 5.2. Poticaji u ulaganja i investicije

Platforme				Sadržajne aplikacije			
				Poduzeće ovisno o platformi		Poduzeće neovisno o platformi	
	Operator s značajnijom tržišnom snagom	Poduzeće koje ulazi na tržište s uslugama	Poduzeće koje ulazi na tržište s imovinom	komplementi	Zamjena	komplementi	Zamjena
Horizontalni pristup:							
-razdvajanje	-	+	-	+	+	NA	NA
-regulirani rizik premije	+	-	+	-	-	NA	NA
Vertikalni pristup:							
-separacija	-	+	-	+	+	+	+
-	-	-	-	-	+	+	+

nediskriminacija							
-smanjeni transakcijski troškovi	+	+	+	+	+	+	+
Ostale politike:							
-porezni krediti za ulaganje	+	+	+	+	+	+	+
-subvencije	+	+	+	+	+	+	+
-javno vlasništvo	-/+	+	-/+	+	+	+	+

Tablica 5.2. prikazuje prve učinke odabranih horizontalnih i vertikalnih regulatornih instrumenata i mjera javne politike. Znakovi pokazuju smjer odnosa između strože verzije instrumenta i poticaja ulaganja i inovacija sudionika navedenih u gornjem redu. Pozitivan predznak upućuje da će strože mjere rasti (npr. paralelno kretanje regulatorne strogosti i investicijskih poticaja), a negativni predznak da će se smanjiti ulaganja u poticaje (npr. regulatorna strogost i investicijski poticaji su u obrnutom odnosu). Na primjer, sadašnji investicijski poticaji mrežnog operatora su negativno pogođeni politikom koja od njih zahtjeva izdvojen pristup dostupan njihovim konkurentima, s druge strane poboljšani su poticaji uslužnih mrežnih operatora da investiraju u dodatne usluge. Unosi u tablici su najvjerojatniji efekti koji održavaju druge faktore konstantnim (hipotetskim). U tablici se može iščitati da vertikalne mjere smanjuju transakcijske troškove, porezne olakšice i subvencije- pozitivno utječu na sve investicijske poticaje dioničara i stoga dozvoljavaju raniji zaključak kao ukupni učinak ICT ekosistema. Tablica pokazuje da različite regulatorne i političke mjere utječu pozitivno i negativno na investicijska ulaganja. Različiti instrumenti mogu poslužiti kao zamjena jedan za drugog. Na primjer, javne investicije mogu kompenzirati negativne investicijske poticaje na aktualne operatore iz strogog razdvajanja obveza. Budući da takva kombinacija može postići visoku razinu investicija, ona također dovodi do različitih kombinacija privatnih i javnih sudionika na tržištu širokopojsnih usluga. Potrebno je biti na oprezu kada se kombiniraju različite mjere jer loše napravljene intervencije mogu neutralizirati jedna drugu.

Učinak većine instrumenata na agregatne performanse ovisi o otežanoj mreži pozitivnih i negativnih učinaka na tržišne sudionike. Znanje o smjeru djelovanja je važno, ali samo prvi korak. Dodatne informacije o relativnoj snazi utjecaja na različite igrače će biti relevantne. To će ovisiti o postojećim tržišnim strukturama, specifičnom dizajnu regulatornih instrumenata, i drugim nacionalnim i lokalnim uvjetima, kao što su sposobnost vlade da upravlja privatnim investicijama sektora kroz nacionalnu politiku, koja se razlikuju se po narodima i kulturama. Štoviše, poznavanje neizravnih učinaka bi bilo poželjno. Na primjer, pod određenim uvjetima, čak i ako to u početku smanjuje investicijske poticaje sadašnjih sudionika, razdvajanje može pokrenuti ubrzani rast potražnje koji će za uzvrat potaknuti povećane investicije. U ovom

trenutku, nema sustavnog alata koji je dostupan za procjenu neizravnih učinaka. Vjerojatno najbolji pristup bi bio adaptivna regulacija: praćenje ishoda politike i redovite prilagodbe politike.

Unatoč mnogim nepredviđenim situacijama, postavlja se pitanje da li scenariji mogu biti identificirani na način da specifične horizontalne i vertikalne mjere imaju šansu povećati investicije i inovacije. Međuvremenski pogled i priznavanje endogenosti tržišne strukture na regulatorne odluke zahtjeva inkluzivan, unaprijed gledan i dinamičan pogled na konkurenciju. Umjesto izrade propisa kao instrumenta koji oponaša statičku konkurentnu ravnotežu, treba spriječiti sustav od pogoršanja ispod praga gdje je smanjen konkurentni intenzitet popraćen smanjenjem ulaganja i inovacijske aktivnosti. Istodobno, mora izbjeći povećanje intenziteta konkurentnosti iznad praga, gdje se dinamička efikasnost također pogoršava. To se vjerojatno najbolje postiže postepenim regulatornim pristupom: (1) reagira na status *quo-ante*; i (2) određuje granične uvjete koji će „gledajući unaprijed“ održavati sustav poželjnim. Predloženi prilagodljiv regulatorni model nadalje proširuje ove prijedloge te ih uopćava u širi okvir. Sljedeći paragrafi daju nacrt važnih izbora i kompromisa s kojim se suočavaju sastavljači regulatornih mjera.

Oblici horizontalne regulacije su najprikladniji u slučajevima postojećih objekata i u slučajevima gdje je umnožavanje ozbiljno ograničeno zbog gospodarskih ili drugih ograničenja. Trenutni pristup (npr., kanali, stupovi, i cijevi), postojeće petlje, i kolokacija mogu biti kandidati. Odgovarajući intenzitet horizontalne intervencije ovisi o statusu quo, očekivanjima koja se odnose na dostupnost i spajanje alternativnih pristupnih opcija, kao sveukupno vođenje regulatorne vizije. Ako je cilj prijelaz na objekte bazirane na konkurenciji, strogost mjera treba smanjivati tijekom vremena s eventualnim ciljem postupnog sveukupnog razdvajanja. U slučaju ulaganja u mrežna proširenja i nadogradnju ex ante horizontalnog pristupa regulacije rizika vezanog za smanjenje ulaganja svih sudionika na tržištu: investitori s visokom averzijom prema riziku ili manje financijskih sredstava će biti u iskušenju da pričekaju dok ne dobiju pristup dok će tvrtke s raspoloživim sredstvima odgoditi ulaganja. Takav zastoj može se ublažiti odgovarajućim utvrđivanjem cijena izdvojenog pristupa iako to zahtjeva procjenu rizika ulaganja od strane regulatora i kontinuiranu regulatornu intervenciju, koja ima svoje potencijalno ozbiljne nedostatke. U oba scenarija (postojeća i nova infrastruktura), pretjerano stroga i stalna razdvajanja će vjerojatno smanjiti investicijske poticaje i rezultirati veći udjelom korisnika koji se koriste uslugama konkurenata. Veća konkurencija usluga može, međutim, kratkoročno ići ruku pod ruku s nižim cijenama i samim time stvoriti bržu difuziju usluga. Istodobno, industrija može ulagati manje *per capita* i korisnici samim time mogu sporije osjećati poboljšanja u omjeru cijene i kvalitete kroz vrijeme.

U slučaju vertikalnih propisa, broj nepredviđenih situacija je čak i veći nego u slučaju horizontalne regulacije. Neto efekt ovisi, prvo, o relativnom doprinosu dobrobiti na mreži u odnosu na sadržaj i aplikacijski sloj i relativnoj snazi komplementarnosti između slojeva. Ako sadržaj i aplikacijski sloj imaju znatno veći inovacijski potencijal od sloja mrežne platforme i ako su komplementarnosti slabe, onda vertikalne politike koje potiču igrače na taj sloj (npr., stroga nediskriminacijska pravila) mogu biti poželjne. U suprotnom će se održati samo ako

postoji slaba komplementarnost te se tada može očekivati veća korist od sloja platforme. To je manje vjerojatan scenarij, ali se može primjenjivati tijekom inicijalne *roll-out* faze NGN-a. Ako su komplementarnosti jake, pristup koji štiti protiv strukturne zloporabe tržišne snage duž linije objašnjene ranije, na primjer, postavljanjem ograničenja na isključenje, koje zahtijevaju otvoren pristup staze, uvođenje prava potrošača će vjerojatno ojačati dinamičke performanse sustava. Intenzitet konkurencije ima učinke ne samo na izvedbu sudionika na svakom sloju, već i na investicije i inovacije u cijelom međusobno povezanom sustavu.

S obzirom na složenost tih interakcija, malo je vjerojatno da jedan pristup može biti dizajniran da optimizira performanse sustava u svim scenarijima. Javna politika može riješiti ovaj nezgodan položaj: (1) stvaranjem politike izbora kontingenta na *status quo* na tržištu, kao i očekivani daljnji razvoj natjecanja, (2) namjernim odabirom pristupa kojim se postiže željeni balans između kratkoročnih i dugoročnih ciljeva, te (3) osiguravanjem kontinuiranog praćenja i periodično ugađanje odabranih akcija. S obzirom na različita značenja regulacija i drugih oblika javne politike koje su u interakciji, a katkada i kontradiktorne jedna prema drugoj, važno je zadržati konzistentan pristup. Horizontalne i vertikalne regulatorne mjere, kao i mjere javne politike, suprotno rasprostranjenom vjerovanju, su komplementarne jedna drugoj, te svaka cilja na određene aspekte performansi u vrijednosti mreže.

Nakon razdoblja regulatorne konvergencije, tijekom proteklog desetljeća pojedine zemlje i regije su se pozicionirale različitim prihvaćanjem divergentnih kombinacija instrumenata politike. Na međunarodnoj razini spajaju se tri grupe. Zemlje s tradicijom jake državne koordinacije u gospodarstvu, kao što su Južna Koreja, Japan i nordijske zemlje, koje su se oslonile na kombinaciju instrumenata koji koriste stroga razdvajanja s različitim oblicima javne politike usmjerene na ubravanje sektorskog ulaganja. Japan i Južna Koreja nisu uvele razdvajanje dok se nije dogodila velika mrežna implementacija. Nordijske zemlje su ranije uvele razdvajanje međutim one su se više oslonile na lokalno i općinsko financiranje infrastrukture. Mnoge su europske zemlje, sinkronizirane politikama i inicijativama diljem Europe, istakle razdvajanje i ulazak na tržište s ciljem smanjenja cijena za potrošače. Ova strategija je bila vrlo uspješna i doprinijela je brzom širenju širokopojasne infrastrukture i zatvaranju povijesnog jaza u SAD-u. Međutim, promijenila je obrazac ulaska na tržište konkurencijskih usluga što je rezultiralo manjim ulaganjima u objekte *per capita* s potencijalnim problemima za razvoj NGN-a. Nedavne promjene u europskom pristupu NGN-u, posebice ako se uzmu u obzir periodi ograničene regulacije i ugovora za razdvojeni pristup (koji je prilagođen za rizik), odražavaju zabrinutost. Za razliku od drugih regija i zemalja, SAD je od 2003. bitno eliminirao zahtjeve razdvajanja i usvojio smion tržišni pristup. Za razliku od ostalih regija i zemalja, SAD nema jaku tradiciju za vladinu koordinaciju i financiranje ICT infrastrukture. Preliminarne informacije sugeriraju da je američki pristup uspio generirati visoke rate infrastrukturnih investicija, ali to je išlo ruku pod ruku s višim cijenama i sporijom difuzijom usluga, posebice u ruralnim područjima gdje su investicije slabe. S obzirom na njezino snažno oslanjanje na neregulirana tržišta tijekom posljednjih nekoliko godina, američka politika nije uspjela uputiti na ovaj oblik tržišnog nedostatka. Prepoznavanje ovih ustupaka daje zemljama i regijama priliku da ponovo podese njihov

pristup. Međutim, nisu sva pravila u potpunosti prenosiva na sve zemlje i regije, jer njihov uspjeh kao i neuspjeh ovisi o specifičnim institucionalnim i društveno-kulturnim uvjetima.

Postoje mnoga pitanja na koja će se ovim projektom pokušati odgovoriti. Prvo će predstaviti set varijabli, kao što su građevinski troškovi, topologija, troškovi opreme, veličina tržišta, tržišni udjeli, gustoća naseljenosti, GDP, rast, stambeno ožičenje, veličina CO područja pokrivanja i veličina pokrivanja razvodne kutije. Budući da niti jedan od ovih parametara nije poznat sa sigurnošću i budući da su mnogi od njih u korelaciji, Monte Carlo mehanizam bi mogao biti implementiran s obzirom na to da je posebno prikladan u proučavanju sistema sa velikim brojem zajedničkih stupnjeva slobode.

Simulacija bi trebala pokušati dati odgovor što bi bila točka pokrića za konkurenta koji se kreće na ljestvici ulaganja: (1) preprodaja, (2) *bitstream*, (3) puno razdvajanje, (4) razdvajanje sub-petlje i (5) izgradnja vlastite infrastrukture. Jasno je da osnovna ekonomija i samim time barijere pri ulasku su različite na svakom koraku ljestvice, gdje je minimalni početni kapital potreban za preprodaju dok je izgradnja vlastite pristupne infrastrukture kapitalno intenzivna. Iz perspektive poticanja konkurencije, metoda bi trebala biti napravljena na održivi način gdje je moguća izgradnja vlastite infrastrukture. Osmišljavanje ovog zakonskog okvira će, također, biti izazov.

Biti će preporučena najprimjenjivija tehnologija i topologija NGN pristupa temeljena na gore navedenim ishodima kao i najprikladniji zakonski okvir. Biti će prikazano da s određenim pristupom tehnološkim ograničenjima, određena topologija može pružiti bolju pomoć pri regulaciji nego neke druge. I suprotno tome, postoje određene tehnologije koje preferiraju oni koji su tek ušli na tržište jer se ne mogu lako dijeliti. Tako će nedavni primjeri „regulatornih praznika“ nekoliko izabраниh razvijenih tržišta bit analizirana, jer možda predstavljaju novu regulatornu kulturu gdje pragmatizam nadilazi idealističko razmišljanje.

Postavlja se još jedno pitanje: Dali je konkurencija sama sebi svrha? Konkurencija mora donijeti ukupnu vrijednost društvu sprječavajući razorno ponašanje koje se najčešće povezuje s operacijama monopolističkih poduzeća. Ako je moguće da bi konkurencija donijela više razornog ponašanja u smislu kopiranja, inferiornog *end-servisa*, i konačno viših troškova, onda mora postojati bolji način regulacije pristupne telekomunikacijske industrije. Jedan od osporenih koncepata konkurencije je „prirodan monopol“.

5.6. Prirodan monopol

Postoje mnogi razlozi nedostatka konkurencije na segmentu tržišta fiksne linije, ali glavni razlog tzv. sporog tempa može biti što je upravo taj segment tržišta zaista „prirodan monopol“. Godinama su aktualni pružatelji usluge raspravljali da forsiranje konkurencije u fiksnom pristupu možda može povećati troškove društva kao što bi poticalo „rasipno kopiranje“.

Prirodan monopol postoji u industriji gdje jedno poduzeće može proizvesti takav *output* koji će opskrbiti tržište po nižem jediničnom trošku nego dva ili više poduzeća. Naravno, koncept prirodnog monopola je rasprostranjen u mnogim drugim industrijama (npr. opskrba vodom-

ne bi bilo socijalno poželjno imati više slavina koje ide prema samo jednom domu), ali u telekomunikacijskoj industriji, prirodan monopol je mnogo puta bio osporavan.

Prirodnim monopolom se smatra kompanija koja postane jedinim dobavljačem određenog proizvoda ili usluge i to iz razloga što taj proizvod ili usluga po svojoj prirodi čine jednog proizvođača tj. dobavljača puno efikasnijeg nego kada bi postojala konkurencija. Što više, kompanije koje rastu iz razloga da bi uživale ekonomiju razmjera često upadaju u probleme zbog birokracije; te barijere djeluju na kompaniju na način da kompanija naraste na određenu, idealnu, veličinu. Ukoliko kompanija takve idealne veličine može opskrbljivati cjelokupno tržište, onda se govori o prirodnom monopolu. Također, neki tako nazivaju i kompaniju na tržištu za čiji ulazak treba platiti visoku cijenu. Primjer za to su prve željezničke i telefonske kompanije. One se naime nisu puno bojale konkurenata iz razloga što bi oni morali duplicirati velike količine željezničkih traka te telefonskih kablova koje je prva kompanija, već ionako platila. U ovome slučaju prestanak takvih monopola moguć je ne ulaskom konkurencije izravno na to tržište, već indirektno, i to tako da se ovima ponudi alternativa tj. supstitut. Dakle, potrebne su inovacije. Npr. za željeznicu je to pojava automobilske industrije, a za telefonske kompanije to je pojava bežične telefonije. Prirodni monopol je industrija koja uživa takve razmjere ekonomije tako da jedna firma može ispuniti svu potražnju na tržištu i još uvijek ne postići svoju najefikasniju ekonomiju razmjera (ATC još uvijek pada). Takva firma stalno traži cijenu te se ona stalno suočava s padajućom krivuljom potražnje. Njeni granični (marginalni) prihodi su ispod cijene. Postoje prirodne zapreke za ulaz kao što su jako visoki početni troškovi. Ekonomski profiti mogući su u dužemu razdoblju, ako firma nije regulirana. Kandidat je za državnu regulaciju (radi smanjivanja značajnog gubitka mrtvog kapitala tj. gubitka društvenog blagostanja). Postavljanje cijene na marginalne troškove eliminirat će gubitak društvenog blagostanja, ali ostaviti firmu na ekonomskim gubicima (firma će propasti, ako vlada ne pomogne subvencijama). Postavljanje cijene na prosječne troškove omogućava firmi pozitivnu nulu, ali ne eliminira gubitak društvenog blagostanja²⁶.

²⁶ <http://firesnake.blogger.hr/post/prirodni-monopol-ukratko/110909.aspx>; 05.04.2011.

6. Razvoj širokopojasnog pristupa

Direktiva Europske Unije (kasnije u tekstu EU) o univerzalnim uslugama definira iste kao „pružanje određenog minimuma usluga svim krajnjim korisnicima po pristupačnoj cijeni“ te navodi da omogućavanje univerzalnih usluga može obuhvaćati pružanje nekih usluga pojedinim krajnjim korisnicima po cijenama koje odstupaju od onih koje su rezultat normalnih tržišnih uvjeta.

Kada nacionalne regulatorne agencije (kasnije u tekstu NRA) ne bi zakonski obvezale operatore na pružanje univerzalnih usluga svim krajnjim korisnicima, operatori ne bi bili zainteresirani pružati neke usluge određenim krajnjim korisnicima (npr. onim krajnjim korisnicima kojima bi pružanje određenih usluga kod operatora izazvalo financijske gubitke ili troškove kojih nema u normalnim tržišnim uvjetima). Tako operatori najčešće ne investiraju u rijetko naseljena i ruralna područja zato što im nije osigurana profitabilnost.

Iako obveza pružanja univerzalnih usluga postoji u većini zemalja članica EU, „minimum usluga“ je drugačije definiran ovisno o kojoj zemlji članici se radi. Usluge koje se obično podrazumijevaju pod univerzalnim uslugama uključuju pristup fiksnoj lokaciji i pružanje javno dostupne telefonske usluge, sveobuhvatan imenik pretplatnika, posebne mjere za krajnje korisnike s otežanim pristupom usluzi te poseban cjenovni sustav za korisnike s nižim primanjima ili posebnim socijalnim primanjima. Međutim, prethodno spomenuta direktiva o univerzalnim uslugama navodi da bi osnovni pristup internetu trebao biti uključen u domenu univerzalnih usluga. Dok Direktiva iz 2002. godine navodi da je brzina prijenosa podataka od 56 kbit/s dovoljna kako bi se postigao osnovni pristup internetu, nova Direktiva iz 2009., koja je izmijenila prijašnju Direktivu, samo navodi da bi podatkovna veza trebala biti sposobna omogućiti zadovoljavajuću brzinu podataka koja je dovoljna propustiti osnovni pristup internetu, koju samostalno definiraju zemlje članice. Izostavljanjem preporuke vezane za širokopojasnu brzinu podataka (56 kbit/s), dano je više fleksibilnosti zemljama članicama jer sada samostalno mogu odlučiti koja je širokopojasna brzina dovoljna u današnje vrijeme za osnovni pristup internetu. Drugim riječima, izmijenjena Direktiva dozvoljava zemljama članicama uključivanje širokopojasnih usluga u USO²⁷ okvir kako bi svi građani zemalja članica mogli uživati beneficije korištenja istih.

²⁷ USO- Universal Service Obligation (obveza pružanja univerzalne usluge)
http://www.acma.gov.au/WEB/STANDARD/pc=PC_2491

6.1. Širokopolasni efrkvencijski pojas za sve ciljeve

Prednosti širokopolasnog pristupa svima su dobro znane te se svi trude ostvariti najbolje moguće uvjete za lansiranje širokopolasnog frekvencijskog pojasa. DAE²⁸ postavlja socio-ekonomske povlastice širokopolasnog pristupa, uključujući njegovu važnost za društveno sudjelovanje te za zapošljavanje. Ciljevi DAE za širokopolasni pristup uključuju pokrivenost osnovnim širokopolasnim frekvencijskim pojasom za sve EU državljanine do 2013. godine, pokrivenost brzim širokopolasnim frekvencijskim pojasom (30 Mbit/s ili više) za sve EU državljanine do 2020. te 50% EU kućanstava mora imati ultra brzu širokopolasnu frekvencijsku pretplatu (iznad 100 Mbit/s) istovremeno.

Europska komisija priznaje da će biti potrebna velika ulaganja kako bi se postigli ciljevi koje nalaže DAE. Teško je izračunati koliki će točan iznos biti potreban, ali revizije nekih studija daju indicije da se radi o sljedećim iznosima: između 38 i 58 bilijuna eura će biti potrebno za brzinu od 30 Mbit/s za sve građane EU do 2020. (koristeći kombinaciju VDSL²⁹-a i bežičnog prijenosa sljedeće generacije); između 181 i 268 bilijuna eura će biti potrebno kako bi se osigurala dovoljna pokrivenost kojom će 50% kućanstava EU dobiti uslugu brzine prijenosa od 100 Mbit/s.

Uzimajući u obzir širokopolasne frekvencijske ciljeve koje je postavila DAE, sve države članice su već razvile (ili su u procesu razvijanja) nacionalne širokopolasne frekvencijske planove i strategije s ciljem omogućavanja tražene brzine prijenosa svojim građanima. Ovi planovi i strategije se razlikuju po zemljama, prvenstveno kad je u pitanju definiranje osnovne brzine prijenosa, koja se kreće u rasponu od 512 kbit/s do 2 Mbit/s.

Slično europskim zemljama, Hrvatska je također razvila nacionalnu strategiju za širokopolasni frekvencijski razvoj u razdoblju od 2012. godine do 2015. godine. Glavni cilj je kreirati pretpostavke za brzi razvoj širokopolasne frekvencijske infrastrukture i usluga koje zahtijevaju visoku brzinu pristupa kao temelj koji će osigurati daljnji razvoj informacijskog društva i društvenog znanja općenito, dok osiguravaju dostupnost širokopolasnog frekvencijskog pristupa pod istim uvjetima na čitavom području RH.

Glavni ciljevi hrvatske nacionalne širokopolasne frekvencijske strategije uključuju osnovnu širokopolasnu frekvencijsku pokrivenost od 2 Mbit/s za 90% hrvatskih građana do 2013. (sa 75% pokrivenosti fiksnom širokopolasnom linijom) i brzu širokopolasnu frekvencijsku pokrivenost (30 Mbit/s ili više) za 50% hrvatskih državljana do 2015. (35% pokrivenost fiksnom širokopolasnom linijom). Ostali ciljevi uključuju milijun fiksnih i pola milijuna mobilnih aktivnih veza s osnovnom razinom od 2 Mbit/s do 2013. i pola milijuna fiksnih

²⁸ Digital Agenda for Europe - Opći cilj Digitalne agende jest da daje održive gospodarske i društvene koristi od digitalnog jedinstvenog tržišta na temelju Interneta i otvorenih aplikacija.
http://ec.europa.eu/information_society/digital-agenda/index_en.htm

²⁹ Very-high-bit-rate digital subscriber line (Sustav za praćenje i vođenje procesa);
http://spvp.zesoi.fer.hr/seminari/2006/KamenaricTomislav_VDSL.pdf

aktivnih brzih širokopojasnih veza te 700 000 mobilnih aktivnih osnovnih širokopojasnih veza do 2015.

Ostvarenje navedenih glavnih ciljeva može biti realizirano kroz programe i planove glavnih Vladinih tijela i ostalih javnih institucija, lokalnih i regionalnih samouprava, korištenjem vladinih fondova i pretpristupnih fondova EU. Jednom kad Hrvatska postane zemlja članica EU, također će imati na raspolaganju EU strukturne i kohezijske fondove napravljene upravo za tu svrhu.

Kako bi se postigao cilj od barem milijun fiksnih širokopojasnih priključaka do kraja 2013. godine (pretpostavljajući da će barem 20% širokopojasnih priključaka biti temeljeno na vlaknima pristupne mreže na područjima s postojećom elektroničkom komunikacijskom infrastrukturom i da će preostalih 80% priključaka biti ostvareno putem xDSL³⁰ tehnologije), pretpostavlja se da je potrebno investirati barem 652,5 milijuna kuna. Kako bi se ostvario drugi cilj, ostvarenje pola milijuna fiksnih širokopojasnih priključaka (temeljenih na vlaknima pristupne mreže s postojećom elektroničkom komunikacijskom infrastrukturom) potrebna je dodatna investicija od barem 900 milijuna kuna.

Prema Europskoj Komisiji, osam zemalja članica je već postiglo punu pokrivenost za osnovne širokopojasne usluge, dok ostali planiraju isto u skorašnje vrijeme. U nekim je slučajevima vrijeme definirano više nego ambiciozno u poredbi s definiranim rokom koji je dao DAE. Međutim, hrvatska nacionalna strategija nije u potpunosti u skladu s ciljevima DAE vezanim za osnovnu širokopojasnu pokrivenost, jer je plan postići pokrivenost od samo 90% do kraja 2013.

6.2. Investicijski modeli

Postoji nekoliko modela koji se mogu koristiti za razvoj infrastrukture širokopojasnog frekvencijskog prostora. Izdvojiti ćemo četiri grupe investicijskih modela relevantnih i mogućih za Hrvatsku:

- a) investicije od strane *incumbent*³¹ - operator koji je bio monopolist u prošlosti, a sada ima dovoljnu investicijsku i tržišnu nadmoć za neovisna investicijska ulaganja;
- b) investicije od strane javnog sektora- ulaganja državne/lokalne zajednice u širokopojasni frekvencijski pojas;
- c) investicije od strane nekoliko kompanija- združeno ulaganje nekoliko kompanija u širokopojasni frekvencijski pojas;
- d) JPP (javno-privatno partnerstvo)- združeno ulaganje državne/lokalne zajednice i jedne ili više kompanija;

³⁰ Tehnologije digitalne pretplatničke linije (engl. digital subscriber line, skr. DSL); http://www.fer.unizg.hr/_download/repository/xDSL-uvod%5B1%5D.pdf

³¹ Onaj koji ima značajan udio na tržištu. U RH je to HT grupa. <http://oxforddictionaries.com/definition/english/incumbent>

Svaki model ulaganje ima svoje prednosti i nedostatke. Ključni faktor je da NRA prepozna pravi model i moguće posljedice tog modela kako na tržištu tako na pruženim uslugama. To je potrebno kako bi se osigurao regulatorni okvir koji će omogućiti razvoj tržišnog natjecanja te istovremeno osigurati uvjete koji bi poticali daljnja ulaganja.

Za Hrvatsku se pretpostavlja da će u velikim gradovima investicije biti osigurane od strane privatnog sektora, prvenstveno *incumbenta*. To je najočekivaniji scenarij s obzirom na to da *incumbent* ima vlastitu pristupnu infrastrukturu pa je samim time to najprofitabilnija investicija za njega. Za ruralna područja se pretpostavlja da će investicije stići od strane javnog sektora (fondovi EU) ili JPP-a, a razlog tome je u nedovoljnoj potražnji za uslugama širokopojasnog frekvencijskog pojasa na tim područjima. Međutim, takav tip investicije zahtjeva političke konsenzuse te zadovoljenje određenih formalnih i neformalnih pravila kako bi dobio podršku. Također, postavlja se pitanje odgovornosti i transparentnosti trošenja javnih sredstava. Naime, takve vrste investicija trebaju pokazati valjanost i korisnost za sve građane kao i vlastitu učinkovitost.

Prema izvještaju OECD -a³² uloženi su značajni naponi vezani za investicije u ruralna područja nekih europskih zemalja. Naime, te su zemlje shvatile značajnost širokopojasnog frekvencijskog pojasa te su novce, s građanima, uložile u javne fondove. Takva nova forma financiranja istovremeno omogućuje razvoj ICT tržišta i restrikcije za postojeće operatore. Ovim novim modelom Vlada omogućuje potražnju (putem građana i ostalih trećih strana), ali i ponudu zato što omogućuju operatorima potrebnu infrastrukturu za razvoj novih i kvalitetnijih usluga pod optimalnim regulatornim uvjetima.

6.3.Širokopojasni frekvencijski pojas-USO

Jedan od spomenutih modela investiranja, ili kombinacija istih, će biti najizglednija u Hrvatskoj kako bi se zadovoljila pokrivenost širokopojasnim frekvencijskim pojasom u urbanim područjima. Međutim, postoji velika vjerojatnost da će ruralna područja ostati zakinuta zbog financijske neisplativosti. Naime, pretpostavlja se pozitivan financijski učinak spomenutih investicija u urbanim područjima dok se za ruralna očekuje negativan ishod. Kako bi se izbjegao razvoj digitalnog jaza između urbanih i ruralnih područja, nacionalna (kao i lokalna te regionalna) vlast bi se više trebala fokusirati na ruralna područja te poticati razvoj nove širokopojasne frekvencijske mreže na ruralnim područjima. Između ostalog, to bi se moglo postići širenjem obveze univerzalne usluge na širokopojasne usluge što je već omogućeno spomenutom direktivom iz 2009.

Prema izvještaju Europske Komisije, do kraja 2010. fiksne širokopojasne mreže su, u prosjeku, bile dostupne 95.1% populaciji EU. Dok je u urbanim područjima postignuta dostupnost od skoro 100%, u ruralnima se ista kretala između 60% i 80% ovisno o kojoj se zemlji članici radilo (npr. Bugarska, Slovačka, Rumunjska i Cipar). Jasno je da bi troškovi implementacije ili nadogradnje širokopojasne frekvencijske infrastrukture bili visoki.

³² Organization for Economic Cooperation and Development (organizacija za ekonomsku suradnju i razvitak); <http://www.oecd.org/>

Studija koju je naručila Europska Komisija procjenjuje da bi ukupni neto trošak osiguranja dostupnosti (pokrivenosti) i isplativosti (subvencioniranje socijalnih tarifa) širokopojasne veze brzine 2 Mbit/s kroz USO iznosio oko 13,6 milijardi eura u period od pet godina. Procijenjeni troškovi se značajno razlikuju među državama članicama, viši su u rijetko naseljenim zemljama s lošim terenom i nerazvijenom infrastrukturom. U slučaju da se osnuju USO fondovi za pokrivanje spomenutih troškova, prosječni troškovi EU po kućanstvu bi otprilike iznosili 14,40 eura godišnje (u Rumunjskoj čak 30 eura). To se uspoređuje s trenutnim godišnjim troškovima po kućanstvu, u sedam zemalja članica koje su osnovale USO fondove, koja se kreću u rasponu od 0,05 eura do 4,19 eura.

Hrvatska nije uključena u gore navedenu studiju, ali prema objavljenim podacima (koji u usporedbi s onim podacima zemalja članica) Hrvatska pripada među slabije razvijene zemlje. Naime, procjenjuje se da će neto troškovi osiguranja stopostotne dostupnosti širokopojasnog frekvencijskog pojasa u Hrvatskoj biti iznad izračunatog EU prosjeka od 14,40 eura godišnje. Hrvatska pripada kategoriji zemalja problematičnog reljefa (neravna zemlja s mnogo otoka, gora i planina) i s niskom gustoćom naseljenosti u teško dostupnim područjima što povećava trošak pružanja univerzalnog pristupa širokopojasnim uslugama.

Prije dodjeljivanja mogućnosti uključanja širokopojasnog frekvencijskog pojasa u USO djelokrug, treba uzeti u obzir iskoristivost širokopojasnih usluga. Do kraja 2011., od oko 67% EU kućanstava koja su imala širokopojasni frekvencijski pristup, iskoristivost istog varirala je od 80% do 50% pa čak i manje.

Prije donošenja odluke vezane za stavljanje širokopojasnih frekvencijskih usluga u USO djelokrug, treba uzeti u obzir dostupnost i iskoristivost (upotrebu) širokopojasnih usluga većini potrošača te odgovoriti na pitanje da li bi ih nedostupnost ili ne korištenje navedenih usluga od strane drugih dovelo do socijalne isključenosti. Gledajući širokopojasnu stopu iskoristivosti među zemljama članicama, jasno je da kriterij nije zadovoljen s obzirom na to da još ima zemalja članica među kojima je ista stopa ispod 50%. Čak je i u drugim zemljama članicama, u kojima je navedena stopa iznad 50%, još uvijek upitno da li to predstavlja značajnu većinu koja će ostale staviti u nepovoljan položaj.

Iako više od 50% kućanstava u RH ima širokopojasnu vezu, postoji velika razlika u širokopojasnoj stopi iskoristivosti među pojedinim županijama. Dok je pokrivenost u šest do sedam županija koje uključuju najveće gradove RH zadovoljavajuća te su stope relativno visoke, situacija u ostalim županijama je prilično loša. Većina stanovništva u tim županija živi u ruralnim područjima gdje je pokrivenost širokopojasnim frekvencijskim pojaskom, te shodno tome iskoristivost, slaba (niska). Niska gustoća naseljenosti te velika udaljenost čine implementaciju (razvijanje) širokopojasnog frekvencijskog pojasa na tim prostorima skupom te neisplativom za operatore (strah vezan za investicijska ulaganja te problem povrata troškova). Kao moguća rješenja za takva područja (kako u RH tako i izvan) nude se oblici javnog financiranja te širokopojasni USO. Međutim, mogli bi se izbjeći mnogi nepotrebni troškovi ako se u pravom trenutku uvede javno financiranje (uključujući širokopojasni USO).

Imajući na umu sve navedeno, te činjenicu da širokopojasno tržište još nije razvijeno ali se razvija u većini zemalja članica, čini se da je još suviše rano govoriti o uključivanju

širokopojasnog frekvencijskog pojasa u USO djelokrug na razini EU. Međutim, zemlje članice s visokom pokrivenosti i stopom iskoristivosti (kao Finska, španjolska i Malta) uključile su širokopojasni frekvencijski pojas u nacionalni USO, dok ostale zemlje moraju mudro razmišljati o tome koje je pravi trenutak za takav korak. Prerano uključivanje spomenutog pojasa u USO djelokrug može uzrokovati nepotrebne troškove koje bi morali platiti operator i krajnji korisnici a mogli su biti izbjegnuti u normalnim tržišnim uvjetima.

Prema izvještaju „Univerzalne usluge“ BEREC -a većina NRA u okviru BEREC zemalja nastoje na svoj način riješiti “širokopojasni USO” problem. Dok se sve NRA slažu oko važnosti dovođenja širokopojasnog frekvencijskog pojasa svima, nema takvog konsenzusa kad je u pitanje stavljanje spomenutog pojasa u okviru univerzalne usluge. Zemlje BEREC-a imaju znatno drugačija mišljenja o tome kakav je utjecaj takvih mjera na tržišno natjecanje, jedinstveno tržište, konkurentnost, ulaganja, inovacije, zapošljavanje i okoliš. Međutim u slučaju da spomenuti pojas postane dio USO-a, sve zemlje se slažu da se sadašnjem mehanizmu financiranja (baziranom na tržišnim sudionicima-operatorima) mora također priključiti i javno financiranje.

Zaključak

Mjere predviđene za postizanje ciljeva iz Nacionalne strategije razvoja širokopojasnog frekvencijskog pojasa Hrvatske i Implementacijskog programa strategije za razvoj pojasa od 2012. do 2013. trenutno ne uključuju proširenje opsega univerzalne usluge na širokopojasni pristup. Trenutno je ovakvo proširenje još uvijek prerano te treba povećati dostupnost širokopojasnog pristupa kao i broj korisnika istog. Kao primjer ovakvih mjera uzimaju se: razvoj novih tehnologija u mobilnim mrežama koje će omogućiti znatno veću stopu širokopojasnog pristupa, implementacija optičkih pristupnih mreža, državna i ostala javna financiranja ruralnih i udaljenih područja, itd.

Primjena ovih mjera bi trebala biti dovoljna kako bi se u određenom vremenu omogućio brži razvoj širokopojasnog pristupa na većem djelu teritorija RH što bi značilo da će puno više korisnika imati mogućnost korištenja širokopojasnih usluga. Međutim, ako primjena tih mjera u zakazano vrijeme neće biti dovoljna za postizanje postavljenih ili budućih ciljeva, uključivanje širokopojasnog pristupa u opseg univerzalne usluge će se ponovo pojaviti kao jedno od mogućih rješenja. Nova Direktiva o univerzalnoj usluzi iz 2009. već omogućuje NRA-ovima podešavanje univerzalne usluge s ciljem uključenja širokopojasnih usluga ako je potrebno. Pretpostavlja se da će biti još puno govora o ovom problem, kako u RH tako i u zemljama članicama, posebno kad su u pitanju ruralna i udaljena područja za koja će uključivanje širokopojasnih usluga u USO biti na kraju možda jedino rješenje.

6.4.Javno-privatno djelovanje u telekomunikacijskom sektoru

Mnoge promjene koje su se konsolidirale tijekom ovog stoljeća djelovale su kao glavni nosilac novog scenarija: otvorena tržišta, konvergencija ekonomskih/političkih ideologija (kulturalni/vjerski aspekti kao znak promjena), ubrzavanje tehnoloških unapređenja, decentralizacija u donošenju političkih odluka (kombinirana s međunarodnim kompanijama i

institucijama), ekonomska i geopolitička nestabilnost, posebice, promjena ekonomskog obrasca: iz industrijske faze u informatičku.

Promjena obrasca je ključna za budućnost telekomunikacijske industrije. Skoro sve zemlje imaju vlastite prijedloge za prilagođavanje njihove ekonomije novoj socioekonomskoj stvarnosti. U ovim planovima, „univerzalni pristup“ za unaprijeđene telekomunikacijske usluge je stavljen kao prioritet. Generalno, pretpostavlja se da će privatne kompanije podnijeti najveći dio tereta kako bi se ostvario postavljeni cilj. Unatoč tome, javni sektor se ponovo pojavio u direktnoj ulozi, dok je to prije 10 godina bilo nezamislivo. Česta je alokacija javnih fondova za izgradnju infrastrukture u mjestima gdje je privatna inicijativa rijetka ili je nema. Nadalje, projekti su katkada bili pokrenuti u mjestima gdje telekomunikacijski operatori zadržavaju ponude širokopojasnog povezivanja pod normalnim tržišnim uvjetima.

Međutim, to nije jedini način. Informatičko društvo planira također uključiti više opće ili horizontalne strategije, prvenstveno nadahnute participacijom čitavog društva u svim njegovim aspektima. Ovim djelovanjem javni sektor postaje glavni sudionik, potičući potražnju, ili dajući potporu privatnim sudionicima u specifičnim područjima i pod određenim uvjetima. I na kraju, uloga tvorca pravila je zadržana, budući da je sektorska regulacija, smanjena ili ne, i dalje na mjestu.

Ova trostruka aktivnost nalaže da se broj prihvatljivih prilagođavanja sada može uvećati kako bi se uključilo sljedeće:

1. Karakteristike samog dobra: telekomunikacije se smatraju dobrom posebne namjene;
2. Tržišni uvjeti: unatoč vremenu koje je prošlo otkako su se tržišta otvorila, i dalje postoje veliki broj tržišta koja nisu konkurentna;
3. Makroekonomski argumenti: pokretanje ekonomije znanja;
4. Oprema: borba protiv digitalne opreme.

Kao važan dodatak, ova raznolikost argumenata, i pripadajuće proširenje uloga javnog sektora, daje više prostora za uvođenje novih modela za vezu između privatnog i javnog sektora.

6.5. Novi prostor za javno-privatno djelovanje

Linder i Rosenau su definirali tri forme za logičnu izgradnju složenih veza između privatnog i javnog sektora: supstitucija, subvencionirana i pragmatična logika:

1. Privatno-javna supstitucija, ili *teorija razdvajanja*, huška privatni i javni sektor jedan protiv drugoga. Isti princip se odnosi na združene parove kao na primjer tržište (ugovor) protiv hijerarhije (institucija), dioničari protiv vlasnika udjela i tržišna funkcija protiv socijalne potrebe.
2. Subsidijarnost stavlja hijerarhijsku vezu između razina socijalne i političke organizacije, rangirajući od obitelji prema državi. Delegiranje odgovornosti prema

višim razinama vlasti bi trebalo raditi samo kada niže razine organizacije nisu sposobne odgovoriti izazovu.

3. Na kraju, prema pragmatičnoj logici, privatni i javni sektor, ili vlada i tržište, mogu biti predviđeni kao stupovi duž kontinua. Privatizacija i kolektivizacija predstavljaju pokret od jednog kraja prema drugom. Tradicionalno javno financiranje i pružanje usluga predstavljaju jedan stup, a privatno financiranje drugi.

Prva teorija je inspirirala političke vrijednosti i akcije. Ne implicira da javno-privatni dogovori nisu mogući. U „modernoj“ verziji, partnerstvo se pojavljuje kao logičan nasljednik privatizacije, ali više kao usavršena i civilizirana verzija, možda bolje prilagođena manje doktriniranim vremenima. Partnerstvo u svojoj vrsti nudi točniju, manje bodljikavu, formu pakiranja u smislu vladinog mijenjanja funkcija prema komercijalnim poduzećima.

Međutim, druge dvije teorije su zanimljivije budući da postavljaju baze za teorijski okvir onoga što se sada događa u telekomunikacijskoj industriji.

U prošlom desetljeću porastao je broj javnih entiteta (s različitom jurisdikcijom i opsegom radnje) koji implementiraju mjere ili utječu na sektor. Najpoznatiji i najanaliziraniji utjecaj je onaj koje se odnosi na implementaciju gradske širokopojasne mreže. Savršeno se uklapa u teoriju supsidijarnosti, koja pretpostavlja odgovornost usluga lokalnih entiteta koji djeluju u skladu s državom ali, također, a to je od najveće značajnosti, i s privatnim sektorom. U stvari, većina različitih opcija poslovnih modela za gradsku širokopojasnu mrežu potiče partnerstvo s privatnim sektorom.

Iako je podrška mrežne implementacije najzabilježenija aktivnost, postoje autori koji predlažu druge mogućnosti. Razlikuju četiri kategorije djelovanja lokalne vlade. Lokalna vlada djeluje u ulozi infrastrukturnog razvijatelja, širokopojasnog korisnika (procjenjuje, stimulira i združuje potražnju), tvorca pravila (reformira lokalna pravila koja utječu na prava na putu, korisnost mjera dodataka ili pravila podjela na zone koje utječu na bežično pozicioniranje antena) i financijera (omogućujući subvencije za širokopojasne korisnike ili davatelje, porezni kredit, ili druge poticaje). Ovaj katalog mogućih uloga je dobar pokazatelj treće teorije, pragmatičnog pogleda, gdje partnerstvo može obuhvatiti točke između privatnog i javnog, s neograničenom mogućnošću kompromisnih pozicija između singularnog pristupa orijentiranog prema vladi i predaje pune odgovornosti individualnom djelovanju privatnog sektora.

6.6. Proširen popis instrumenata

Strogo govoreći sve više vrsta kolaboracije je razlog zašto je prikladnije uputiti se na „javno-privatno djelovanje“ nego na „javno-privatno partnerstvo“. Iako su šire definicije moguće, u strogom terminološkom značenju, partnerstvo se odnosi na ugovorni sporazum u koji ulaze vladina agencija i entitet privatnog sektora u kojem privatni sektor oblikuje, gradi i upravlja kapitalnom imovinom i snosi dio rizika.

Međutim, u području telekomunikacija postoje brojne mogućnosti, posebice u slučaju namještanja implementacije NGN-a. Javno privatno djelovanje u ovom kontekstu može

rezultirati bilo kakvom interakcijom i kolaboracijom, čak i onda kada to nadilazi formalni dogovor. Nadalje, djelovanje je češće s obzirom na rastuću kompleksnost problema i otuda potreba za rastućim resursima. Ne smije se zaboraviti da će novi val promjena rezultirati iz rastuće uloge korisnika koja će biti dodijeljena (korisnička prava) ili samo-dodijeljena (korisničko poboljšanje), i također iz potrebe uzimanja u obzir usvajanja a ne samo pristupa ICT-u.

Sve gore navedeno zahtjeva novi zakonski okvir vezan za odnos između privatnog i javnog sektora u telekomunikacijskoj industriji.

6.7.Što očekivati od novih modela javno-privatnih odnosa?

Ideja da je privatni sektor superiorniji od javnog, koja je dominirala ekonomskim i političkim vrijednostima kasnih godina 20. stoljeća, prevladava i danas. Razlog tome je što tržišne snage minimiziraju troškove, reguliraju kvalitetu i balansiraju ponudu i potražnju dok politički sektor nije u stanju efikasno alocirati resurse. Naime, političari vlastite ciljeve i dobiti stavljaju ispred socijalnog blagostanja te na taj način jačaju privatno vlasništvo. Iako, naravno, nije nužno uvijek tako.

Koristi od prelaska s državnog na privatno vlasništvo nastale su zahvaljujući povećanoj konkurenciji na dereguliranim tržištima dok privatizacija sama po sebi nije generirala značajne promjene u ekonomiji. Neki stručnjaci zaključuju da će za dovoljno visoku razinu javnih investicija, javni monopol generirati više agregatne prihode nego što bi to učinio privatni monopol. Poboljšanja u javnom sektoru su rezultat inovativnosti odnosno restrukturiranja, a ne privatizacije same po sebi. Rezultat ovisi o političkom zamahu koji se krije iza privatizacije: najprofitabilniji indikatori su u stvari niži prvih pet godina privatizacije nego tri godine prije iste. Važno je napomenuti da je tržišna učinkovitost zajamčena teorijskim uvjetima kojima nije uvijek lako udovoljiti. S drugim uvjetima, mogući su i drugi rezultati. Pa tako, na primjer, ekonomija razmjera igra ključnu ulogu u određivanju troškovnih prednosti javnim nasuprot privatnim uslugama.

Ova generalna saznanja daju se primijeniti i u telekomunikacijskoj industriji. Slobodan ulazak i konkurencija u ovom sektoru donose puno veće koristi nego što bi to učinila sama privatizacija.

Iz pragmatične perspektive, javni i privatni sektor se moraju razumjeti kao sektori koji se međusobno nadopunjuju i surađuju. Neke obaveze se najbolje postižu kad su podijeljene, a neke onda kad su dijeljene. Privatno-javna suradnja mora biti uzeta u obzir onda kada je kvalitativno različita i od privatne i od javne aktivnosti, a superiorna svakoj na svoj način. Uspješan razvoj ICT-a se može ostvariti jedino ako se i privatni i javni sektor drže svojih uloga s ciljem maksimizacije dobiti.

U praksi, nije se lako odlučiti kada se mogu očekivati prednosti od suradnje između vlada i profitnih poduzeća. Rosenau pokušava procijeniti JPP i, unatoč danim ograničenjima, zaključuje da partnerstva poboljšavaju performanse kratkoročnih troškova u nekoliko politika sektora, ali u vrlo ograničenoj mjeri. Dugoročni izračuni su složeniji i mogu pomaknuti

ravnotežu u drugom smjeru. Također, ne nalazi dokaze da JPP može povećati ili uspješno pružati usluge osjetljivim populacijama, ili da neizbježno poboljšavaju odgovornost. Konačno, partnerstvo može uvesti veće složenosti i to ne mora nužno rezultirati većoj složenosti. Potreba za regulacijom ostaje sve dok JPP mora djelovati u uvjetima nesavršenog tržišta.

JPP se u telekomunikacijama suočava s brojnim značajnim preprekama, generičke i specifične domene. Ekonomsko-pravni izazovi uključuju uvjete za direktnu javnu intervenciju, potencijalno narušavanje tržišnog natjecanja i učinak istiskivanja privatnih investicija. Druga skupina teškoća su one koje se odnose na okvir potreban da bi JPP bilo uspješno.

S obzirom na gore navedeno, može se sastaviti nekoliko općih pravila. Naravno, ne smije se zaboraviti da osnovni zahtjev, bez obzira da li se provodi i da li uključuje suradnju s privatnim sektorom, mora biti u skladu s: odlukom o usvajanju javnih politika koje se temelje na ekonomskoj strogosti; a iduće djelovanje, u slučaju da je provedeno, ne smije biti u neskladu ocjenama koje „opravdavaju“ argumente analize.

Osim toga, ne postoji jedan recept za uspješnu suradnju javnog i privatnog sektora. Svaka zajednica će imati različite gospodarske i socijalne zahtjeve u odnosu na konvergirane mreže: jedna politika vjerojatno neće raditi za svaki segment. To je dugoročni problem sektora koji će održavati njegovu važnost sljedećih nekoliko godina. Gledajući unaprijed, neki znanstvenici navode da će problemi pristupa zahtijevati nove oblike, posebice kada je u pitanju NGN, i da će zahtijevati inovativna rješenja. Inovativna i fleksibilna rješenja su ono što razumno i pametno javno-privatno djelovanje može ponuditi.

Povijesno gledano, opseg i raznolikost financijskih mehanizama koji podržavaju ICT investicije je prilično širok. Porast privatnih investicija, koji se bilježi posljednjih godina, osiguran je kroz nekoliko kanala:

- Sredstva unutarnjeg financiranja (IGF);
- Financiranje dioničkim kapitalom (osiguran prodajom dionica investitorima);
- Financiranje dugom (preko poslovnih banaka i srodnih financijskih institucija);
- *Vendor financing* (pozajmica jedne kompanije drugoj kako bi se kupila dobra one kompanije koja daje pozajmicu);
- Prodaja obveznica;
- JPP (uključujući rastući broj netradicionalnih sudionika iz drugih industrija);
- Partnerstva sa stranim donatorima i vjerovnicima kao npr. IFC, Azijska banka za razvitak i Afrička banka za razvitak. Važno je napomenuti da su zadnjih godina ove institucije osigurale manje direktnih investicija privatnom sektoru i više pomoći vezane za reformu sektora i ciljane direktne podrške, ili univerzalne usluge strukturiranja i zaštite.

- Značajna količina privatnih investicija u zemljama u razvitku je bila usmjerena preko stranih direktnih investicija. Čak su prije globalne financijske krize domaće investicije bile sprječavane nedostatkom bankovnih reformi te malim tržištima obveznica i kapitala u mnogim zemljama u razvitku.

Globalna financijska kriza se produbila, pristup ovim tipovima financiranja je postalo sve više ograničeno, posebice u razvijenim zemljama. Globalna likvidnost se osušila, te uzrokovala ograničenje rasta i međunarodne trgovine što je rezultiralo smanjenjem i u nekim slučajevima trošenjem međunarodnog kapitalnog toka. Sve je to utjecalo na zemlje u razvitku, uzrokujući smanjenje FDI tokova.

6.8. Odgovor regulatora: kreiranje financijskih poticaja

„Stimulativni paketi“ i „sanacijski planovi“ u financijskom sektoru mogu biti smatrani ex post reakcijom vlada na tržišni slom financijskog sektora. Ex ante odgovor NRA na potencijalni tržišni lom u ICT sektoru je učinkovita regulacija. NRA i politički tvorcima mogu proaktivno imenovati izazove koje donosi globalni pad i izbjeći *konck on* efekt u ICT sektoru kroz dvosmjerni strateški pristup koji prati vlade omogućavajući financiranje, te samim time kreditnu podršku i implementaciju dobre regulacije s ciljem smanjenja troškova.

6.9. Kreditna podrška

NRA je u proteklom desetljeću sve više napuštala privatni sektor ciljajući ICT investicije samo kako bi mogla koristiti alate poput financijskih mehanizama za univerzalni pristup tamo gdje su identificirane marketinške rupe. U 2009., ograničen pristup kapitalu, mijenjanje percepcije rizika i promjena definicije onoga što je ekonomski održivo u današnje vrijeme - npr. vrijednost povrata na investiciju - smanjenje broja područja gdje operateri mogu riskirati zahvaljujući nedostatku financija. Također utječu na sposobnost operatera da financijskim angažmanima nadgrade postojeću mrežu. Financiranje je također traženo zbog sve većih izazova koji su povezani sa širenjem širokopojasne infrastrukture i NGN-a. Iskušenje da se odgovori ovim izazovima povećavajući ulogu države u ICT sektoru, u svijetlu sličnih događaja u financijskom i bankovnom sektoru može biti neželjena posljedica sadašnjeg globalnog ekonomskog pada. Povećana intervencija države, odgovor financijskog sektora, je antiteza onoga što je prihvaćeno kao dobra praksa za regulatornu reformu u ICT sektoru. Žig reforme ICT sektora je taj da se javni sektor postepeno povukao iz pružanja usluga i napravio put za privatno sudjelovanje i osnivanje nezavisnih regulatora na globalnoj razini proteklih 20 godina. Financiranje države može odigrati brojčano-cikličnu ulogu. Država može povećati investicije u privatni sektor kako bi smanjila kapitalni tok, najviše kroz:

- Javno financiranje programa i investicija, što uključuje:
 - „stimulativne pakete“,
 - JPP te
 - Zajmovne garancije i odobrenje.

- Olakšano investiranje netradicionalnih ICT investitora, kao npr. banke i elektro kompanije.
- NRA može odigrati ključnu ulogu u razvijanju okvira nadzora implementacije obaveza koje proizlaze iz različitih poticajnih planova i sanacijskih paketa, JPP-a i alternativnih investicija.

6.10. Javno financiranje programa i investicija

Ideja sudjelovanja vlada u financiranju razvitka ICT sektora nije nova, ali je njezina primjena bila kontraverzna. Povijesno gledano, financiranje države je bilo povezano s vlasništvom i poslovanjem javne imovine, što smanjuje neovisnost i povećava investicijski rizik. Nedavno, bilo kakvo takvo financiranje nije bilo omogućeno direktno već kroz NRA i druge povezane agencije, kao npr. univerzalne uslužne agencije ili administratori. Neki fondovi kao npr. FITEL u Peruu i TDF u Čileu su bili uspješni. Međutim, praćenje pokazuje da alokacija i isplata fondova generalno nisu bile dobre. Fondovima se ponekad upravljalo na netransparentan i neodgovoran način i tako smanjilo kredibilitet agencija i povećalo investicijski rizik.

Kada uloga države u financiranju investicija postane značajnija, važno je da su principi državnog sudjelovanja jasni. Nedavni trendovi zadnje dvije godine u zemljama Afrike i Latinske Amerike pokazuju da vlade financiraju i licenciraju mreže u vlasništvu države te na taj način prijeti opasnost inače stabilnoj regulatornoj okolini. To je dokazano naporima vlada da povećaju njihovo direktno sudjelovanje u poslovanje fiksnih i mobilnih operatera. Pravila EU za pružanje državne pomoći s ciljem financiranja širokopojasnih mreža bi trebalo biti izdano na jasnoj pozadini oko:

1. Kriterija za intervenciju,
2. Procedura za pristup javnom financiranju,
3. Vlasničkog modela i
4. Dostupnih pragova.

Ova informacija bi trebala biti javno dostupna, te bi natječaj za javne resurse trebao poticati na niske troškove kroz natjecateljski licitacijski proces, oprečne aukcije ili druge metode alokacije istih. Ove metode su uspješno korištene pri alokaciji vladinih i univerzalnih servisnih fondova u zemljama kao što su Peru, Čile i Uganda bez iskrivljene konkurencije.

Drugi način upravljanja utjecaja državnih fondova na konkurenciju je omogućavanje javnog financiranja koje cilja na infrastrukturna područja ICT sektora kao npr. R&D, kreiranje radnih mjesta i edukacije uključujući pružanje pristupa javnim školama i knjižnicama, ili također nisko dohodovnu populaciju ili grupe s posebnim potrebama. Prema spomenutom redoslijedu, bez materijalne imovine koja može biti korištena kao garancija, ova područja mogu biti manje interesantna investitorima. Međutim, vladino financiranje u ovim područjima postoji kao

univerzalni uslužni cilj i poticajne investicije povećavajući javni pristup, i povećanu potražnju na kompetitivan neutralan način.

6.11. Reguliranje razdvajanja iz ekonomskih poticajnih planova

Mnoge razvijene zemlje i skoro sve vlade OECD-a su postavile makroekonomske poticajne planove kako bi stimulirale kratkoročnu potražnju, ubrizgavajući novac u ekonomiju i štiteći postojeća radna mjesta. Iako pod utjecajem financijske krize koja je započela u razvijenim zemljama, razvijene zemlje s iznimkom nekih poput Malezije i Mexica nisu razvile poticajne planove. Međutim, u travnju 2009. Na sastanku zemalja G20, nazvanom „Londonski samit“, alocirano je 100 bilijuna USD od 1,1 trilijuna USD od kojih se sastoji globalni paket multilateralnim razvijenim bankama (MDBs) kako bi se podržalo posuđivanje razvijenim zemljama. Svima zajedno je cilj povećanje likvidnosti financijskog sustava i bankovnog sektora. Kao što su fondovi raspoređeni kroz poticajne planove, fondovi G20 kao i oni neraspoređeni UAF-sovi mogu biti korišteni kao financijska podloga implementaciji ICT projekata u zemljama u razvitku.

Mnoge su zemlje ,pri implementaciji poticajnih planova, postavile dodatne mjere vezane za inovaciju i dugoročan rast ciljajući druge sektore kao bitne za makroekonomsku stabilnost, uključujući ICT sektor koji u svjetskom GDP-u sudjeluje aproksimativno 7,5% te utječe na rast drugih sektora. Kanada, Finska, Njemačka, Španjolska, Portugal, UK i SAD su uključile mjere u svoje planirane ekonomske poticajne planove kojima proširuju širokopojasni pristup i potiču brže povezivanje. To uključuje investicije u infrastrukturu, natječaje i ljudske potencijale. S ekonomskim padom privlačenje investicija u nove tehnologije, širokopojasne mreže i ICT infrastrukturu, će omogućiti značajne prilike a ne samo kratkotrajnu zaradu i zaposlenje, već također dugoročnu ekonomsku i socijalnu korist.

Poticajni planovi koji se odnose na investiranje u ICT infrastrukturu i programe zaposlenja se odvijaju na dvije razine: (1) proširenje širokopojasnog pristupa internetu na područja koja ga nemaju, primarno na ruralna područja i ona udaljena; (2) nadogradnja postojeće mreže koja pruža podršku veoma brzom širokopojasnom povezivanju. NRA, u zemljama gdje su pokrenuti spomenuti poticajni planovi, može odigrati ključnu ulogu u nadgledanju implementacije preuzetih obaveza koje proizlaze iz različitih poticajnih planova i paketa obnove.

Izazovi postavljeni od strane investicija vođene vladom, institucijama i privatnim sektorom mogu biti smanjene kroz razvoj kreativnih investicijskih modela, te se postepeno sužavati kroz razvoj modela JPP-a. Svrha ovih modela je proširena kako bi se uključili građani, civilna društva i nevladine organizacije, i time stvorio JPP. JPP-ovi, stvoreni na stručnosti svakog partnera, predstavljaju koordinirani trud između poduzeća i vlada kako bi razvili investicijsku priliku kroz vladine potpore, ili ko-financijske aranžmane posebice tamo gdje projekti imaju socio-ekonomski imperativ.

JPP modeli su evoluirali proteklih petnaest godina. Zanimljivo je da su prije modeli JPP nastajali na inicijativu javnog sektora s ciljem nastajanja javnog dobra, dok danas isti nastaju na inicijativu privatnog. Tradicionalno, modeli JPP-a poput ruralnih telekomunikacijskih

mreža koje su postavljene od strane BOT-a u Libanonu i Indiji; preko BTO aranžmana na Tajlandu i Filipinima; i preko BOO aranžmana u Maleziji i Salamunovih otoka. Generalno, BOT, BTO i BOO aranžmani su svi projektne financijske strukture čiji je cilj privući investicije i menadžere stručnjake čiji je zadatak razvoj ICT infrastrukture u zemljama s državno kontroliranim ICT sektorom. Kroz te aranžmane infrastrukturne investicije su osnovane i u početku upravljane od strane privatnih investitora prije no što su dugoročno prenesene na državu. To je u suprotnosti s današnjim modelima JPP-a. Rastući trend u Europi za javno financirane širokopojasne infrastrukture jest da budu privatizirane ili otvorene za natječaj davatelja usluga u budućnosti.

Može se dogoditi da je model JPP-a poželjniji za iskorištenje fondova koji su dodijeljeni kroz poticajne pakete. Također su važni u zemljama u razvitku gdje nema poticajnih paketa, ali državno financiranje, posebice kroz UAF i MDB, postoji kao dodatak financiranju od strane privatnog sektora. JPP će također biti važno u zemljama kao što su Australija, Francuska, Mađarska, Irska, Japan i Republika Koreja koje su objavile finalizaciju zasebnih širokopojasnih planova paralelno s, ali ne kao dio, njihovim poticajnim paketima.

Važan trend u nastajanju, čak prije globalne financijske krize, je bilo sudjelovanje lokalnih i gradskih vlasti u direktnoj implementaciji jezgri nove generacije i pristupa mrežama kroz aranžmane JPP-a. Projekti financirani od strane općina proširili su se po Europi i SAD-u posebice stvarajući korist od nelicenciranih pojasa frekvencijskog spektra i niskih troškova tehnologija kao što je WiFi. Mnogi od tih projekata su dizajnirani s ciljem odobrenja otvaranja pristupa konkurencijskim širokopojasnim pružateljima usluge.

Činjenica da financiranje JPP-a najvećim dijelom dolazi od strane javnog sektora ne mijenja upravljačke i menadžerske principe. Generalno, zakonodavac teži osiguranju da JPP, i svaka druga intervencija koja se tiče financiranja od strane javnog sektora, ima sljedeće strukturalne karakteristike:

- Mreže su građene i upravljane na komercijalnoj osnovi od strane kompanija utemeljenih van dohvata „državne ruke“.
- JPP ne bi trebalo pretpostavljati dugoročne državne vlasničke uloge. Vlada bi trebala točno odrediti uvjete prema kojima će smanjiti vlastite interese i omogućiti predviđen vremenski okvir. Tako će u Australiji vlada nakon 5 godina, jednom kad je mreža izgrađena i u punom pogonu, u skladu s tržišnim uvjetima, te nacionalnim i sigurnosnim uvjetima, prodati dio svojeg udjela.
- Ukoliko se kombinacijom javne i privatne investicije u JPP-u ne upravlja na dobar način, to može dovesti do rizika drugih i budućih investicija. JPP ne bi trebao biti kompromis konkurentne neutralnosti ICT regulatornog okvira zbog činjenice da je vlada aktivan komercijalni sudionik u sektoru. Australski primjer pokazuje da će mreža biti nacionalna veleprodajna mreža koja neće konkurirati na maloprodajnoj razini.

- Tamo gdje JPP zahtjeva skromne uvjeti, posebice bežični spektar, trebalo bi biti propisano na otvoren i transparentan način koji ne narušava konkurenciju, a mehanizmi bi trebali biti postavljeni na način da potiču učinkovitu uporabu spektra.
- Na infrastrukturnoj razini, posebice s odmakom prema NGN-u i IP servisima, podrška za sveprisutan otvoreni pristup mrežama bi trebala biti implementirana u slučaju JPP-a.

6.12. Postignuće Univerzalnog širokopojasnog pristupa putem JPP-a u Australiji

2009. Australaska vlada je najavila da će osnovati kompaniju, koja će biti u većinskom vlasništvu dioničara odnosno u partnerstvu s investitorima privatnog sektora. U modelu JPP-a zasebne usluge, koje su većinom pod vlasništvom države, će biti osnovane s ciljem privatizacije kroz 5 godina nakon što se mreža izgradi i bude u potpunosti operativna, u skladu s tržišnim zahtjevima te nacionalnim i sigurnosnim okolnostima. Važno, kompanija će:

- biti prva Australaska nacionalna, isključivo veleprodajna, širokopojasna mreža otvorenog pristupa;
- biti izgrađena i upravljana na komercijalnim osnovama od strane kompanije koju je osnovala vlada zajedno s privatnim sektorom;
- simultano povezivati odnosno pokrivati sva područja, metropole, regije i ruralna područja;

Kompanija će investirati 43 milijuna USD kroz 8 godina kako bi izgradila i upravljala novom i brzom Nacionalnom širokopojasnom mrežom koja će povezivati 90% australskih domova, škola i radnih mjesta sa širokopojasnim uslugama brzinom i do 100 Mbit/s. Povezivati će sva ostala područja u Australiji s bežičnim i satelitskim tehnologijama nove generacije koje će isporučivati širokopojasne brzine od 12Mbit/s te direktno podržavati stvaranje i do 25 000 podružnih poslova po godini kroz 8 godina.

6.13. Najbolje prakse i strategije za širokopojasnu implementaciju

Širokopojasna infrastruktura je osnova za učinkovito sudjelovanje kompanija i organizacija u današnjoj ekonomiji. Prema istraživanju SNG-a lokalni ekonomski razvoj i sporedna investicija koji se očituju kroz širokopojasnu infrastrukturu iznose desetinu širokopojasne investicije. Širokopojasna infrastruktura je toliko vitalna koliko i električna struja 1930. Povećava udio digitalne ekonomije te poboljšava kvalitetu života.

Širokopojasna infrastruktura je potrebna kao dio kompletne investicije za druge infrastrukture poput zgrada, cesti, transportnog sustava, zdravstvene i računalne mreže, dozvoljavajući njima da budu okarakterizirane kao „pametne“. Širokopojasne mreže povećavaju utjecaj i učinkovitost javnih i privatnih investicija koje ovise o brznoj komunikaciji. Neke vlade su shvatile važnost širokopojasne infrastrukture te su investirale javne fondove kako bi uputile na ograničenja komunikacijskog tržišta. Ove investicije se svrstavaju u dvije kategorije: (a) one za proširenje pristupa područja koja nemaju širokopojasnu infrastrukturu ili je ista nedovoljno razvijena; (b) one za nadogradnju mreža tehnologijom optičkih vlakana koja je

sposobna podržati konkurentne usluge u regijama i općinama. Najavljene vladine poticajne mjere trošenja na komunikacijsku infrastrukturu će uvelike ciljati ove dvije kategorije investicija. Na primjer, Američki Akt Investiranja i Obnove 2009. koji je potpisan u veljači, donosi širokopojasnu inicijativu čiji je cilj ubrzati širokopojasnu implementaciju kroz čitavi SAD. Nadalje, kao dio Kanadskog ekonomskog akcijskog plana, 225\$ milijuna je omogućeno Kanadskoj industriji kroz tri godine s ciljem razvitka i implementacije strategije proširenja širokopojasne pokrivenosti što većeg broja domaćinstava koja ista nemaju ili su nedovoljno kvalitetna (2009.-2010.). Štoviše, Britanska vlada je izdala „Digitalni Britanski Izvještaj“ (DB, 2009) koji opisuje vladinu stratejsku viziju osiguranja vodeću ulogu Britanije u digitalnoj ekonomiji. Izvještaj predstavlja politiku maksimiziranja socijalnih i ekonomskih koristi od strane digitalne tehnologije.

Ekonomska kriza predstavlja ozbiljne izazove i prilike za strukturalne reforme i cilja investicije u strateškim područjima kao što je širokopojasna infrastruktura. Spomenuto potiče na različite probleme vezane za izbor najboljeg načina na koji će vlada ostvariti ove ciljeve bez istiskivanja ili poremećaja privatnih investicija.

Prema OECD-u, nedavna ekonomska kriza je dovela zakonodavce u zemljama OECD-a da razmisle o politikama pomaganja njihovim ekonomijama. Većina tih politika obuhvaća velike vladine troškove kojima se podupire potražnja za dobrima i uslugama dok se simultano povećava dugoročni produktivni kapacitet ekonomije. Investicije u javnu infrastrukturu kao na primjer električna energija, plin, voda, transport i komunikacije su ključni elementi većine politika zato što imaju trenutni utjecaj na potražnju i zaposlenje kao i velik potencijal na povećanje buduće ponude.

Čvrsta pro-ciklična priroda investicija u komunikacijske mreže također znači da stručan rad i oprema mogu biti pripravn i planirani projekti u pričuvi dok ekonomija ne ojača. U isto vrijeme, vlade moraju osigurati da se intervencije ne miješaju s pravilnim funkcioniranjem tržišta ili da ne istisnu privatne investicije.

6.14. Politika OECD-a

OECD smatra da bi zakonodavci trebali procijeniti troškove i koristi svake javne investicije u telekomunikacijskoj infrastrukturi. Upravo bi zato trebali 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 širokopojasne komunikacijske mreže krucijalne za pružanje podrške ekonomskom i socijalnom razvoju. Širokopojasne mreže su shvaćene kao glavni tehnološki cilj koji neće samo podržavati ključne usluge koje su potrebne za inovaciju, već i konkurentnost te ekonomski rast. Neke vlade žele imenovati područja potencijalnog tržišnog neuspjeha (npr. dalekosežna područja s nedovoljnim uslugama) kroz njihove stimulatívne pakete.

Zaključak

Projektiranje upravljačkog zakonskog okvira za NGN donosi otežavajuća horizontalna i vertikalna regulatorna pitanja. Zahvaljujući velikoj međuovisnosti vlasnika udjela u različitim segmentima vrijednosti mreže, dobra uprava treba biti svjesna i uzeti u obzir učinke regulatornih izbora ne samo regulatornih entiteta i reguliranog tržišnog segmenta ali također njihove reperkusije za neregulirana poduzeća i servise. Napredni komunikacijski sistemi su dinamički razvijeni sistemi. Regulacija je u interakciji s dinamičkim razvitkom. Tradicionalni regulatorni pristupi su u potrazi da nađu najbolju eventualnu politiku na temelju istraživanja postojeće tržišne strukture. U dinamičkom okruženju, također je potrebno uzeti u obzir učinke aktualnih regulatornih odabira na investicijski i inovacijski izbor i samim time buduće industrijske strukture. Kao u drugim dinamičkim sistemima, alternativni putovi razvoja su izvedivi za NGN, svaki sa posebnim karakteristikama performansi koje odražavaju balansiranje implicirano od strane regulatornih izbora.

Uvjerljiviji regulatorni pristup će namjestiti sistem na način da ima brži ulaz uslužnih konkurenata; veću kratkoročnu korist za korisnike; ali sveukupnu nižu razinu investicija u mreže i usluge. Upravljački režim s manje uvjerljivim regulatornim intervencijama će najvjerojatnije generirati veći konkurencijski metež; nižu razinu servisnog ulaza; ali također višu razinu investicija i inovacija kao i povezanu dugoročnu korist za korisnike. U bivšem pristupu, sistem će zahtijevati dugotrajnu regulatornu intervenciju. U isto vrijeme, dugoročne koristi od poboljšanja za korisnike u smislu kvalitete cijena će najvjerojatnije biti niže (ili će zahtijevati dodatne regulatorne intervencije). Neke od ovih razlika u performansama mogu biti nadoknađene od strane dopunskih javnih politika, uključujući porezne poticaje za investicije na objektima i R&D-u, subvencije, i promicanje institucionalne konkurencije između mreža organiziranih prema različitim razinama otvorenosti. Kao što se neke politike izbora protive drugima, konzistentnost pristupa je bitna u sveukupnoj performansu. To zahtjeva koordinaciju između agencija zaduženih za sastavljanje politika koje tradicionalno nisu surađivale na regulatornoj osnovi, uključujući regulatorne agencije, legislativu zaduženu za poreznu politiku, i odjele zadužene za edukacijske politike. K tome, može zahtijevati suradnju agencija na različitim razinama upravljačke strukture (federalna, državna i lokalna). Iako je dosljedno sastavljanje politika izazovno, ono je potrebno zbog boljeg upravljanja naprednim komunikacijama.

Sadašnji pogled na regulaciju nadilazi socijalni inženjerski pristup koji sada dominira regulacijama i naglašava da javna politika i regulacija imaju više stupnjeva slobode nego što se shvaća u istraživačkoj literaturi. Praktične politike su bile više pragmatične i u osnovi nastavljene pokusno-pogrešnoj bazi.

Zakonski okvir o kojem se raspravlja omogućuje temelj za razvoj integrativnih političkih modela koji mogu dozvoliti simulaciju alternativnih putova djelovanja i pomoći smanjiti skromno sastavljene politike. U odsustvu takvih modela, integrativni i dinamički pristup bi i dalje trebao biti koristan u razvoju dosljednih politika potičući sastavljajuće politika i analitičare da sistematski istraže direktne i indirektne, dugoročne i kratkoročne učinke izbora politike na povezanim ICT ekosistemima.

LITERATURA

- [1] Directive 2002/22/EC of the European Parliament and of the Council of 7 March 2002 on universal service and users' rights relating to electronic communications networks and services (Universal Service Directive)
- [2] BEREC Report on Universal Service – reflections for the future, June 2010.
- [3] Bauer, M. Johannes, (2010): „Regulation, public policy, and investment in communications infrastructure“, Telecommunications Policy 34 (2010) 65–79.
- [4] Implementation Programme of the Strategy for Broadband Development in the Republic of Croatia for 2012 – 2013, October 2011
- [5] Directive 2009/136/EC of the European Parliament and of the Council of 25 November 2009 amending Directive 2002/22/EC on universal service and users' rights relating to electronic communications networks and services, Directive 2002/58/EC concerning the processing of personal data and the protection of privacy in the electronic communications sector and Regulation (EC) No 2006/2004 on cooperation between national authorities responsible for the enforcement of consumer protection laws
- [6] Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, Digital Agenda for Europe, Brussels 26 August 2010
- [7] Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, European Broadband: investing in digitally driven growth, Brussels 20 September 2010.
- [8] Gomez-Barroso, Jose Luis, Feijoo, Claudio (2010): „A conceptual framework for public-private interplay in the telecommunications sector“, Telecommunications Policy 34 (2010) 487–495.
- [9] Helm, Dieter (2009): „Infrastructure investment, the cost of capital, and regulation: an assesment“, Oxford Review of Economic Policy, Volume 25, Number 3, 2009, pp.307–326.
- [10] Strategy for Broadband Development in the Republic of Croatia for 2012-2015, October 2011
- [11] Commission staff working document on the implementation of national broadband plans, SWD(2012) 68 final, Brussels 21 March 2012
- [12] Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, Universal service in e- communications: report on the outcome of the public consultation and the third periodic review of the scope in accordance with Article 15 of Directive 2002/22/EC

[13] Impact of EU Policy options for revision of the universal service provision, Van Dijk Management Consultants et al., October 2010:
http://ec.europa.eu/information_society/policy/ecommerce/library/ext_studies/index_en.htm

7. Određivanje početne cijene za digitalnu dividendu

Početna ili minimalna cijena je najniža cijena koju je prodavač spektra spreman prihvatiti. Početna ili minimalna cijena će utjecati na završetak aukcije samo ukoliko nema dodatne potražnje, međutim ukoliko ima dodatne potražnje tada će prodajna cijena biti određena samim nadmetanjem na aukciji. U slučaju Republike Hrvatske i njezinog telekomunikacijskog tržišta realno je za očekivati kako će se za digitalnu natjecati tri operatora i to: HT, Vip i Tele 2. Međutim, upitno je koliko će biti nadmetanje između ta tri operatora, teško je predvidjeti sve moguće scenarije aukcije ali i moguću prodajnu cijenu spektra na samoj aukciji. **Zato je važno da se početna cijena odredi uzimajući u obzir scenarij s niskom potražnjom jer to znači da bi početna cijena trebala biti nešto viša u odnosu na scenarij s višom potražnjom gdje bi početna cijena bila niža ali bi se samom aukcijom ostvarila viša prodajna cijena spektra. To znači da bi prodavač spektra trebao odrediti takvu početnu cijenu kojom bi se zadovoljio ukoliko bi imao ponudu „uzmi ili ostavi“ od samo jednog operatora - ponuđača na aukciji.**

U praksi, određivanje početne cijene je puno kompliciranije jer je prioritet održavanje učinkovitog iskorištavanja spektra što bi generiralo dodanom vrijednošću za hrvatsko društvo i ekonomiju a ne maksimiziranje prihoda od aukcije. Međutim, s obzirom na krizu i na deficiti državnog proračuna, smatram kako bi se trebalo voditi računa i da se postigne najveća moguća prodajna cijena aukcijom odnosno kako bi se trebala odrediti početna cijena spektra takva koja bi zadovoljila sve strane ukoliko ne bi bilo dodatne potražnje za spektrom. Potražnja za spektrom ovisi o samim ponuđačima odnosno operatorima i njihovom dugoročnom strategijom koja uz plaćanje samog spektra podrazumijeva i neka dodatna ulaganja kako bi maksimizirali iskoristivost koju ima omogućava širokopojasni pristup korisnicima. Dakle, alokacija spektra između operatora bi trebala biti učinkovita i ujednačena kako bi se zadržali stečeni uvjeti na telekomunikacijskom tržištu i kako ni jedan operator se ne bi našao u povoljnijem odnosno nepovoljnijem položaju.

Postoji nekoliko različitih načina za određivanje početne cijene i ovdje će se obraditi dva najčešća načina:

1. Modeliranje rashoda (troškova) i prihoda;
2. „Benchmarking“;

6.1. Modeliranje rashoda (troškova) i prihoda

Ovaj pristup određivanju početne cijene uključuje konstrukciju i simulaciju poslovnih modela za moguće operatore koji će sudjelovati u nadmetanju. Tako se u poslovnom modelu iskušavaju različite početne cijene i omogućuju informativan uvid u eventualnu cijenu koju će operator biti spreman i voljan platiti za spektar. Dakle, takav način je informativan i na neki način nesiguran kod izračuna mogućih poslovnih modela jer nisu sve informacije dostupne. Npr. kod modeliranja troškova i prihoda kod HT nije moguće točno izračunati zato jer nisu dostupne informacije o troškovima koje bi se mogle u potpunosti upariti s prihodima jer

dostupni izvještaj o dobiti je prema prirodnim vrstama troškovima a ne prema funkcijama. Financijski izvještaja Vip-a uopće nisu javno dostupni.

Poslovni modeli i vrijednost spektra mogu se procjenjivati kroz neto koristi od spektra potencijalnog operatora. Uzimaju se u obzir godine trajanja koncesije odnosno broj godina korištenja spektra za koje se plaća naknada. Postojeći operatori će s digitalnom dividendom najvjerojatnije ostvarivati dodatne prihode ali će imati i određene troškovne uštede jer će postojeće usluge moći pružati uz niže troškove. Za potpuno procjenjivanje prihoda i troškova važan je i budući novčani tok kroz vrijeme trajanja korištenja spektra. Operator će u godini stjecanja spektra imati izdatak (može biti plaćen odjednom ili kroz nekoliko godina) i kao protustavka biti će vidljivo povećanje u bilanci na nematerijalnoj imovini. Plaćanje same licence biti će vidljivo i izvještaju o novčanom toku dok će nematerijalna imovina amortizirati kroz vrijeme korištenja licence koja je najčešće 15 ili 20 godina. Amortizacija kao trošak biti će vidljiv kao dospjeli trošak u poslovnim rashodima u izvještaju o dobiti kroz razdoblje trajanje ili uporabe licencije. Sva dodatna ulaganja u bazne stanice i slično biti će također trošak odnosno rashod tekućeg razdoblja u kojem će se ulaganje dogoditi.

7.3., „Benchmarking“

Ovaj način označava usporedbu između Republike Hrvatske i zemalja koje su provele aukciju. Za potrebe usporedbe promatrane su zemlje koje su provele aukciju i prikazane su u sljedećoj tablici:

<i>800 MHz</i>	Postignuta cijena u eurima	Dodijeljeni spektar (MHz)	Broj stanovnika (wikipedia)	Dodjela	Istek	Trajanje dozvole (god)
Njemačka	3.576.000.000,00	60	81.799.600	2010	2025	15
Švedska	198.100.000,00	60	9.415.295	2011	2035	24
Italija	1.260.000.000,00	60	60.681.514	2011	kraj 2029	17
Španjolska	1.300.000.000,00	60	46.030.109	2014	2030	15
Francuska	2.640.000.000,00	60	65.821.885	2012	2027	15

Pretpostavka je da će Republika Hrvatska dati digitalnu dividendu na vijek uporabe od 11 godina kako bi izjednačila sve prije dane licence za korištenje spektra.

8. VAS

8.1. Uvod

U okviru podprojekta VAS cilj je analizirati trenutno stanje tržišta telekomunikacijskih usluga te temeljem navedene analize definirati razrede usluga. U okviru ovog podprojekta razmatraju se maloprodajne usluge namijenjene krajnjim korisnicima odnosno pretplatnicima.

U prethodnom razdoblju u okviru projekta je dorađena raspodjela usluga uzevši u obzir nove parametre. Analizirano je tržište usluga u Republici Hrvatskoj te su identificirani kritični parametri bitni za kategorizaciju.

Dio istraživanja predstavljen je na konferenciji SoftCOM 2012 u okviru radionice *Workshop on Regulatory Challenges in the Electronic Communications Market* na kojoj je izložen rad „*Categorization of telecommunication services from regulatory point of view*“ [1].

U nastavku rada opisani su kriteriji kategorizacije usluga te model kategorizacije telekomunikacijskih usluga. Na kraju su predložene smjernice za nastavak istraživanja.

8.2. Kategorizacija telekomunikacijskih usluga

Preduvjet definiranja razreda usluga jest mogućnost nedvosmislenog svrstavanja svake telekomunikacijske usluge isključivo u jedan definirani razred. Ovo je nužno kako bi se postojeće i buduće usluge mogle jasno razlikovati zbog mogućih razlika u oporezivanju ili reguliranju usluga prema razredu u koji su svrstane.

Kako bi se formirali razredi usluga, analizirane su usluge trenutno dostupne na tržištu te stanje regulacije usluga u zemljama Europe. Pokazalo se da je regulacija usluga na europskoj razini slabo ili gotovo potpuno nedorečena, te da ne postoji jasna podjela usluga koja je cilj ovog podprojekta. Analizom usluga na tržištu identificirani su ključni parametri prema kojima se iste razlikuju. U tom smislu, sljedeća pitanja predstavljaju moguće parametre klasifikacije usluga:

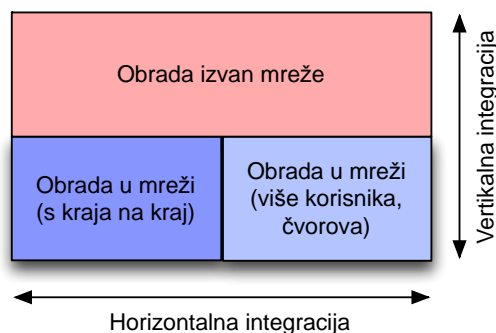
- gdje je smještena logika usluge?
- tko vrši naplatu usluge i tko dijeli profit?
- tko su sudionici lanca vrijednosti usluge?
- na koji način usluga komunicira s krajnjim korisnikom – pretplatnikom?
- može li se usluga smatrati društveno ili gospodarski korisnom?

U narednom tekstu su razrađena navedena pitanja te su predložene vrste usluga prema svakom kriteriju.

8.2.1. Smještaj logike usluge

Smještaj poslovne ili programske logike usluge uvelike definira samu uslugu, posebno posljednjih godina kada sve više usluga migrira iz telekomunikacijske mreže na Internet. Prema slici 8.1., logika usluge može se nalaziti:

- u telekomunikacijskoj mreži (Horizontalna integracija);
- izvan telekomunikacijske mreže (Vertikalna integracija);
- hibridno;



Slika 8.1. Smještaj logike usluge

Tradicionalne usluge (npr. poziv, SMS/MMS usluge, prosljeđivanje poziva...) se u pravilu nalaze u telekomunikacijskoj mreži. Proces integracije usluga u mrežu naziva se horizontalna integracija. Pri tome se obrada informacija u telekomunikacijskoj mreži može provoditi s kraja na kraj (npr. poziv) ili može uključivati više korisnika ili čvorova (npr. telekonferencija).

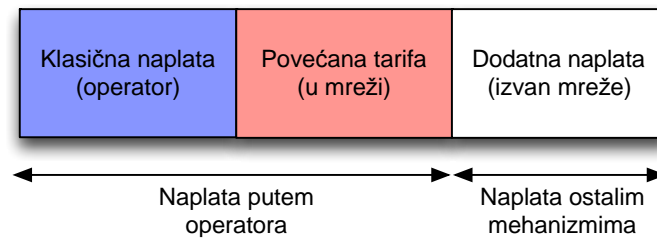
Novije usluge koje se oslanjaju na tehnologije Interneta i weba općenito svoju logiku smještaju izvan mreže. Pri tome telekomunikacijsku mrežu koriste samo kao komunikacijski kanal, pa se može govoriti o vertikalnoj integraciji. Primjeri takve usluge su različite SMS informacijske usluge.

Uz to, postoje i vanjske usluge koje koriste dio funkcionalnosti jezgrene mreže, povrh same komunikacije, za vlastito izvođenje. Primjeri takvih usluga su lokacijske usluge, mobilno plaćanje, informacijske usluge i slično. Takve usluge smatraju se hibridnima u ovom kontekstu, odnosno uslugama s horizontalnom i vertikalnom integracijom.

8.2.2. Naplata usluga

Naplata usluge usko je vezana s entitetima lanca vrijednosti uključenim u davanje usluge. U tom smislu, naplatu usluge mogu provoditi:

- operator telekomunikacijske mreže;
- vanjski davatelj usluge naplate (engl. *Payment provider*);
- oboje;



Slika 8.2. Naplata usluga

Operator telekomunikacijske mreže može naplaćivati samo osnovnu uslugu (engl. *basic rate*) ili vršiti dodatnu naplatu povrh osnovne naplate (engl. *premium rate*).

Osnovna naplata je prisutna u gotovo svim slučajevima, izuzev usluge od posebnog društvenog značenja (npr. hitne službe, pozicioniranje u slučaju nezgoda i slično).

Dodatna naplata je dosta česta na telekomunikacijskom tržištu, a najčešće se koristi u slučajevima kada u lancu vrijednosti postoji više entiteta koji dijele profit. Najčešće su to operator i davatelj sadržaja koji sam nema mogućnost ili ne želi provoditi naplatu (npr. telefonski horoskop i slično).

Davatelj sadržaja može vršiti naplatu usluga bez operatora. U tom slučaju naplata se vrši pomoću vanjskog davatelja usluge naplate, pri čemu isti ujedno može biti i davatelj sadržaja. Mehanizmi vanjske naplate mogu biti kreditne ili debitne kartice, programi vjernosti (uzimanje sredstava s unaprijed plaćenog računa, *pre-paid*) i slično. Iako se naplata usluge u ovom slučaju vrši izvan mreže operatora, korisnici najčešće plaćaju osnovnu uslugu operatoru kao naknadu za komunikacijski segment usluge.

8.2.3. Sudionici lanca vrijednosti

Tradicionalne usluge u telekomunikacijskoj mreži specifične su po dva entiteta – operator telekomunikacijske mreže i krajnji korisnik. Prema slici 8.3., koja prikazuje sudionike u lancu vrijednosti usluga trenutno na tržištu, operator telekomunikacijske mreže u tradicionalnim uslugama ima i ulogu davatelja usluge, te ulogu davatelja sadržaja (ako usluga rukuje nekim sadržajem).

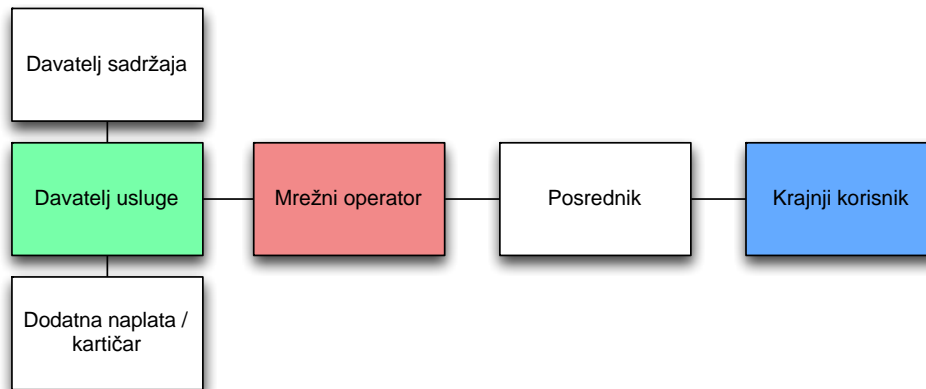
Migracijom usluga iz telekomunikacijske mreže operator gubi prvenstveno ulogu davatelja sadržaja, a sve više i ulogu davatelja usluge. Kod vanjske naplate usluge, kako je opisano u prethodnom dijelu, može se pojaviti i uloga davatelja usluge naplate.

S obzirom na to da postoji velik broj novih usluga izvan mreže, neke su pravne osobe počele nuditi sučelja prema mreži operatora, kako bi se pojednostavnila vertikalna integracija i ubrzao razvoj usluga, pa se pojavljuje i uloga posrednika (engl. *broker*).

U nastavku su izložene najčešće kombinacije sudionika lanca vrijednosti s primjerima usluga:

- Operator, krajnji korisnik
 - Tradicionalne usluge (npr. poziv, SMS/MMS);

- Operator, davatelj usluge, krajnji korisnik
 - Poziv na *premium* broj (npr. telefonski horoskop);
- Operator, davatelj usluge, davatelj sadržaja, krajnji korisnik
 - Informacijske usluge, izravno spajanje na operatora (npr. SMS informacije o vremenskoj prognozi);
- Operator, davatelj usluge, davatelj sadržaja, krajnji korisnik, posrednik
 - Informacijske usluge s vezom preko posrednika (npr. SMS informacije o vremenskoj prognozi);
- Operator, davatelj usluge, davatelj sadržaja, krajnji korisnik, davatelj usluge naplate
 - Mobilna kupnja, informacijske usluge (npr. SMS kupnja ulaznica s kartičnim plaćanjem);



Slika 8.3. Sudionici lanca vrijednosti

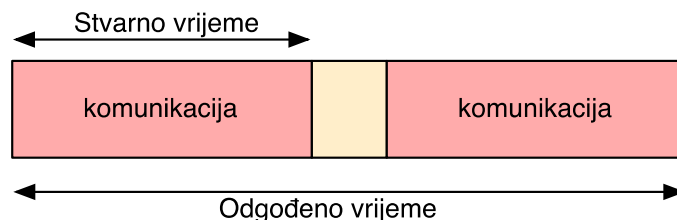
8.2.4. Komunikacija s krajnjim korisnikom

Način na koji se provodi komunikacija s krajnjim korisnikom također može poslužiti za razlikovanje usluga. U tom smislu komunikacija može biti:

- u stvarnom vremenu;
- u odgođenom vremenu;

Tradicionalne glasovne usluge temelje se na komunikaciji u stvarnom vremenu. Isto se odnosi i na sve novije usluge koje se temelje na glasovnom pozivu a podrazumijevaju poziv s kraja na kraj (npr. poziv na *premium* broj, telefonski horoskop i slično). Međutim, moguće su i glasovne usluge u mreži operatora kod kojih se komunikacija odvija u odgođenom vremenu, primjerice glasovna pošta, automatska sekretarica i slično.

Usluge koje za komunikaciju koriste poruke, SMS ili MMS, zbog mehanizma poruka komuniciraju u odgođenom vremenu. Naime, SMS i MMS nisu garantirane usluge, u smislu da se isporuka poruka ne jamči u stvarnom vremenu. Ovakve usluge s odgođenom komunikacijom mogu se nalaziti u mreži ili izvan nje.



Slika 8.4. Komunikacija s krajnjim korisnikom

8.2.5. Društvena ili gospodarska korist usluge

Utjecaj usluge na društvo očituje se kroz poboljšani ali i pojačani protok informacije između usluga i korisnika, brže i jednostavnije obavljanje transakcija, znatno poboljšanu ažurnost rasprava i diskusijskih grupa, vremenski i lokacijski ovisnih obavijesti generiranih na temelju predikcije ili trenutnih podataka, itd.

Smanjenje troškova je jedan od očitijih primjera dobitaka primjene telekom usluga. U osnovi, usluga može donijeti mjerljivu korist društvenoj zajednici kroz smanjenje troškova, na primjer u transportu i proizvodnji i to kroz raznovrsne organizacijske sheme koje se mogu dizajnirati temeljem dobivenih podataka. Na primjer, proizvodnja nekog artikla može se organizirati povremeno kada se registrira potreban interes, za slučajeve kada kontinuirana proizvodna zbog malih serija ima visoke troškove.

Osim toga usluga proširuje tržišne potencijale kroz prostornu ali i medijsku dostupnost gotovo najvećem broju korisnika. Na temelju podataka iz mreže, korisničkih podataka i povijesnih podataka usluga može kontinuirano prilagođavati profil za svakog pojedinačnog korisnika. To pretpostavlja pozadinsku obradu podataka negdje u mreži i/ili izvan mreže, ali omogućuje jednostavnije ostvarivanje usluge i pojednostavljuje transakcije ako su ove uključene u usluzi.

To sve iz osnove djeluje na promjenu protoka informacije s izravnim djelovanjem na prostornu organizaciju i zastupljenost donedavno primarnih uslužnih djelatnosti poput bankarstva. Donedavno primarnim uslužnim djelatnostima se smanjuje uloga, a dio izvođenja te usluge preuzimaju, na primjer lokalni davatelji sadržaja tako da samostalno brinu o naplati usluga primjenom tzv. programa ili kartica lojalnosti. U ovom slučaju se zbog drugačije organizacije načina naplate indirektno povećava sigurnost ako se radi o financijskim transakcijama.

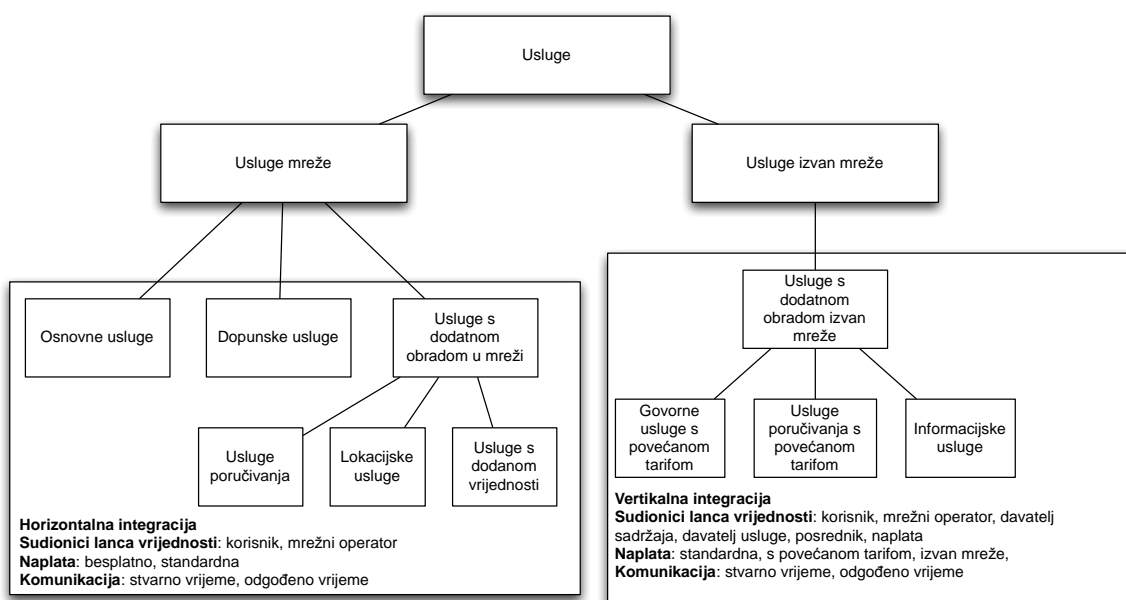
Kroz potpun i pojednostavljen pristup informacijama, primjedbama i komentarima, uz prilagođena pomagala za kolektivno usuglašavanje stavova, mišljenja ili dokumenata uvodi se mogućnost potpunijih i ažurnih postupaka za unaprjeđenje suradnje između tvrtki, institucija i pojedinaca. To evidentno omogućuje efikasniji angažman uz značajno smanjenje troškova

vremena i financija za fizičko okupljanje sudionika, dok je ažurnost vođenja takvih postupaka bez takvih usluga praktički neizvediva.

Uz sve to sustavi elektroničkih komunikacijskih mreža i usluga trebaju biti dizajnirani tako da potrebne osobne podatke korisnika svedu na minimum. Kada se radi o aktivnostima vezanim uz pružanje usluge komuniciranja elektroničkim putem koje idu izvan razine transporta i naplate istih treba se temeljiti na skupnim podacima o prometu koji se ne mogu povezati s pojedinačnim pretplatnicima ili korisnicima. Kada se takve aktivnosti ne mogu temeljiti na skupnim podacima, tada se trebaju promatrati kao usluge s dodanom vrijednosti za koje je potrebna suglasnost pretplatnika [2].

8.3. Model kategorizacije usluga na temelju definiranih parametara

Predloženi model kategorizacije telekomunikacijskih usluga prikazan je na slici 8.5. Model sadrži osam kategorija telekomunikacijskih usluga na temelju izloženih parametara.



Slika 8.5. Model kategorizacije usluga

Na slici 8.5. vidi se da su usluge prvo podijeljene u usluge mreže i usluge izvan mreže, na temelju kriterija smještaja logike usluge. Nadalje, usluge se dijele na temelju dodatne obrade, neovisno o tome gdje se obrada provodi. Obrada je uvedena kod podjele kako bi se osnovne mrežne usluge mogle razlikovati od ostalih usluga koje imaju veće zahtjeve nad obradom podataka. Usluge s dodatnom obradom u mreži se nadalje dijele na tri grupe usluga prema kriterijima opisanim u prethodnom tekstu. Odnos kriterija pri kategorizaciji usluga i odgovarajućeg razreda usluga prikazan je u tablici 8.1.

Tablica 8.1. Kriteriji kategorizacije i razredi usluga

	Smještaj logike	Lanac vrijednosti	Naplata	Komunikacija
Osnovne usluge	horizontalna	operator korisnik	klasična	stvarno vrijeme
Dopunske usluge	Horizontalna, više korisnika / čvorova	operator korisnik	klasična	stvarno vrijeme
Usluge poručivanja	horizontalna	operator korisnik	klasična	delayed time
Usluge s dodanom vrijednosti	Horizontalna, više korisnika / čvorova	operator korisnik	dodatna operator	stvarno/odgođeno vrijeme
Lokacijske usluge	Horizontalna, više čvorova	operator korisnik	dodatna operator	stvarno/odgođeno vrijeme
Govorne usluge s povećanom tarifom	horizontalna / vertikalna	operator davatelj usluge davatelj sadržaja posrednik korisnik	dodatna operator	stvarno vrijeme
Usluge poručivanja s povećanom tarifom	horizontalna / vertikalna	operator davatelj usluge davatelj sadržaja posrednik korisnik	dodatna operator	odgođeno vrijeme
Informacijske usluge	vertikalna	Operator davatelj usluge davatelj sadržaja posrednik korisnik	klasična/dodatna operator, dodatna	stvarno/odgođeno vrijeme

Osnovne usluge su tradicionalne mrežne usluge, primjerice glasovni poziv s kraja na kraj, te podatkovna komunikacija.

Dopunske usluge su mrežne usluge koje nadopunjuju osnovne usluge bez dodatne obrade poziva (komunikacije), odnosno bez intervencija mreže u sam mehanizam poziva. Primjer su skraćeni brojevi, telekonferencije i slično.

Usluge poručivanja su okarakterizirane komunikacijom s odgođenim vremenom. Primjeri su SMS i MMS.

Usluge s dodanom vrijednosti su mrežne usluge koje osnovnim uslugama dodaju nove funkcionalnosti, s dodatnom obradom poziva (komunikacije) odnosno s intervencijom u sam mehanizam poziva. Primjeri su tele-glasanje i *pre-paid* računi osnovnih usluga.

Lokacijske usluge rukuju lokacijom krajnjeg korisnika i najčešće su dio vertikalno integriranih usluga. Primjeri su lokacijski zavisno oglašavanje, SMS informacije o lokalnom vremenu i slično.

Govorne usluge s povećanom tarifom su identične osnovnim uslugama s tim da im je povećana tarifa, odnosno cijena govornog poziva. Ove su usluge ujedno i najviše prisutne na tržištu zbog jednostavnosti i potencijalno visokih prihoda. Primjeri su telefonski horoskop, kviz, igre na sreću i slično.

Usluge poručivanja s povećanom tarifom su slične govornim uslugama s povećanom tarifom, osim što se ovdje kao kanal komunikacije koriste poruke, SMS ili MMS. Primjeri su SMS nagradne igre, *chat* i slično.

Posljednji razred usluga su informacijske usluge. One su ujedno i najkompleksnije jer mogu obuhvaćati širok raspon tehnologija i velik broj sudionika lanca vrijednosti. Usmjerene su na Internet, a mrežni operator u pravilu služi samo kao sredstvo komunikacije, dok većinu prihoda od usluge dijele vanjski sudionici lanca vrijednosti.

8.3. Smjernice za buduća istraživanja

Nastavak istraživanja usmjerit će se na analizu društvene korisnosti usluga kao kriterij pri kategorizaciji. Naime, društvena ili gospodarska korist kod klasificiranja usluga može biti različito tumačena jer trenutno nije jasno utvrđeno što uslugu čini gospodarski ili društveno korisnom. Za neke usluge, koje omogućuju pravodobne reakcije hitnih službi (pozicioniranje u slučaju nezgode E-911, pozivi hitnim službama i slično), nema dvojbi, no prave kriterije za ostale usluge tek treba utvrditi.

Informacijske usluge su trenutno najraznolikije te ujedno i najzastupljenije telekomunikacijske usluge na tržištu. Iz tog razloga će dio budućih istraživanja biti usmjeren na ovu kategoriju usluga kako bi se utvrdile eventualne podkategorije te parametri kategorizacije kod informacijskih usluga.

Literatura

[1] Marin Vuković, Dragan Jevtić, Andro Marčev, Antun Carić: „Categorization of telecommunication services from regulatory point of view“, *20th International Conference on Software, Telecommunications and Computer Networks*, SoftCOM 2012, Split, Croatia, 2012.

[2] Directive 2002/58/EC of the European Parliament, 12 July 2002