

UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET ORGANIZACIONIH NAUKA

Vjekoslav V. Bobar

**MOGUĆNOSTI UNAPREĐENJA SISTEMA
POSLOVNOG ODLUČIVANJA U PROCESU
E-NABAVKE**

doktorska disertacija

Beograd, 2015

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF ORGANIZATIONAL SCIENCES

Vjekoslav V. Bobar

**POSSIBILITIES TO IMPROVEMENT OF
BUSINESS DECISION MAKING SYSTEM IN
E-PROCUREMENT**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2015

MENTOR:

Prof. dr Milija Suknović,

Redovni profesor, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

ČLANOVI KOMISIJE:

Prof. dr Bratislav Petrović,

Redovni profesor, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

Prof. dr Dragan Radojević,

Viši stručni saradnik, Institut Mihajlo Pupin, Beograd.

Datum odbrane: _____

MOGUĆNOSTI UNAPREĐENJA SISTEMA POSLOVNOG ODLUČIVANJA U PROCESU E-NABAVKE

Rezime: Cilj ove doktorske disertacije jeste da ukaže i objasni mogućnosti unapređenja donošenja odluke o izboru ekonomski najprihvatljivijeg ponuđača u procesu javne e-nabavke. Ovaj izbor se vrši na osnovu unapred određenih kriterijuma koje definiše naručilac u javnoj e-nabavci. Isti je jednostavan u situacijama kada u javnoj e-nabavci postoji manji broj ponuđača i kada su utvrđeni kvantitativni kriterijumi koji se mogu međusobno upoređivati. Međutim, realan život i praksa nameću situacije u kojima se nalazi veliki broj ponuđača, a izbor najprihvatljivijeg između njih vrši se na osnovu kvalitativnih i kvantitativnih kriterijuma.

Glavna hipoteza od koje se polazi i koja je dokazana u okviru doktorske disertacije je da se primenom metoda višekriterijumskog odlučivanja i teorije fazi skupova može unaprediti izbor ekonomski najprihvatljivijeg ponuđača u procesu javne e-nabavke kada se za izbor istovremeno koriste kvantitativni i kvalitativni kriterijumi. U ovakvoj vrsti izbora moguće je izvršiti određivanje vrednosti pridruženih izlaznih promenljivih koje odgovaraju težinama kriterijuma koje pripadaju fazi skupu putem defazifikacije, odnosno izbora jedne vrednosti izlazne promenjive uz kvantifikovanje iste.

Istovremeno, u disertaciji je predstavljen sistem za podršku odlučivanju zasnovan na konceptu višekriterijumskog odlučivanja i teorije fazi skupova. Ovaj sistem je sastavni deo web portala za javne e-nabavke koji omogućava uspostavljanje kolaborativnog radnog okruženja koje smisleno povezuje naručioce i ponuđače u jedinstveni, virtuelni radni prostor za e-nabavke.

Ključne reči: javna e-nabavka, poslovno odlučivanje, teorija fazi skupova, sistem za podršku odlučivanju, portal, modeli, metode.

Naučna oblast: Oblast tehničkih nauka

Uža naučna oblast: Modeliranje poslovnih sistema i poslovno odlučivanje

UDK broj: 519.816

THE POSSIBILITIES OF IMPROVEMENT FOR BUSINESS DECISION MAKING IN E-PROCUREMENT PROCESS

Abstract: The objective of this dissertation is to show and explain the possibilities of improving decision-making on the selection of economically most acceptable bidder in the public e-procurement. This selection is based on pre-defined criteria that define the purchaser in public e-procurement. The selection is simple in situations where are couple bidders and when established quantitative criteria that can be mutually compared. However, real life and the practice create situations with large number of bidders and selection the most acceptable between them is made on the basis of qualitative and quantitative criteria.

The main hypothesis in this dissertation which has been proven in the framework of the doctoral thesis is that the use of multi-criteria decision-making methods and the theory of fuzzy sets can improve the selection of economically most acceptable bidder in the public e-procurement when the selection use quantitative and qualitative criteria, at the same time. In this kind of selection it is possible to determine the values associated with the output variable corresponding to the weights of criteria which belong to a fuzzy set through defuzzification, i.e. selection of one value of output variable with the same quantification.

At the same time, the thesis is presented decision support system based on the concept of multi-criteria decision making and the theory of fuzzy sets. This system is an integral part of the web portal for the public e-procurement, which allows the establishment of a collaborative work environment that seamlessly connects purchasers and providers into a single, virtual workspace for e-procurement.

Keywords: public e-procurement, business decision, theory of fuzzy sets, decision-making support system, portal, models, methods.

Scientific area: Technical Sciences

Specific scientific area: Modelling Business Systems and Business Decision-Making

UDC number: 519.816

S A D R Ź A J

	Strana
1.0. UVODNA RAZMATRANJA	1
2.0. DEFINISANJE PREDMETA I CILJA ISTRAŽIVANJA	7
2.1. Prikaz predmeta istraživanja i hipotetičkih stavova o problemu koji se istražuje	7
2.2. Ciljevi istraživanja	9
2.3. Pregled ostvarenih rezultata u oblasti istraživanja	11
2.4. Polazne hipoteze istraživanja	15
2.5. Naučne metode istraživanja koje će se koristiti	16
2.6. Pregled očekivanih rezultata istraživanja	18
3.0. UVOD U POSLOVNO ODLUČIVANJE	20
3.1. Pojam i razvoj fenomena odlučivanja	21
3.2. Trougao odlučivanja: proces odlučivanja, donosilac odluke, odluka	25
3.3. Faze procesa odlučivanja	31
3.4. Vrste odlučivanja	37
3.5. Interdisciplinarnost odlučivanja	38
3.6. Formulisanje matematičkog modela višekriterijumskog odlučivanja	41
4.0. POJAM NABAVKE U JAVNOM SEKTORU	43
4.1. Pojam i osnovne karakteristike javne nabavke	43
4.2. Javne nabavke i IKT-e	45
4.3. Pojam javne e-nabavke	49
4.3.1. Oblici realizacije javne e-nabavke	50
4.3.2. Faze implementacije javne e-nabavke	57
4.3.3. Faze realizacije javne e-nabavke	60
4.3.4. Javne e-nabavke u Republici Srbiji	62

4.3.4.1. Framework za implementaciju javne e-nabavke u Republici Srbiji	63
4.3.4.2. Projektovanje arhitekture web portala za javne e-nabavke u Republici Srbiji	68
4.3.4.3. Izazovi i rizici u implementaciji javne e-nabavke u Republici Srbiji	80
4.3.5. Benefiti od implementacije web portala za javne e-nabavke	82
5.0. UNAPREĐENJE PROCESA DONOŠENJA ODLUKE O IZBORU PONUDE U JAVNOJ E-NABAVCI	85
5.1. Vrste i značaj kriterijuma za donošenje odluke u javnoj e-nabavci	86
5.1.1. Kriterijum najniža ponuđena cena	90
5.1.2. Kriterijum ekonomski najpovoljnije ponude	91
5.1.3. Modeli ocene ekonomski najpovoljnije ponude u javnoj e-nabavci	93
5.1.3.1. Apsolutni modeli ocene ponuda u javnoj e-nabavci	93
5.1.3.2. Relativni modeli ocene ponuda u javnoj e-nabavci	97
5.2. Pojam višekriterijumskog odlučivanja	103
5.2.1. Metode višekriterijumskog odlučivanja	108
5.2.2. Metodološke pretpostavke AHP metode višekriterijumskog odlučivanja	114
5.3. Proces donošenja odluke u javnoj e-nabavci u situacijama neodređenosti	125
5.3.1. Fazi brojevi i fazi operacije	126
5.3.2. Fazi proširena analiza AHP metode (FAHP)	128
5.4. Primena TOPSIS metode i njenog fazi oblika u javnoj e-nabavci	137
6.0. SISTEM ZA PODRŠKU ODLUČIVANJU U JAVNOJ E-NABAVCI	146
6.1. Sistemi za podršku poslovnom odlučivanju u procesu javne e-nabavke	148
6.1.1. Struktura SPO-a	150
6.1.2. Princip i osobine rada SPO-a	153
6.1.3. SPO za primenu FAHP u javnoj e-nabavci	154

6.1.4. SPO za primenu TOPSIS i FTOPSIS u javnoj e-nabavci	164
6.2. Analiza i poređenje rezultata dobijenih u javnoj e-nabavci	170
7.0. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA	172
8.0. LITERATURA	177
9.0. PRILOG A.	190
10.0. PRILOG B.	194
11.0. INDEKS SLIKA	198
12.0. INDEKS TABELA	201

Izrazi Zahvalnosti

Strpljenje. Podrška. Razumevanje. Pokretačka snaga.

Moja supruga Mirjana.

Mirjana, zahvaljujem ti se iz dubine svoje duše.

S največom ljubavi, ovaj rad posvećujem našoj voljenoj kćerki, bebi Katarini.

1.0. UVODNA RAZMATRANJA

Oblast javnih nabavki sa svim pratećim aktivnostima i tokovima finansijskih sredstava predstavlja jednu od ključnih delatnosti u razvoju svakog društva. Prema važećem Zakonu o javnim nabavkama u Republici Srbiji [videti 1], pod javnom nabavkom podrazumeva se pribavljanje dobara, usluga ili radova od strane državnih organa koji se pojavljuju u ulozi naručioca, na način i pod uslovima koje propisuje Zakon o javnim nabavkama [videti 1]. Ovde se podrazumeva nabavka svih vrsta dobara, usluga i radova i kreće se od rutinskih nabavki (kao što su na primer potrošni materijal, računarska oprema, nameštaj i sl.) pa do vrlo složenih nabavki (kao što su, na primer, izgradnja puteva, mostova, novih zgrada itd.).

Kao takav, postupak javne nabavke predstavlja proces koji uvek počinje donošenjem odluke o pokretanju postupka i rešenja o obrazovanju komisije koja će sprovesti postupak. Zatim postoji konačan broj koraka koje treba preći pre nego što naručilac i ponuđač kao aktivni učesnici u procesu javne nabavke mogu da potpišu ugovor koji predstavlja konačni rezultat procesa javne nabavke. Uobičajeno je da se u ulozi naručioca pojavljuju organi državne uprave, javna preduzeća i ustanove, dok ulogu ponuđača igraju privredni subjekti ili građani. Ciklus procesa javne nabavke kreće se od utvrđivanja potrebe za nabavkom, definisanja potrebnih finansijskih sredstava, preko izbora ponuđača (dobavljača), potpisivanja ugovora pa do realizacije ugovora. Zahvaljujući procesu javnih nabavki u državnom sektoru moguće je obezbediti izbor najboljeg partnera u nekom poslu poštujući osnovna načela ekonomičnosti, obezbeđenja konkurencije, transparentnosti i jednakog tretmana svih ponuđača. Dobro uređen jedinstven sistem javnih nabavki koristan je i za državu kao kupca (naručioca) i za preduzeća kao prodavce (ponuđače). Naime, stvaranjem uslova za slobodnu, nediskriminatorsku konkurentsku borbu među ponuđačima, država može da ostvari najpovoljniju kupovinu (takozvanu "vrednost za novac") što znači da se postiže najveća upotrebna vrednost za utrošena sredstva.

Zbog svog značaja i aktivnog uticaja na razvoj društva (dovoljno je napomenuti da javna nabavka predstavlja ključni sektor ekonomije Evropske unije (EU) koji zauzima oko 16% ukupnog nacionalnog proizvoda EU [videti 2]), javne nabavke su prepoznate i od strane Evropske komisije (EK) gde su označene kao osmi servis za privredu, a u listi 12+8 osnovnih javnih servisa EK [više u 3]. O značajnosti uticaja javnih nabavki na razvoj društva u Republici Srbiji, dovoljno govori činjenica da javne nabavke u Srbiji obuhvataju oko 10% bruto društvenog proizvoda ili, izraženo u dinarima 293.324.810.000,00 dinara [videti 4].

Proces javne nabavke je po svojoj prirodi veoma složen i dugotrajan i kao takav zahteva veliko ulaganje resursa i vremena u cilju uspešne realizacije istog. Da bi se izvršilo skraćivanje i unapređenje ovog procesa i da bi se pružila pomoć naručiocima u procesu odlučivanja o ekonomski najprihvatljivijem ponuđaču moguće je iskoristiti prednosti sistema za poslovno odlučivanje, osnovnih metoda elektronskog poslovanja i koncepta teorije fazi skupova. Na ovaj način se vrši unapređenje realizacije javne nabavke, pogotovo u delu koji se odnosi na izbor ekonomski najprihvatljivije ponude. Upravo ove oblasti iskorišćene su u predmetnoj doktorskoj disertaciji s ciljem unapređenja donošenja odluke u javnoj nabavci.

Treba napomenuti da je sa razvojem informaciono - komunikacionih tehnologija (u daljem tekstu IKT), a posebno Interneta, omogućena realizacija javnih nabavki online. Na ovaj način, pomenuti fenomeni doprineli su da se ostvari mogućnost sprovođenja javnih nabavki elektronskim putem čime se dolazi do koncepta javne e-nabavke. Javne e-nabavke predstavljaju *G2B (Government – to – Business)* oblik elektronske uprave i kada se govori o njima misli se na proces kupovine dobara, usluga ili radova elektronskim putem.

Konačni rezultat svakog procesa javne e-nabavke jeste odluka o izboru ekonomski najprihvatljivijeg ponuđača između većeg broja ponuđača, a na osnovu različitih, unapred definisanih i usvojenih kriterijuma. Samim tim, ovaj proces po svojoj prirodi spada u problem višekriterijumskog odlučivanja. Izbor ekonomski najprihvatljivije ponude u procesu javne e-nabavke može da se izvrši korišćenjem više različitih metoda

višekriterijumskog odlučivanja (AHP metode, metode fazi analitičkog mrežnog procesa, TOPSIS metode i slično) imajući u vidu da sam proces odlučivanja predstavlja izuzetno atraktivnu oblast, kako na teoretskom tako i na praktičnom nivou.

Teoretski posmatrano, može se reći da odlučivanje po svojoj prirodi ustvari predstavlja suštinu planiranja u kojem se podrazumeva izbor nekog smera delovanja između više alternativa ili opcija. Rezultat svakog procesa odlučivanja jeste UVEK neka odluka (u slučaju javne e-nabavke to je odluka o ekonomski najpovoljnijem ponuđaču). Pored cilja, elementi problema odlučivanja su i raspoložive alternative (opcije) i odgovarajući kriterijumi koji su u vezi sa predmetom odlučivanja. Alternative ili raspoložive opcije predstavljaju mogućnosti između kojih se bira moguće konačno rešenje (donosi odluka). Kriterijumi predstavljaju attribute koji se koriste za opisivanje raspoloživih alternativa i kao takvi oni pokazuju u kojoj meri pojedine alternative zaista ostvaruju zadati cilj odlučivanja. Kriterijumi koji se koriste u procesu javne e-nabavke, po svojoj prirodi, mogu biti kvantitativni koji su jasno i precizno određeni i kvalitativni kada poseduju izvesni stepen neodređenosti. Upravo ovako moguća neodređenost kriterijuma navodi na potrebu korišćenja teorije fazi skupova o čemu će više biti reči u nastavku doktorske disertacije. Na ovom mestu svakako treba napomenuti da oblast teorije fazi skupova može biti praktično iskorišćena u procesu izbora ekonomski najprihvatljivije ponude u procesu javne e-nabavke. Kroz ovu doktorsku disertaciju upravo se nastoji ukazati na mogućnost primene metodologije fazi logike u cilju rešavanja problema „optimalnog“ izbora ekonomski najprihvatljivije ponude u javnoj e-nabavci u situacijama kada sve kriterijume za izbor ponude nije moguće kvantitativno izraziti ili kada su isti kvalitativno obojeni i samim tim neuporedivi sa kvantitativnim kriterijumima.

Tokom prethodnih godina, način kako izabrati najpovoljnijeg ponuđača u procesu javne e-nabavke postao je strateška tačka razmatranja. Međutim, priroda ovih odluka je najčešće kompleksna i nestrukturirana. Generalno, mnogi kvantitativni i kvalitativni faktori kao što su kvalitet, cena, fleksibilnost, tehničke ili proizvodne performanse i mogućnosti isporuke kao i post-garancijsko održavanje moraju biti razmotreni da bi se izabrala ekonomski najprihvatljivija ponuda. Svaki od ovih kriterijuma prilikom

rangiranja i dodele težinskih koeficijenata može biti vrednovan korišćenjem i jezičkih vrednosti koje se mogu izraziti trapezoidnim ili trouglastim fazi brojevima.

Za rešavanje problema izbora ekonomski najprihvatljivije ponude može biti iskorišćen i model hijerarhijskog višekriterijumskog odlučivanja koji je baziran na fazi skupovima. Za teoriju fazi skupova može se reći da oponaša ljudsko rasuđivanje u načinu na koji koristi približne informacije i neodređenosti za donošenje odluka. Prednost ove teorije je svakako u matematičkom predstavljanju neodređenosti i "maglovitosti" radi obezbeđenja formalizovanog alata za rešavanje nepreciznosti suštine mnogih problema. Glavni doprinos teorije fazi skupova je njena sposobnost da predstavi "maglovite", "nejasne", "neodređene" podatke kao što je na primer kvalitet kao kriterijum izbora ekonomski najprihvatljivije ponude u procesu javne e-nabavke. Spajanjem IKT-a, poslovnog odlučivanja i teorije fazi skupova moguće je kreirati odgovarajući sistem za podršku odlučivanju koji će značajno olakšati realizaciju javne e-nabavke.

Aktuelnost predložene teme potvrđuju istraživanja i aktivnosti u oblasti reforme i unapređenja državne uprave u Srbiji i nepostojanje jedinstvenog sistema javne e-nabavke koji danas sve više utiče na sve aspekte odvijanja administrativnih procesa unutar državne uprave u Srbiji. Istovremeno, referenca iz [1] predviđa mogućnost da se javne nabavke u Srbiji realizuju elektronskim putem. Činjenica je da se većina zemalja Balkana, uključujući i Srbiju, trenutno nalazi u procesu aktivne pripreme za članstvo u EU. Glavni cilj zakona o javnim nabavkama u EU je da otvori tržište javnih nabavki za kompanije iz svih zemalja članica EU i da spreči diskriminaciju na osnovu nacionalnosti i geografske pripadnosti. U cilju povećanja transparentnosti i obezbeđenja veće konkurencije, EU veliki deo javnih nabavki realizuje upravo kao elektronski servis na internet portalu.

Predmetna doktorska disertacija bavi se analizom i mogućnostima unapređenja sistema poslovnog odlučivanja u procesu javne e-nabavke u uslovima primene kvalitativnih i kvantitativnih kriterijuma sa posebnim osvrtom na izbor ekonomski najprihvatljivije ponude u ovom procesu primenom IKT-a, teorije fazi skupova i sistema poslovnog višekriterijumskog odlučivanja.

Da bi se postigao ovako postavljeni cilj unapređenja, doktorska disertacija po svojoj strukturi biće realizovana kroz sledeća poglavlja:

U *prvom uvodnom poglavlju* dat je kratak pregled koncepta javne nabavke i javne e-nabavke gde je na najvišem konceptualnom nivou ukazano na spregu istih sa teorijom odlučivanja, mogućnostima primene IKT-a i teorije fazi skupova. Istovremeno, ovo poglavlje prikazuje strukturni prikaz doktorske disertacije po svim poglavljima.

Drugo poglavlje disertacije baviće se metodološkim postupkom realizacije predmeta i cilja istraživanja. U istom će biti dat pregled oblasti istraživanja, polazna literatura od koje se krenulo u istraživanju kao i polazne hipoteze, i to – opšta, posebna i pojedinačne. Na kraju ovog poglavlja, biće ukazano na metode koje će se koristiti, kao i spisak planiranih očekivanih rezultata istraživanja i naučni doprinos doktorske disertacije.

U *trećem poglavlju* će biti prikazan koncept poslovnog odlučivanja gde će biti opisan pojam i istorijski razvoj fenomena poslovnog odlučivanja sa posebnim akcentom na interdisciplinarnost ovog procesa kao i na trougao odlučivanja (proces odlučivanja, donosilac odluke, odluka). Ukazaće se na faze procesa odlučivanja i vrste odlučivanja i odluka u kontekstu predmeta ove doktorske disertacije. Takođe, biće formulisan opšti matematički model višekriterijumskog odlučivanja u koje po svojoj prirodi spada izbor ekonomski najprihvatljivijeg ponuđača u procesu javne e-nabavke.

Četvrto poglavlje će detaljno da razmatra pojam i specifičnosti javne e-nabavke gde će biti precizno opisane osnovne faze javne e-nabavke, faze implementacije javne e-nabavke i vrste kriterijuma koje se koriste u istoj. U vrlo kratkim crtama u ovom poglavlju biće urađen osvrt na zakonsko okruženje za implementaciju javne e-nabavke u Srbiji i to u onom obimu koji je dovoljan da bi se čitaocu približio predmet doktorske disertacije. Ovo poglavlje će dalje da ukaže na mogućnosti projektovanja arhitekture web portala za javne e-nabavke u Srbiji kao web servisa elektronske uprave i sistema za podršku odlučivanju sa opisom dijagrama klasa podataka i odgovarajućim nivoima dekompozicije.

U *petom poglavlju* koje predstavlja centralno poglavlje biće razmotrene mogućnosti unapređenja sistema poslovnog odlučivanja u procesu javne e-nabavke. Biće ukazano na metodologiju koja se trenutno koristi u Srbiji u procesu izbora ponuđača u postupku javne nabavke, a zatim će detaljno biti opisane mogućnosti primene metodologije višekriterijumskog odlučivanja (analitički hijerarhijski proces (AHP) i TOPSIS) i teorije fazi skupova (fazi AHP i fazi TOPSIS) za unapređenje postojećeg izbora ponuđača u javnoj e-nabavci. U ovom poglavlju biće detaljno opisan vrlo kompleksan ilustrativni primer javne e-nabavke iz prakse i mogućnosti unapređenja izbora ekonomski najprihvatljivijeg ponuđača u istoj.

Šesto poglavlje baviće se opisom razvoja i primene sistema za podršku odlučivanju kao integralnog dela web portala za javne e-nabavke u Srbiji koji je razvijen primenom JAVA tehnologije. Ovo poglavlje obuhvatiće prikaz i analizu rezultata primenom odgovarajućeg sistema za podršku odlučivanju razvijenog za potrebe predmetne doktorske disertacije.

Na kraju disertacije, biće prezentiran *zaključak* sa daljim pravcima istraživanja, kao i *literatura* sa bogatim bibliografskim podacima, koje su poslužile kao osnova za predmet istraživanja ove disertacije.

2.0. DEFINISANJE PREDMETA I CILJA ISTRAŽIVANJA

Predmetna doktorska disertacija bavi se analizom i mogućnostima unapređenja sistema poslovnog odlučivanja u procesu javne e-nabavke u uslovima primene kvalitativnih i kvantitativnih kriterijuma sa posebnim osvrtom na unapređenje izbora ekonomski najprihvatljivije ponude u javnoj e-nabavci primenom IKT-a, teorije fazi skupova i sistema poslovnog odlučivanja.

2.1. Prikaz predmeta istraživanja i hipotetičkih stavova o problemu koji se istražuje

Proces javnih nabavki predstavlja jednu od ključnih delatnosti u svakom društvu pa i u Republici Srbiji. Zahvaljujući procesu javnih nabavki u državnom sektoru Republike Srbije moguće je obezbediti izbor najboljeg partnera u nekom poslu poštujući osnovne principe ekonomičnosti, obezbeđenja konkurencije, transparentnosti i jednakog tretmana svih partnera. Konačni rezultat svakog procesa javne nabavke jeste odluka o izboru ekonomski najprihvatljivijeg ponuđača između većeg broja ponuđača, a na osnovu različitih, unapred definisanih i usvojenih kriterijuma koji su u vezi sa predmetom javne nabavke. Samim tim, ovaj proces je veoma složen i dugotrajan. Da bi se izvršilo skraćivanje i unapređenje ovog procesa i da bi se pružila pomoć naručiocima u procesu odlučivanja o najboljem ponuđaču moguće je iskoristiti prednosti sistema za poslovno odlučivanje, osnovnih metoda elektronskog poslovanja i teorije fazi skupova. Cilj primene ovih fenomena jeste da ukaže na mogućnosti unapređenja javne e-nabavke, pogotovo u delu koji se odnosi na izbor ekonomski najprihvatljivije ponude. Upravo ove oblasti iskorišćene su u predmetnoj doktorskoj disertaciji.

Proces izbora najprihvatljivije ponude u postupku javne e-nabavke može se posmatrati sa aspekta fenomena odlučivanja gde izbor najprihvatljivije ponude, zapravo, predstavlja cilj jednog problema odlučivanja. Kao što teorija kaže, odlučivanje je izbor jedne, iz skupa raspoloživih opcija koje predstavljaju alternative, pri čemu skup mora raspolagati sa najmanje dve opcije. Rezultat svakog odlučivanja uvek jeste odluka. Pored cilja, elementi problema odlučivanja su raspoložive alternative i relevantni

kriterijumi. Alternative su mogućnosti između kojih se bira prihvatljivo rešenje. U procesu javne e-nabavke, alternative su ponude, odnosno ponuđači, koji raspolažu izvesnim resursima, a koje žele da stave u funkciju zadovoljenja potreba naručioca. Kriterijumi su atributi za opisivanje ponuđenih alternativa i oni pokazuju u kojoj meri pojedine alternative ostvaruju zadati cilj. Za veliki broj nabavki mogu se definisati slični kriterijumi. Veoma zastupljeni kriterijumi, kada su u pitanju javne nabavke u državnoj administraciji su ponuđena cena, ponuđeni garantni rok, uslovi plaćanja, rok isporuke, standardi kvaliteta i dr. Ako za cilj odlučivanja imamo izbor ekonomski najprihvatljivije ponude za nabavku nekog sredstva, odnosno dobra ili usluge, određeni broj kriterijuma, napred navedenih kao najčešćih, može biti univerzalan, tj. primenjiv u svim nabavkama. Međutim, iako su univerzalni, ovi kriterijumi u različitim nabavkama najčešće imaju različitu važnost, odnosno značaj koji se menja u zavisnosti od vrste nabavke. Takođe, za određivanje značaja kriterijuma veoma je bitno pitanje prirode, odnosno karaktera naručioca. Kao primer mogu se uzeti dve nabavke u okviru jedne državne institucije: nabavka računarske opreme i nabavka olovaka. Kriterijum kvaliteta, na primer, u slučaju javne nabavke računarske opreme, sigurno će biti dominantniji u odnosu na nabavku olovaka, gde se očekuje najveća relativna težina kriterijuma cene.

U procesu izbora ekonomski najprihvatljivije ponude u javnoj e-nabavci može se iskoristiti teorija fazi skupova, pogotovo u situacijama kada su kriterijumi za izbor kvalitativne prirode i kada je namera da se smanji ili po mogućnosti u potpunosti eliminiše subjektivnost u određivanju težina kriterijuma. Kroz ovu doktorsku disertaciju upravo se nastoji prezentovati i mogućnost iskorišćenja pristupa fazi odlučivanja u cilju rešavanja problema „optimalnog“ izbora najprihvatljivije ponude u okviru javne e-nabavke u situacijama kada kriterijume za izbor ponude nije moguće kvantitativno izraziti. Teorija fazi skupova oponaša ljudsko rasuđivanje u načinu na koji koristi približne informacije i neodređenosti za donošenje odluka. Prednost ove teorije sastoji se u matematičkom predstavljanju neodređenosti i "maglovitosti" radi obezbeđenja formalizovanog alata za rešavanje nepreciznosti suštine mnogih problema. Kao takva, ova teorija uvodi klase i grupisanje podataka sa ograničenjima koja nisu oštro definisana, a njen glavni doprinos jeste njena sposobnost da predstavi "maglovite",

"nejasne", "neodređene" podatke kao što je na primer kvalitet kao kriterijum u procesu izbora ekonomski najprihvatljivije ponude u javnoj e-nabavci.

Da je predložena tema aktuelna, svakako potvrđuju istraživanja i aktivnosti u oblasti reforme i unapređenja državne uprave u Srbiji i nepostojanje jedinstvenog sistema javnih e-nabavki koje danas sve više utiču na sve aspekte odvijanja administrativnih procesa unutar državne uprave. Istovremeno, referencom [1] po prvi put se predviđa mogućnost da se javne nabavke u Srbiji realizuju elektronskim putem. U tom kontekstu, članom 48. iz reference [1] određuje se telo za centralizovane javne nabavke koje ima obavezu da uspostavi informacioni sistem za javnu nabavku (više o ovome biće reči u četvrtom poglavlju ove doktorske disertacije). Takođe, namera EU je da otvori tržište javnih nabavki za kompanije iz svih zemalja članica EU i da spreči diskriminaciju na osnovu nacionalnosti. U cilju povećanja transparentnosti i obezbeđenja veće konkurencije, EU veliki deo javnih nabavki upravo realizuje kao elektronski servis na internet portalu.

2.2. Ciljevi istraživanja

Osnovni cilj istraživanja jeste utvrđivanje mogućnosti unapređenja sistema poslovnog odlučivanja u procesu javne e-nabavke kao posebnog modula elektronske uprave. Cilj rada će se postići istraživanjem postupaka i metoda, primenom naučnih i stručnih saznanja iz oblasti odlučivanja, teorije fazi skupova, izgradnje arhitekture informacionih sistema, uvođenja elektronske uprave i javne e-nabavke u Srbiji.

Cilj istraživanja je usmeren ka pronalaženju načina da se unapredi i olakša proces javnih nabavki u državnoj administraciji uz korišćenje naprednih IKT-a, poslovnog odlučivanja i uz primenu teorije fazi skupova. Jednostavno, cilj je da se ukaže na mogućnosti unapređenja sistema javnih e-nabavki koji će, kao deo modernog sistema elektronske uprave, obezbediti povećanje njihove efikasnosti, efektivnosti i transparentnosti. Akcenat u doktorskoj disertaciji biće stavljen na deo javne e-nabavke koji je označen kao faza *e-evaluacija ponuda*, a koji predstavlja sistem poslovnog odlučivanja gde su opisane mogućnosti korišćenja osnovnih metoda i principa

elektronskog poslovanja, odlučivanja i teorije fazi skupova u cilju izbora ekonomski najprihvatljivijeg ponuđača. Ovaj zadatak je složen i multidisciplinaran, jer obuhvata oblasti modeliranja, elektronskog poslovanja, zakonske regulative, upravljanja kvalitetom, internet tehnologija i domen teorije fazi skupova. Proces javnih e-nabavki nije proces koji se odvija u izolaciji, već u neprekidnoj interakciji naručioca dobara, radova ili usluga, sa jedne strane, i ponuđača traženih dobara, radova i usluga, sa druge strane. Stoga je neophodno ukazati na osnovne korake koji su sastavni deo jednog takvog procesa javne e-nabavke, a koji bi mogli da se implementiraju kao moduli informacionog sistema za javne e-nabavke pri čemu se akcenat stavlja na proces izbora ekonomski najprihvatljivijeg ponuđača u modulu *e-evaluacija ponuda* u javnoj e-nabavci.

Zadaci istraživanja s obzirom na postavljene ciljeve su:

- Analiza postojećeg stanja i dosadašnjih rezultata istraživanja vezano za razvoj elektronske uprave kao bitne stavke u procesu reforme državne uprave i javne e-nabavke kao značajnog servisa elektronske uprave;
- Utvrđivanje moguće metodologije za implementaciju sistema poslovnog odlučivanja u procesu javne e-nabavke;
- Unapređenje sistema javne e-nabavke u domenu izbora ekonomski najprihvatljivijeg ponuđača primenom principa i dostignuća višekriterijumskog odlučivanja i teorije fazi skupova;
- Razvoj modela za izbor ekonomski najprihvatljivije ponude primenom metoda i modela fazi skupova i višekriterijumskog odlučivanja;
- Utvrđivanje mogućnosti kvantifikovanja kvalitativnih kriterijuma u procesu javne e-nabavke korišćenjem lingvističkih promenljivih koje predstavljaju ulaz u fazi sistem,
- Smanjenje stepena subjektivnosti u određivanju težina kriterijuma što za posledicu ima smanjenje korupcije u postupcima javnih nabavki itd.

U radu će biti opisane različite metode višekriterijumskog odlučivanja i teorije fazi skupova kroz mogućnosti primene istih u procesu izbora ekonomski najprihvatljivije ponude u javnoj e-nabavci. Pri tome, akcenat se stavlja na njihove prednosti i

nedostatke kroz direktno upoređivanje dobijenih rezultata. Istovremeno, u radu će biti predložena metodologija, model i arhitektura elektronskog sistema javne e-nabavke sa svim fazama od kojih se sastoji kompleksan proces javne e-nabavke.

2.3. Pregled ostvarenih rezultata u oblasti istraživanja

Istraživanja koja su do sada realizovana u oblasti elektronskog poslovanja, elektronske uprave i javne e-nabavke s ciljem unapređenja istih još uvek nisu eksplicitno utvrdila mogućnosti kako unaprediti sistem poslovnog odlučivanja u procesu javne e-nabavke i samim tim smanjiti stepen korupcije u istoj. Tokom pripreme na prikupljanju pisanog naučnog i stručnog materijala iz ove oblasti, izdvojeno je nekoliko grupa značajnih referenci. Prva grupa referenci usmerena je ka istraživanjima iz oblasti zakonske regulative za reformu državne uprave i sistema javnih nabavki. Druga grupa referenci usmerena je na mogućnosti primene principa i metoda elektronskog poslovanja, teorije fazi skupova i poslovnog odlučivanja u cilju unapređenja javne e-nabavke. Međutim, vrlo mali skup referenci ukazuje na eksplicitne mogućnosti kako efikasno unaprediti sistem poslovnog odlučivanja u procesu javne e-nabavke u državnim organima.

Zakonska regulativa u oblasti elektronske uprave i javnih nabavki prikazana je kroz akcioni plan EU *"i2010 eGovernment Action Plan: Accelerating eGovernment in Europe for the Benefit of All, Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, COM(2006) 173 final"* [videti 5]. U delu 4 pomenutog dokumenta opisani su elektronski servisi koji imaju visok nivo uticaja na građane i poslovne subjekte. Među tim servisima, kao značajan servis navedene su javne e-nabavke. Između ostalog navedeno je da se javnom e-nabavkom može ostvariti ušteda u nabavkama oko 5% i smanjiti transakcioni troškove preko 10% što vodi kao uštedama u iznosu od deset biliona eura godišnje. Takođe, planom je predviđeno da se najmanje 50% ukupnih javnih nabavki u EU realizuje elektronski. U Republici Srbiji ova oblast regulisana je kroz *"Zakon o javnim nabavkama"* u kojem se po prvi put u Srbiji uvode pojmovi elektronske ponude i elektronske licitacije kojoj je posvećen deo 3. zakona [videti 1].

Razvoj informacionog društva definisan je "*Strategijom razvoja informacionog društva do 2020 godine*" [više u 6], dok je razvoj elektronske uprave regulisan "*Strategijom razvoja elektronske uprave u Republici Srbiji u periodu od 2009 do 2013 godine*" [videti 7]. Napominjem da se u toku pisanja predmetne doktorske disertacije započelo sa izradom nove strategije. Istovremeno i "*Strategija reforme državne uprave u Republici Srbiji*" predviđa razvoj elektronske uprave koji je zasnovan na principu modernizacije. Pod ovim principom podrazumeva se pre svega "tehničko-tehnološko osavremenjivanje rada državne uprave, primenom dostignuća savremenih IKT-a u cilju transformacije savremenog društva iz faze industrijskog društva u fazu informatičkog društva" [detaljnije u 8]. Takođe "*Zakonom o elektronskom potpisu*" utvrđena je mogućnost primene istog u praktičnom poslovanju što je preduslov za elektronsko podnošenje ponuda u procesu javne e-nabavke koje bi bile digitalno potpisane [više u 9]. Istovremeno "*Zakonom o elektronskim komunikacijama*" utvrđuju se mogućnosti realizacije elektronske komunikacije čime se stvaraju uslovi za elektronsko ponošenje ponuda u procesu javne e-nabavke [videti 10]. Okvir za razvoj informacionog društva definisan je "*Akcionim planom za sprovođenje ESEE agende+ za razvoj informacionog društva u jugoistočnoj evropi 2007-2012*" [detaljnije u 11].

Od kada ljudi odlučuju svakako im je bila potrebna određena podrška u tom procesu. Podrška odlučivanju je potrebna i iz razloga što je vreme za odlučivanje uvek ograničeno, tj. postoji vremenski period u kojem je potrebno doneti odluku o čemu je više reči dato u "*Poslovna inteligencija i sistemi za podršku odlučivanju*" [videti 12]. U odlučivanju u procesu javne e-nabavke kao važan resurs svakako se pojavljuje vreme jer je zakonom određen vremenski rok u kojem je potrebno doneti odluku o izboru ekonomski najprihvatljivije ponude. Proces izbora ekonomski najprihvatljivije ponude može se posmatrati sa aspekta fenomena odlučivanja gde izbor ekonomski najprihvatljivije ponude, zapravo, predstavlja cilj jednog problema odlučivanja. Prema teoriji, odlučivanje je suština planiranja i ono predstavlja izbor nekog smera delovanja između više alternativa [više u 13]. Koncept višekriterijumskog odlučivanja gde spada i odlučivanje u procesu javne e-nabavke detaljno je obrađen kroz reference [14] i [15].

Poslednjih godina pojavljuje se jedan novi način odlučivanja, koji se zasniva na paternima, gradivnim elementima koje pružaju donosiocu odluke slobodu kreiranja metode koja se bolje prilagođava konkretnom problemu od bilo koje metode pojedinačno. Ovde se posebno ukazuje na reference [16], [17] i [18].

Kao jedan od scenarija u procesu javne e-nabavke pojavljuje se i pregovaranje sa ponuđačima što može da se posmatra kao elektronska licitacija u kojoj je cilj postizanje cene s kojom će biti zadovoljne obe strane, i naručilac i ponuđači. Prikaz mogućih scenarija rada tokom procesa pregovaranja dveju pregovaračkih strana, predstavlja osnovu svih mogućnosti tokom svake tenderske procedure. U ovakvoj proceduri, modeli pregovaranja, mogu praktično da postanu osnova za projektovanje i razvoj baze modela sistema za podršku poslovnom pregovaranju što može biti značajan deo procesa javne e-nabavke [više u 19].

Jedna od najčešće korišćenih metoda u procesu odlučivanja svakako jeste metoda analitičkih hijerarhijskih procesa (AHP) koju je razvio je Thomas Saaty početkom sedamdesetih godina prošlog veka što je detaljno opisano kroz [20]. Međutim, činjenica da se prilikom odlučivanja često pojavljuju dve vrste podataka (rasplinutih i nerasplinutih) navodi na zaključak da je potrebno izvršiti modifikaciju AHP metode. Postoji više razloga koji određuju koji će od kriterijuma po kojima se vrši rangiranje biti izražen lingvističkim izrazima. Neki od kriterijuma se jednostavno ne mogu kvantifikovati dok se drugi, usled nemogućnosti obezbeđivanja preciznih numeričkih podataka, izražavaju aproksimativno pomoću fazi brojeva [videti 21]. Koncept fazi brojeva i njihova primena u različitim oblastima obrađen je od strane više domaćih autora od čega se posebno izdvajaju reference [21], [22], [23], [24] i [25].

Većina problema višekriterijumskog odlučivanja strukturirana je hijerarhijski i u najvećem broju slučajeva oni uključuju interakciju između više različitih faktora u realnom životu. Međutim, postoje i realni problemi višekriterijumskog odlučivanja koji sadrže kombinaciju rasplinutih (fazi) i nerasplinutih ("čistih", crisp) podataka [detaljnije u 26]. Fazi matematičko modeliranje može na zadovoljavajući način tretirati parametre koji su neizvesni, neodređeni i subjektivno procenjeni. Kada je hijerarhijska

struktura problema modelovana korišćenjem AHP metoda pomenutog u prethodnom delu, ako posmatramo unutrašnju međuzavisnost između faktora, u tom slučaju analitički mrežni proces (*ANP - analytic network process*) može da se koristi u ovakvim situacijama jer tehnike ovog procesa dozvoljavaju kompleksne relacije između kriterijuma [više u 27]. Pristup teorije fazi skupova je neizbežan alat za rešavanje problema ovakve vrste gde se kombinacijom fazi dostignuća i ANP-a dobija alat fazi ANP koji obezbeđuje uspešno rešavanje problema odlučivanja u situaciji kada raspoložive informacije nisu dovoljno jasno i precizno date. ANP tehnika je metoda višekriterijumskog odlučivanja koju je takođe razvio Saaty [detljanije o istoj u 28]. U praksi se često za evaluaciju poređenja fazi parova koristi i *Chang-ov analitički metod sintetički proširene analize* [videti 29]. Takođe, praksa pokazuje da je moguće formiranje takozvanog trapezoidnog ili trougaonog fazi broja koji po strukturi i analogiji odgovara Saaty-ijevoj skali devet tačaka [više u 30].

Razvoj javne e-nabavke i mogućnosti primene i unapređenja iste u praksi opisani su delom kroz referencu [31] gde je izvršena evaluacija prognoza vezanih za smanjenje troškova primenom javne e-nabavke da bi se na bazi istih definisao dinamični proces javne e-nabavke. Pri tome, izvršena je evaluacija implementacije procesa javne e-nabavke u osamnaest-mesečnoj studiji tokom koje je ispitivan uticaj procesa javne e-nabavke u devet državnih institucija u Velikoj Britaniji. Metodologija implementacije procesa javne e-nabavke u javnom sektoru opisana je jednim delom i u referenci [32] gde je izvršena procena implementacije koncepta javne e-nabavke u državnim organima Kraljevine Švedske u periodu od 2001. do 2008. godine.

Proces javne e-nabavke predstavlja evolutivni proces koji se uobičajeno sastoji iz nekoliko faza koje predstavljaju i životni ciklus javne e-nabavke. Te faze se primenom IKT-a mogu prevesti u module jedinstvenog informacionog sistema za javnu e-nabavku. Takvi moduli se, na primer, mogu označiti kao *e-tender*, *e-dodela ugovora*, *e-ugovor*, *e-naručivanje* i *e-fakturisanje* [detaljnije u 33]. Prema navedenim modulima, realizaciju javnih e-nabavki u praksi vrši, na primer, Makedonija preko portala na adresi <https://e-nabavki.gov.mk/> [videti 34].

U cilju razvoja i unapređenja elektronskih servisa u Republici Srbiji izvršeno je istraživanje i kreiran je portal elektronske uprave na adresi <http://www.euprava.gov.rs/> [videti 35] kao i portal za objavu javnih nabavki na adresi <http://portal.ujn.gov.rs/> [videti 36], dok Republika Hrvatska realizuje procedure elektronske aukcije preko portala <http://e-drazba.nn.hr/login.aspx?ReturnUrl=%2fdefault.aspx> [više u 37]. Evropska komisija je u cilju promovisanja koncepta javne e-nabavke i primene iste u praksi realizovala "*Golden Book of e-Procurement Good Practice*" [detaljnije u 38].

Navedene reference predstavljaju samo jedan mali deo širokog spektra naučnog materijala koji je bio predmet razmatranja tokom višegodišnje izrade predmetne doktorske disertacije. U nastavku će biti dat širi krug reprezentativnih bibliografskih podataka koji su bili osnova istraživanja mogućnosti unapređenja poslovnog odlučivanja u javnoj e-nabavci.

2.4. Polazne hipoteze istraživanja

Polazeći od predmeta rada, postavljenih ciljeva istraživanja i zadataka, može se postaviti glavna hipoteza:

Mogućnosti unapređenja sistema poslovnog odlučivanja u procesu javne e-nabavke bazirane na konceptima teorije fazi skupova doprinosi efikasnijem i preciznijem izboru ekonomski najprihvatljivije ponude u situaciji kada kriterijumi za izbor ne mogu biti kvantitativno jasno i precizno izraženi.

Na osnovu definisanog predmeta istraživanja može se izdvojiti nekoliko posebnih hipoteza:

H0.1. Izbor ekonomski najprihvatljivije ponude u procesu javne e-nabavke može se izvršiti primenom teorije fazi skupova i sistema poslovnog odlučivanja;

H0.2. Model javne e-nabavke zasnovan na teoriji fazi skupova i sistemu poslovnog odlučivanja pruža pomoć naručiocima kao donosiocima odluka i doprinosi lakšem izboru najboljeg ponuđača;

H0.3. Korišćenjem dostignuća i rezultata iz oblasti IKT-a, poslovnog odlučivanja i teorije fazi skupova moguće je utvrditi mogućnosti unapređenja procesa javne e-nabavke i definisati metodologiju na bazi koje bi se utvrđene mogućnosti unapređenja mogle implementirati u praksi;

H0.4. Primenom fazi metodologije u javnoj e-nabavci moguće je smanjiti subjektivnost u određivanju težina kriterijuma koji se koriste u javnoj e-nabavci.

Daljim preciziranjem navedenih posebnih hipoteza, formulišu se pojedinačne koje se odnose na elementarne činioce predmeta istraživanja:

H0.1.1. Realne situacije i donošenje odluka u procesu javnih e-nabavki su takve da se često raspolaže sa neodređenim i "maglovitim", "nepreciznim" podacima;

H0.2.1. Primena rezultata teorije fazi skupova može u znatnoj meri da omogući izbor ekonomski najprihvatljivije ponude u situacijama kada kriterijumi za izbor mogu biti izraženi jezičkim promenjivim;

H0.3.1. Integracijom IKT-a sa konceptima sistema poslovnog odlučivanja i teorijom fazi skupova poboljšava se kvalitet izbora ekonomski najprihvatljivije ponude u procesu javne e-nabavke;

H0.3.2. Unapređenje procesa donošenja odluke u javnoj e-nabavci može da dovede do poboljšanja efikasnosti, efektivnosti i transparentnosti rada državne administracije, a time i do efikasnije i jeftinije državne uprave.

H0.4.1. Smanjenje subjektivnosti u određivanju težina kriterijuma koji se koriste u javnoj e-nabavci realizuje se na način da se težine kriterijuma izračunavaju u matematičkom procesu, a ne određuju kao rezultat mišljenja članova komisije za javnu e-nabavku.

2.5. Naučne metode istraživanja koje će se koristiti

Tokom izrade rada, u cilju uspešne realizacije ideja istraživanja, od opštih naučnih metoda koristiće se modeliranje, zaključivanje, analitičko-sintetička i statistička metoda. Modeliranje će se koristiti prilikom izrade modela i arhitekture sistema javne e-nabavke i modela višekriterijumskog odlučivanja u istoj. Analitičko-sintetička metoda koristiće

se za analizu podataka iz stručne literature kao i podataka prikupljenih u procesu realizacije i razvoja modela javne e-nabavke. Takođe, biće izvršena analiza postojećih sistema za odlučivanje i analiza rezultata u oblasti teorije fazi skupova. Analizom će biti izvršeno rastavljanje predmeta istraživanja na njegove sastavne delove da bi se identifikovali procesi u okviru posebne faze javne e-nabavke koja se odnosi na donošenje odluke i opisale mogućnosti primene teorije fazi skupova kao alata za izbor ekonomski najprihvatljivije ponude u procesu javne e-nabavke. Sintezom će biti izvršeno shvatanje složenog procesa donošenja odluke u procesu javne e-nabavke preko njegovih pojedinačnih faza i posebnih modula. Njihovim spajanjem se vrši utvrđivanje mogućnosti donošenja odluke u situacijama kada kriterijumi za izbor ne mogu biti jasno i precizno izraženi. Pomoću standardnih statističkih metoda biće izvršeno merenje relevantnih parametara, analiza i izvođenje zaključaka na osnovu dobijenih rezultata. Od posebnih metoda, koristiće se metoda modeliranja poslovnih procesa kao i studija slučajeva implementacije javnih e-nabavki u zemljama EU radi utvrđivanja mogućnosti unapređenja javne e-nabavke u Srbiji.

Rezultati istraživanja biće prezentovani tekstualno, opisivanjem i prikazani kroz više dijagrama, tabela i slika sa prikazom uporednih rezultata. Istraživanje će biti interdisciplinarnog karaktera, jer uključuje više naučnih disciplina i to metodologiju, informatiku, statistiku, teoriju odlučivanja, matematiku i menadžment. Proces unapređenja sistema poslovnog odlučivanja u procesu javne e-nabavke razmatraće se sa stanovišta metodologije, a analiza posmatranih i izmerenih pojava sa stanovišta statistike. Zatim, utvrđivanje mogućnosti razvoja sistema za podršku odlučivanju razmatraće se sa stanovišta informatike i teorije odlučivanja, analiza mogućnosti primene teorije fazi skupova sa stanovišta matematike, dok će upravljanje procesom javne e-nabavke biti obuhvaćeno menadžmentom.

Specifične naučne metode koje mogu biti i predmet istraživanja ili razvijene u vezi sa realizacijom predviđenih istraživanja:

- Metode modelovanja procesa javne e-nabavke,
- Metode modeliranja i projektovanja sistema za poslovno odlučivanje u procesu javne e-nabavke i

- Metode kvantifikovanja kvalitativnih kriterijuma za izbor ekonomski najprihvatljivije ponude u procesu javne e-nabavke,
- Metode smanjenja subjektivnosti u određivanju težina kriterijuma koji se koriste u javnoj e-nabavci.

2.6. Pregled očekivanih rezultata istraživanja

Najznačajniji doprinos ovog rada biće unapređenje sistema poslovnog odlučivanja u procesu javne e-nabavke u situacijama kada kriterijumi za donošenje odluke o ekonomski najprihvatljivijoj ponudi nisu precizno i jasno određeni, odnosno kada isti ne mogu biti kvantitativno izraženi. Nije redak slučaj da u realnim situacijama donosioci odluka koriste skup jezičkih promenljivih da bi dali parove poređenja između kriterijuma i alternativa, kao na primer u slučaju kvaliteta kao kriterijuma gde se koriste jezičke promenjive "zadovoljava", "potpuno zadovoljava", "nezadovoljava", "dobar", "loš" i slično. Nepreciznosti mogu da se pojave iz različitih razloga: nemogućnost kvantifikovanja informacije, nekompletna informacija, nemogućnost dobijanja informacije ili praktično neznanje.

Konačni rezultat istraživanja u ovom radu ogleda se upravo u određivanju vrednosti pridruženih izlaznih promenljivih koje odgovaraju težinama kriterijuma koje pripadaju fazi skupu putem defazifikacije, odnosno izbora jedne vrednosti izlazne promenjive uz kvantifikovanje iste. Kao posledica ove aktivnosti, moguće je uticati i na smanjenje nivoa subjektivnosti u određivanju težine kriterijuma. Rad na ovoj doktorskoj disertaciji rezultiraće i nizom stručnih doprinosa od kojih su najvažniji: analiza mogućnosti faznog modeliranja procesa javne e-nabavke u Srbiji, analiza i identifikacija najvažnijih problema koji otežavaju proces donošenja odluke u procesu javne e-nabavke kao i utvrđivanje načina na koji može da se izvrši donošenje odluke na osnovu nekvantitativno izraženih kriterijuma izbora.

Unapređenje mogućnosti za rešavanje problema izbora ekonomski najprihvatljivije ponude u procesu javne e-nabavke sa stanovišta društvene korisnosti ima i vrlo precizno definisan pragmatičan cilj čiji doprinos se ogleda u tri društvene oblasti:

- državna i javna administracija (odlučivanje u procesu javne e-nabavke treba da skрати vreme i smanji napor administrativnih i komercijalnih službi u procesu izbora najboljeg partnera i da obezbedi povećanje transparentnosti nabavke kroz, na primer, elektronske licitacije);
- privredni subjekti (obezbedili bi se ravnopravni uslovi za sve ponuđače u pogledu dobijanja poslova državnog/vladinog sektora i olakšalo bi se poslovnim subjektima da jednostavnije konkurišu u procesu javne e-nabavke tako što bi podnošenje potrebne dokumentacije i potpisivanje ugovora, kao i transfer finansijskih sredstava moglo da se vrši elektronskim putem, a praćenje donošenja odluke realizovalo bi se u realnom vremenu) i
- građani (kreiranjem jasnih procedura javne e-nabavke i transparentno donošenje odluka koje su dostupne većem auditorijumu ponuđača dovodi do toga da javnost bude upoznata sa načinom na koji država troši budžetska sredstva prilikom izbora partnera za nabavku dobara, usluga ili radova).

Istovremeno, naučni doprinos rada ogleda se i u:

- definisanju metodološkog okvira i formalnom opisu modela javne e-nabavke,
- identifikaciji, sistematizaciji i kritičkoj analizi postojećih metoda donošenja odluke u procesu javne e-nabavke,
- proširenju nivoa naučnih saznanja u pogledu podrške odlučivanju u procesu javne e-nabavke, i
- razvoju modela donošenja odluke baziranog na konceptu teorije fazi skupova u kombinaciji sa IKT-om,
- smanjenje subjektivnosti u dodeli težina kriterijumima koji su u vezi sa predmetom javne e-nabavke.

Praktična primena rezultata doktorske disertacije sastoji se u implementaciji arhitekture elektronskog sistema za javnu e-nabavku primenom IKT-a, poslovnog odlučivanja i teorije fazi skupova.

3.0. UVOD U POSLOVNO ODLUČIVANJE

U ovom poglavlju akcenat će biti stavljen na oblast poslovnog odlučivanja iz razloga što donošenje odluke u procesu javne e-nabavke po svojoj prirodi predstavlja poslovno odlučivanje jer se realizuje u okviru određenog organa državne uprave koji je *poslovna* organizacija, odnosno jedan poslovni sistem koji poseduje odgovarajuće ulaze i izlaze kao transformaciju ulaza u željeni izlaz.

Za razliku od odluka u privatnom životu koje se donose uglavnom na osnovu intuicije i obuhvataju samo manji broj osoba (najčešće jednu), odluke u poslovnom životu ne mogu biti oslonjene samo na intuiciju. Zavisno od nivoa na kojem se ovakve odluke donose, one obuhvataju manji ili veći broj ljudi koji rade na svim nivoima poslovne organizacije. Jednom rečju, tako donete odluke utiču na rad celokupnog poslovnog sistema s obzirom da donete odluke ostvaruju uticaj na veći ili manji broj članova poslovne organizacije (u ovom slučaju organa državne uprave), a ponekad i na sve zaposlene. Stoga se poslovno odlučivanje razlikuje od odlučivanja pojedinca, odnosno odlučivanja u sferi privatnosti koje tangira samo dotičnu osobu i eventualno njegovu užu ili širu porodicu. To je u osnovi razlog zbog kojeg je potrebno poslovnom odlučivanju posvetiti više pažnje na ovom mestu.

Jednom rečju, suština poslovnog odlučivanja svodi se na potrebu da se na adekvatan način utvrdi kratkoročni i dugoročni plan poslovanja, unaprede postupci rada, razvijaju i iskoriste svi raspoloživi resursi, upravlja rizikom i definiše i pripremi strategija poslovne organizacije (u ovom slučaju organa državne uprave) da bi ista bila maksimalno uspešna. Stoga, poslovno odlučivanje predstavlja kompleksan proces koji se kontinuirano odvija u okviru poslovanja poslovnog sistema (u ovom slučaju organa državne uprave), počevši od unapređenja postupaka rada do definisanja i kreiranja strategije s ciljem da ista bude bolja u odnosu na prethodnu kao i da obezbedi bolji rezultat. Priroda poslovnog odlučivanja je takva da isto usložnjava postupke koji se odnose na prikupljanje i upotrebu informacija i njihovo povezivanje sa znanjem. Stoga je vrlo važno uočiti i definisati pravi skup informacija kako bi se donela odgovarajuća poslovna odluka koja utiče na rad celokupne poslovne organizacije. Da bi se približio

koncept poslovnog odlučivanja, u ovom poglavlju najpre će se dati osnovni pojmovi odlučivanja, biće ukazano na razvoj ovog fenomena, zatim na njegove faze i vrste odluka koje su rezultat procesa odlučivanja. Takođe ukazaće se na interdisciplinarnost ovog fenomena sa aspekta primene istog u procesu javne e-nabavke.

3.1. Pojam i razvoj fenomena odlučivanja

Za odlučivanje (kao proces) i odluku (kao krajnji konačni rezultat tog procesa) može se reći da su stari koliko i ljudska civilizacija. Tako, ako se rukovodimo tvrdnjama koje su navedene u Svetom pismu, Adam je ODLUČIO da zagriže jabuku u rajskoj bašti i posledica takve ODLUKE poznata je celom ljudskom rodu. Generalno rečeno, razvoj celokupne ljudske populacije nastao je kao posledica neke ranije aktivnosti odlučivanja, kao posledica neke odluke. Stoga se slobodno može reći da je odlučivanje počelo sa danom nastanka prvog čoveka na zemlji.

Po svojoj prirodi, odlučivanje je proces koji može da traje kraće ili duže vreme i koji se uvek završava donošenjem odgovarajuće odluke, bilo pozitivne ili negativne u odnosu na donosioca odluke. Težnja je da se uvek donese odluka sa pozitivnim uticajem na samog donosioca, odnosno odluka od koje će donosilac odluke da ima odgovarajuću korist. Kada se kaže kraće vreme odlučivanja, u tom slučaju misli se pre svega na donošenje odluke u vremenu od nekoliko sekundi, kao na primer, šta obući ili šta popiti, ustati ili ne ustati. Kada se kaže duže vreme odlučivanja, u tom slučaju misli se na višednevni, a nekad i višemesečni proces (donošenje odluke o izboru odgovarajuće poslovne strategije, na primer). Kako pre, tako i danas, čovek se skoro svakog časa u toku dana nalazi pred situacijom da mora da donese neke odluke. Stoga se za odlučivanje može slobodno reći da je to širok pojam koji se kreće u velikom spektru počev od donošenja odluke šta obući danas pa do odluke s kim se oženiti sutra [videti 39].

U savremenim uslovima rada i života, s obzirom da se živi intenzivnije i brže, odlučivanje je neuporedivo češće i intenzivnije i sa sve izraženijim posledicama. Kao takva, sposobnost donošenja odluka postaje veština, kao i svaka druga, koja se

usavršava s vremenom i iskustvom. Svaki čovek skoro svakodnevno donese na desetine pa i stotine odluka, a da se i ne govori o velikom broju odluka koje donese tokom svog života i koje, kao takve, usmeravanju celokupan život pojedinca i društvene zajednice. Jednom rečju, odluka koju pojedinac donese definiše pravac kretanja njegovog životnog puta.

Međutim, iako je odlučivanje odavno prisutno u životu svakog čoveka i poslovne zajednice, izučavanju ovog fenomena pažnja je posvećena relativno kasno, tek početkom tridesetih godina [videti u 40]. Do 1960 godine naučnici koji su se bavili odlučivanjem interesovali su se pre svega za učenje i razvijanje novih metoda i tehnika u cilju dobijanja optimalnih rešenja operativnih problema [više u 41]. Pre toga, vršene su određene analize odlučivanja pri rešavanju različitih tehničkih problema. Pomoć su, pri tome, pružala znanja iz matematike i ekonomije uz ključnu pretpostavku da donosilac odluke reaguje na potpuno predvidiv način. Zbog toga je bilo zastupljeno stanovište da je dovoljno imati na raspolaganju samo određeni skup pravila, koja, ako se slede, sigurno vode ka dobroj odluci. Naravno, takve pretpostavke, uz činjenicu da u situacijama odlučivanja po pravilu ne raspolažemo pravim podacima i informacijama, ne predstavlja nikakvu garanciju izbora najbolje odluke, odnosno odluke sa najpovoljnijim uticajem na pojedinca, donosioca odluke. Zbog tih činjenica je dugo vladalo mišljenje da je odlučivanje pre socijalna, a ne tehnička aktivnost. Akademska zajednica je pokazivala interes prema izučavanju fenomena odlučivanja pre 1930. godine što je dovelo do toga da su utvrđene razlike između potreba donosiolaca odluka i teorije odlučivanja koja je do tada bila razvijena. Smanjenje tako uočenih razlika i usklađivanje ta dva interesa počelo je posle prvog svetskog rata pre svega iz sledećih razloga [videti 41]:

- došlo je do pojave naučne organizacije rada;
- donosioci odluka su počeli da u većoj meri izučavaju sociologiju (naročito bihevioristički aspekt odlučivanja);
- ekonomisti su počeli u većoj meri da uključuju i svoje ideje u odlučivanje;
- pojavila se teorija igara, kao i otkrivanje mera korisnosti koje predstavljaju ekonomske nivoe ljudskih želja za različite potrebe;

- pojavile su se različite metode odlučivanja, pre svega metode operacionih istraživanja (znanja iz oblasti matematike, statistike, ekonomije, prirodnih nauka i sl.)

U periodu između 60-tih i 70-tih godina prošlog veka, mnogi univerziteti uveli su u formalne programe obrazovanja i izučavanje teorije odlučivanja što je rezultovalo nizom pozitivnih rezultata. Najpre je obezbeđena specijalna pokretačka snaga u korišćenju ogromnih analitičkih kapaciteta računarske tehnologije kroz razvoj tzv. informacionih sistema upravljanja. Nakon toga, obezbeđen je i poseban uticaj obrazovanih specijalista u poslovima upravljanja [više u 41]. Ipak, i pored pozitivnih rezultata, postojali su i neki negativni aspekti koji su se ispoljavali u činjenici da se većina naučnika u oblasti odlučivanja još uvek bavila samo teorijskim istraživanjima dok su mogućnosti praktične primene dobijenih rezultata u rešavanju realnih problema bile izrazito male. Posle 70-tih godina prošlog dolazi do intenzivnijeg razvoja nauke o odlučivanju u kojem se ističu specifičnosti koje se pre svega odnose na izrazitiji pragmatični pristup u izučavanju fenomena odlučivanja sa akcentom na analizu i proučavanje uticaja okruženja u okviru kojeg se vrši odlučivanje. Istovremeno, akcenat se prebacuje sa dobijanja optimalnih na dobijanje zadovoljavajućih rešenja realnih problema. Dolazi do sve veće integracije kvantitativne analize sa analizama ponašanja i okruženja u rešavanju problema i sve više se koristi računarska tehnologija kako bi se na efikasan način rešili loše struktuirani upravljački problemi [detaljnije u 42]. Upravo imajući u vidu navedene specifičnosti, može se primetiti da se sve veća pažnja usmerava ka proučavanju uticaja okruženja na proces odlučivanja. Zbog toga se kaže da je donosilac odluke onaj ko želi da dostigne "aproksimativnu" racionalnost u cilju maksimiziranja zadovoljenja organizacionih ciljeva unutar datog skupa ograničenja [videti 42]. Tokom 80-ih godina prošlog veka došlo je do intenzivnog razvoja IKT-a što je omogućilo upotrebu informacionih sistema u procesu odlučivanja. Na taj način, dolazi se do razvoja sistema za podršku odlučivanju kojem su posvećeni brojni radovi novijeg datuma, o čemu se može više videti u referencama iz [12], [43], [44], [45], [46] i [47]. Istovremeno, u poslednjih desetak godina prošlog veka, kao posledica primene matematičkih i kvantitativnih metoda u procesu odlučivanja, dolazi i do naglog razvoja specifične oblasti odlučivanja koje je bazirano na većem broju kriterijuma, tzv. višekriterijumsko odlučivanje. Problemi koji

su predmet pažnje ove oblasti odlučivanja poseduju veći broj kriterijuma (atributa) koje mora kreirati donosilac odluke pri čemu je uobičajena situacija da često postoji konflikt među kreiranim kriterijumima jer po pravilu svaki kriterijum ima različite jedinice mere, a cilj je izbor najbolje akcije (alternative) iz skupa prethodno definisanih konačnih akcija (alternativa) [više u 48].

Za potrebe predmetne doktorske disertacije pažnja je usmerena upravo na višekriterijumsko odlučivanje, odnosno na višekriterijumsku analizu jer u procesu javne e-nabavke odluka se donosi na osnovu više kriterijuma. Pored toga što je u doktorskoj disertaciji ukazano na opšte metode višekriterijumske analize (AHP, TOPSIS), akcenat je istovremeno stavljen i na novu oblast primene teorije fazi skupova u oblasti višekriterijumskog odlučivanja i fazi oblike metoda AHP i TOPSIS.

Naime, teorija fazi (rasutih, rasplinutih) skupova, predstavlja adekvatnu matematičku metodologiju koja omogućava modeliranje različitih procesa u kojima je izražena neizvesnost, subjektivnost, neodređenost, itd. Prvi rad koji je posvećen pojmu fazi skupova objavio je davne 1965. godine "tvorac" teorije fazi skupova, američki profesor Zadeh o čemu više može da se vidi u [49]. Od tog perioda do danas, realizovano je mnoštvo istraživanja, objavljeno je više stotina radova i održan veliki broj naučnih skupova i konferencija koji su posvećeni upravo razvoju i primeni teorije fazi skupova. Osnovni razlog je svakako što ova teorija omogućava da se na adekvatan način tretiraju pojave koje su po svojoj prirodi izrazito neodređene, odnosno za koje ne može da se kreira odgovarajući model korišćenjem teorije verovatnoće ili intervalne matematike, odnosno pojava koje su neodređene.

Prema [41] neodređenost kao pojam može se posmatrati kroz sledeće kategorije:

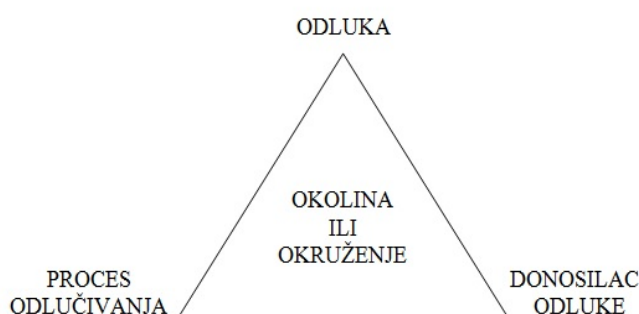
- *kada dati uslovi koji karakterišu pojam ne određuju jedinstveno očekivani rezultat*, ovakve pojave se obično modeliraju teorijom verovatnoće;
- *kada nije moguće, (a nije ni potrebno) precizno znati posmatrane vrednosti*, ovakve neodređenosti se obično tretiraju intervalnom matematikom;

- *kada neodređenost potiče od nepreciznosti u komunikaciji među ljudima (npr. visoki ljudi, niska temperatura, slaba prodaja), ovakve se neodređenosti modeluju teorijom fazi skupova.*

U predmetnoj doktorskoj disertaciji, razmatra se aspekt unapređenja poslovnog odlučivanja u procesu javne e-nabavke u situacijama kada se kriterijumi na kojima se zasniva donošenje odluke ne mogu precizno kvantitativno izraziti ili opisati. U pitanju su kriterijumi koji su najčešće kvalitativnog karaktera i koji imaju određeni stepen neodređenosti. Više o ovome biće svakako reči u poglavlju 5.

3.2. Trougao odlučivanja: proces odučivanja, donosilac odluke, odluka

Posmatrajući pomenuti istorijski razvoj fenomena odlučivanja i diskusije koje su usmerene ka istom, može se zaključiti da se pažnja uvek usmerava prema trouglu odlučivanja (videti sliku 3.1):



Slika 3.1. Trougao odlučivanja

Cilj svakog *procesa odlučivanja* jeste *odluka* koja se nalazi na vrsu trougla, a koju u tom procesu donosi *donosilac odluke*, uzimajući u obzir kriterijume i alternative iz *okruženja* u kojem se proces odlučivanja odvija. Donošenjem odluke želi se postići neki *cilj* koji predstavlja željeno stanje poslovnog sistema ili željeni izlaz iz istog. Odlučivanje se vrši uzimajući u obzir veći broj različitih *ograničenja*, koja nastaju kao posledica prirode sistema i okruženja u kojem se odlučuje. Željeni cilj se najčešće predstavlja korišćenjem *funkcije cilja*, dok se ograničenja predstavljaju *skupom jednačina*, u kojima figurišu iste promenljive kao u funkciji cilja.

Autor iz [50] naglašava da većina definicija pojma "odluka" ukazuje da "donosilac odluke ima na raspolaganju nekoliko različitih alternativa i da njegov izbor podrazumeva upoređivanje tih alternativa i evaluaciju njihovih posledica". Referenca iz [51] pod odlukom podrazumeva "izbor, u jednom tekućem procesu evaluacije alternativa koji se sprovodi radi postizanja određenog cilja, u kome očekivanja od specifične akcije primoravaju donosioca odluke da izabere akciju koja najverovatnije rezultuje postizanju već pomenutog cilja".

Jednom rečju, "odluka je rezultat izbora jedne, iz skupa mogućih alternativa, odnosno akcija, koje donosiocu odluke (pojedinačnom ili grupnom) stoje na raspolaganju" [videti 51].

Odlučivanje može da se posmatra kao višefazni proces koji se sastoji iz niza koraka koje treba realizovati kako bi se došlo do izbora najbolje akcije (alternative). Može se reći da je to ustvari proces u kojem se stvaraju odluke, a koji se sastoji od odgovora na sledeća tri pitanja [više u 52]:

- Šta je problem koji treba da se reši kroz proces odlučivanja?
- Koje su to akcije ili rešenja koja stoje na raspolaganju za rešavanje problema?
- Koje rešenje problema je najbolje?

Odlučivanje bi moglo da se definiše i kao integrisani proces koji čine identifikacija problema koji treba rešiti i samo rešavanje problema. *Identifikacija problema* predstavlja skup aktivnosti kojima se prati kakvi su uslovi u poslovnoj organizaciji i okolini kako bi rešenje problema bilo zadovoljavajuća i kako bi se utvrdili uzroci eventualnih smetnji ako ne može da se dobije zadovoljavajuće rešenje. *Rešavanje problema* predstavlja skup aktivnosti koje su usmerene na razmatranje svih mogućnosti i načina delovanja u cilju odabira jedne zadovoljavajuće mogućnosti koja se i realizuje [detaljnije u 53]. Takođe, za odlučivanje bi se moglo reći i da je to proces identifikacije skupa mogućih rešenja i izbor najpovoljnijeg od njih [videti 54]. Slične definicije odlučivanja mogu da se pronađu i u radovima autora sa područja Balkana. Tako, na primer, Perko-Šeparović o odlučivanju govori u užem i širem smislu. U užem smislu,

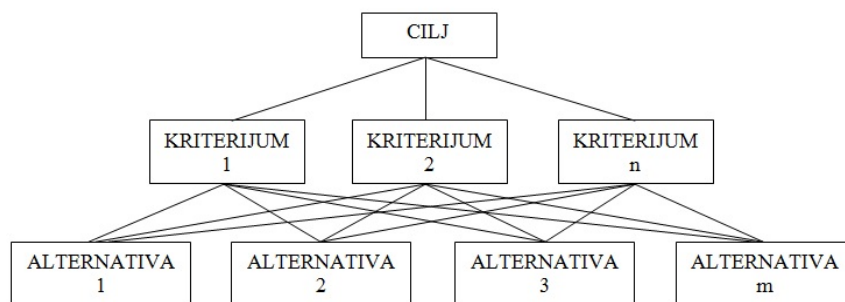
ovaj autor podrazumeva "izbor između dve ili više alternativa", dok pod odlučivanjem u širem smislu, ovaj autor ukazuje na celokupni proces rešavanja problema [više u 55].

Za potrebe ove doktorske disertacije, prihvaćena je definicija odlučivanja kao procesa u okviru kojeg se vrši izbor između mogućih alternativa aktivnosti [videti 41]. Taj izbor je moguće napraviti korišćenjem:

- *Tehnike odlučivanja* – predstavlja skup metoda koje se koriste za stručna rešavanja problema.
- *Pravila odlučivanja* – predstavlja prethodno definisane vodiče ili testove koji se koriste za prosuđivanje.
- *Veštine odlučivanja* – predstavlja sposobnost da se efektivno koristi nečije znanje u procesu pronalaženja rešenja problema odlučivanja.

Dakle, za odlučivanje je važno da se radi o procesu koji traje duže ili kraće vreme, u kojem se vrši izbor između najmanje dve ili više mogućnosti, a da bi se rešio problem zbog kojeg se i realizuje odlučivanje [videti 56]. Znači, kao rezultat svakog odlučivanja, pa i poslovnog, pojavljuje se *izbor (odluka)*. Taj izbor vrši *donosilac odluke*, tj. osoba koja je deo poslovnog okruženja i koja u potpunosti snosi odgovornost za donetu odluku. U slučaju javne e-nabavke, donosilac odluke je rukovodilac državnog organa ili komisija koju je rukovodilac državnog organa odgovarajućim aktom ovlastio da vrši izbor jednog od više ispravnih ponuđača. Pored pojedinca, donosilac odluke može biti i grupa ljudi kada se govori o grupnom odlučivanju kao što je, na primer, komisija za javnu e-nabavku koja je sastavljena od neparnog broja članova (najčešće pet). Imajući u vidu da donosilac odluke po svojoj prirodi može biti ekonomski, politički, socijalni, religiozni, estetičar ili analitičar [detaljnije u 57] na ovom mestu može se reći da je u procesu javne e-nabavke taj donosilac odluke kombinacija ekonomskog i političkog.

Generalno se smatra da je donošenje odluka vrlo komplikovan i složen proces na čijem početku postoji određeni skup ideja u vezi sa predmetom odlučivanja koji se postepeno može strukturirati u odgovarajuću hijerarhiju. Elementi takve hijerarhije su odvojeni, ali međusobno zavisni. Najlakši način jeste da se problem strukturira kao hijerarhija koja se sastoji od tri nivoa: cilj, kriterijumi i alternative, kako je to prikazano na slici 3.2:



Slika 3.2: Hijerarhija odlučivanja

Dobro strukturiranje hijerarhije značajno olakšava donošenje odluke, ali najčešći problem je upravo u uspostavljanju takve strukture. Jedan od najvažnijih segmenata procesa odlučivanja je kreativni deo, odnosno određivanje faktora koji treba da budu sastavni deo hijerarhije [videti 58].

Hijerarhijsko strukturiranje problema odlučivanja predstavlja odličnu mogućnost za razmatranje različitosti u problemu odlučivanja. Faktori koji ostvaruju uticaj na konačnu odluku organizuju se prema veličini značaja za odluku, od vrha prema dnu hijerarhije. Osnovni cilj formiranja hijerarhije sastoji se u tome da se obezbedi ocenjivanje značaja elemenata na datom nivou u odnosu na sve ili neke elemente koji se nalaze na višim nivoima. Kada se dobra hijerarhija uspostavi, tada je postavljanje prioriteta elemenata vrlo jednostavno. Donosilac odluke dobija dve prednosti od strukturiranja hijerarhije. *Prva*, daje mu celokupni uvid u situaciju i relacije između svih elemenata hijerarhije. *Druga*, olakšava mu ispitivanje homogenosti elemenata na istom nivou strukture hijerarhije.

Unutar hijerarhije uticaj elemenata odlučivanja distribuira se sa vrha prema dnu na način da se elementi postavljaju na nivoe strukture prema uticaju na elemente na nižim nivoima. Pri tome se poštuje pravilo da se elementi sa specifičnijim karakterom postavljaju na niži nivo hijerarhijske strukture. Što je element neodređeniji ili rizičniji, odnosno kad je njegov uticaj slabiji, on se postavlja na više nivoe hijerarhije. U distribuciji uticaja odozgo na dole, globalni cilj na vrhu ima uticaj 1. Ova vrednost raspodeljuje se na elemente na prvom nižem nivou, a proces se nastavlja do poslednjeg

nivoa na kojem se nalaze alternative. Zbir uticaja svih alternativa jednak je 1 i time se smatra da je distribucija uticaja izvršena kompletno.

Hijerarhijska struktura problema odlučivanja može da se koristi bilo da se odluke donose pojedinačno, bilo u grupi. Za oba slučaja mogu da se primene različiti principi jer se, na primer, na nivou grupa može govoriti o konfliktima, ili manjim i većim udruživanjima vezano za podelu interesa. Postoje i tzv. problemi predviđanja koji poseduju značajan novi neodređenosti, a broj faktora koji ostvaruju uticaj je izrazito veliki. Takve uticajne faktore je vrlo teško sistematizovati i tretirati istovremeno (dajući im prioritete) pa se proces donošenja odluka u tom slučaju komplikuje, a konačna odluka može biti nepouzdana, pa čak i ne-optimalna.

Već ove osnovne napomene ukazuju na kompleksnost problema izbora (odluke) i važnost raspolaganja relevantnim informacijama, organizacije mišljenja i korišćenja logike, intuicije i iskustva. U novije vreme se opravdano smatra da se ništa od navedenog ne može postići bez upotrebe odgovarajućih matematičkih metoda i računarskih alata o kojima će više reči biti u poglavlju 5 i 6.

U procesu odlučivanja donosilac odluke ima za cilj da donese odluku pri čemu je u obavezi da poštuje određena ograničenja, najčešće iz okruženja u kojem se odlučuje. Na ovom mestu važno je istaći da je značenje pojma "odluka" izuzetno široko i da bi isti mogao biti shvaćen i prihvaćen na pravi način, neophodno je isti razmotriti sa različitih aspekata.

Kod *formalne ili normativne logike odlučivanja*, na primer, odluka je definisana kao apstraktan, bezvremeni akt izbora, koji je najbolje opisan preko petostrukog O: (A, I, D, K, V) gde je A prostor akcija, I prostor iskaza, D prostor događaja, K prostor koristi (benefita) i V prostor verovatnoće. Često je ovaj formalni model za racionalno donošenje odluka ilustrovan preko primera koji ukazuju na vezu između modela i realnosti donošenja odluka. U takvim primerima akcenat se svakako stavlja na racionalnost u delovima odluka pri čemu se zanemaruje činjenica da je logika odlučivanja čisto formalna ili matematička.

U poređenju sa formalnom teorijom, *kognitivna teorija odlučivanja* ističe da je proces donošenja odluke veoma sličan procesu rešavanja problema. Taj proces je vremenski zahtevan i zavisi od konteksta u okviru kojeg se vrši obrada informacija. Ljudski resurs se posmatra kao kompjuterski sistem gde svi podaci i stečeno znanje moraju biti blagovremeno skladišteni u sistemu.

Takođe, *konekcionista paradigma* u prvi plan ističe koncept neuronskih mreža koje omogućavaju modelovanje ljudske obrade informacija, ali više na fizičkom, a manje na funkcionalnom nivou. U ovom slučaju, obrada informacija počinje od ulaza u mrežu, preko skrivenih tela do izlaznih slojeva veštačkih neurona. Jedna od razlika između kognitivnih i neuronskih modela odlučivanja je da neuronski uključuju eksplicitno učenje (veštačka mreža prvo treba da nauči da bi dala željeni izlaz) dok kognitivni modeli ne pridaju neki naročit značaj procesu učenja koliko u prvi plan ističu proces spoznaje.

Bez obzira koja teorija da se uzme kao polazna tačka, pod odlukom se na ovom mestu podrazumeva intelektualni rezultat u jednom tekućem procesu evaluacije alternativa koji se sprovodi radi postizanja određenog cilja u kome očekivanja od specifične akcije primoravaju donosioca odluke da izabere akciju koja najverovatnije rezultuje postizanju već pomenutog cilja [videti 59]. Da bi takva odluka, kao rezultat procesa odlučivanja mogla delotvorno da reši problem, ona mora pre svega da bude blagovremena, nedvosmislena, precizna, realna i jasna [videti 56].

U literaturi i brojnim istraživanjima postoje različite klasifikacije odluka pa se često govori o programiranim i neprogramiranim odlukama [više u 54], zatim o rutinskim, kreativnim i pregovaračkim [videti 60] preko preduzimačkih, adaptivnih i odluka planiranja [detaljnije u 61] pa do proračunskih odluka [prema 59].

Programirane odluke su one odluke koje su rutinske, stalno se ponavljaju i može se definisati procedura koju treba koristiti za njihovo donošenje. *Neprogramirane odluke* su nove, nestrukturirane i značajne. Ne postoje metode koje se unapred znaju za njihovo donošenje niti je precizna priroda i struktura problema koja je po pravilu složena usled

čega je potrebno posedovati što korektniji postupak za donošenje ovakve vrste odluka [više u 41]. *Rutinske odluke* predstavljaju vrstu odluka gde se poslovna organizacija, odnosno grupa, slaže oko željenog cilja, a tehnologija postoji da bi se taj cilj postigao. Kreativne odluke predstavljaju vrstu odluka gde se poslovna organizacija, odnosno grupa ne slaže oko korišćenja odgovarajuće metode za rad na problemu što često vodi u nepostojanje strategije za dolazak do rešenja. Pregovaračke odluke predstavljaju vrstu odluka gde se suprotstavljene strane međusobno konfrontiraju zbog razlika u normama ili interesima, usled čega se biraju kompromisna ili neka druga rešenja [detaljnije u 41]. Kod *preduzimačkih odluka*, okolina odlučivanja poseduje vrlo visok stepen izvesnosti pa su odluke motivisane vrlo aktivnim razmatranjima i orijentisane su u pravcu dugoročnog rasta. *Adaptivne odluke* takođe poseduju okolinu odlučivanja sa visokim stepenom izvesnosti gde su izbori motivisani kratkoričnim rastom. *Odluke planiranja* podrazumevaju okolinu odlučivanja sa puno rizika, usled čega se izbor vrši na osnovu više razmatranja a orijentisane su na dugoročne periode [videti 41]. *Proračunske odluke* po svojoj prirodi poseduju razumni stepen izvesnosti u uzročno-posledičnim vezama i stroge preferencije prema budućim rezultatima [detaljnije u 59].

Imajući u vidu navedenu klasifikaciju, za potrebe predmetne doktorske disertacije pažnja je usmerena ka programiranim odlukama koje su rutinske, stalno se ponavljaju i može se definisati procedura koju treba koristiti za njihovo donošenje. Jer odluka koja se donosi kao rezultat procesa javne e-nabavke jeste odluka koja se stalno ponavlja zavisno od procesa i vrste javne nabavke, postoji rutina po kojoj se takve odluke donose i važećim Zakonom o javnim nabavkama utvrđena je procedura kako se takve odluke donose.

3.3. Faze procesa odlučivanja

Odlučivanje po svojoj prirodi predstavlja proces koji se sastoji iz većeg broja koraka ili faza. Na primer, prema [42] proces odlučivanja se sastoji iz četiri osnovne faze. U *prvoj fazi* neophodna je što korektnija i preciznija formulacija problema jer dobro definisan problem je ujedno i upola rešen.

Proces formulacije problema odlučivanja obuhvata sledeće komponente [videti 41]:

- Period orijentacije koji podrazumeva stvaranje opšte slike o problemu od strane donosioca odluke
- Definisanje osnovnih komponenti problema odlučivanja koje čine donosilac odluke, kriterijumi odlučivanja, okruženje i alternative. *Donosilac odluke* je osoba koja mora da poseduje izražen autoritet za pokretanje, modifikaciju i određivanje politike upravljanja poslovnom organizacijom. *Kriterijumi odlučivanja* predstavljaju elemente koje treba da zadovolji izabrana alternativa. Najčešće donosilac odluke u razmatranje uzima dve vrste kriterijuma gde u prvu vrstu spadaju oni kriterijumi koji su već dostignuti i koje treba zadržati na istom dostignutom nivou dok u drugu vrstu spadaju kriterijumi koje treba dostići sa većim nivoom od onog koji je već ostvaren. *Okruženje za odlučivanje* čini okolina u kojoj se odlučuje, a koju mogu da čine ekonomska situacija u zemlji, način upravljanja poslovnom organizacijom u kojoj se odlučuje, kadrovski resurski, politička situacija i sl. *Alternative* su akcije koje donosilac odluke ima na raspolaganju i između kojih bira onu koja na najbolji mogući način zadovoljava postavljene kriterijume.

U drugoj fazi, vrši se kreiranje odgovarajućeg modela za problem koji je formulisan u prvoj fazi gde razvoj modela omogućava analizu i razumevanje problema koji se rešava, sa svim njegovim logičkim vezama, složenošću, specifičnim obeležjima i mogućim neizvesnostima. Nakon kreiranja modela, u *trećoj fazi* se traži najbolje moguće rešenje za postavljeni problem odlučivanja gde se biraju one alternative koje obezbeđuju ispunjenje cilja odlučivanja uz optimizaciju postavljenih kriterijuma.

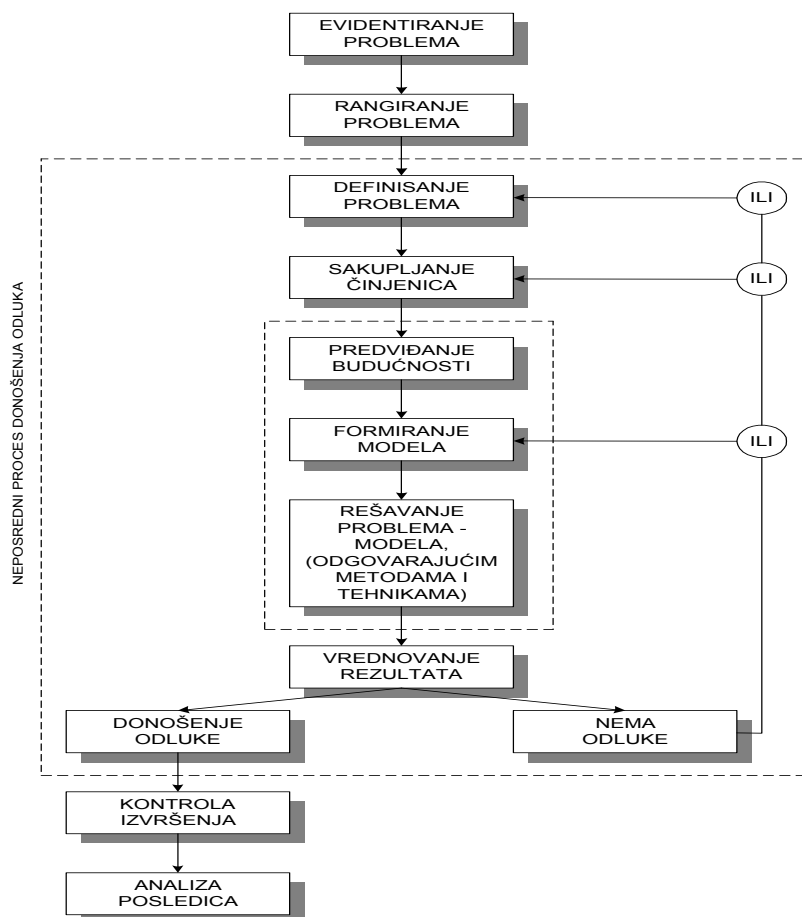
Poslednja, četvrta faza procesa odlučivanja podrazumeva prevođenje najboljeg mogućeg rešenja koje je dobijeno u prethodnoj fazi u skup upravljačkih odluka koje operativni kadrovi u poslovnoj organizaciji mogu praktično primeniti.

Ukoliko se proces odlučivanja i rešavanja problema posmatra sa aspekta toka analitičke obrade informacija, onda se prema [62] može identifikovati šest karakterističnih faza ovog procesa:

- definisanje problema i analiza početnog stanja;
- utvrđivanje ciljeva;
- pronalaženje i procena različitih alternativa;
- izbor odgovarajućih sredstava;
- pravilno sprovođenje;
- evaluacija postignutih rezultata.

Prilikom *definisanja i analize problema* cilj je da se identifikuje problem koji treba da se reši, da se on opiše i definiše na odgovarajući način. Za to se svakako moraju prikupiti relevantne informacije gde je preduslov da se zaista prepoznaju stvarni uzroci problema koji treba obraditi jer samo u tom slučaju moguće je definisati ciljeve rešavanja problema. Po pravilu ne radi se o pojedinačnom, već o skupu ciljeva koji su međusobno povezani [videti 62]. Prilikom *pronalaženja i procene alternativa* važan zadatak je da se realizuje kreativna izrada mera kojima se ciljevi mogu efikasno postići pri čemu treba napomenuti da prevremeno insistiranje na određenom postupku lako može dovesti do toga da se zaobiđu povoljne opcije. Stoga, moguće alternative moraju biti pažljivo identifikovane i na adekvatan način procenjene pri čemu se u procesu procene moraju uzeti u razmatranje moguća ograničenja u pogledu rizika, ekonomičnosti ili vremenskog odvijanja [više u 62]. Nakon toga sledi *izbor sredstava* koja su neophodna da bi se izvršilo sprovođenje izabranih mera. Pod sredstvima se u ovom slučaju podrazumevaju pre svega kadrovski i finansijski resursi, bez kojih se mere ne bi mogle sprovesti, ali i svakako nove tehnologije i proizvodni postupci, kao i organizacione promene, bez obzira da li postoji ili nepostoji otpor ka istim. Izborom jedne od analiziranih alternativa, utvrđuje se pravac za buduće postupanje i time počinje *faza sprovođenja* čija uspešna realizacija zahteva izuzetno visok stepen otvorenosti prema promenama i veliki lični angažman svih radosloživih kadrovskih resursa, što postavlja velike zahteve u pogledu upravljanja kadrovima i saradnje svih učesnika [detaljnije u 62]. Na kraju se u okviru *evaluacije rezultata* vrši poređenje dobijenih rezultata sa utvrđenim ciljevima. Ukoliko se tom prilikom utvrde odstupanja, ista se moraju kontrolisati polazeći od njihovih uzroka i proceniti u odnosu na mogućnosti za poboljšanja.

U [41] je dat detaljan prikaz faza procesa odlučivanja koji je prihvaćen i u ovoj doktorskoj disertaciji kao potpun, jasan i sveobuhvatan. Te faze su prikazane na slici 3.3:



Slika 3.3. Faze procesa odlučivanja [videti 41]

Evidentiranje problema predstavlja fazu u kojoj najčešće postoji više problema za koje se mora doneti odluka i neophodno je izvršiti odgovarajuću evidenciju istih.

Rangiranje problema predstavlja fazu gde se ne mogu svi problemi rešavati istovremeno pa se rangiraju različitim metodama od intuitivnih do komplikovanih metoda rangiranja koje koriste višekriterijumsku analizu [videti 41].

Definicija problema je faza koja obezbeđuje sve elemente neophodne za formiranje modela (dekompozicija problema, nivo detaljisanja u kome će problem biti rešavan, kriterijumi u odnosu na koje će se meriti efektivnost rešenja) [detaljnije u 41].

Sakupljanje činjenica predstavlja fazu u kojoj se formira baza podataka koji su relevantni i od značaja za definisani problem.

Predviđanje budućnosti podrazumeva fazu gde će odluka koja se donosi u sadašnjem trenutku svakako biti ostvarena u budućem okruženju, imajući u vidu da je jedna od ključnih pretpostavki kvalitetnog odlučivanja – predvideti budućnost da bi odluka koja se donese bila smisljena sa stanovišta budućnosti koja će nastupiti. Stoga je neophodno tretirati ovu fazu zasebno i tako naglasiti njenu neophodnost u procesu odlučivanja [videti 41].

Formiranje modela podrazumeva fazu gde se definišu moguće interakcije između varijabli koje se mogu kontrolisati i onih koje se ne mogu kontrolisati, kao i kriterijumi na osnovu kojih će se meriti efektivnost rešenja. Kontrolabilnim varijablama se može upravljati na različitim nivoima, a nekontrolabilne su za organizaciju "nedodirljive" [videti 41]. Model odlučivanja na ovom mestu predstavlja odgovarajući prikaz predmeta odlučivanja koji je namenjen da se preko njega utvrde svi oni elementi i njihova međusobna povezanost i uslovljavanje unutar modeliranog entiteta.

Rešavanje problema (modela) obezbeđuje da se numeričkim ili analitičkim načinom stvori više mogućih alternativnih rešenja jer je odlučivanje izbor između mogućih alternativa aktivnosti [detaljnije u 41].

Vrednovanje rezultata jeste faza gde se vrši poređenje dobijenih rezultata sa očekivanim rezultatima realnih sistema.

Donošenje odluke je faza u kojoj se donosi konačna odluka, ali pod uslovom da se odluka zaista može doneti, tj. da se rezultati mogu prihvatiti bez ikakvih daljih korekcija. U protivnom, ponavlja se proces ispočetka ili od neke od prethodnih faza, jer postoji povratna sprega u svaku pojedinačnu fazu [videti 41]. Donošenje odluka je proces vrednovanja alternativa koje (sve) zadovoljavaju određeni skup postavljenih ciljeva, odnosno kriterijuma. Problem je odabrati alternativu koja najviše (najbolje,

najsnažnije i sl.) zadovoljava kompletan skup ciljeva. Proces donošenja odluka se sastoji u određivanju numerički iskazanih težinskih vrednosti alternativa u odnosu na podciljeve, podciljeva na ciljeve i ciljeva u odnosu na globalni cilj [detaljnije u 41].

Kontrola izvršenja predstavlja fazu gde se vrši potrebna kontrola i nadgledanje izvršenja donete odluke.

Analiza posledica izvršenja podrazumeva fazu unutar koje se vrši odgovarajuća analiza posledica izvršenja donete pri čemu posledice mogu biti loše, a u nekim slučajevima i nepopravljive pa su analize potrebne da bi se izbeglo ponavljanje iste greške.

Važno je istaći da kada se definišu pojmovi odlučivanja i procesa rešavanja problema, vrlo je teško utvrditi jasne granice između ovih pojmova. Naime, u naučnoj zajednici nije slučajnost što postoji spor oko tumačenja pojma "odlučivanje", pri čemu jedna grupa autora smatra da se pod odlučivanjem podrazumeva samo faza izbora odluke, dok druga grupa autora smatra da odlučivanje obuhvata širi spektar uključujući i faze formulacije, kreiranja modela i fazu izbora odluke. Autori ukazuju na to da se rešavanje problema razlikuje od odlučivanja u četvrtoj fazi, koja se odnosi na implementaciju rešenja ili odluke. Faza implementacije odluke ima za cilj da obezbedi da doneta odluka ostvaruje određeni uticaj u realnom svetu. Takođe, informacije o načinu na koji je realizovana implementacija, zatim ograničenja i barijere koje su bile prisutne tokom implementacije kao podaci o uspešnosti implementacije koriste se kao ulazne promenjive u slučaju da se vrši ponovno rešavanje postavljenog problema.

Jednom rečju, rešavanje problema predstavlja izuzetno složen proces u kojem, pored formulacije problema, kreiranja modela i izbora odluke, donosilac odluke mora da izvrši implementaciju donete odluke. Tom prilikom, treba da izvrši i procenu dobijenih rezultata od same primene donete odluke i da ponovo preispita sve alternativne pravce delovanja, ukoliko utvrdi da za tim postoji potreba. Celokupan postupak se ponavlja sve dotle dok se ne dobije očekivano rešenje kada se i završava proces rešavanja problem.

3.4. Vrste odlučivanja

Odlučivanje kao fenomen, sa aspekta nivoa i stepena složenosti problema koji se rešava, može da se podeli u sledeće kategorije [videti 13]:

- *Individualno ili pojedinačno odlučivanje* podrazumeva donošenje odluka u kojem učestvuje samo jedno lice – donosilac odluke, shodno svojim ovlašćenjima i odgovornostima, bez obzira da li se radi o odlukama na vrhu ili odlukama u okviru pojedinog radnog mesta. Tako je svaki pojedinac redovno uključen u odlučivanje, tj. pojedinac pravi izbore između jedne ili više mogućnosti. Nedvosmisleno je da su mnogi od ovih izbora, nesvesne radnje koje se preduzimaju bez mnogo razmišljanja.
- *Grupno odlučivanje.* Kod grupnog odlučivanja dominira princip da više ljudi više zna. Grupu čine dva ili više interaktivnih međuzavisnih pojedinaca koji su se udružili kako bi postigli određene ciljeve. Komunikacijske interakcije u grupnoj odluci mogu povećati ili smanjiti kvalitet odluke u poređenju sa odlukom koju bi doneo pojedinac. Zato treba obratiti pažnju na učinkovitost i efikasnost odluke koja je doneta. Ovu vrstu odlučivanja karakteriše veći nivo faza i aktivnosti procesa odlučivanja.
- *Organizaciono odlučivanje* karakterišu mnoge osobine individualnog odlučivanja. Međutim, problemi odlučivanja u organizaciji su vrlo nestrukturirani što dovodi do situacije da donosioci odluka uvek teže da dođu do što je moguće više informacija o posmatranom problemu odlučivanja, a da ih pri tom ignorišu ili jednostavno ne koriste. Istovremeno, većina organizacija u svom sastavu poseduje eksperte - analitičare odlučivanja čije se preporuke po pravilu ne prihvataju niti usvajaju, pogotovo ako se odnose na promene.
- *Metaorganizaciono odlučivanje* predstavlja najviši nivo primene niza znanja sistematizovanog u oblasti odlučivanja. Na tom nivou se posmatra ukupnost svih organizacija jedne zemlje (države) kao sistem preduzeća koji je različit od zemlje do zemlje. Odluke kod ove vrste odlučivanja orijentisane su ka opštoj dobrobiti potrošača, alokaciji resursa i proizvodnji i distribuciji dobara

i usluga [više u 63]. Cilj odluka kod ove vrste odlučivanja je ostvarenje socijalnog blagostanja, kulture, dohotka, boljitka života i pravde.

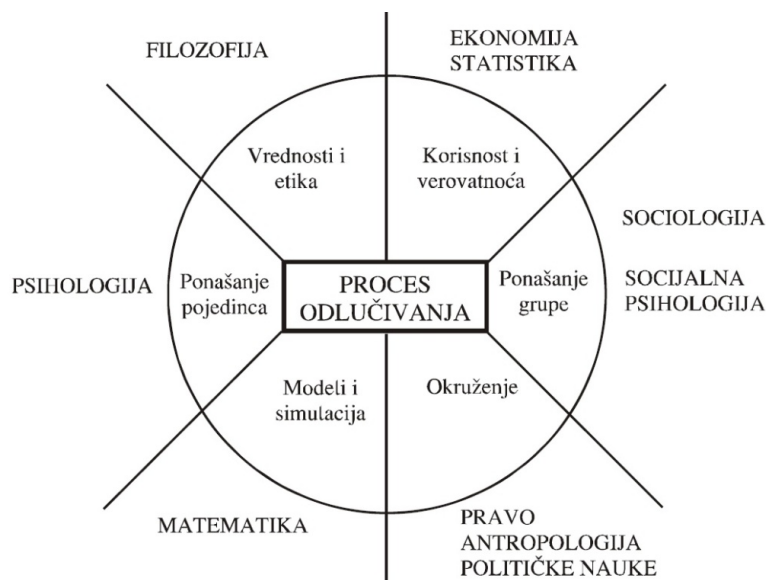
U klasičnoj teoriji odlučivanja smatra se da postoje tri vrste odlučivanja [videti 41]:

- *Odlučivanje pri izvesnosti* - kod koga su sve činjenice vezane za problem unapred poznate.
- *Odlučivanje pri riziku* - kad je stanje problema nepoznato ali su poznate verovatnoće nastupanja pojedinih stanja problema.
- *Odlučivanje pri neizvesnosti* - verovatnoće nastupanja pojedinih stanja problema su u potpunosti nepoznate i stanje problema je nepoznato.

Kada je u pitanju donošenje odluke u postupku javne e-nabavke, može se reći da je u ovom slučaju u pitanju grupno odlučivanje i odlučivanje pri izvesnosti jer u procesu donošenja odluke u javnoj e-nabavci učestvuje grupa, tj. komisija za javnu nabavku koja broji neparan broj članova (uobičajeno je da je to najmanje pet članova), a odluka se donosi na osnovu činjenica i kriterijuma koji su unapred definisani i poznati.

3.5. Interdisciplinarnost odlučivanja

Odlučivanje u jednom poslovnom sistemu kao što je organ državne uprave sa svim procesima koje prate ovaj fenomen jeste vrlo komplikovan proces u kojem se odluke donose stalno, tj. u obavljanju upravljačkih funkcija u poslovnom sistemu kao što su planiranje, upravljanje ljudskim resursima, rukovođenje i kontrola. Samim tim, proces odlučivanja je po svojoj prirodi izrazito interdisciplinaran, o čemu su, svako sa svog aspekta pisali mnogi autori. Posebno se ukazuje na autora Harisona koji je posebno bio vrlo detaljan u analizi problematike interdisciplinarnosti odlučivanja. Koristeći rezultate istraživanja ogromnog broja autora iz nekih drugih oblasti, odvojenih od oblasti odlučivanja, došao je do onog što je nazvao "interdisciplinarnim okvirom odlučivanja" [videti 59].



Slika 3.4. Interdisciplinarni okvir odlučivanja

Posmatrajući interdisciplinarni okvir sa slike 3.4, treba istaći da se u isti u velikoj meri uklapa proces donošenja odluke u postupku javne e-nabavke. Naime, izbor ponuđača u procesu javne e-nabavke podrazumeva odgovarajuće ponašanje grupe (komisije za javnu nabavku) i njenu psihologiju kao i ponašanje pojedinca (ponuđača) i njegovu psihologiju (deo Psihologija sa slike 3.4).

Takođe, u procesu izbora koriste se matematičke i statističke metode putem kojih se izračunava ekonomski najpovoljnija ponuda (deo Matematika i Statistika sa slike 3.4). Kompletan proces javne e-nabavke regulisan je pravnim dokumentom (Zakon o javnim nabavkama) i podzakonskim pravnim aktima, uredbama, pravilnicima i strategijama (deo Pravo sa slike 3.4). U procesu izbora u javnoj e-nabavci razmatra se ona ponuda koja je ekonomski isplativa za naručioca (načelo ekonomičnosti iz Zakona o javnim nabavkama) pri čemu se uzima u obzir korisnost iste kao i okruženje u kojem može da se realizuje celokupni proces javne e-nabavke (zakon, budžet, privredni subjekti) (deo Ekonomija sa slike 3.4). Svakako da se modelira celokupan proces javne e-nabavke pri čemu se vodi i računa o etičkim normama u smislu da se svaki ponuđač u procesu javne e-nabavke tretira na jednak način (načelo jednakosti iz Zakona o javnim nabavkama) i da nema nijednog oblika diskriminacije među ponuđačima (deo Filozofija i Matematika sa slike 3.4).

Upravo imajući u vidu ovakvu interdisciplinarnost odlučivanja u procesu javne e-nabavke, u nastavku predmetne doktorske disertacije biće razmotrene mogućnosti unapređenja poslovnog odlučivanja u procesu javne e-nabavke primenom kvantitativnih metoda i tehnika višekriterijumskog odlučivanja, kvantifikacijom kvalitativnih kriterijuma i korišćenjem IKT-a u formi sistema za podršku odlučivanju.

S obzirom na složenost procesa odlučivanja, pored primene matematičkih i kvantitativnih metoda za donošenje odluke, isto zahteva i računarsku podršku u skoro svim fazama. Računar postaje integralni i neophodni element samog procesa poslovnog odlučivanja [više u 64]. Dalji uticaj i primena IKT-a u procesu odlučivanja jeste podrška računara u izgradnji i upotrebi modela odlučivanja. Uloga računara na tom nivou ogleda se u ostvarenju interaktivnog dijaloga na relaciji korisnik – sistem što doprinosi uspešnosti rešavanja problema i efikasnijem procesu odlučivanja. Najznačajnija prednost podrške računara je pri rešavanju polustrukturiranih problema. Na tom nivou računarski sistem bi trebao da omogući jednostavan pristup relevantnim podacima i informacijama kao i interaktivno testiranje varijanti. Pri tome, računar ne zamenjuje čoveka u donošenju odluka, već unapređuje proces odlučivanja [detaljnije u 64]. Kao što je navedeno u [64], izgradnja i upotreba modela odlučivanja, uspostavljenog putem računarskog programskog paketa i najčešće nadovezanog na upravljački informatički sistem, stavlja računar u ulogu generatora odluka, na osnovu ulaznih informacija i ugrađenog modela odlučivanja. Na taj način računar podržava i fazu povezivanja ciljeva, ograničenja i generisanje varijanti. Ugradnja modela odlučivanja moguća je i u fazi identifikacije stanja (dijagnoza), i u fazi kontrole sprovođenja odluke. Na taj način je većina aktivnosti procesa poslovnog odlučivanja podržana računarom [više u 64]. Upravo je razvoj IKT-a omogućio pojavu računara kao predlagača odluke. Računar dobija ličnu "inteligenciju", odnosno znanje i način upotrebe toga znanja, pa može da obavi proces odlučivanja. Sve faze procesa odlučivanja, uključujući sada i fazu izbora, realizuju se uz pomoć računara (programskih paketa) [više u 64]. Dakle, na tom nivou, računar (na osnovu računarskog programa, informacija i znanja) ima ulogu predlagača odluke, koju čovek može da prihvati ili da ne prihvati. Ovakvi sistemi nazivaju se sistemi za podršku u odlučivanju [videti 64] i upravo nekoliko vrsta ovakvih sistema biće opisano u nastavku ove doktorske disertacije.

Takođe, u nastavku će biti više reči o razvoju specifičnog sistema za podršku odlučivanju u procesu javne e-nabavke. Takav sistem je zasnovan na konceptu i principima višekriterijumske analize i teorije fazi skupova. Razlog za konsultisanje takve vrste sistema jeste javna e-nabavka koja po svojoj prirodi predstavlja specifičan oblik višekriterijumskog odlučivanja jer se u okviru iste bira jedan ponuđač (alternativa) na osnovu više kriterijuma. Ali pre nego što se pristupi kreiranju jednog ovakvog sistema, neophodno je utvrditi model višekriterijumskog odlučivanja na osnovu kojeg će da se realizuje razvoj takvog sistema imajući u vidu višekriterijumsku prirodu procesa javne e-nabavke.

3.6. Formulisanje matematičkog modela višekriterijumskog odlučivanja

Proces izbora ponuđača u postupku javne e-nabavke podrazumeva evaluaciju i selekciju različitih ponuđača koji su *alternative*, a zasnovano na različitim *kriterijumima* propisanim zakonom i od strane naručioca koji je *donosilac odluke*. Stoga se ovaj proces u suštini posmatra kao problem višekriterijumskog odlučivanja u kojem postoji veliki broj kriterijuma poput cene, kvaliteta, tehničkih kapaciteta, isporuke itd., sa jedne strane, i veći broj alternativa (ponuđača) sa druge strane. U javnoj e-nabavci, alternative su ponude, odnosno ponuđači, koji raspolažu izvesnim resursima, a koje žele da stave u funkciju zadovoljenja potreba naručioca. Kriterijumi su atributi koje treba da ispune ponuđene alternative i oni pokazuju u kojoj meri pojedine alternative ostvaruju zadati cilj. Može se definisati veliki broj kriterijuma ali treba se bazirati na one koji su najznačajniji i koji su u vezi sa predmetom javne e-nabavke. Upravo, imajući u vidu prirodu javne e-nabavke kao problema višekriterijumskog odlučivanja, na ovom mestu važno je pravilno formulisati matematički model višekriterijumskog odlučivanja koji je primenjiv i na javnu e-nabavku.

Višekriterijumski problemi operišu sa dve ili više funkcija cilja za koje je potrebno pronaći optimalne vrednosti nad definisanim skupom ograničenja. Opšta matematička formulacija funkcije cilja opisuje se funkcijom oblika $F(X)$, gde je $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ n - dimenzioni faktor. U zavisnosti od prirode problema koji se rešava potrebno je naći njen minimum ili maksimum. Imajući u vidu da je osnovna karakteristika svakog

višekriterijumskog problema postojanje više kriterijuma za odlučivanje i više alternativa za izbor ekonomski najprihvatljivije akcije, modeli višekriterijumskog odlučivanja dele se na modele višeatributivnog odlučivanja i modele višeciljnog odlučivanja [videti 15]. Pošto javna e-nabavka predstavlja oblik višeatributivnog odlučivanja, na ovom mestu definiše se opšti matematički model višeatributivnog odlučivanja na sledeći način:

$$\max [f_1(x), f_2(x), \dots, f_n(x)] \quad n \geq 2 \quad (3.1)$$

$$X \in A = [a_1, a_2, \dots, a_m]$$

gde je:

n – broj kriterijuma,

m – broj alternativa,

A – poznati konačan skup alternativa

Kao mera dostizanja svakog kriterijuma po definisanoj alternativni javlja se atribut. Stoga, svaki atribut zavisi od kriterijuma i od alternative, pa je dvodimenzionalnog karaktera i predstavljen je sa x_{ij} na sledeći način:

$$x_{ij} = f_j(a_i), i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n \quad (3.2)$$

Svaka vrednost atributa zavisi od i -tog kriterijuma i j -te alternative.

Praksa je da se model višeatributivnog odlučivanja prikazuje preko matrice koja se naziva matrica odlučivanja, tako da i u ovoj doktorskoj disertaciji autor neće odstupiti od ustaljene prakse pa će model višeatributivnog odlučivanja od kojeg se polazi u ovoj doktorskoj disertaciji predstaviti sledećom matricom odlučivanja [videti 15]:

$$O = \begin{matrix} & \begin{matrix} f_1 & f_2 & \dots & f_n \end{matrix} \\ \begin{matrix} a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (3.3)$$

Kroz poglavlja 5 i 6, biće prikazan određen skup metoda (AHP, TOPSIS, fazi AHP i fazi TOPSIS) za rešavanje postavljenog modela višeatributivnog odlučivanja kao i mogućnosti unapređenja procesa tog rešavanja.

4.0. POJAM NABAVKE U JAVNOM SEKTORU

Predmet ovog poglavlja je nabavka u javnom sektoru koja se uobičajeno naziva javna nabavka. Dobro uređen jedinstven sistem javnih nabavki koristan je i za državu kao kupca (naručioca) i za preduzeća kao prodavce (ponuđače). U sistemu javnih nabavki koji karakteriše transparentnost i slobodno delovanje konkurencije, ponuđači se bore za dobijanje posla jačanjem konkurentskih prednosti u odnosu na konkurente. To je jedini način da ponuđači daju i realizuju najpovoljniju ponudu. Ovako uređen sistem javnih nabavki pruža koristi i državi kao kupcu. Naime, stvaranjem uslova za slobodnu, nediskriminatornu konkurentsku borbu među ponuđačima, država može da ostvari najpovoljniju kupovinu (‘‘vrednost za novac’’) što znači da se postiže najveća upotrebna vrednost za utrošena sredstva.

Razvoj IKT-a, a posebno Interneta, omogućili su realizaciju javnih nabavki posredstvom interneta, odnosno doprineli su da se ostvari mogućnost sprovođenja javnih nabavki elektronskim putem – javne e-nabavke. Da bi to bilo moguće, potrebno je da se poznaje koncept i zakonska procedura sprovođenja javnih nabavki na tradicionalni način u papirnom obliku kako bi se ista mogla korišćenjem modernih IKT-a prevesti u elektronski oblik.

4.1. Pojam i osnovne karakteristike javne nabavke

Javna nabavka predstavlja nabavku dobara, usluga ili radova od strane naručioca na način i pod uslovima propisanim Zakonom o javnim nabavkama [1]. Ovde se podrazumeva pribavljanje svih vrsta dobara, usluga i radova, i kreće se od rutinskih nabavki (kao što su kancelarijski materijal, privremeno angažovano osoblje, nameštaj ili oprema za čišćenje, na primer) pa do složenijih nabavki (kao što su izgradnja puteva, novih zgrada itd.).

Postupak javne nabavke UVEK počinje donošenjem odluke o pokretanju postupka i rešenja o obrazovanju komisije koja će sprovesti postupak. Zatim postoji izvestan broj koraka koje treba preći pre nego što naručilac i ponuđač mogu da potpišu ugovor.

Ciklus procesa javne nabavke kreće se od utvrđivanja potrebe, preko izbora dobavljača, potpisivanja ugovora do izvršenja ugovora. Zakon o javnim nabavkama koji je dat u [1] primenjuje se u oblastima *nabavke dobara* (kupovina dobara, zakup dobara i lizing dobara), *nabavke radova* (izvođenje radova ili projektovanje i izvođenje radova opisanih u [65]) i *nabavke usluga* (usluge održavanja i popravke, usluge saobraćaja, telekomunikacione usluge itd.). Istovremeno, Zakon o javnim nabavkama razlikuje sledeća načela javne nabavke: načelo ekonomičnosti i efikasnosti, načelo obezbeđivanja konkurencije među ponuđačima, načelo transparentnosti upotrebe javnih sredstava, načelo jednakosti ponuđača i načelo zaštite životne sredine i obezbeđivanja energetske efikasnosti [detaljnije u 1].

Prema [1], postoje sledeći postupci za dodele ugovora o javnim nabavkama:

- otvoreni postupak;
- restriktivni postupak;
- kvalifikacioni postupak;
- pregovarački postupak sa objavljivanjem poziva za podnošenje ponuda;
- pregovarački postupak bez objavljivanja poziva za podnošenje ponuda;
- konkurentni dijalog;
- konkurs za dizajn;
- postupak javne nabavke male vrednosti.

Detaljni prikaz svakog od pomenutih postupaka može se pronaći u [1], a s obzirom na temu ovog rada isti nisu detaljno razmatrani na ovom mestu.

Prema [1] kao kriterijumi za ocenjivanje ponuda u postupku javne nabavke određeni su najniža ponudjena cena i ekonomski najpovoljnija ponuda. Kriterijum ekonomski najpovoljnije ponude zasniva se na različitim elementima kriterijuma u zavisnosti od predmeta javne nabavke, kao što su [detaljnije u 1]:

- ponuđena cena;
- rok isporuke ili izvršenja usluge ili radova u okviru minimalno prihvatljivog roka koji ne ugrožava kvalitet kao i maksimalno prihvatljivog roka;
- tekući troškovi;

- troškovna ekonomičnost;
- kvalitet;
- tehničke i tehnološke prednosti;
- ekološke prednosti i zaštita životne sredine;
- energetska efikasnost;
- post-prodajno servisiranje i tehnička pomoć;
- garantni period i vrsta garancija;
- obaveze u pogledu rezervnih delova;
- post-garancijsko održavanje;
- broj i kvalitet angažovanih kadrova;
- funkcionalne karakteristike i dr.

Elementi kriterijuma ekonomski najpovoljnije ponude mogu se podeliti na podkriterijume. Naručilac u postupku javne nabavke može izabrati više kriterijuma i podkriterijuma tako da imajući u vidu veliki broj kriterijuma, na ovom mestu treba istaći da postupak koji dovodi do izbora ponude po svojoj prirodi predstavlja problem višekriterijumskog odlučivanja o kojem će biti reči u poglavlju 5. predmetne doktorske disertacije.

Pre nego što se pristupi opisu načina na koji se javna nabavka može sprovesti elektronskim putem potrebno je definisati na koji način javne nabavke kao javne usluge mogu biti online dostupne i koji su preduslovi za uspešnu implementaciju javne e-nabavke.

4.2. Javne nabavke i IKT-e

Kao što je navedeno u uvodnom delu kao i u odeljku 4.1. predmetne doktorske disertacije, javna nabavka je termin koji se koristi da opiše kupovinu ili nabavku radova, roba ili usluga za potrebe nacionalnih, regionalnih i lokalnih javnih institucija, uključujući vladu, lokalne službe, policiju, vatrogasne službe, zdravstvene usluge i slično. U celoj Evropi, javni sektor se definiše kao "nadležni ugovorni organi - naručioci", koji imaju potrebu za kupovinom roba i usluga za širok spektar aktivnosti.

Mnogi od ovih ugovora imaju vrednost oko 500 biliona funti što procenjeno predstavlja oko 11.5% rasta nacionalnog proizvoda EU. Ovo predstavlja potencijalne profitabilne mogućnosti i šanse za kompanije koje nude robe ili usluge koje su predmet ugovora [66], sa jedne strane i šanse organa iz javnog sektora da obezbede zdravu i veliku konkurenciju izlaskom sa javnim uslugama na online tržište, sa druge strane.

Poslednjih decenija Internet je postao neophodan alat u svakodnevnom poslovanju. U organima državne uprave događa se isto - komunikacija i poslovanje organa državne uprave se sve češće odvija preko Interneta i to kroz pojavni oblik u vidu odgovarajućih internet portala. Sve navedeno stvorilo je potrebu da se čitavom procesu elektronizacije javnih usluga pristupi detaljnije i da se ponudi rešenje koje će predstavljati jedinstven nastup državnih organa prema građanima i privrednim subjektima. Razvoj i primena elektronskog poslovanja u organima državne uprave u Republici Srbiji dovela je do modernizacije državne uprave i prevođenja iste u elektronski oblik čime se dolazi do koncepta elektronske uprave (e-uprave). Ceo koncept e-uprave iz osnova menja način na koji se ostvaruje komunikacija građana i privrednih subjekata sa državnom upravom tako što eliminiše posrednika u takvoj komunikaciji [videti 67]. U takvim uslovima internet komunikacije kao korisnici elektronske uprave pojavljuju se državni organi (Government), privredni subjekti (Business) i građani (Citizen) i između njih uspostavljaju se sledeće relacije u kojima organi državne uprave aktivno obezbeđuju svoje elektronske servise [detaljnije u 68]:

- *Government – to - Government (G2G)* kao proces između i unutar državnih organa [više u 69]
- *Government – to - Citizens (G2C)* kao sve interakcije između državnih organa
- *Government – to - Business (G2B)* kao relacije između državnih organa i privrednih subjekata

Između prethodno navedenih relacija, G2B ima najveći uticaj na ekonomsko planiranje i razvoj jedne države [videti 66 i 70]. Kao jedan od G2B servisa koji vrši ovakav uticaj s obzirom na nivo finansijskih sredstava koji se koristi u njima jesu javne nabavke. Statistički podaci o javnim nabavkama pokazuju da se njihov udeo u bruto domaćem proizvodu zemalja Evropske unije povećao tokom poslednjih godina i dostigao oko

16% [više u 2]. Upravo imajući u vidu milionske vrednosti javnih nabavki, svaki procenat ušteda u ovoj oblasti ima veliki značaj i stoga istim treba posvetiti veliku pažnju.

Uopšteno posmatrano, e-uprava podrazumeva upotrebu IKT-a u kombinaciji sa organizacionim promenama i novim veštinama, a sve u cilju unapređenja pružanja javnih usluga, povećanja demokratskog učešća i uključenja javnosti u procesu donošenja odluka i kreiranja politika [videti 70]. Kao takav, koncept e-uprave može biti razmatran iz tri perspektive: poslovne, tehnološke perspektive i perspektive korisnika.

Posmatrano iz *poslovne perspektive*, e-uprava je uprava koja prepoznaje mogućnost i uticaj IKT-a na upravljanje u uslovima digitalne ekonomije i koja ih maksimalno koristi da poboljša interne procese u cilju pružanja visokokvalitetnih usluga i uspostavljanja menadžmenta orijentisanog prema korisnicima [više u 71]. Posmatrano iz *perspektive korisnika*, e-uprava je primena alata i tehnika elektronskog poslovanja u poslovanju javne uprave kako bi se poboljšao kvalitet usluga i smanjili troškovi za građane i poslovne organizacije [videti 71]. Posmatrano iz *perspektive tehnologije*, e-uprava se odnosi na upotrebu informacionih tehnologija od strane javne uprave, koje imaju moć da promene odnose sa građanima, preduzećima i drugim granama javne uprave. Ove tehnologije se mogu koristiti za bolju isporuku vladinih usluga građanima, poboljšanu interakciju sa preduzećima i industrijom, ovlašćivanje građana kroz pristup informacijama i efikasnije upravljanje vladom [više u 72].

Imajući u vidu navedeno, može se zaključiti da e-uprava podrazumeva upotrebu savremenih IKT-a, posebno web aplikacija u cilju poboljšanja pristupa informacijama i upotrebe servisa vlade namenjenih građanima, preduzećima, zaposlenima u državnoj upravi i drugim vladinim entitetima [videti 73]. Samim tim, e-uprava predstavlja mogućnost za vladine centralne i lokalne institucije da stave na raspolaganje informacije i elektronske servise putem internet portala, a prema građanima i privredi, 24 časa dnevno, 365 dana u godini [više u 74]. Jedan od takvih servisa koji je prioritarno usmeren prema privrednim subjektima kao oblik G2B i G2C servisa jesu javne e-nabavke. Uvođenjem koncepta e-uprave menja se i način upravljanja u državnim

organima. Da bi se jedan servis ponudio preko interneta u njegovoj elektronskoj formi ponekad je potrebno integrisati više poslova i više organizacionih jedinica unutar državnih organa. Na taj način se usklađuje rad državnih organa, poboljšava njihova organizacija, a kao rezultat nastaje opšte podizanje nivoa kvaliteta usluga prema građanima i privrednim subjektima. Ovde se ne ukazuje na procese i aktivnosti koje je potrebno realizovati da bi uprava od klasične forme dobila elektronsku formu. Na ovom mestu, nažalost nije moguće obraditi sva ta pitanja, ali je neophodno ukazati na njihovo postojanje i nagovestiti da, iako nevidljivi korisniku usluge, oni imaju možda i presudnu ulogu za funkcionisanje e-uprave [više u 75].

Kako bi se izmerila "raspoloživost neke javne usluge online" pa samim tim i elektronskih servisa u okviru e-uprave, definisan je četvorofazni okvir koji je široko prihvaćen [videti 76]. On sadrži osnovne smernice o tome kako treba nastaviti sa razvojem različitih usluga koje se pružaju poslovnom i privrednom sektoru, ali i građanima.

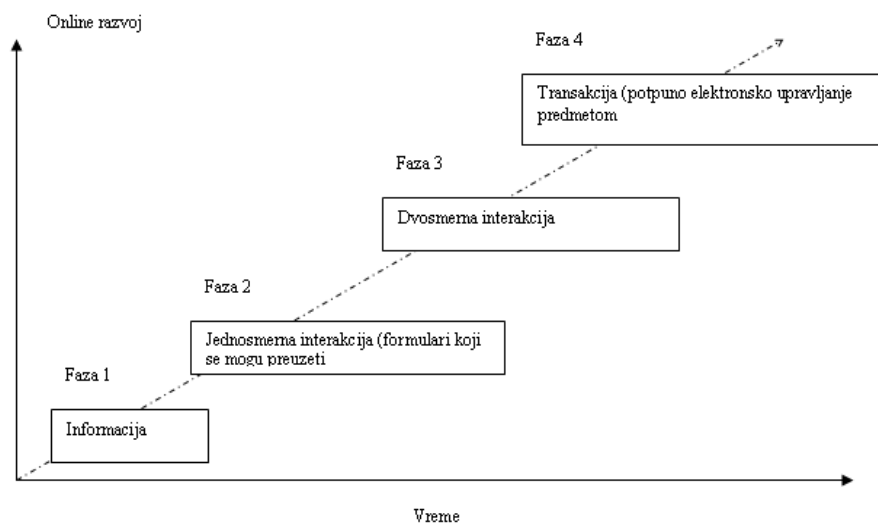
Faza 1 – informacije: informacije koje su neophodne za započinjanje postupka pribavljanja javne usluge dostupne su u online obliku;

Faza 2 – jednosmerna interakcija: postoji mogućnost preuzimanja dokumenta u ne-elektronskom, papirnom obliku. Najčešće je to internet sajt koji je javno dostupan i pruža mogućnost da se na ne-elektronski način (prostim preuzimanjem potrebnih formulara) dobije ili odštampa formular na kome je moguće započeti postupak pribavljanja usluge. Fazom 2 takode se smatra elektronski upitnik za naručivanje ne-elektronskog formulara.

Faza 3 - dvosmerna interakcija: pokretanje procedure pomoću službenog elektronskog dokumenta. To je najčešće internet sajt koji je dostupan javnosti i pruža mogućnost da se elektronskim putem preuzme zvanični elektronski formular koji je neophodan za otpočinjanje postupka za dobijanje određene usluge. To znači da mora da postoje određeni vid autentifikacije (legitimisanja) lica (u fizičkom ili pravnom smislu) koje je neophodno da bi se u vezi sa uslugom dosegla Faza 3.

Faza 4 - potpuna elektronska obrada i upravljanje predmetom: neki javno dostupni internet sajt obezbeđuje mogućnost potpunog dobijanja javne usluge preko interneta, uključujući i samu odluku i čin pružanja usluge. Nije potrebna nikakva druga formalna procedura koju bi podnosilac zahteva morao da obavi i on nema nikakva posla sa ”papirologijom”.

Opisane faze prikazane su na slici 4.1.



Slika 4.1. Faze online dostupnosti javnih usluga

Potpuna online dostupnost podrazumeva da se sve aktivnosti u vezi sa nekom javnom uslugom realizuju u potpunosti elektronskim putem i da iste ne podrazumeva korišćenje papira. Istraživanja su pokazala da se većina usluga koje su dostupne online u državama EU nalazi između jednosmerne i dvosmerne interakcije.

4.3. Pojam javne e-nabavke

Javna nabavka predstavlja ključni sektor ekonomije EU koji zauzima oko 16% ukupnog nacionalnog proizvoda EU [videti 2]. Modernizacija i otvaranje granica tržišta kroz širenje e-nabavki predstavlja ključnu prednost Evrope i mogućnost za kreiranje novih šansi za privredne i poslovne subjekte EU. Korišćenjem IKT-a i elektronskog

poslovanja, značajno se mogu smanjiti troškovi, obezbediti efikasnost i izbrisati granice u robnoj razmeni. Razvoj IKT-a, a posebno Interneta doprineli su da se stvore mogućnosti za realizaciju javnih nabavki elektronskim putem. Koliki je značaj javnih e-nabavki govori i činjenica da se iste pojavljuju kao osmi servis Evropske komisije koji je namenjen privredi, a u listi 12+8 osnovnih javnih servisa EK [videti 3].

Javna e-nabavka predstavlja proces kupovine dobara, usluga ili radova elektronskim putem i može da se definiše kao upotreba IKT kao što je internet i web bazirani sistemi od strane organa državne uprave u cilju realizacije nabavke dobara, usluga ili radova [videti 77]. Kao takva, ona predstavlja jedan međuorganizacioni informacioni sistem koji obezbeđuje automatizaciju bilo kojeg dela javne nabavke u cilju poboljšanja efikasnosti, kvaliteta i transparentnosti javne nabavke u organima državne uprave [više u 78].

Da bi se javna e-nabavka uspešno implementirala kao specifični web servis, neophodno je utvrditi faze ovog procesa, metodologiju i mogućnosti implementacije istog. Takođe, tom prilikom treba uzeti u obzir ciljeve, karakteristike, strategije, funkcije i aktivnosti državnih organa kako bi svi servisi bili integrisani i obezbeđeni. Tradicionalni pristup procesu javne nabavke izuzetno je skup i zahteva veliki utrošak vremena. Javna e-nabavka može se posmatrati kao mogućnost za reinženjering procesa javne nabavke i ista dobija izuzetnu pažnju u većini zemalja [videti 79]. Imajući u vidu mogućnosti razvoja javne e-nabavke, nedostaci tradicionalnog oblika javne nabavke (kao što su na primer visoki troškovi pripreme i štampanja tenderske dokumentacije, nedovoljna transparentnost, i sl.) mogu biti prevaziđeni upravo prevodenjem iste u elektronski oblik kroz faze [detaljnije u 80] o kojima će više reči biti u odeljku 4.3.2.

4.3.1. Oblici realizacije javne e-nabavke

Bez obzira na različitosti u primeni javnih e-nabavki u zemljama članicama EU, trend prema njihovom prihvatanju je izuzetno jak. U ovom procesu najvažnije je da se nacionalne vlade uključe u razvijanje strategije za javne e-nabavke čime se stvaraju bolje mogućnosti za ekspeditivnu implementaciju ovog dinamičkog procesa kupovine.

Javna e-nabavka se sastoji od velikog broja različitih informatički podržanih aktivnosti kroz čitav proces nabavke. U zemljama članicama EU, u javnom sektoru, aktivno se koriste sledeći različiti oblici javne e-nabavke [videti 66]:

- *Objavljivanje tendera putem interneta* - najčešće korišćeni način javne e-nabavke je elektronsko obezbeđenje objave tendera, i to obično u bazama podataka o tenderima koje su dostupne na internetu. Postoje jasne razlike u nacionalnim i međunarodnim bazama podataka kao i javnim i privatnim bazama podataka koje postoje širom Evrope. Neke od ovih tenderskih baza nude kompanijama (ponuđačima) mogućnost da skladište rezultate pretraživanja tendera ili da se pretplate na servise za profesionalnu objavu tendera. Dodatno, postoje i državni organi (naručioci) koji na sopstvenoj internet prezentaciji objavljuju javne nabavke.

Primer 4.1:

Preteča svih tenderskih baza je Tenders Electronic Daily (TED) koja predstavlja bazu EU. TED obuhvata objavljene tendere gde su prikazane informacije o objavi, o ulovima za sklapanje ugovora i generalno oglasi od svih zemalja članica EU i trećih zemalja, koje se upuštaju u procese javnih nabavki. Bez nedoumice, TED je najobuhvatnija baza tendera u Evropi sa više od 600 novih dokumenata svaki dan. Ova baza je dostupna na lokaciji <http://ted.europa.eu/TED/main/HomePage.do> [videti 81].

U Severnoj Irskoj Government's Central Procurement Directorate Agency objavljuje tendere na web sajtu <http://www.dfpni.gov.uk/cpd> [više u 82]. Tenderska dokumentacija se dobija na osnovu zahteva upućenog putem emaila, telefona ili pisma.

U Republici Srbiji počev od 2013. godine, obaveza svakog organa državne uprave koji ima ulogu naručioca jeste da javne nabavke objavljuje preko internet portala <http://portal.ujn.gov.rs/> [videti 36].

- *Elektronska priprema, obezbeđenje ili prihvatanje tenderske dokumentacije* - pre nekoliko godina, veći broj javnih nadležnih organa u Evropi počeo je da, pored

elektronske objave javne nabavke, obezbeđuje i elektronsku dostupnost svih dokumenta koji su povezani sa tom javnom nabavkom. Neki od njih ovu dokumentaciju objavljuju na svojoj internet prezentaciji sajtu (na primer, EK) dok drugi koriste profesionalne platforme za javne e-nabavke koje nude mogućnost da objave tender i povezana dokumenta (tehničku specifikaciju, planove, ugovore itd). Takva dokumentacija može biti download-ovana sa internet portala. Elektronski sistemi dozvoljavaju ponuđačima lak pristup svim relevantnim dokumentima. Ponekad i bez ikakvih troškova. Kompanije ponuđači ne gube vreme i mogu veoma brzo proveriti da li postoji neki tender koji njima odgovara, tj. koji je za njih relevantan.

Primer 4.2:

Francuska platforma za javne e-nabavke na adresi www.achatpublic.com nudi širok spektar funkcionalnosti za javne e-nabavke. U rubrici ‘Salle des Marchés – Acheteurs’ registrovani nadležni organi (naručioci) mogu postaviti tendersku dokumentaciju. U rubrici ‘Salle des Marchés – Entreprises’ kompanije mogu da pristupe tenderskoj dokumentaciji i da je preuzmu (download-uju) [videti 83].

U Republici Irskoj, na primer, Vlada ima razvijen portal za nabavke koji obezbeđuje ponuđačima da pristupe objavljenim tenderima elektronski i da preuzmu (download-uju) odgovarajuću tendersku dokumentaciju sa adrese www.etenders.gov.ie. [više u 84].

U Republici Srbiji, kao što je već pomenuto, prema[36], počev od 2013. godine shodno [1], naručioci imaju obavezu da na portal javnih nabavki postave tendersku dokumentaciju sa svim pratećim dokumentima, a ponuđači istu preko internet portala mogu da preuzmu (download-uju).

- *Elektronsko podnošenje ponuda i cena* - veliki broj članica EU počeo je da razvija sisteme koji obezbeđuju da se kompletan proces nabavke obavlja elektronski, uključujući i elektronsko podnošenje ponude. Osnovni izazov za ovakve sisteme sastoji se u činjenici da oni treba da obezbede najveći mogući stepen sigurnosti i ostvarenja ili realizacije pravnih zahteva koje ponuda mora da

ispuni pri čemu mora biti tačno i jasno poznato ko je poslao i potpisao ponudu i ponuda ne sme biti otvorena pre isteka roka za podnošenje ponuda. U cilju rešavanja ovih problema razvijene su platforme za javne e-nabavke koje koriste elektronski potpis i uvedeno je da svaka ponuda mora da bude kodirana ako se podnosi elektronski. Organi državne uprave i privredni subjekti koje žele da koriste elektronsko podnošenje ponuda moraju da obezbede da normalni faks, email ili ponuda budu prezentovani u jednostavnom elektronskom fajlu koji mora ispunjavati striktne pravne kriterijume. Ovo je takođe važno znati da kompanije ponuđači mogu podneti ponudu elektronski samo ako koriste propisan sistem koji javni nadležni organ zahteva za ovaj tender (i samo ovaj).

Primer 4.3:

U Nemačkoj, federalna država poseduje razvijenu platformu za javne e-nabavke koja obuhvata:

- osnovne informacije o javnoj nabavci,
 - bazu tendera,
 - mogućnosti preuzimanja (download-a) tenderske dokumentacije i mogućnosti identifikacije kompanija koje mogu da preuzmu data dokumenta. Ova identifikacija je potrebna da bi naručilac mogao da informiše te kompanije ukoliko dođe do nekih promena tokom trajanja tenderskog procesa,
 - funkcionalnosti za potvrdu sastavljanja ponuda koje će biti elektronski potpisane. U ovom slučaju, samo dva od 16 postojećih obeležja (znakova) su dozvoljeni za korišćenje. Stoga, ako kompanija želi da koristi sistem mora da poseduje specijalne kartice sa elektronskim potpisom i softver i hardver koji je neophodan za njihovo korišćenje,
 - mogućnosti dodele ugovora elektronskim putem, međutim još uvek ne postoji mogućnost elektronske evaluacije,
 - sve nemačke državne institucije, uključujući i vojsku koriste ovaj sistem.
- Većina funkcionalnosti sistema su već dostupne ali elektronska potvrda ponude se još uvek nalazi u fazi pilot projekta i testiranja. Platforma je dostupna na adresi www.evergabe-online.de [videti 85].

Belgija poseduje razvijen elektronski sistem za e-nabavke koji je počeo aktivno sa radom 21. jula 2014. godine na adresi <https://my.publicprocurement.be/> i isti u potpunosti automatizuje proces javne nabavke preko interneta. Sistem obezbeđuje registraciju ponuđača i naručilaca i njihovu međusobnu komunikaciju kroz proces e-nabavke [više u 86].

Sličan sistem za javnu e-nabavku koji u potpunosti automatizuje proces javne nabavke koristi i Jermenija na adresi <http://www.armeps.am/epps/home.do> [videti 87], Malta na adresi <https://www.etenders.gov.mt/epps/home.do8> [više u 8] i Makedonija na adresi <https://e-nabavki.gov.mk/> [videti 34]. Poslednja tri sistema za javnu e-nabavku u potpunosti su identična, što predstavlja pozitivan primer međudržavne saradnje u oblasti uz napomenu da je sistem za javne e-nabavke prilagođen zakonskim propisima i procedurama koji su na snazi u pomenutim državama.

- *Elektronske aukcije* - novi trend u domenu javnih nabavki je korišćenje elektronskih aukcija. Ideja aukcija je da se identifikuje najbolji mogući kvalitet za cenu u jednom online takmičenju koje dozvoljava ponuđačima da daju što povoljniju ponudu u odnosu na njihove konkurente. Aukcije se obično koriste u sektorima u kojima se ponude ocenjuje prema jasnim kriterijumima (cena, vreme isporuke, uslovi plaćanja). Nabavka roba široke potrošnje kao što je na primer gorivo je jedna od oblasti koja može biti povezana sa elektronskim aukcijama. Obimna pravna osnova za elektronske aukcije nije trenutno dostupna na jednom mestu. Veliki broj zemalja članica eksperimentiše sa zakonskim mogućnostima dozvoljavajući pilot projekte u kojima se simuliraju aukcije iz stvarnog života. Međutim, moguće je vrlo uskoro očekivati jasna pravila za elektronske aukcije duž čitave Evrope. Nove EU direktive za javne nabavke daju skup pravila za elektronske aukcije u oblasti javnih nabavki. Među EU zahtevima za aukcije nalaze se i činjenice koje tenderska procedura mora izvršiti da bi otpočela – otvaranje, ograničenje i pregovaranje – pre nego što aukcija bude otvorena. Dodatno, direktive zahtevaju da kompanije učestvujući u aukciji znaju kako su trenutno rangirani u svakoj fazi aukcije.

Primer 4.4:

U Republici Irskoj, na primer, na adresi

<http://etenders.gov.ie/Media/Default/SiteContent/LegislationGuides/15.%20Quick%20Guide%20to%20eAuctions.pdf> nalazi se detaljno uputstvo za primenu e-aukcije u procesu javne e-nabavke [videti 89].

U Republici Srbiji, celokupan deo 3. Zakona o javnim nabavkama [videti 1] posvećen je upravo fenomenu elektronske aukcije i opisu aktivnosti i načina na koji se ista može implementirati u praksi.

- *Elektronsko tržište i eKatalozi* - elektronska tržišta dozvoljavaju kompanijama da prezentuju njihove brandove i proizvode na posebno propisanoj internet platformi. Oni nude javnim nadležnim organima mogućnosti da dobiju pregled tržišta. Jednostavni oblici elektronskog tržišta mogu biti poređeni sa elektronskim poslovnim direktorijumima. Kombinovani sa eKatalozima, elektronska tržišta mogu takođe postati platforme koje dozvoljavaju javnim nadležnim organima da naručuju proizvode.

Primer 4.5:

Ministarstvo odbrane Republike Srbije razvilo je elektronski katalog koji objedinjava sve nabavke u sistemu odbrane. Ovaj katalog zahteva centralni pretraživač koji omogućava da se neprimetno integrišu planovi i postupci javnih nabavki jedinica/ustanova u jedinstveni katalog. U takvom jedinstvenom katalogu nalaze se svi potrebni interfejsi, tako da ponuđač može direktno da pristupi potrebnim informacijama i ponudi cenu za stavke koje su predmet nabavke [više u 90].

- *Prekvalifikacioni sistem* – u proceduri javne nabavke ponuđači mogu da demonstriraju da njihovi proizvodi potpuno ispunjavaju finansijske, tehničke i ekonomske zahteve koje postavlja naručilac. Oni takođe mogu da dokažu da poseduju veliko iskustvo u obavljanju aktivnosti koje su predmet nabavke. Ponuđači treba da obezbede dokumenta kao što su izvodi iz registra, izjave banke, itd. Prekvalifikacioni sistemi mogu da zamene ovu birokratsku proceduru. Ideja ovih prekvalifikacionih sistema je da dokumenti ponuđača budu

provereni samo jedanput (na primer, jednom godišnje od strane prekvalifikacionog tela). Dokumenta koja ponuđači podnose prekvalifikacionom telu su dostupna online za svaki javni nadležni organ. Takođe je moguće da ponuđači dobiju sertifikat da su "prekvalifikovani" za javne ugovore.

Primer 4.6:

Već nekoliko godina u Republici Austriji, "Auftragnehmerkataster Österreich" predstavlja oficijelni prekvalifikacioni elektronski sistem. Kompanije, koje regularno učestvuju u proceduri javne nabavke, obično se registruju na ovaj sistem. On im omogućuje da definišu potrebna dokumenta za prikaz njihovih finansijskih, ekonomskih i tehničkih kapaciteta i da ažuriraju ove informacije kad god je potrebno ili posle jedne godine. Javne institucije imaju potpuni online pristup ovim detaljima o kompaniji (ponuđaču). Detalji se nalaze na adresi www.ankoe.at [videti 91].

- *Kupovne kartice za elektronsko plaćanje* - razvoj sistema za elektronsku trgovinu promenio je pristup i javnim nabavkama. Ovakvi sistemi nude mogućnosti za redukciju troškova nabavke, obezbeđujući efikasnost i konkurenciju, stvarajući mogućnosti za praćenje ugovora i obezbeđenje upravljanja informacionim sistemima.

Primer 4.7:

U Velikoj Britaniji, Vlada je uvela "Government Procurement Card" koja počiva na VISA kupovnoj platformi. Ova kartica je otvorena za korišćenje od strane različitih centralnih i lokalnih vladinih entiteta i pomaže im u kupovini jeftinih roba i usluga (robe i usluge male vrednosti) direktno od ponuđača. "Government Procurement Card" je priznata kao efektivni način redukcije visokih administrativnih troškova koji su povezani sa kupovinom male vrednosti [videti 92].

4.3.2. Faze implementacije javne e-nabavke

Da bi se javna e-nabavka mogla uspešno primeniti u procedurama javnih nabavki, potrebno je da se obezbede zakonski preduslovi za razvoj iste. Istovremeno, potrebno je da se poznaje i zakonska procedura sprovođenja javnih nabavki kako bi se ista mogla korišćenjem modernih IKT-a prevesti u elektronski oblik. Usvajanje paketa zakonodavstva o javnim nabavkama u EU, koji uključuje specifična pravila o javnoj e-nabavci, predstavlja prekretnicu u ovoj oblasti. Ovaj paket čine dve direktive: *Direktiva 2004/18/EC* koja se bavi ugovorima o javnim radovima, ugovorima o nabavkama javnih dobara [detaljnije u 93] i *Direktiva 2004/17/EC* koja se bavi specijalnim sektorima nabavke kao što su voda, energija, transport i poštanske usluge [više u 94].

Od ostalih dokumenata EU kao najznačajniji izdvajaju se Akcioni plan za javne e-nabavke [više u 95] i i2010 eGovernment akcioni plan [videti 96]. *Akcioni plan za javne e-nabavke* obezbeđuje koherentni okvir za sprovođenje nabavke elektronskim putem na otvoren, transparentan i nediskriminatorni način. U planu su definisani ciljevi i akcije koje treba preduzeti u cilju uspešne realizacije javne e-nabavke. Istovremeno, određene su aktivnosti na uspostavljanju internacionalnog okvira za javne e-nabavke, utvrđen je način implementacije plana i praćenje njegove realizacije. *eGovernment akcionim planom i2010* definisani su ciljevi i očekivanja za 2010 godinu u oblasti eGovernment-a gde se kao značajan deo pojavljuje javna e-nabavka.

Ukratko, kao što je već pomenuto u prethodnom odeljku, javna e-nabavka predstavlja proces kupovine roba i usluga korišćenjem interneta. To je proces koji automatizuje i integriše kupce (naručioce) i ponuđače u njihovom međusobnim odnosima posredstvom interneta. To automatizuje kompletan proces nabavke počev od traženja do naručivanja, primanja fakture i elektronskog plaćanja. U slučaju javne nabavke, automatizuju se sledeće aktivnosti:

- Donošenje odluke o nabavci
- Procena troškova
- Kreiranja poziva na tender i odobrenja
- Objavljivanje poziva na tender

- Ispravka štamparskih grešaka
- Raspoređivanje tendera
- Potvrda licitacije sa ponuđačima/ugovaračima
- Modifikacija licitacije sa ponuđačima/ugovaračima
- Praćenje statusa licitacije sa ponuđačima/ugovaračima
- Tehnička evaluacija
- Komercijalna evaluacija
- Dodela ili sklapanje ugovora

Kroz javnu e-nabavku, odeljenje za javne nabavke u organu državne uprave kreira poziv za javnu e-nabavku i objavljuje ga u cilju da se na njega jave ponuđači sa tržišta. Ponuđači mogu da vide poziv za javnu e-nabavku i ako su zainteresovani, oni mogu da download-uju tendersku dokumentaciju i da na taj način izraze interes za svoje učešće. Ponuđači skeniraju dokumenta i sertifikate koji su neophodni da bi mogli da potvrde svoje učešće i upload-uju te skenirane fajlove kao deo njihovog učešća u javnoj e-nabavci. Odeljenje za javne nabavke će u tačno određeno vreme i na tačno određeni datum da pregleda ponude svih ponuđača i da ih proceni, odnosno razmotri. Zatim, svi ponuđači koji su zadovoljili osnovne uslove u pogledu tehničke specifikacije, pozivaju se na otvaranje ponuda. Nakon komercijalne evaluacije i izbora, ugovor će biti dodeljen najpovoljnijem ponuđaču. U svakoj fazi javne e-nabavke, svi učesnici (komisija, ponuđači) mogu da dobiju informacije o statusu u javnoj e-nabavci kroz email korespondenciju ili *tender status* bar.

Da bi se uspešno implementirao sistem za javne e-nabavke potrebno je najpre definisati faze procesa implementacije javne e-nabavke, zatim izvršiti analizu troškova, pripremiti organizaciju za uvođenje promena u načinu kupovine roba ili usluga, izvršiti analizu postojećih rešenja i nakon njihovog međusobnog upoređivanja izabrati najbolje, pristupiti implementaciji rešenja i na kraju realizovati odgovarajući trening zaposlenih kako bi što efikasnije koristili implementirano rešenje za javnu e-nabavku. Stoga, uspešna implementacija javne e-nabavke kao web servisa e-uprave može se posmatrati kao proces koji se sastoji od sledećih faza (videti sliku 4.2).



Slika 4.2. Proces implementacije javne e-nabavke

Faza 1 obuhvata utvrđivanje ciljeva i vizije implementacije javne e-nabavke. To treba da obezbedi automatizaciju procesa javne nabavke, visok nivo transparentnosti nabavke, povećanje broja ponuđača, smanjenje troškova nabavke i obezbeđenje svim privrednim subjektima isti tretman. *Faza 2* obuhvata redefinisavanje pravnog i regulatornog okvira za javne e-nabavke. Pri tome treba da se definišu neophodna zakonska i podzakonska akta koja će stvoriti zakonsko okruženje za implementaciju javne e-nabavke. *Faza 3* obuhvata analizu postojećih procesa javne nabavke koja treba da uključi procenu potreba za nabavkama i da se na osnovu toga odredi spremnost i pravac za implementaciju javne e-nabavke. Analiza takođe treba da uključuje i reviziju vladine potrošnje, analizu predmeta nabavke, analizu profila ponuđača kao i procenu sposobnosti i veština zaposlenih za prelazak na javnu e-nabavku i primenu iste. *Faza 4* obuhvata proces reinženjeringa postojećih procesa javne nabavke. Ovde se nakon razmatranja postojećeg procesa javne nabavke i identifikacije uskih grla i oblasti neefikasnosti, kreira reinženjering plan koji bi trebalo da bude izrađen u pravcu postizanja postavljenih ciljeva i vizije iz faze 1. *Faza 5* obuhvata izbor rešenja i platforme za implementaciju elektronskog sistema za javnu e-nabavku. Na ovom mestu vrši se identifikacija i izbor ispravnog rešenja i tehnološke platforme što zahteva realizaciju *cost-benefit* analize i/ili analize rizika s ciljem upoređivanja različitih rešenja za javnu e-nabavku i njihovih prednosti. *Faza 6* podrazumeva formulisanje plana

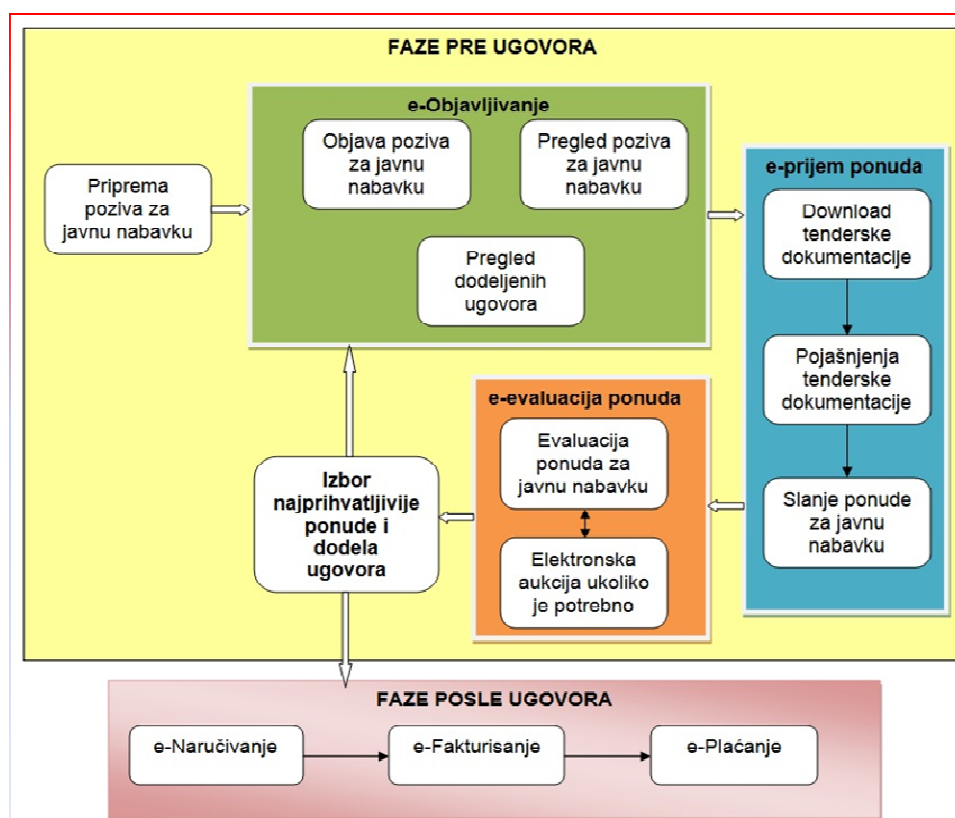
implementacije izabranog rešenja za javnu e-nabavku. U ovoj fazi mora obavezno da se uključi alokacija i upravljanje svim adekvantnim resursima (finansijskim i ljudskim) u celokupnom procesu implementacije javne e-nabavke.

4.3.3. Faze realizacije javne e-nabavke

Što se tiče konkretnih faza koje čine proces javne e-nabavke, može se zaključiti da one proizilaze iz tradicionalnog oblika realizacije javne nabavke koji podrazumeva objavu javnog poziva, prikupljanje ponuda, donošenje odluke o izboru najpovoljnijeg ponuđača, potpisivanje ugovora i praktičnu realizaciju ugovora.

Stoga, javnu e-nabavku čine sledeće dve osnovne faze [videti 70, 97 i 102]:

- Faze pre dodele ugovora u javnoj nabavci
- Faze posle dodele ugovora u javnoj nabavci



Slika 4.3. Faze javne e-nabavke [70, 97 i 102]

Faza 1 - Priprema poziva za javnu nabavku podrazumeva realizaciju aktivnosti na pokretanju javne nabavke, donošenju odluke o istoj, formiranju komisije za javnu nabavku i pripremu konkursne (tenderske) dokumentacije [70].

Faza 2 - E-objavljivanje predstavlja fazu u kojoj se ponuđačima obezbeđuju informacije o prošlim, tekućim i budućim javnim nabavkama. Ponuđač može da pristupi informacijama online ili da download-uje iste. U ovoj fazi obezbeđuje se online dostupnost konkursne dokumentacije preko posebnog internet portala kreiranog za tu namenu [70].

Faza 3 - E-prijem ponuda predstavlja fazu u kojoj se obezbeđuje prijem i upravljanje ponudama ponuđača. Najjednostavniji način da ponuđač pošalje svoju ponudu jeste kroz portal javne nabavke koji treba da bude zasnovan na digitalnom potpisu i PKI (Public Key Infrastructure) tehnologiji. Ovakav sistem, naravno, treba da obezbedi i dvosmernu komunikaciju između Naručioca i Ponuđača u smislu obezbeđenja eventualnih dodatnih pojašnjenja tenderske dokumentacije od strane Naručioca [70].

Faza 4 - E-evaluacija ponuda je vrlo značajna faza javne e-nabavke koja treba da obezbedi preciznu evaluaciju ponuda na osnovu predefinisanih kriterijuma o kojima je bilo reči u delu 4.1. predmetne doktorske disertacije. Pri evaluaciji ponuda mogu da se koriste metode višekriterijumskog odlučivanja koje su integrisane u portal za javnu e-nabavku [70]. Jednom rečju, celokupan sistem javne e-nabavke treba da "predloži" naručiocu najprihvatljiviju ponudu, pa se može reći da sistem za javnu e-nabavku predstavlja istovremeno i sistem za podršku odlučivanju. O ovome će više reči biti u poglavlju 6. O načinu kako se problem izbora ponude rešava kao problem višekriterijumskog odlučivanja biće više reči u poglavlju 5 ovog rada. Treba napomenuti da se u ovoj fazi može realizovati i elektronska aukcija, ukoliko za to postoji potreba.

Faza 5 - Izbor najprihvatljivije ponude i dodela ugovora predstavlja fazu u kojoj se nakon evaluacije ponuda bira najpovoljnija ponuda i pristupa elektronskom potpisivanju ugovora [70].

Faza 6 - E-naručivanje je faza u kojoj, da bi naručilac kreirao narudžbu prema ugovoru iz prethodne faze, neophodno je da ponuđač obezbedi elektronski katalog svojih proizvoda ili usluga na osnovu kojeg naručilac pravi narudžbu i prosleđuje istu do ponuđača [70].

Faza 7 - E-fakturisanje i e-plaćanje su faze u kojima se obezbeđuje jedinstvena veza između računovodstvenih sistema naručioca i ponuđača. Ova veza daje mogućnosti da se faktura elektronskim putem prosledi iz računovodstva ponuđača u računovodstvo naručioca, a sve u cilju plaćanja. To može biti realizovano putem emaila, web-a ili kroz potpuno integrisan informacioni sistem zasnovan na XML-u (Extensible Markup Language) [70].

4.3.4. Javne e-nabavke u Republici Srbiji

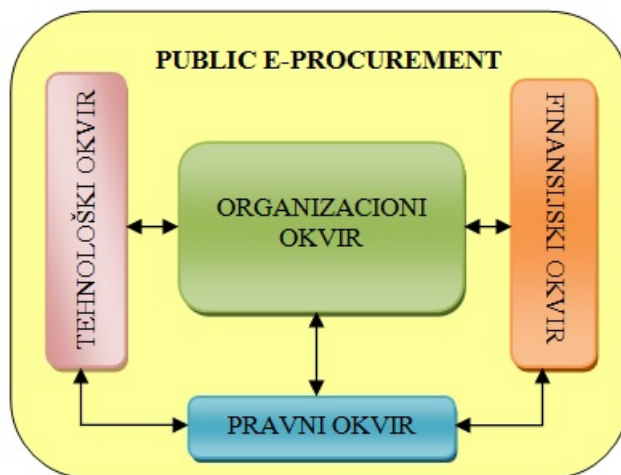
Prema izveštaju Uprave za javne nabavke, javne nabavke u Srbiji zauzimaju 7,27% BDP, odnosno 262,9 milijardi dinara za ukupno 83.121 nabavku [videti 4] koje su realizovane na tradicionalni način.

U Republici Srbiji se u [1] utvrđuje nadležnost državnih organa za oblast javnih nabavki i prvi put se uvodi pojam javne e-nabavke gde je članom 47 iz zakona predviđena obavezna primena javne e-nabavke ukoliko vrednost javnih nabavki prelazi 700 miliona dinara na godišnjem nivou. Od faza javne e-nabavke navedenih u odeljku 4.3.3., trenutno su, na primer, u državnim organima Srbije zastupljene faza pripreme poziva za javnu nabavku, faza e-objavljivanje i delimično faza e-prijem ponuda u delu downloadovanja konkursne dokumentacije pri čemu su ove informacije smeštene na portalu javnih nabavki <http://portal.ujn.gov.rs> [videti 36].

Razlog za ovakve rezultate nalazi se u činjenici da realizacija ovih faza ne zahteva velika finansijska ulaganja i jednostavnije je prirode. Preostale faze podrazumevaju dvosmernu komunikaciju i automatizaciju procesa što podrazumeva i veća finansijska ulaganja.

4.3.4.1. Framework za implementaciju javne e-nabavke u Republici Srbiji

Da bi se moglo obezbediti neometano planiranje, razvoj i primena IKT-a u procesu javne nabavke u Republici Srbiji neophodno je postojanje odgovarajućeg framework-a za implementaciju javne e-nabavke u Srbiji, kako je to predstavljeno na slici 4.4. [više u 97].

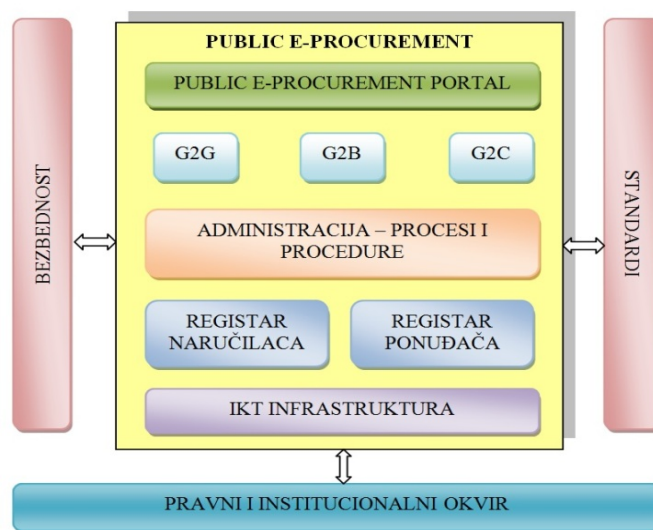


Slika 4.4. Framework za implementaciju javne e-nabavke u Republici Srbiji [70 i 97]

Kao što se može primetiti sa slike 4.4., za uspešnu implementaciju i razvoj javne e-nabavke neophodno je obezbediti [70]:

- odgovarajući *pravni okvir* koji se manifestuje u obliku pozitivnih pravnih normi i propisa
- *tehnološki okvir* koji podrazumeva primenu IKT-a u ovoj oblasti
- *finansijski okvir* koji se ispoljava kroz obezbeđenje odgovarajućeg nivoa finansijskih sredstava za razvoj i implementaciju javne e-nabavke
- *organizacioni okvir* koji se odnosi na institucionalni oblik realizacije javne e-nabavke.

Daljim razvojem framework-a sa slike 4.4. dolazi se do metodološkog okvira za implementaciju javne e-nabavke u Srbiji kako je to prikazano na slici 4.5.



Slika 4.5. Metodološki okvir za javnu e-nabavku u Srbiji [70 i 97]

Pravni i institucionalni okvir za javne e-nabavke u Srbiji definisan je u [1] gde se po prvi put u Srbiji uvode pojmovi elektronske ponude, elektronske licitacije i sistema dinamične nabavke na način da se, u članu 3 iz [1], između ostalog, navodi sledeće [1]:

“Tačka 21) sistem dinamične nabavke je postupak elektronske nabavke standardnih dobara i usluga koje su opšte dostupne na tržištu i zadovoljavanju potrebe naručioca.

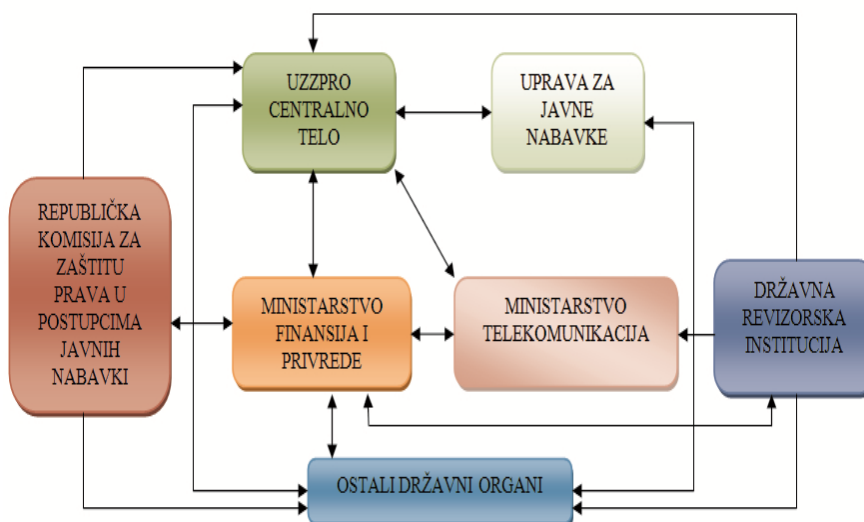
Tačka 36) elektronska ponuda je ponuda ili deo ponude koju ponuđač dostavlja naručiocu u elektronskom obliku i kao takva mora da bude predviđena konkursnom dokumentacijom, da ispunjava pravila elektronskog poslovanja prema posebnim propisima i da sa ostalim delovima ponude istog ponuđača čini nedvosmisleni celinu.

Tačka 37) elektronska licitacija je nadmetanje među ponuđačima u postupku javne nabavke kroz davanje novih, povoljnijih ponuda elektronskim putem, koje naručilac rangira pomoću metoda za automatsko ocenjivanje”.

Dalje, član 41 iz [1], ukazuje na detalje sistema dinamične nabavke gde se između ostalog navodi da ”elektronska sredstva i informacioni sistem, odnosno tehnologija pomoću koje se uspostavlja i vodi sistem dinamične nabavke mora biti široko dostupna zainteresovanim licima i ne može voditi ograničavanju konkurencije”. Takođe deo 3 iz [1] u celosti se odnosi na elektronsku licitaciju gde je utvrđen način primene elektronske licitacije, transparentnost, početak i završetak postupka elektronske licitacije.

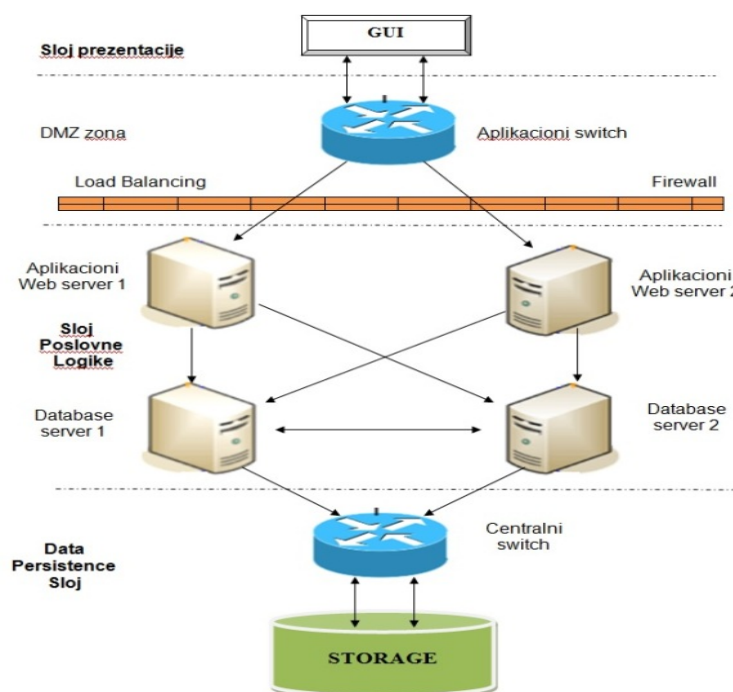
Istovremeno, članom 47 iz [1] predviđena je obavezna primena elektronske nabavke ukoliko vrednost javnih nabavki prelazi 700 miliona dinara na godišnjem nivou. Dalje, članom 49 iz [1] određena je obaveza da se uspostavi odgovarajući informacioni sistem i primenjuje sistem dinamične nabavke i elektronske licitacije, ukoliko je to moguće. Takođe, članom 57 iz [1] predviđa se mogućnost objave javne nabavke na portalu javnih nabavki koji se u Republici Srbiji nalazi na adresi <http://portal.ujn.gov.rs> [detaljnije u 36]. Na ovaj način, sa novim zakonom o javnim nabavkama u Srbiji se ponuđačima stvaraju mogućnosti da u procesu javne nabavke ponude dostavljaju elektronskim putem što se u zemljama EU već radi duži vremenski period i donose se pravni dokumenti kojima se uređuje oblast javne e-nabavke o čemu je već bilo reči u odeljku 4.3.2.

Što se tiče *institucionalnog okvira* za javnu e-nabavku sa slike 4.5., u Srbiji, u [1] članom 48 i članom 49 predviđeno je da organ državne uprave pod nazivom Uprava za zajedničke poslove republičkih organa (UZZPRO) bude telo za centralizovane javne nabavke. Na taj način, nastoji se obezbediti centralizacija javnih nabavki u Srbiji u cilju povećanja transparentnosti, smanjenja troškova i eliminacije korupcije u postupcima javnih nabavki. Imajući ovo u vidu, institucionalni okvir za javne e-nabavke u Srbiji može se predstaviti kao na slici 4.6.



Slika 4.6. Institucionalni okvir za javnu e-nabavku u Srbiji [videti 70 i 97]

Sa slike 4.6. može se uočiti da je centralno telo za javne nabavke u Srbiji UZZPRO. Sa ovim telom dvosmernu komunikaciju ostvaruju svi organi državne uprave usled potreba za javnim nabavkama, a pre svih Uprava za javne nabavke i Ministarstvo finansija i privrede. Ministarstvo nadležno za informaciono društvo i telekomunikacije takođe ostvaruje direktnu dvosmernu komunikaciju sa UZZPRO s obzirom da je članom 49 iz [1] predviđeno uspostavljanje informacionog sistema za javne e-nabavke što je oblast u kojoj je nadležnost ovog ministarstva. Kontrolnu funkciju vrši Državna revizorska institucija i Republička komisija za zaštitu prava u postupcima javnih nabavki [70 i 97]. Dalje, *IKT infrastruktura* iz metodološkog okvira sa slike 4.5. podrazumeva uspostavljanje optičkog prstena između organa državne uprave što je trenutno realizovano samo u Beogradu. Ova infrastruktura ima za cilj blagovremenu i neometanu dostupnosti servisa javne elektronske nabavke organima državne uprave, privrednim subjektima i građanima. Istovremeno, IKT infrastruktura odnosi se na uspostavljanje odgovarajuće hardversko-softverske arhitekture za implementaciju informacionog sistema za javnu e-nabavku uz poštovanje pristupa troslojne arhitekture u razvoju informacionih sistema kako je to pojednostavljeno predstavljeno na slici 4.7.



Slika 4.7. Hardversko-softverska arhitektura informacionog sistema za javnu e-nabavku u Srbiji [70 i 97]

Sa slike 4.7. može se uočiti da informacijski sistem za javnu e-nabavku u potpunosti prati koncept i pristup troslojne softverske arhitekture u razvoju distribuiranih informacijskih sistema čijoj vrsti pripada i informacijski sistem za javnu e-nabavku. Informacijski sistem poseduje sloj prezentacije koji je orijentisan prema zainteresovanim korisnicima sistema (naručioci, ponuđači, internet posetioci). Iza tog sloja nalazi se deo demilitarizovane zone čija namena je zaštita aplikativnih i database servera koji se nalaze na sloju poslovne logike. Rešenje na ovom sloju podrazumeva konfiguraciju servera u takozvanom "mirror" režimu gde u slučaju otkaza bilo kojeg servera drugi server automatski preuzima njegovu funkciju i sistem nastavlja da radi bez prekida. Na poslednjem sloju nalaze se podaci o javnim nabavkama, oglasima za iste, ponude koje su podnete u procesu javnih nabavki i informacije o dodeljenim ugovorima [videti 70]. Više o arhitekturi informacijskog sistema za javne e-nabavke biće u nastavku ove doktorske disertacije.

Registar naručilaca i registar ponuđača iz metodološkog okvira sa slike 4.5. predstavljaju baze podataka koje su prema članu 78 iz [1] u obavezi da uspostave i vode institucija nadležna za centralizovane javne nabavke i organizacija nadležna za registraciju privrednih subjekata. Informacije iz ovih registara koriste se u cilju provere validnosti informacija koje se odnose na status naručilaca i ponuđača.

Aplikativni resursi koji se odnose na servise G2B, G2C i G2G sa slike 4.5. podrazumevaju uspostavljanje interoperabilnih informacijskih sistema za razmenu dokumenata i informacija između navedenih entiteta (Government, Business, Citizen) [videti 70 i 97].

Public eProcurement portal sa slike 4.5. podrazumeva razvoj distribuiranog informacijskog sistema kao web elektronskog servisa e-uprave shodno arhitekturi sa slike 4.6. Preko ovog portala kojeg mogu se elektronskim putem realizovati sve faze jednog procesa javne e-nabavke osim faze isporuke koja podrazumeva fizičko dostavljanje dobara, odnosno izvođenje radova ili pružanje usluge [videti 70 i 97]. O arhitekturi ovog sistema za javnu e-nabavku biće detaljnije u nastavku predmetne doktorske disertacije.

Što se tiče *bezbednosti i standarda* iz metodološkog okvira sa slike 4.5., pristup portalu za javnu e-nabavku treba da se ostvaruje unosom korisničkog imena i šifre i kroz odgovarajuće protokole (HTTP, HTTPS, SOAP). Standardi podrazumevaju da implementacija celokupnog sistema javne e-nabavke bude realizovana uz poštovanje standarda za razmenu dokumenata (najčešće *XML – eXtensible Markup Language* standard), standarda u razvoju informacionih sistema i standarda iz oblasti bezbednosti (pre svega ISO 27001) [videti 70 i 97].

4.3.4.2. *Projektovanje arhitekture web portala za javne e-nabavke u Republici Srbiji*

Dobar izbor rešenja za web portal za javne e-nabavke u Srbiji treba da omogući viši nivo transparentnosti, veću efikasnost i manje troškove u procesu javne e-nabavke. Na ovom mestu važno je istaći da *ne postoji jedinstveno rešenje za uspešnu implementaciju javne e-nabavke i sama implementacija, kao takva, treba da podržava određene ciljeve i strategije* [videti 98].

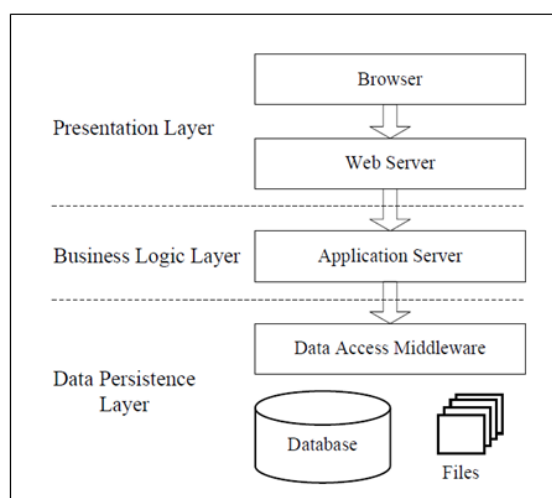
Polazeći od ove tvrdnje, u predmetnoj doktorskoj disertaciji predstavljeno je jedno od mogućih rešenja za implementaciju modela arhitekture web portala za javnu e-nabavku kao servisa e-uprave u Republici Srbiji. Pri kreiranju ovog portala korišćen je pristup troslojne (*three-tier*) klijent-server arhitekture iz razloga što web portal za javne e-nabavke predstavlja web orijentisanu aplikaciju koja je po svojoj prirodi distribuirani informacioni sistem. *Three-tier* je klijent-server arhitektura u kojoj su korisnički interfejs, funkcionalni logički procesi (poslovna pravila), data storage i pristup podacima razvijeni kao nezavisni moduli, vrlo često i na različitoj platformi [videti 99]. U troslojnoj arhitekturi, distribuirane aplikacije sastoje se od tri tipa sledećih komponenti [detaljnije u 100]:

- *Korisnički interfejs i obrada prezentacija* - ove komponente su odgovorne za prihvatanje ulaza i prikazivanje rezultata te kao takve pripadaju klijentskom sloju. Uobičajeno je da se ove komponente nazivaju sloj prezentacije.
- *Računarska obrada funkcija* - ove komponente su odgovorne za obezbeđenje transparentnog, pouzdanog, sigurnog i efikasnog distribuiranog computing-a. Istovremeno, odgovorne su i za izvođenje potrebnog procesuiranja u rešavanja

partikularnih aplikacionih problema te kao takve pripadaju aplikativnom sloju. Uobičajeno je da se ove komponente nazivaju sloj poslovne logike.

- *Obrada pristupa podacima* - ove komponente su odgovorne za pristup podacima koji su skladišteni na eksternim uređajima za skladištenje podataka kao što su hard diskove te kao takve pripadaju back-end sloju. Uobičajeno je da se ove komponente nazivaju Data persistence sloj.

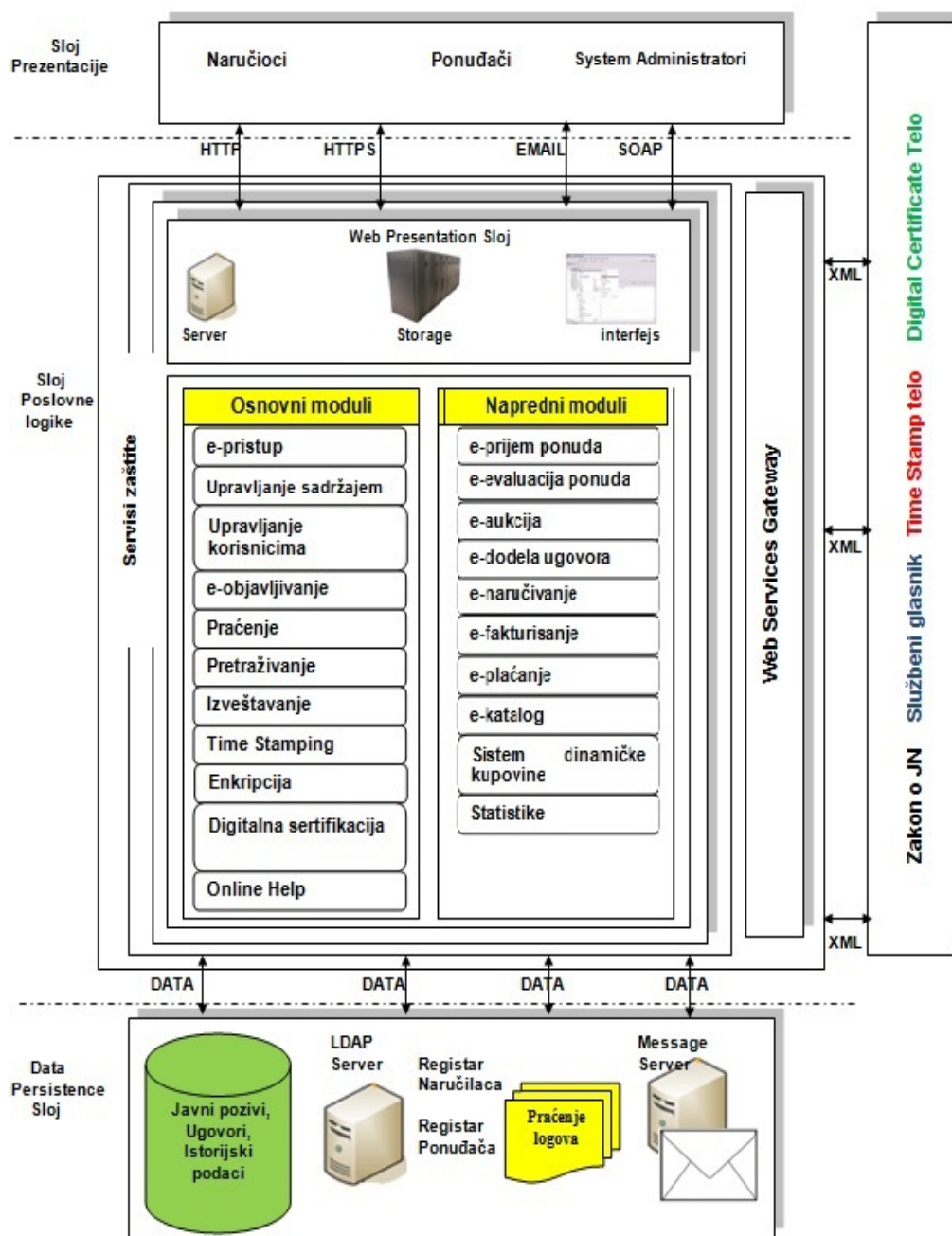
Three-tier arhitektura može se jednostavno predstaviti kao na slici 4.8. [videti 102].



Slika 4.8. Three-tier arhitektura [prema 101 i 102]

Sloj prezentacije predstavlja osnovni GUI (Graphic User Interface) i sve ostale komponente su u vezi sa ovim slojem. Na ovom sloju, podaci su dati u strukturi koju pretraživač može efikasno da prikaže. *Sloj poslovne logike* implementira domen specifičnih poslovnih procesa i pravila istovremeno vodeći računa o servisima i autorizaciji. *Data Persistence sloj* skladišti podatke obezbeđujući pouzdan pristup istim [videti 101 i 102].

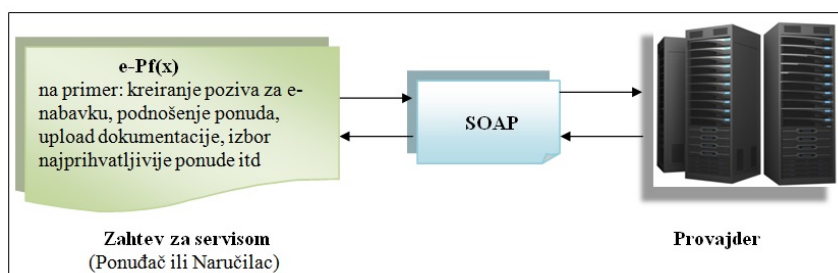
Primenom prethodno opisanog pristupa, na slici 4.9. predstavljen je logički model arhitekture web portala za javnu e-nabavku u Republici Srbiji [videti 102].



Slika 4.9. Logički model arhitekture web portala za e-nabavku u Srbiji [102]

Ideja se sastoji u tome da web portal za javnu e-nabavku predstavlja web servis koji po svojoj prirodi predstavlja distribuiranu web aplikaciju. U ovoj web aplikaciji nalaze se komponente koje su povezane preko interneta i koje najčešće međusobno komuniciraju pomoću HTTP-a (HyperText Transfer Protocol) i SOAP-a (Simple Object Access Protocol). Razmena podataka u predloženom web portalu za javnu e-nabavku realizuje

se na način da korisnik web portala (naručilac ili ponuđač) pozivaju određenu funkciju koju može da se označi sa $e-P(x)$, a koja se nalazi na udaljenom serveru kod provajdera usluge. Ova funkcija se odnosi na procedure ili funkcije web portala za javnu e-nabavku koje se nalaze na nekom web serveru i koji se mogu pozivati putem interneta. Provajder ovu funkciju vidi kao i bilo koju drugu lokalnu funkciju i često ne mora da zna da je ona udaljena metoda web servisa. Poziv i parametri se formatiraju u SOAP-XML formatu i šalju web servisu. Web servis prima SOAP-XML zahtev, čita iz njega informacije o metodi koju treba pozvati i parametre koje joj treba proslediti, izvršava metodu, rezultat opet formatira kao SOAP-XML i vraća ga kao odgovor. Ovaj odgovor se vraća pozivaocu koji čita informacije iz XML-a i vraća rezultat kao povratnu vrednost što se najjednostavnije može predstaviti kao na slici 4.10.



Slika 4.10. Komunikacija putem SOAP -a

Prezentacijski sloj arhitekture web portala za javnu e-nabavku sa slike 4.9. sastoji se od GUI-a koji obezbeđuje korisnicima realizaciju svih potrebnih aktivnosti u cilju kompletiranja procesa nabavke. Aktivnosti i podaci u okviru web portala za javnu e-nabavku treba da budu dostupni korisnicima kroz odgovarajući sigurnosni nivo autentifikacije u okviru kojeg su definisane uloge i pristupna prava korisnika.

Zahtevi inicirani kroz ovaj sloj prenose se putem SOAP-a i HTTP-a do *sloja poslovne logike* koji se nalazi na web serverima, a sve u skladu sa poštovanjem poslovno-logičkih servisa koji se nalaze na aplikativnim serverima. Sistem odgovara na zahtev korisnika i vraća odgovarajuće rezultate zavisno od aktivirane funkcionalnosti od strane korisnika slično funkciji prikazanoj na slici 4.10. Servisi na ovom sloju podeljeni su na osnovne i napredne servise na način kako je to prikazano na slici 4.9.

Data Persistence sloj obezbeđuje potrebnu infrastrukturu i softver za skladištenje podataka i komunikaciju sa različitim hardversko-softverskim komponentama prisutnim na strani korisnika (ponuđača) na način kako je prikazano na slici 4.9.

U datom modelu web portala za javnu e-nabavku sa slike 4.9. kao korisnici pojavljuju se sledeći entiteti: naručioci, ponuđači, gosti-posetioци i system administrator.

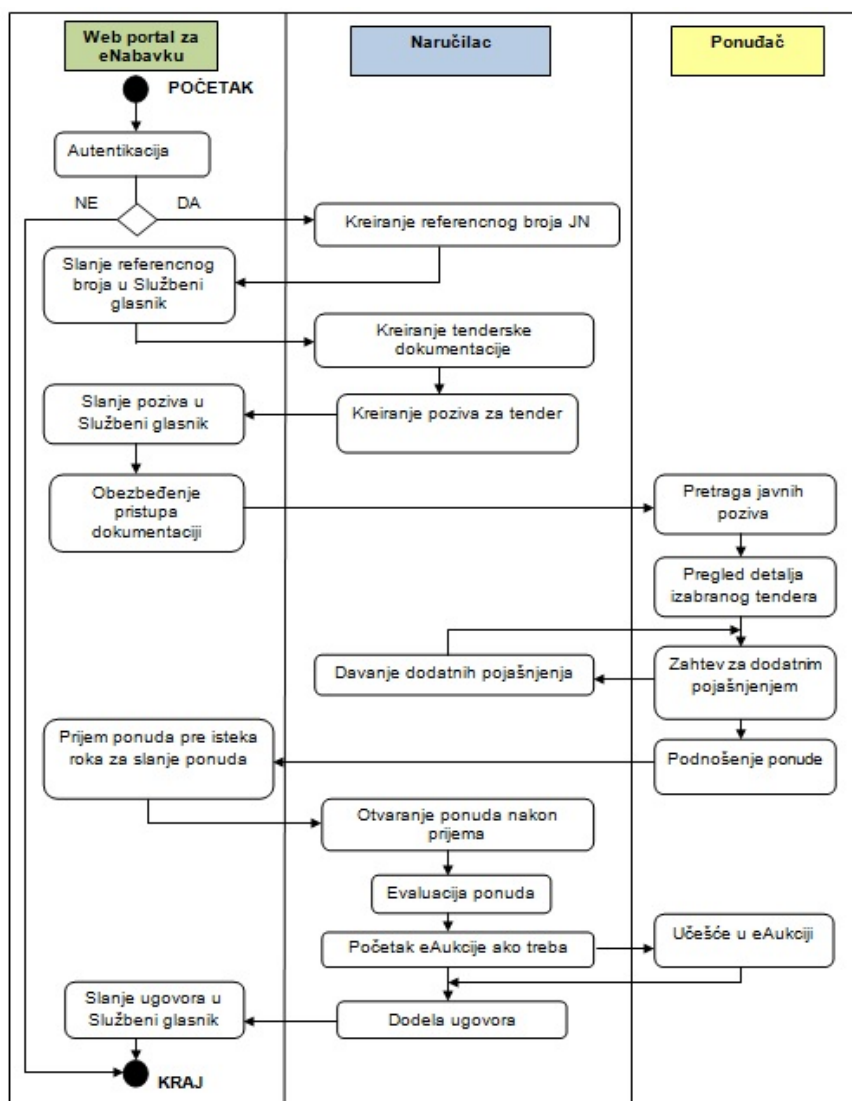
U ulozi *naručioca* pojavljuju se lica na strani naručioca koja su ovlašćena za unos javne e-nabavke u sistem, otvaranje podnetih ponuda u vezi sa javnom nabavkom i evaluaciju podnetih ponuda. Navedena lica se međusobno razlikuju što je posledica nastojanja da se u sistemu obezbedi visok nivo transparentnosti. Tako na primer, lice koje je zaduženo za unos podataka o javnoj e-nabavci ne može biti određeno za otvaranje ili evaluaciju ponuda za predmetnu javnu nabavku kao što ni lice koje je zaduženo za otvaranje ponuda ne može biti u ulozi lica koje vrši evaluaciju ponuda.

U ulozi *ponuđača* pojavljuju se lica na strani ponuđača koja su ovlašćena za podnošenje ponuda od strane ponuđača za konkretne javne nabavke i kao takvi oni moraju biti logovani na web portal za javnu e-nabavku.

U ulozi *gosta-posetioca* pojavljuju se posetioци web portala za javnu e-nabavku (njegovog GUI-a), zatim lica na strani naručioca i ponuđača koja nisu logovana na web portal za javnu e-nabavku. U ulozi *system administratora* pojavljuju se ovlašćena lica koja su kreirala web portal za javnu e-nabavku.

Sva navedena lica komuniciraju sa web portalom za javnu e-nabavku putem odgovarajućih protokola (HTTP, HTTPS, SOAP) ili emaila.

Aktivnosti navedenih korisnika u predloženom modelu web portala za javnu e-nabavku mogu se predstaviti primerom dijagrama aktivnosti kao na slici 4.11.



Slika 4.11. Dijagram aktivnosti u okviru web portala za javnu e-nabavku

Aktivnosti počinju od strane lica naručioca koje je ovlašćeno da unese odgovarajuće podatke u web portal za javnu e-nabavku kako bi kreirao poziv za učešće u javnoj e-nabavci što vrši nakon autentifikacije na platformu. Tom prilikom web portal za javnu e-nabavku šalje obaveštenje o novoj javnoj nabavci u službeni list za javne nabavke. Nakon toga zainteresovani ponuđači vrše pregled unetih podataka birajući onaj javni poziv na čije zahteve mogu da odgovore nakon čega podnose ponudu. Web portal za javnu e-nabavku vrši prijem ponuda koje su podnete pre isteka roka za podnošenje. Nakon toga, ovlašćeno lice naručioca vrši evaluaciju ponuda i izbor najprihvatljivije. Po izvršenom izboru web portal za javnu e-nabavku šalje obaveštenje o dodeljenom

ugovoru u službeni list za javne nabavke. Sve navedene aktivnosti predstavljaju *osnovne servise* web portala za javnu e-nabavku sa slike 4.9.

Po izvršenom izboru najpovoljnijeg ponuđača, naručilac kroz *napredne servise* web portala za javnu e-nabavku sa slike 4.9. (*e-naručivanje, e-katalog, e-fakturisanje i e-plaćanje*) vrši elektronsko naručivanje predmeta javne e-nabavke i elektronsko plaćanje istog po dobijenoj elektronskoj fakturi od strane ponuđača.

Ono što naravno nije moguće realizovati kroz web portal za javnu e-nabavku jeste fizička isporuka dobra, usluge ili rada i to predstavlja deo logističke podrške koju ponuđač pruža prema naručiocu u procesu realizacije ugovorene obaveze.

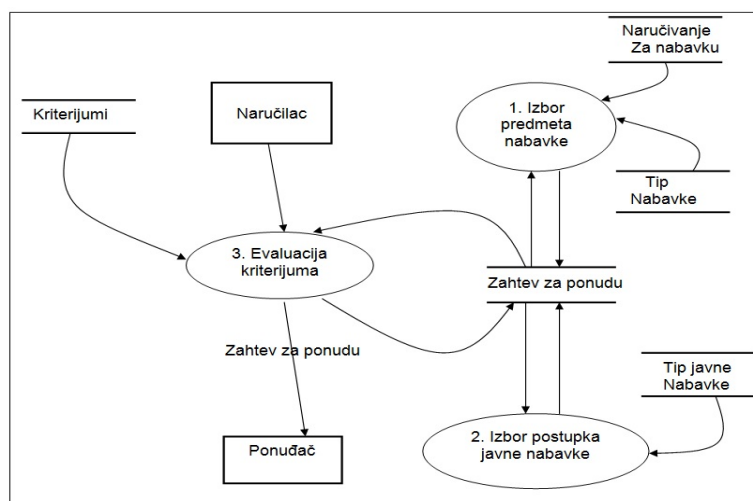
U vezi sa modelom web portala za javnu e-nabavku sa slike 4.9. treba istaći da web portal za javnu e-nabavku opisan u ovom modelu poseduje funkcionalnost da vrši automatsku antivirusnu proveru podataka koji se unose u web portal za javnu e-nabavku. Istovremeno, portal vrši automatsko zaključavanje javne nabavke po isteku roka za podnošenje ponuda kao i automatsku validaciju podnetih dokumenata. Takođe, preko portala vršie se automatsko podsećanje o određenim rokovima u vezi sa javnom nabavkom kao i praćenje i nadgledanje svih logova u sistemu (kao deo osnovnog servisa "*Praćenje*"), a sve s ciljem kreiranja odgovarajućih statističkih pokazatelja (kao deo naprednog servisa "*Statistike*"). Sve informacije u vezi sa javnim nabavkama koje se realizuju kroz web portal za javnu e-nabavku skladište se na *Data Persistence sloj* u odgovarajućem skladištu podataka i bazama podataka koje sadrže veliki skup podataka i kao takvi pogodni su za ekstrakciju informacija u razumljivu strukturu za dalje korišćenje primenom, na primer, data mining-a.

Što se tiče zaštite podataka i servisa u opisanom modelu sa slike 4.9., već je navedeno da se pristup web portalu za javnu e-nabavku ostvaruje unosom korisničkog imena i šifre i kroz odgovarajuće protokole (HTTP, HTTPS, SOAP). Takođe, kao osnovni servis u modelu postoji servis "*Enkripcija*" i celokupan sloj poslovne logike obuhvaćen je "*Servisima zaštite*" koji obezbeđuju sigurni komunikacioni interfejs za razmenu dokumenata i informacija između ponuđača i naručilaca. U cilju realizacije

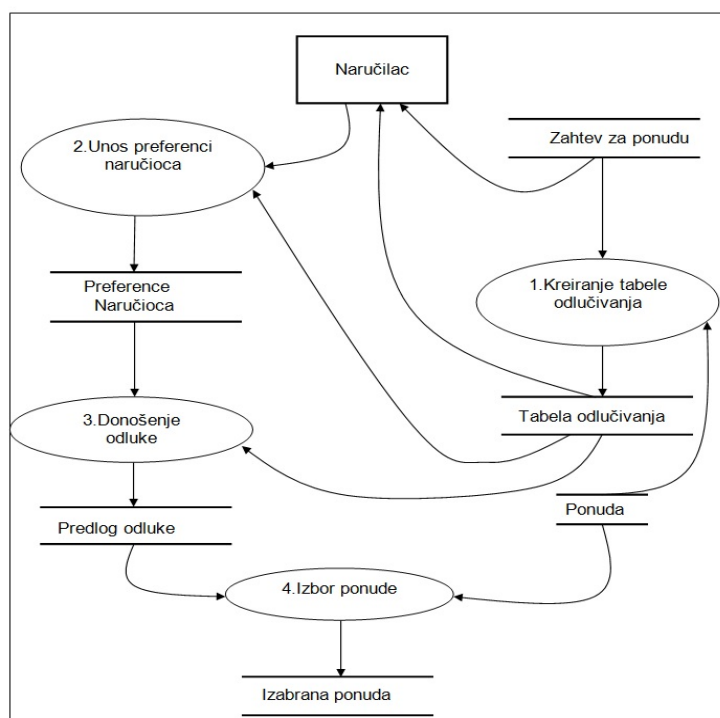
odgovarajućeg nivoa zaštite kroz ‘‘*Servise zaštite*’’ i ‘‘*Enkripcije*’’ predviđeno je da web portal za javnu e-nabavku dozvoljava system administratorima praćenje aktivnosti u vezi sa korisnicima platforme, njihovim logovanjima (kako uspešnim tako i neuspešnim), a sve kroz servis ‘‘*Praćenje logova*’’ na *Data Persistence sloju* sa slike 4.9. Takođe, sva dokumenta u web portalu za javnu e-nabavku sa slike 4.9. su digitalno potpisana. Korišćenjem ‘‘*Certification Authority*’’ funkcionalnosti, ponuđačima je dozvoljeno da koriste PKI što obezbeđuje sertifikovanje identiteta korisnika. S obzirom da web portal za javnu e-nabavku koristi informacije osetljive prirode, to se vrši enkripcija podataka uskladištenim u različitim modulima (*DataBase, LDAP, file system*) korišćenjem algoritama za enkripciju (na primer *BLOW FISH, AES* i slično). Ovakva funkcionalnost povećava sigurnost web portala za javnu e-nabavku i štiti podatke od neautorizovanog pristupa. Čitanje podataka iz web portala za javnu e-nabavku koji su zaštićeni na ovakav način nije moguće bez posedovanja odgovarajućeg algoritma za dekodiranje. Na ovom mestu važno je napomenuti da se na *Data Persistence sloju* nalazi i hardverska infrastruktura koja je neophodna za rad web portala za javnu e-nabavku u okviru koje se koristi *firewall* kao sigurnosni mehanizam kada se ostvaruje konekcija web portala za javnu e-nabavku sa internetom. *Firewall* može biti konfigurisan da dozvoli ili odbije pristup od strane određenih računara, IP adresa, servera, protokola ili mrežnih portova što opet utiče na povećanje sigurnosti celokupnog web portala za javnu e-nabavku.

Na osnovu opisanog modela arhitekture web portala za javnu e-nabavku izvršeno je projektovanje distribuiranog informacionog sistema u obliku web elektronskog servisa. U nastavku se daju izvodi iz dekompozicije, dijagrama klasa i sekvencijalnih dijagrama koji su korišćeni u razvoju ovog sistema. Predviđeno je da ovaj distribuirani sistem bude polazna tačka za praktičnu realizaciju sistema za javne e-nabavke u Republici Srbiji, a od strane UZZPRO u kojoj autor doktorske disertacije ima stalni radni odnos gde je direktno odgovoran za sistem javnih e-nabavki u Srbiji.

Na slikama 4.12. i 4.13., prikazani su primeri nivoa dekompozicije iz sistema za javnu e-nabavku koji se odnose na kreiranje poziva za javnu nabavku i izbor ekonomski najprijvatljivije ponude.



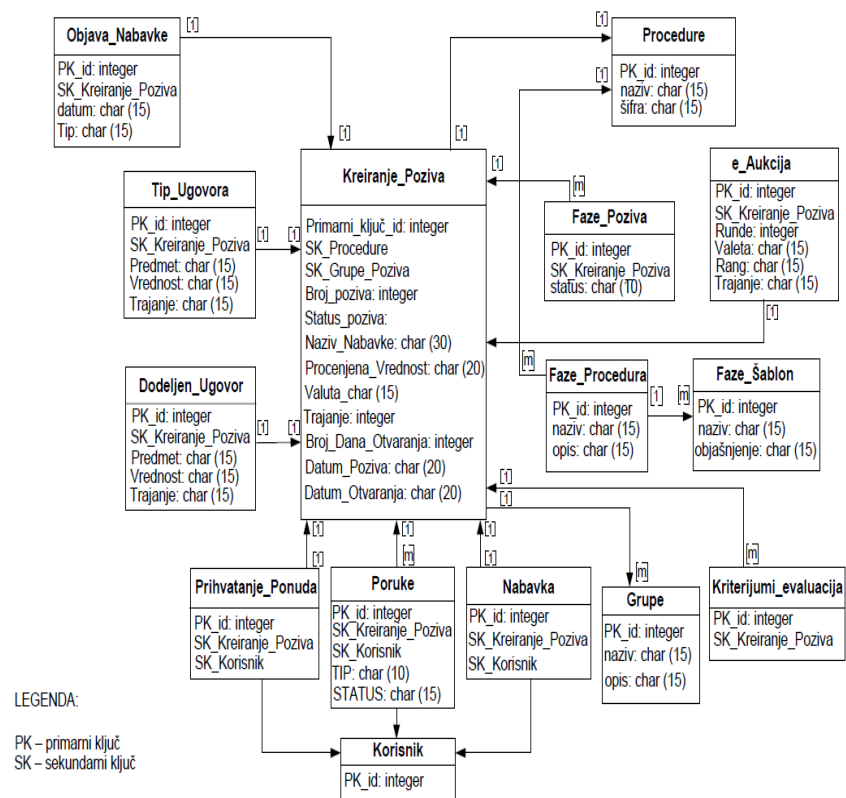
Slika 4.12. Nivo dekompozicije za kreiranje poziva u javnoj e-nabavci



Slika 4.13. Nivo dekompozicije za izbor najprihvatljivije ponude u javnoj e-nabavci

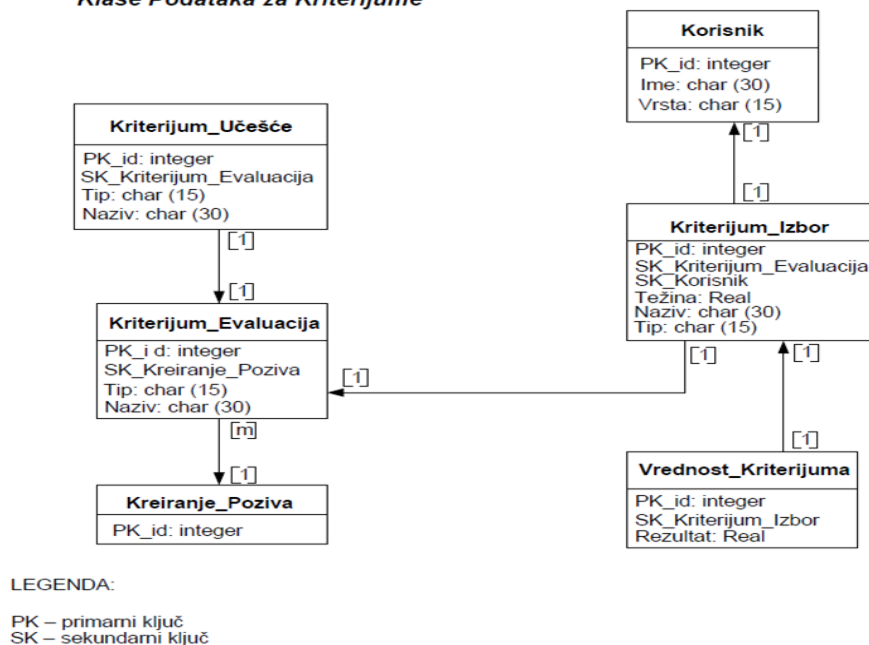
Istovremeno, na slikama 4.14. i 4.15. prikazani su primeri logičkih modela za aktivnosti kreiranja javnog poziva i evaluaciju kriterijuma za izbor ekonomski najprijvatljivije ponude u procesu javne e-nabavke.

Klase Podataka Za Kreiranje_Poziva



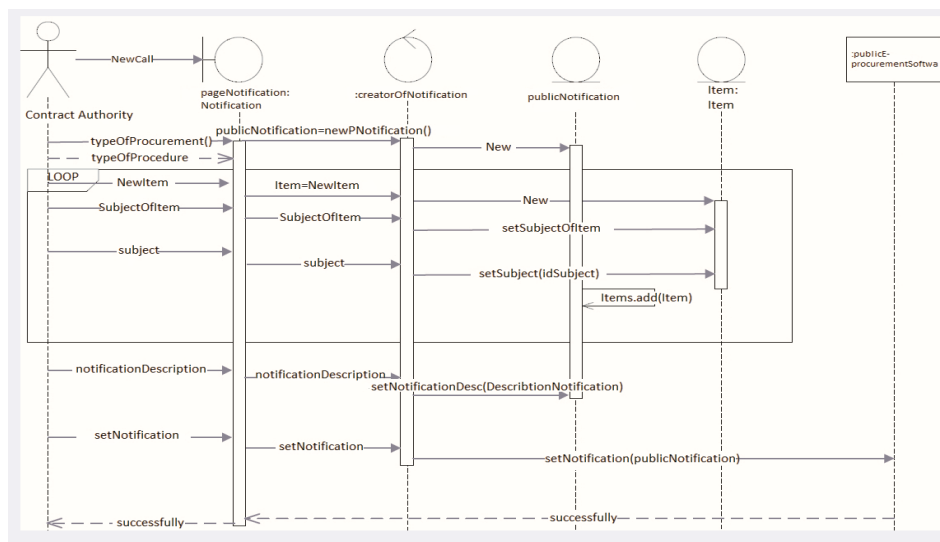
Slika 4.14. Dijagram klase podataka za Kreiranje_Poziva – logički model [102]

Klase Podataka za Kriterijume



Slika 4.15. Dijagram klase podataka za Kriterijume – logički model

Na slici 4.16. prikazan je primer sekvencijalnog dijagrama za kreiranje javnog poziva.



Slika 4.16. Primer sekvencijalnog dijagrama za kreiranje javnog poziva u procesu javne e-nabavke [102]

U nastavku na slici 4.17. prikazan je GUI web portala za javnu e-nabavku koji se odnosi na unos osnovnih informacija o javnom pozivu.

Slika 4.17. Unos osnovnih informacija pri kreiranju novog poziva za javnu e-nabavku [102]

Unosom osnovnih informacija o javnoj nabavci u web portal, dolazi se do dela web portala za javnu e-nabavku u kojem je potrebno definisati i uneti kriterijume za evaluaciju ponuda kao važne elemente procesa javne e-nabavke što je prikazano na slici 4.18.

Rb	Kriterijum	Vrsta kriterijuma	Težina	Zahvori
1.	P1	Poslovni	0.20	☒
2.	T1	Tehnički	0.30	☒
3.	T2	Tehnički	0.15	☒
4.	F1	Finansijski	0.25	☒
5.	K1	Kadrovski	0.10	☒

Slika 4.18. Unos kriterijuma za ocenjivanje ponuda u javnoj e-nabavci [102]

Opisani web portal za javnu e-nabavku poseduje predefinisane tipove kriterijuma u skladu sa [1] (finansijski, poslovni, tehnički i kadrovski). Naručiocu se ostavlja sloboda da odredi važnost svakog od kriterijuma zavisno od vrste javne nabavke dodeljujući mu odgovarajući težinski koeficijent uz napomenu da zbir težinskih koeficijenata mora biti tačno 1 (jedan).

Međutim, na ovom mestu treba istaći da ovakav način izbora najprihvatljivije ponude zasnovan na dodeli težinskih koeficijenata ima određene nedostatke. Naime, pojedini kriterijumi (na primer cena) iz želje da se postigne što niža cena u procesu javne e-nabavke dobijaju izuzetno veliki broj pondera čime na taj način postaju prioritetni kriterijum i samim tim ostali kriterijumi nemaju ili imaju vrlo mali uticaj na donošenje konačne odluke o izboru ponude u procesu javne e-nabavke. Osim toga, ovakav način dodeljivanja težina kriterijumima ne uzima u obzir kriterijume koji se ne mogu

kvantitativno izraziti (na primer kvalitet ili proizvodne performanse) pa se u praksi dešava da naručilac izabere ponudu koja mu po ceni odgovara, ali po kvalitetu ista se nalazi na vrlo niskom nivou. Ovakvi i slični nedostaci mogu da se prevaziđu uvođenjem metoda i tehnika višekriterijumskog odlučivanja i teorije fazi skupova o čemu će više reči biti u poglavlju 5. Istovremeno, u poglavlju 6 biće prikazan i softverski sistem za donošenje odluke u procesu javne e-nabavke (sistem za podršku odlučivanju) koji je zasnovan upravo na metodologiji fazi skupova, a implementiran u JAVA softverskom okruženju. Ovaj sistem je integralni deo elektronske platforme za javnu e-nabavku sa slike 4.17.

4.3.4.3.. Izazovi i rizici u implementaciji javne e-nabavke u Republici Srbiji

Javna e-nabavka osigurava korisniku pouzdanu i sigurnu razmenu elektronskih dokumenata koji nastaju u poslovnom procesu nabavke (narudžbenice, potvrde narudžbi, dostavnice, računi, cenovnici itd.). Na taj način, naručilac može da se elektronski poveže sa što većim brojem dobavljača. Manji dobavljači, čiji poslovni procesi nisu u potpunosti automatizovani, dokumente mogu primati i slati putem korisničkog interfejsa preko internet portala. Velikim preduzećima je omogućena i jednostavna neposredna integracija svih dokumenata u postojeće informacione sisteme. Rešenje za dobar sistem za javnu e-nabavku ne treba da zahteva posebne promene programske i računarske infrastrukture već da podržava sve važeće standarde kao i interne oblike podataka i da omogući integraciju postojećih podataka. U rešenja treba da budu ugrađeni najmoderniji sigurnosni elementi koji se temelje na PKI tehnologiji (digitalni certifikat, šifriranje, sigurni elektronski potpis). Svi dokumenti koje razmenjuju korisnici sistema treba da budu zaštićeni sa naprednim elektronskim potpisom pošiljaoca (Ponudāča). Celokupan proces razmene poslovnih dokumenata naravno treba da bude usklađen sa Zakonom o elektronskom potpisu [videti 9].

Implementacija javne e-nabavke u Srbiji u skladu sa konceptom koji je opisan u poglavlju 4., svakako da sa sobom nosi izazov, ali i određeni rizik. Takvi izazovi i rizici mogu se opisati primenom metodologije SWOT analize na način kako je to prikazano u tabeli 4.1.

Tabela 4.1. Izazovi i rizici u implementaciji javne e-nabavke u Srbiji [videti 97]

Strengths (Snage)	Opportunities (Mogućnosti)
➤ Trenirani ljudski resursi ➤ Dobra IKT infrastruktura i spremnost da se ista upotrebi za javnu e-nabavku ➤ Razvijena pravna regulativa za javne e-nabavke ➤ Iskustvo u razvoju distribuiranih informacionih sistema ➤ Smanjenje svih troškova i vremena u procesu nabavke ➤ Smanjenje broja zaposlenih u procesu nabavke ➤ Jačanje procesa donošenja odluka ➤ Poboljšana komunikacija ➤ Povećanje transparentnosti	➤ Brzo usvajanje, rast i razvoj e-servisa ➤ Eliminisanje teritorijalnog ograničenja ponuđača ➤ Realizacija javne e-nabavke u formi Public-private Partnership-a ➤ Povećanje broja korisnika internet iz razloga potrebe pristupa portalu za javne e-nabavke ➤ Značajni razvoj aplikacija koje omogućavaju transformaciju tradicionalnog oblika nabavke u elektronski oblik ➤ Smanjenje korupcije
Weaknesses (Slabosti)	Threats (Pretnje)
➤ Nedovoljan nivo IKT znanja na strani ponuđača ➤ Nekompatibilnost sa postojećim IKT sistemima ➤ Neadekvatan reinženjering postojećih procesa ➤ Nedovoljno razvijena zakonska regulative (nedostaje strategija za e-nabavke i nije ažuriran pravilnik o postupanju sa elektronskim ponudama) ➤ Nedovoljno razvijena IKT mreža na teritoriji Srbije	➤ Otpor zaposlenih prema promenama i nedovoljna edukacija zaposlenih ➤ Nedostatak menadžerske podrške ➤ Strah od novog ➤ Neusklađenost sa standardima ➤ Visoki troškovi implementacije ➤ Nedostatak dovoljnih sredstava u budžetu ➤ Neraspolaganje odgovarajućim IKT infrastrukturuom ➤ Cyber kriminal

4.3.5. Benefiti od implementacije web portala za javne e-nabavke

Osnovna prednost razvoja i primene javne e-nabavke najviše se manifestuje u delu smanjenja troškova javne nabavke, uštede u vremenu realizacije javne nabavke i povećanje transparentnosti javne nabavke. Od javne e-nabavke benefite ostvaruju i organi državne uprave u svojstvu naručioca i privredni subjekti u svojstvu ponuđača.

Benefit koju od javne e-nabavke imaju organi državne uprave kao naručioci ogledaju se u sledećem [više u 70]:

- visok nivo transparentnosti javne e-nabavke pošto se ostvaruje veća otvorenost u objavi i sklapanju javnih ugovora,
- veća konkurencija u postupku javne e-nabavke i povećanje broja ponuđača u cilju ostvarenja lojalne konkurencije jer kroz sistem javne e-nabavke, mali i srednji ponuđači dobijaju mogućnost da učestvuju u javnim nabavkama na jednostavniji način,
- smanjenje troškova papira pošto u slučaju javne e-nabavke naručilac nije u obavezi da priprema dokumentaciju za javnu nabavku u papirnom obliku i samim tim eliminiše se potreba papirnog kopiranja iste,
- ušteda u vremenu potrebnom za pripremu javne e-nabavke iz razloga što sve javne e-nabavke odgovaraju standardnim formatima i mogu biti sačuvane u istim dokumentima tako da nije potrebno neko veliko modifikovanje.

Benefit koju od javne e-nabavke imaju privredni subjekti kao ponuđači ogledaju se u sledećem [videti 70]:

- smanjenje administrativnih troškova jer javna e-nabavka skraćuje vreme i smanjuje trud administraciji i ugovornim stranama u organizaciji javnih nabavki,
- smanjenje troškova papira pošto u ovom slučaju ponuđač ne mora da šalje obimnu dokumentaciju u papirnoj formi koje su dokaz za njegovo učešće u nabavci. Ponuđač može da potvrdi svoje učešće online i da *upload*-uje skenirane kopije svih dokumenata i sertifikata koji se zahtevaju za učešće,

- smanjuje se realno vreme koje je potrebno za pripremu ponude. Dalje, ponuđač može da potvrdi svoje učešće iz sopstvene kancelarije i nema potrebe da posećuje fizički naručioca da bi potvrdio svoje učešće na tender,
- sistem javne e-nabavke dozvoljava ponuđaču da modifikuje njegovu ponudu čak i posle potvrđene online prijave. Ova mogućnost modifikacije njegove ponude je dostupna samo do momenta zatvaranja nabavke, a to je datum koji je određen od strane naručioca. Posle zatvaranja nabavke, ponuđač ne može menjati svoju ponudu.

Činjenica je da se javne e-nabavke razvijaju duž cele Evrope i predstavljaju važan prostor za mala i srednja preduzeća kao neizostavljiv faktor u njihovim strategijama nabavke. U prethodnih pet godina promene zauzimaju značajno mesto u tehnologiji, zakonodavstvu, pravu i praksi kupovine. Na taj način, malim i srednjim preduzećima stvaraju se mogućnosti jednostavnijeg pristupa tržištu javnih nabavki.

Kao takva javna e-nabavka svim učesnicima nudi brojne poslovne benefite koji se sastoje u sledećem:

- neposredno smanjenje troškova koji nastaju uobičajenom razmenom dokumenata poštom ili kurirskim službama.
- smanjenje troškova kao posledica automatizacije procesa razmene podataka kod narudžbi, elektronski dospeli dokumenti automatski se ažuriraju i proveravaju u informacionom sistemu naručioca i dobavljača. Zamorno i greškama podložno ručno unošenje dospelih narudžbi, cenovnika, dostavnica i računa nije više potrebno.
- smanjenje udela pogrešno ispostavljenih računa što je posledica greške kod ručnog unošenja podataka ili pri preuzimanju robe kod dobavljača.
- smanjenje udela plaćanja računa s nepotpunim ili netačnim podacima, što se javlja pri ručnom unosu platnih naloga na prijemnoj strani.
- povećanje konkurentnosti dobavljača prilagođevanjem očekivanjima i zahtevima stranaka, primaoca računa, kome se omogućuje automatsko administriranje prispelih dokumenata.

- cenovna prihvatljivost rešenja temelji se na tehnologiji koja ne zahteva visoke početne troškove niti velike zahvate u programskoj i hardverskoj infrastrukturi.
- ostvaruje se viši nivo komforosti pošto su mnoge stvari obrađene na transparentan način.
- povećanje broja ponuđača i cilju ostvarenja lojalne konkurencije – kroz eprocurement sistem, mali i srednji ponuđači dobijaju mogućnost da učestvuju na tenderima na jednostavniji način, pri čemu ne moraju da brinu da će njihove ponude da budu diskriminisane. Oni sada mogu jednostavno da kupuju i učestvuju na tenderima sedeći u svojim kancelarijama.

5.0. UNAPREĐENJE PROCESA DONOŠENJA ODLUKE O IZBORU PONUDE U JAVNOJ E-NABAVCI

U fazi javne e-nabavke koja je označena kao *e-evaluacija ponuda* (videti poglavlje 4, slika 4.3), naručilac vrši evaluaciju i izbor jedne između više dostavljenih ispravnih ponuda ponuđača. Izbor najpovoljnije ponude u fazi e-evaluacija ponuda u okviru javne e-nabavke realizuje se kroz dve pod-faze. *Prva podfaza koja je označena kao selekcija* podrazumeva proveru dokaza i kompatibilnosti ponude sa uslovima i specifikacijama. Takva provera se vrši da bi naručilac mogao da odbije ponude koje su: neispravne, neodgovarajuće i neprihvatljive u pogledu ispunjenja zahtevanih uslova i specifikacija iz konkursne dokumentacije u javnoj e-nabavci. *Druga podfaza je označena kao ocena* i u okviru iste vrši se primena određenog kriterijuma i njegovih elemenata i metodologije za dodelu pondera/bodova. Zatim se na osnovu toga ponude rangiraju i među njima bira najpovoljnija (sa najvećim brojem pondera/bodova)).

Izbor ponuđača u procesu javne e-nabavke predstavlja vrlo važnu komponentu koja ima veliki uticaj za dalji rad organa državne uprave za čije potrebe se realizuje javne e-nabavka. Izbor pogrešnog ponuđača može biti dovoljan razlog da poremeti poslovanje državnog organa, kako u finansijskom tako i u operativnom smislu. S druge strane, izbor pravog ponuđača značajno smanjuje troškove nabavke, povećava efikasnost rada državnog organa i bitno utiče na zadovoljenje zahteva krajnjih korisnika prema državnom organu.

Izbor se vrši shodno zahtevima javne e-nabavke i kriterijumima koje je naručilac definisao prilikom kreiranja konkursne dokumentacije za javnu e-nabavku. Kriterijumi za izbor ponude predstavljaju osnov po kojem naručilac bira ponudu koja najbolje zadovoljava postavljene zahteve i ispunjava zahtevanu specifikaciju predmeta javne e-nabavke. Kriterijume definiše naručilac i iste mora postaviti unapred (još u fazi pripreme konkursne dokumentacije) i oni ne smeju ograničavati pošteno tržišno takmičenje. Međutim, unapred postavljeni kriterijumi često dovode do situacije narušavanja načela jednakosti ponuđača što može da nastane kao posledica izražene subjektivnosti prilikom određivanja kriterijuma. Na primer, ukoliko neki članovi

komisije za javnu nabavku unapred znaju po kojim parametrima je neki od potencijalnih ponuđača najbolji, onda ti članovi mogu dodeliti veće težine kriterijumu koji se odnosi na te parametre. Samim tim, biće prekršeno načelo jednakosti ponuđača, ali i načelo obezbeđenja konkurencije. Stoga je vrlo važno prilikom određivanja težina kriterijuma pristupiti matematičkom izračunavanju tih težina čime se postiže daleko veći nivo objektivnosti u ovom procesu što i jeste jedna od težnji svake javne e-nabavke, a o čemu će biti više reči u narednim delovima predmetne doktorke disertacije.

5.1. Vrste i značaj kriterijuma za donošenje odluke u javnoj e-nabavci

Proces izbora ponuđača u postupku javne e-nabavke uključuje evaluaciju različitih ponuđača koji su alternative, a zasnovano na različitim kriterijumima. Stoga se ovaj proces u suštini posmatra kao problem višekriterijumskog odlučivanja u kojem postoji veliki broj kriterijuma poput cene, kvaliteta, tehničkih kapaciteta, isporuke itd. [videti 103].

Generalno, postoje dva aspekta u rešavanju problema izbora ponuđača u procesu javne e-nabavke. *Prvi aspekt* čine kriterijumi za evaluaciju ponuđača, a *drugi aspekt* je procedura ili metod izbora ponuđača. Kako izvršiti evaluaciju ponuđača to zavisi od nekoliko različitih kriterijuma ili faktora. Sa jedne strane, mnogo kriterijuma i različitih ponuđača dovodi do situacije kako izabrati najpovoljnijeg i pravog ponuđača što predstavlja vrlo važan segment u radu državnih organa. U ovom slučaju, sistematična i efektivna procedura ili metod za izbor najpovoljnijeg ponuđača predstavlja imperativ [videti 104]. Kao takav, izbor ponuđača predstavlja stratešku odluku u radu državnog organa pri čemu taj proces višekriterijumskog donošenja odluka uključuje veliki broj različitih kvalitativnih i kvantitativnih kriterijuma. Kriterijumi za izbor ponuđača određeni su od strane naručioca shodno njegovim potrebama i isti se razlikuju od slučaja do slučaja.

Proces izbora ponude u fazi javne e-nabavke koja je označena kao *e-evaluacija ponuda* (videti poglavlje 4, slika 4.3) može se posmatrati sa aspekta fenomena odlučivanja gde izbor ponude, zapravo, predstavlja cilj jednog problema odlučivanja. Kao što je opisano

u poglavlju 3., odlučivanje je suština planiranja i ono predstavlja izbor nekog smera delovanja između više alternativa ili drugačije rečeno, odlučivanje je izbor jedne, iz skupa raspoloživih akcija (alternativa), pri čemu skup mora raspolagati sa najmanje dve akcije [videti 13]. Rezultat odlučivanja je svakako odluka. Pored cilja, elementi problema odlučivanja su raspoložive alternative i relevantni kriterijumi.

Pod kriterijumom na ovom mestu podrazumeva se merilo koje se koristi za vrednovanje, upoređivanje i ocenjivanje ponuda. U kontekstu javnih nabavki, kriterijum je merilo koje omogućava naručiocima da određene ponude ponuđača upoređuju i rangiraju što im omogućava da među ponudama izaberu najpovoljniju.

Kao što je već bilo reči u poglavlju 3. predmetne doktorske disertacije, raspoložive alternative u procesu javne e-nabavke su ponuđači koji raspolažu izvesnim resursima, a koje žele da stave u funkciju zadovoljenja potreba naručioca. Dakle, alternative su moguća rešenja koja odgovaraju, manje ili više, ostvarenju cilja problema odlučivanja što u slučaju javne e-nabavke odgovara zahtevima naručioca. Alternative su, u konkretnom slučaju, kombinacije predloga od strane ponuđača, koje, manje ili više, predstavljaju odziv na određene zahteve, koje je naručilac postavio u vidu kriterijumuma.

Kriterijumi su atributi za opisivanje ponuđenih alternativa i oni pokazuju u kojoj meri pojedine alternative ostvaruju zadati cilj. Kada su u pitanju javne e-nabavke u državnim organima kao kriterijumi mogu da se pojave ponuđena cena, kvalitet ponuđenog dobra ili usluge, uslovi plaćanja, rok isporuke, reference, itd. Ako za cilj odlučivanja imamo izbor najprihvatljivije ponude za nabavku nekog osnovnog sredstva, odnosno dobra ili usluge, određeni broj kriterijuma, napred navedenih kao najčešćih, može biti univerzalan, tj. primenjiv u svim nabavkama. Međutim, iako su univerzalni, ovi kriterijumi u različitim nabavkama najčešće imaju različitu važnost, odnosno značaj koji se menja u zavisnosti od vrste nabavke. Takođe, za određivanje značaja kriterijuma veoma je bitno pitanje prirode, odnosno karaktera naručioca. Kao primer mogu se uzeti dve nabavke u okviru jedne državne institucije: nabavka računarske opreme i nabavka papira za štampu. Kriterijum kvaliteta, na primer, u slučaju nabavke računarske opreme,

sigurno će biti dominantniji u odnosu na nabavku papira, gde se očekuje najveća relativna težina kriterijuma cene.

Mnoga prethodna istraživanja i različite studije u oblasti izbora ponuđača definisali su veliki broj kriterijuma za evaluaciju i izbor ponuđača. Na primer, Dikson je izvršio istraživanje na uzorku od 23 faktora koji mogu da utiču na izbor najpovoljnijeg ponuđača i identifikovao je da su kvalitet, isporuka i efikasnost tri najvažnija kriterijuma [više u 105]. Istraživanja realizovana u od strane [106] definišu ključne faktore koji imaju uticaj na process izbora ponuđača među kojima je cena najviše rangiran factor, dok zatim slede isporuka i kvalitet. Ova empirijska istraživanja otkrila su da je realtivni značaj različitih kriterijuma za izbor ponuđača kao što su cena, kvalitet i efikasnost isporuke veoma sličan.

Međutim, iako su kriterijumi koji se koriste u procesu izbora ponuđača bili predmet ispitivanja u prethodnih više desetina godina, u literaturi postoje dokumenti koji ukazuju na vrlo važne promene ovih kriterijuma u zadnjih par godina [detaljnije u 107]. Ali, istovremeno, većina realizovanih studija ukazuju ipak na najveću važnost kriterijuma kao što su cena, rok isporuke, kvalitet i servis [videti 108].

Da bi se u postupku javne e-nabavke ostvario osnovni cilj, tj. nabavka dobara, radova ili usluga najboljeg kvaliteta, a koliko je moguće, uz što povoljniju cenu, potrebno je vrlo pažljivo pristupiti pripremi konkursne dokumentacije. U ovom slučaju treba jasno, nedvosmisleno i sveobuhvatno definisati sve zahteve, pre svega u domenu definisanja kriterijuma za izbor i evaluaciju ponuđača.

Obim i sadržina konkursne dokumentacije zavise od vrste postupka koji se sprovodi i predmeta nabavke. Odredbama iz [1] propisani su različiti obavezni elementi konkursne dokumentacije u zavisnosti od toga za koju vrstu postupka se ona priprema. Više o ovome u delu 8 iz [1]. Međutim, od svih obaveznih elemenata konkursne dokumentacije na ovome mestu više pažnje je stavljeno na kriterijume za izbor ponude, imajući u vidu predmet doktorske disertacije. Kao što je navedeno u poglavlju 4., predmetne doktorske disertacije kao kriterijumi u javnoj e-nabavci odeđeni su *ekonomski najpovoljnija*

ponuda ili *najniža ponuđena cena*. Takođe, u istom odeljku navedeno je šta su elementi kriterijuma ekonomski najpovoljnija ponuda i na ovom mestu o istim neće biti reči.

Međutim, pored zakonski određenih kriterijuma postoje i specifični kriterijumi koji zavise prvenstveno, od predmeta nabavke (dobra, usluge, radovi). Njihov izbor, rangiranje i dodeljivanje pondera zavisi od opredeljenja komisije za javnu e-nabavku. Specifični kriterijumi, takođe, moraju biti opisani, vrednovani, ne smeju biti diskriminatorski i moraju biti u logičnoj vezi sa predmetom nabavke. Kao specifični kriterijumi u procesu javne e-nabavke mogu da se pojave:

- estetske i funkcionalne karakteristike;
- postgarancijsko održavanje;
- mogućnost tipifikacije i unifikacije;
- obim angažovanja podizvođača;
- obaveze u pogledu obuke radnika;
- reference stručnih lica koja će biti angažovana (broj i vrsta);
- posedovanje, vrsta i izdavalac ISO sertifikata, itd.

Trenutna praksa u javnim nabavkama je da svakom elementu kriterijuma, odnosno potkriterijumu, naručilac u konkursnoj dokumentaciji određuje relativni značaj (ponder), tako da zbir pondera iznosi 100 (sto) ili 1 (jedan), zavisno od toga da li se za težine kriterijuma u obzir uzimaju celobrojne vrednosti ili racionalne vrednosti. Izbor između dostavljenih ponuda primenom kriterijuma ekonomski najpovoljnije ponude naručilac sprovodi tako što ih rangira na osnovu pondera određenih za elemente kriterijuma.

Pri postavljanju kriterijuma koji se primenjuju za izbor ponude naručilac mora voditi računa da elementi kriterijuma na osnovu kojih naručilac bira najpovoljniju ponudu u konkursnoj dokumentaciji moraju biti precizno opisani i vrednovani. Istovremeno, kriterijumi ne smeju biti diskriminatorski i moraju biti u logičkoj vezi sa sadržinom i predmetom javne e-nabavke. Naručilac u konkursnoj dokumentaciji navodi, opisuje i vrednuje sve kriterijume i elemente kriterijuma koje namerava da primeni. Takođe,

posebno navodi metodologiju za dodelu pondera za svaki elemenat kriterijuma koja će omogućiti naknadnu objektivnu proveru ocenjivanja ponuda.

Ukratko, pri postavljanju kriterijuma naručilac treba postupati u skladu sa načelima jednakosti, zabrane diskriminacije i povećanja transparentnosti [više u 1]. Svrha ovakvog postupanja je da se osigura da [videti 109]:

- potencijalni ponuđači mogu da pripreme ponude na odgovarajući način, a u svrhu što boljeg zadovoljavanja postavljenih zahteva od strane naručioca;
- proces evaluacije i ocenjivanja ponuda bude izvršen na transparentan način i što objektivnije;
- svi relevantni učesnici (na primer, Komisija za postupanje po pravima ponuđača u postupcima javnih nabavki, Državna revizorska institucija, Interna revizija, i sl.) mogu realizovati nadzor i kontrolu postupka u svrhu sprečavanja upotrebe diskriminatorskih kriterijuma.

Uobičajeno je da se u nacionalnim zakonima o javnim nabavkama, a takođe i u dokumentima EU (konkretno to su Direktive EU date u [93] i [94] kao osnovni kriterijumi za izbor ponude u procesu javne nabavke pojavljuju kriterijum najniže ponuđene cene i kriterijum ekonomski najpovoljnije ponude, o čemu će više reći biti u narednom odeljku.

5.1.1. Kriterijum najniže ponuđene cene

Kada se primenjuje kriterijum najniže ponuđene cene, ugovor se realizuje s onim ponuđačem čija je ponuda ispravna i koji je ponudio najnižu cenu. U ovom slučaju, cena je jedini kriterijum koji se uzima u obzir pri izboru i sa slobodom možemo reći da se u ovom slučaju rešava problem jednokriterijumskog odlučivanja. Dostavljene ponude ocenjuju se prema tehničkim karakteristikama (shodno tehničkim specifikacijama) po principu “ispunjava/ne ispunjava sve postavljene uslove javne e-nabavke”. Kvalitet ponude se u ovom slučaju ne razmatra posebno osim u delu gde se postavljaju uslovi za učešće u javnoj e-nabavci gde naručilac može da definiše minimalne uslove kvaliteta. Međutim, imajući u vidu da se izbor ponude vrši isključivo na osnovu najniže ponuđene

cene, u ovom slučaju naručilac može dobiti proizvod, uslugu ili rad slabijeg kvaliteta s obzirom na direktno proporcionalni matematički odnos cene i kvaliteta. U slučaju primene kriterijuma najniže ponuđene cene, naručilac posvećuje pažnju utvrđivanju detaljne specifikacije predmeta nabavke i detaljno opisuje uslove učešća potencijalnih ponuđača. Ova vrsta kriterijuma omogućava jednostavno upoređivanje i rangiranje ponuda koje zadovoljavaju postavljene uslove i tehničke specifikacije pri čemu se u procesu evaluacije u obzir uzima samo ponuđena cena.

Kriterijum najniže ponuđene cene je vrlo jednostavan za korišćenje što će biti i prikazano u nastavku. Međutim, ovaj kriterijum poseduje i određena ograničenja, koja se sastoje u sledećem [više u 109]:

- isti ne dopušta naručiocu da uzme u obzir kvalitativne kriterijume. Takođe, ponuda koja je bolja od zahtevane tehničke specifikacije (nudeći na primer bolji kvalitet), ali ima nešto višu cenu od ponude koja je u skladu sa zahtevanim specifikacijama (ali ih ne prevazilazi) ne može biti odabrana kao najbolja ponuda jer ima višu cenu koja je posledica boljeg kvaliteta imajući u vidu već pomenutu direktnu proporcionalnost kvaliteta i cene;
- kod dobara koji imaju dugi operativni vek, naručilac ne može uzeti u obzir troškove životnog ciklusa tih dobara. Pri korišćenju kriterijuma najniže ponuđene cene u obzir se uzimaju isključivo direktni troškovi predmeta (ili njegove početne nabavne cene) koji je u okviru postavljenih specifikacija.

5.1.2. Kriterijum ekonomski najpovoljnije ponude

U slučaju primene kriterijuma ekonomski najpovoljnije ponude, naručilac vrši evaluaciju i ocenjivanje ponuda na način da dobijene ponude upoređuje s odabranim kriterijumima koji služe za identifikaciju „najbolje“ ponude, a koji su definisani u konkursnoj dokumentaciji. Ovi kriterijumi su svakako vezani za predmet javne e-nabavke. Pri korišćenju kriterijuma ekonomski najpovoljnije ponude naručilac može osim cene uzeti u obzir i druge kriterijume poput kvaliteta, roka isporuke, proizvodnih performansi, uslova plaćanja ili usluga nakon prodaje i postgarancijsku podršku. Svakom izabranom kriterijumu naručilac daje (određuje) relativni značaj koji odražava

njegovu relativnu važnost u odnosu na druge kriterijume, a sa aspekta naručioca. Svrha kriterijuma ekonomski najpovoljnije ponude jeste da se odabere ponuda koja nudi najveću vrednost za uloženi novac, odnosno optimalnu kombinaciju različitih kriterijuma koji zajedno zadovoljavaju zahteve naručilaca pri čemu se u obzir uzima činjenica da se predmeti javne nabavke (roba, radovi i usluge) razlikuju u kvalitetu, trajanju, dostupnosti i ostalim karakteristikama proizvoda i elementima povezanim uz njihovu prodaju [više u 109]. Statistički posmatrano u 27 zemalja Evropske unije procenat korišćenja kriterijuma ekonomski najpovoljnije ponude iznosi 71%, dok se kriterijum najniže ponuđene cene koristi u 29% postupaka javnih nabavki (videti Tabelu 5.1).

Tabela 5.1. Izazovi i rizici u implementaciji javne e-nabavke u Srbiji [videti 97]

	<i>Lowest price%</i>	<i>MEAT%</i>
Belgium	25	75
Bulgaria	36	64
Czech Republic	38	62
Denmark	24	76
Germany	31	69
Estonia	76	24
Ireland	3	97
Greece	66	34
Spain	5	95
France	3	97
Italy	33	67
Cyprus	81	19
Latvia	61	39
Lithuania	87	13
Luxembourg	44	56
Hungary	41	59
Malta	59	41
Netherlands	27	73
Austria	43	57
Poland	83	17
Portugal	43	57
Romania	67	33
Slovenia	68	32
Slovakia	84	16
Finland	33	67
Sweden	37	63
United Kingdom	3	97
EU27	29	71

Istovremeno, statistika pokazuje da se i u ostalim zemljama Evrope takođe u većem procentu koristi kriterijum ekonomski najpovoljnije ponude u odnosu na kriterijum najniže ponuđene cene.

Upravo, činjenica da se u postupcima javnih nabavki u većem procentu koristi kriterijum ekonomski najpovoljnije ponude, dovodi do toga da se na ovom mestu posveti veća pažnja aktuelnim modelima ocene ponuda primenom kriterijuma ekonomski najpovoljnije ponude.

5.1.3. Modeli ocene ekonomski najpovoljnije ponude u javnoj e-nabavci

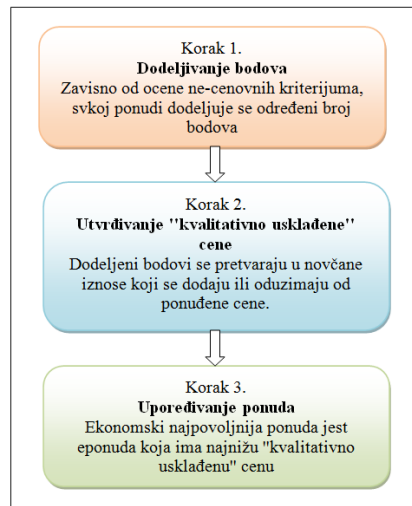
Pre objave poziva za javnu e-nabavku, još u fazi pripreme konkursne dokumentacije, naručilac je u obavezi da propiše metodologiju koju će koristiti za ocenu ekonomski najpovoljnije zakonski ispravne ponude u procesu javne e-nabavke. Ovom prilikom, s obzirom na veliki broj mogućih promenljivih činilaca, naručilac treba imati na umu da ne postoji jedinstven model ocene koji je opšte primenjiv i koji je istovremeno i najefikasniji. Cilj svakog modela jeste da se definišu kriterijumi za ocenu koji će omogućiti odgovarajuće poređenje svih zakonski ispravnih ponuda u procesu javne e-nabavke [detaljnije u 109].

Generalno, modeli ocene zakonski ispravnih ponuda u procesu javne e-nabavke mogu se posmatrati kroz apsolutne i relativne modele ocene ispravnih ponuda u procesu javne e-nabavke [videti 109].

5.1.3.1. Apsolutni modeli ocene ponuda u javnoj e-nabavci

U *apsolutnim modelima* ocene zakonski ispravnih ponuda u procesu javne e-nabavke ocena pojedine zakonski ispravne ponude ne zavisi od ostalih zakonski ispravnih ponuda koje su dostavljene u postupku javne e-nabavke. Za svaki od kriterijuma za izbor naručilac utvrđuje određeni novčani iznos. U ovom slučaju, svakom kriterijumu pridaje se određena novčana vrednost dok se ne-cenovnim kriterijumima za izbor ne pridaje relativni značaj izražen u procentima [videti 109].

Apsolutni model ocene zakonski ispravnih ponuda realizuje se u tri koraka kao što je predstavljeno na slici 5.1:



Slika 5.1. Apsolutni model ocene zakonski ispravnih ponuda u procesu javne e-nabavke

U prvom koraku svakoj ponudi dodeljuje se određeni broj bodova zavisno od ocene ne-cenovnih kriterijuma. Nakon toga, dodeljeni bodovi se pretvaraju u novčane iznose koji se dodaju ili oduzimaju od ponuđene cene. Na kraju se vrši upoređivanje ponuda gde je ekonomski najpovoljnija ona ponuda koja ima najnižu "kvalitativno usklađenu" cenu.

Ilustrativni primer 5.1:

Organ državne uprave ODU vrši javnu e-nabavku tri multifunkcionalna uređaja za potrebe štampe, skeniranja, kopiranja i slanja faks poruka. Kriterijumi za izbor zakonski ispravne ekonomski najpovoljnije ponude u procesu javne e-nabavke su cena, rok isporuke, garancija i vreme odziva za servisnu intervenciju u garantnom roku. Naručilac je u fazi pripreme konkursne dokumentacije za javnu e-nabavku utvrdio da se cena u predmetnom postupku nabavke određuje prema izrazu (5.1):

$$UC = CP - NVRI - NVG - NVVO \quad (5.1)$$

gde je: UC - usklađena cena; CP - cena ponude; NVRI - novčana vrednost roka isporuke; NVG - novčana vrednost garancije; NVVO - novčana vrednost vremena odaziva.

U ovom slučaju cenovni kriterijum je cena ponude (CP), dok su ne-cenovni kriterijumi:

rok isporuke (RI), garancija (G) i vreme odziva za servisnu intervenciju (VO) i ovi ne-cenovni kriterijumi dobijaju određenu "novčanu vrednost" (NV) koja se oduzima od ponuđene cene (CP) da bi se dobila usklađena cena (UC) prema kojoj se vrši rangiranje i izbor ponuda. Nakon provere zakonski ispunjenih uslova od strane dobijenih ponuda, naručilac je utvrdio da ima dve zakonski ispravne ponude nakon čega je pristupio ocenjivanju i rangiranju istih. Pri tome, za ne-cenovne kriterijume utvrdio je sledeće:

Rok isporuke (RI): Naručilac je u konkursnoj dokumentaciji odredio maksimalni rok isporuke od 45 dana. Zakonski ispravne ponude koje imaju ponuđen kraći rok isporuke ostvaruju pravo na smanjenje ponuđene cene na sledeći način:

- a) Rok isporuke od 0 do 10 dana: ponuđena cena se umanjuje za 10.000 dinara
- b) Rok isporuke od 11 do 20 dana: ponuđena cena se umanjuje za 6.000 dinara
- c) Rok isporuke od 21 do 30 dana: ponuđena cena se umanjuje za 3.000 dinara
- d) Rok isporuke duži od 30 dana, do 45 dana: ponuđena cena se umanjuje za 0 dinara

Garancija (G): Naručilac je u konkursnoj dokumentaciji odredio minimalnu garanciju od jedne godine. Zakonski ispravne ponude koje imaju ponuđenu dužu garanciju ostvaruju pravo na umanjenje ponuđene cene na sledeći način:

- a) Garancija od četiri godine: ponuđena cena se umanjuje za 20.000 dinara
- b) Garancija od tri godine: ponuđena cena se umanjuje za 10.000 dinara
- c) Garancija od dve godine: ponuđena cena se umanjuje za 5.000 dinara
- d) Garancija jedna godina: ponuđena cena se umanjuje za 0 dinara

Vreme odaziva za servisnu intervenciju (VO): Naručilac je u konkursnoj dokumentaciji odredio maksimalni rok odaziva za servisnu intervenciju od 48 sati. Zakonski ispravne ponude u kojima je dat kraći rok odaziva ostvaruju pravo na umanjenje ponuđene cene u sledećim iznosima:

- a) Rok odziva od 0 do 8 sati: ponuđena cena se umanjuje za 10.000 dinara
- b) Rok odziva od 9 do 18 sati: ponuđena cena se umanjuje za 6.500 dinara
- c) Rok odziva od 19 do 27 sati: ponuđena cena se umanjuje za 3.000 dinara
- d) Rok odziva od 28 do 36 sati: ponuđena cena se umanjuje za 1.000 dinara

- e) Rok odziva duži od 37 sati, a do 48 sati: ponuđena cena se umanjuje za 0 dinara

- a) Primer izračunavanja za dve primljene zakonski ispravne ponude:

Tabela 5.2. Izračunavanje za dve primljene ponude

Kriterijum	Ponuda 1	Ponuda 2
Cena ponude (dinar)	129.000,00	138.000,00
Rok isporuke (dan)	20	20
Garancija (godina)	2	3
Vreme odziva za servisnu intervenciju (sat)	24	17

Nakon prevođenja ne-cenovnih kriterijuma u novčane vrednosti odgovarajućeg proračuna prema izrazu (5.1), dobijaju se sledeći rezultati (videti Tabelu 5.3):

Tabela 5.3. Rezultati izračunavanja

Kriterijum	Ponuda 1	Ponuda 2
Cena ponude (dinar)	129.000,00	138.000,00
Rok isporuke (dinar)	6000	6000
Garancija (dinar)	5000	10000
Vreme odziva za servisnu intervenciju (dinar)	3000	6500
Usklađena cena (dinar)	115.000	115.500

Naručilac će u procesu javne e-nabavke da da izabere zakonski ispravnu ponudu koja ima najnižu usklađenu cenu što je u ovom slučaju Ponuda 1 uz napomenu da naručilac plaća stvarnu cenu iz ponude, tj. 129.000 dinara, dok se usklađena cena koristi samo za potrebe izračunavanja i izbora ekonomski najpovoljnije zakonski ispravne ponude. Kao što se može videti u datom primeru, naručilac bira ponudu koja ima najnižu cenu, ali je ta ponuda lošija što se tiče garancije i vremena odziva što se u budućnosti usled eventualnih kvarova isporučene opreme može pokazati kao nedostatak ovakvog modela izbora ekonomski najpovoljnije ponude jer niža cena koja je plaćena na početku nabavke, može za posledicu imati više troškove što se tiče garancije ili vremena odziva.

5.1.3.2. Relativni modeli ocene ponuda u javnoj e-nabavci

U *relativnom modelu* ocene zakonski ispravnih ponuda u procesu javne e-nabavke ocena pojedine ponude zavisi od ostalih ponuda koje su dostavljene u procesu javne e-nabavke. Ovo nije bio slučaj kod prethodno opisanog apsolutnog modela ocene ponuda. Stoga je u ovom slučaju uobičajeno da naručilac odredi procentualno izražen relativni značaj pojedinog kriterijuma za izbor. Nakon toga se relativni značaj pojedinog kriterijuma pretvara u maksimalan broj bodova [videti 109].

Relativni model ocene zakonski ispravnih ponuda u procesu javne e-nabavke daje mogućnost da se kriterijum cene i ostali ne-cenovni kriterijumi ocenjuju prema različitim merilima. U takvim slučajevima, broj bodova koji pojedina zakonski ispravna ponuda dobije za ponuđenu cenu zavisi od najniže i/ili najviše cene zakonski ispravnih ponuda ostalih ponuđača u postupku javne e-nabavke, zavisno od matematičke formule koju naručilac primenjuje. S druge strane, broj bodova koje će zakonski ispravne ponude dobiti za ne-cenovne kriterijume zavise od postavljenih zahteva za pojedini kriterijum i od skala bodova koje je naručilac odredio za njihovo ispunjavanje. Dakle, broj bodova zavisi isključivo od kvaliteta same zakonski ispravne ponude (različita merila opisana su niže u tekstu kod primera relativnog modela ocene zakonski ispravnih ponuda – Način 1 i Način 2) [detaljnije u 109]. Iako se i kod ovog modela metodologija ocena zakonski ispravnih ponuda javno objavljuje, kao i kod apsolutnog modela, on nije toliko transparentan za ponuđače s obzirom da im ne omogućava ni teoretsku procenu uspešnosti njihove ponude, jer ta uspešnost zavisi od parametara u zakonski ispravnim ponudama drugih ponuđača u postupku javne e-nabavke, koje mu nisu poznate pri podnošenju ponude.

Ilustrativni primer 5.2:

Organ državne uprave ODU vrši javnu e-nabavku tri multifunkcionalna uređaja za potrebe štampe, skeniranja, kopiranja i slanja faks poruka. Kao kriterijumi za izbor zakonski ispravne ponude u procesu javne e-nabavke utvrđeni su cena (CP), rok isporuke (RI), garancija (G) i vreme odziva za servisnu intervenciju u garantnom roku (VO) i to u sledećem odnosu prema preferencijama naručioca:

- Cena (CP) – 70 bodova
- Rok isporuke (RI) – 5 bodova
- Garancija (G) – 15 bodova
- Vreme odziva za servisnu intervenciju u garantnom roku (VO) – 10 bodova

Konačni rezultat dobija se prema izrazu (5.2):

$$UB = CPB + RIB + GB + VOB \quad (5.2)$$

gde je: UB - ukupan broj bodova; CPB - broj bodova koji je zakonski ispravna ponuda dobila za ponuđenu cenu; RIB - broj bodova koji je zakonski ispravna ponuda dobila za ponuđeni rok isporuke; GB - broj bodova koji je zakonski ispravna ponuda dobila za ponuđenu garanciju; VOB - broj bodova koji je zakonski ispravna ponuda dobila za ponuđeno vreme odaziva.

Cenovni kriterijum

Najčešće se koriste dva obrasca za izračunavanje bodovne vrednosti ponuđene cene. U našem primeru maksimalni broj bodova (70) biće dodeljen zakonski ispravnoj ponudi koja ima najnižu cenom. Zavisno od najniže cene zakonski ispravne ponude ostale zakonski ispravne ponude će dobiti manji broj bodova, u skladu sa sledećim izrazima (videti 5.3 i 5.4):

$$CPB = CPN/CP * 70 \quad (5.3)$$

gde je: CPB – broj bodova koji je zakonski ispravna ponuda dobila za ponuđenu cenu (zaokruženo na celi broj); CPN – najniža cena ponuđena u postupku javne e-nabavke; CP – ponuđena cena zakonski ispravne ponude koja je predmet ocene; 70 – maksimalni broj bodova.

$$CPB = 70 - (CP - CPN/CPV - CPN) * 70 \quad (5.4)$$

gde je: CPB – broj bodova koji je zakonski ispravna ponuda dobila za ponuđenu cenu (zaokruženo na celi broj); CPN – najniža cena ponuđena u postupku javne e-nabavke; CPV – najviša cena ponuđena u postupku javne e-nabavke; CP – cena zakonski ispravne ponude koja je predmet ocene; 70 – maksimalni broj bodova.

Ne-cenovni kriterijumi

Za ne-cenovne kriterijume naručilac određuje maksimalni broj bodova koji će se dodeliti svakom pojedinom kriterijumu. Broj bodova koje će ponude dobiti za ne-cenovne kriterijume zavise od postavljenih zahteva za pojedini kriterijum i od skala bodova koje je naručilac odredio za njihovo ispunjavanje (videti Način 2 u nastavku) ili od ponuđenog u zakonski ispravnim ponudama drugih ponuđača (videti Način 1 u nastavku).

Rok isporuke (RIB): maksimalni broj bodova za rok isporuke je 5.

Način 1: Maksimalni dozvoljeni rok isporuke je 60 dana. Zakonski ispravna ponuda u kojoj je iskazan najkraći rok isporuke dobija maksimalni broj bodova. Zavisno od tog najkraćeg roka isporuke ostale zakonski ispravne ponude će dobiti manji broj bodova, u skladu sa sledećom izrazom:

$$RIB = RIN/RIP * 5 \quad (5.5)$$

gde je: RIB – broj bodova koji je dodeljen ponuđaču za rok isporuke; RIN – najkraći rok isporuke ponuđen u postupku javne e-nabavke; RIP – rok isporuke koji je ponuđen u zakonski ispravnoj ponudi koja se ocenjuje; 5 – maksimalni broj bodova.

Način 2: Maksimalni dozvoljeni rok isporuke je 60 dana. Bodovi za kraći ponuđeni rok isporuke dodeljuju se u skladu sa sledećom skalom bodova:

- a) Isporuka u roku od 0 do 15 dana: 5 bodova
- b) Isporuka u roku od 16 do 30 dana: 3 bodova
- c) Isporuka u roku od 31 do 45 dana: 1 boda
- d) Isporuka u roku dužem od 45 dana: 0 bodova

Garancija (GB): maksimalni broj bodova za garanciju je 15.

Način 1: Minimalna dozvoljena garancija je dve godine. Zakonski ispravna Ponuda u kojoj je ponuđena najduža garancija dobija maksimalni broj bodova. Zavisno od najduže ponuđene garancije ostale zakonski ispravne ponude će dobiti manji broj bodova u skladu sa izrazom (5.6):

$$GB = GP/GN * 15 \quad (5.6)$$

gde je: GB – broj bodova koji je dodeljen ponuđaču za garanciju; GP – garancija ponuđena u zakonski ispravnoj ponudi koja se ocenjuje; GN – najduža ponuđena garancija u postupku javne e-nabavke; 15 – maksimalni broj bodova.

Način 2: Minimalna dozvoljena garancija je dve godine. Bodovi za ponuđenu dužu garanciju dodeljuju se u skladu sa sledećom skalom bodova:

- a) Garancija od najmanje pet godina: 15 bodova
- b) Garancija od najmanje četiri godine: 10 bodova
- c) Garancija od najmanje tri godine: 5 bodova
- d) Garancija do tri godine: 0 bodova

Vreme odziva na servisnu intervenciju (VOB): maksimalni broj bodova za vreme odziva na servisnu intervenciju je 10.

Način 1: Maksimalno dozvoljeno vreme odziva je 48 sati. Zakonski ispravna ponuda u kojoj je iskazan najkraći rok odziva na servisnu intervenciju dobija maksimalni broj bodova dok ostale zakonski ispravne ponude dobijaju bodove u skladu sa izrazom (5.7):

$$VOB = VON/VOP * 10 \quad (5.7)$$

gde je: VOB – broj bodova koji je dodeljen ponuđaču za vreme odziva na servisnu intervenciju; VON – najkraće vreme odziva na servisnu intervenciju ponuđeno u postupku javne e-nabavke; VOP – vreme odziva na servisnu intervenciju koje je

ponuđeno u ponudi koja se ocenjuje; 10 – maksimalni broj bodova.

Način 2: Maksimalno dozvoljeno vreme odziva je 48 sati. Bodovi za ponuđeno kraće vreme odziva na servisnu intervenciju dodeljuje se u skladu sa sledećom skalom bodova:

- a) Odziv u roku od 0 do 6 sati: 10 bodova
- b) Odziv u roku od 7 do 12 sati: 8 bodova
- c) Odziv u roku od 13 do 24 sata: 5 bodova
- d) Odziv u roku od 25 do 36 sati: 1 bod
- e) Odziv u roku dužem od 36 sati: 0 bodova

Primer izračunavanja za tri primljene zakonski ispravne ponude i za opisani Način 1 za svaki od kriterijuma dat je u nastavku.

Tabela 5.4. Podaci iz dostavljenih ponuda

Kriterijum	Ponuda 1	Ponuda 2	Ponuda 3
Cena ponude (dinar)	129.000,00	138.000,00	142.000,00
Rok isporuke (dan)	30	30	30
Garancija (godina)	2	2	3
Vreme odziva za servisnu intervenciju (sat)	36	24	24

Cena: Maksimalni broj bodova je 70. Primenom izraza (5.2) dobija se sledeće:

$$P(1) = 129.000 / 129.000 * 70 = 60 \text{ bodova}$$

$$P(2) = 129.000 / 138.000 * 70 = 65,43 \text{ bodova}$$

$$P(3) = 129.000 / 142.000 * 70 = 63,59 \text{ bodova}$$

Sledi izračunavanje za ne-cenovne kriterijume. Naručilac je u konkursnoj dokumentaciji za svaki od ne-cenovnih kriterijum odredio primenu Načina 1 iz primera.

Tabela 5.5. Broj bodova po ponudama

Kriterijum	Ponuda 1	Ponuda 2	Ponuda 3
Cena ponude	70	65,43	63,59
Rok isporuke	5	5	5
Garancija	10	10	15
Vreme odziva za servisnu intervenciju	6,67	10	10
Ukupan broj bodova	91,67	90,43	93,59

Iz Tabele 5.6. može se zaključiti da je ekonomski najpovoljnija zakonski ispravna ponuda ona zakonski ispravna ponuda čiji je ukupni broj bodova najveći, a to je u ovom slučaju ponuda P3 sa 93,59 bodova. U ovom slučaju, naručiocu je očigledno vrlo važna bila garancija na ponuđena dobra kako ne bi u garantnom roku imao nepredviđene troškove eventualne popravke opreme. Na taj način, naručilac je spreman da u startu plati veću cenu kako bi mu nabavka dobara bila dugoročno isplativa što se odnosi na već pomenuti koncept dobijanja ‘vrednosti za novac’.

U prethodno opisanim modelima i navedenim primerima, može se primetiti da je problem izbora zakonski ispravne ekonomski najpovoljnije ponude u okviru javne e-nabavke trivijalan u slučaju ako je konkurisao mali broj ponuđača, ili ako manji broj ponuda ispunjava sve zahteve i uslove iz konkursne dokumentacije. Međutim, realne situacije su obično složenije. Najčešće postoji veći broj ponuđača čije ponude zadovoljavaju postavljene zahteve, pa se postavlja pitanje kako iz skupa približno jednako dobrih ponuđača odabrati najboljeg, uz uvažavanje definisanih kriterijuma. Problem se dalje komplikuje činjenicom da nisu svi kriterijumi iste važnosti, niti im se dodeljuju iste vrednosti pondera, kao i čest slučaj kada vrednosti kriterijuma nisu kvantitativne, već su izražene kvalitativno. Takođe, i mišljenja svih članova komisije za javnu nabavku nemaju istu težinu i značaj.

Problemi sa kojima se susreće komisija za javnu e-nabavku predstavljaju tipičan zadatak višekriterijumske analize i rangiranja, sa sledećim karakteristikama:

- veći broj varijanti za odlučivanje – ponuđača,

- veći broj kriterijuma po kojima se donosi odluka,
- postojanje konflikta i nejednaka važnost kriterijuma,
- neuporedivost jedinica mere (kriterijumi izraženi u različitim jedinicama),
- kvalitativne vrednosti kriterijuma
- vrednosti pojedinih kriterijuma mogu se izraziti samo opisno.

Za rešavanje ovakvih i sličnih problema razvijen je niz metoda koje pripadaju oblasti višekriterijumske analize i rangiranja. Takođe, u situacijama kada je u procesu javne e-nabavke potrebno koristiti kriterijum koji ne može biti kvantitativno izražen (na primer, kvalitet, tehnička opremljenost, proizvodne karakteristike, itd.) za rešavanje ovakvih i sličnih problema razvijen je čitav niz metoda koje pripadaju oblasti teorije fazi skupova.

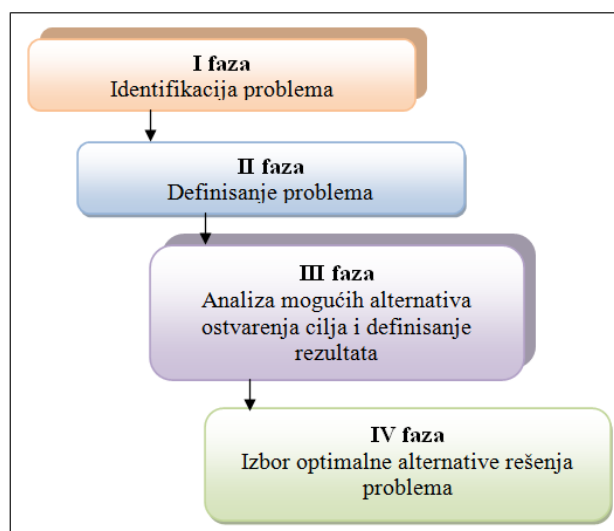
Prethodno opisano jeste potreban i dovoljan razlog da se posveti pažnja mogućnostima unapređenja procesa donošenja odluke u javnoj e-nabavci o čemu sledi više reči u narednim odeljcima ove doktorske disertacije.

5.2. Pojam višekriterijumskog odlučivanja

Višekriterijumsko odlučivanje podrazumeva situacije odlučivanja kada postoji veći broj, najčešće međusobno suprotstavljenih kriterijuma gde upravo ta činjenica predstavlja važan korak ka vrstama problema koji se metodama višekriterijumskog odlučivanja mogu rešavati. Ovo je jedna od najznačajnijih oblasti u teoriji odlučivanja koja ima vrlo široku primenu u rešavanju problema iz realnog života. Uočeno je da svi problemi koji se mogu rešiti metodama višekriterijumskog odlučivanja imaju neka zajednička obeležja koja se sastoje u sledećem [detaljnije u 111]:

- Veći broj kriterijuma koje mora da definiše donosilac odluke
- Kriterijumi su obično među sobom konfliktni
- Postoje jedinice mere koje su među sobom neuporedive jer po pravilu svaki kriterijum se izražava različitom jedinicom mere
- Uvek postoji izbor najbolje alternative iz skupa prethodno definisanih alternativa, a na osnovu prethodno definisanih kriterijuma

Uzimajući u obzir upravo ovu poslednje obeležje, od prethodno nabrojanih, problemi višekriterijumskog odlučivanja klasifikuju se u višekriterijumsku analizu i višeciljno odlučivanje. S obzirom da izbor ekonomski najpovoljnije zakonski ispravne ponude u procesu javne e-nabavke po svojoj prirodi predstavlja predmet višekriterijumske analize, to će u nastavku ove disertacije akcenat biti stavljen upravo na ovu grupu višekriterijumskog odlučivanja. Rešavanje problema višekriterijumskog odlučivanja može da se realizuje kroz četiri faze kako je to prikazano na slici 5.2:



Slika 5.2. Faze rešavanja problema višekriterijumskog odlučivanja

U fazi *Identifikacija problema* vrši se prikupljanje i klasifikovanje prikupljenih podataka, obrada prikupljenih podataka i na kraju analiza i tumačenje prikupljenih i obrađenih podataka koji će pomoći za pravilnu identifikaciju problema. Prvi korak u ovoj fazi odnosi se na izbor podataka i informacija koje donosilac odluke nalazi iz različitih izvora. Glavni cilj ovog koraka jeste izdvajanje onih podataka i informacija koje su bitnije od ostalih, a u vezi su sa datim problemom. Suština ove faze je da se prikupi i obradi što je moguće više podataka na način da se omogući formiranje odgovarajućeg modela odlučivanja [videti 112].

Druga faza koja se odnosi na *definisanje problema* je najvažnija faza procesa odlučivanja, jer od toga kako će biti definisan problem svakako zavisi i mogućnost

rešavanja tog problema. Definisanje problema je veoma složena aktivnost koja se kao takva može se podeliti na sledeće pod-aktivnosti [videti detaljnije u 112]:

- Identifikacija osnovnih komponenti problema – u ovom delu se vrši uočavanje pojedinačnih sastavnih komponenti problema, vrši se analiza njihovog sadržaja kao i analiza njihovih veza radi utvrđivanja njihove među zavisnosti
- Analiza svih veza koje problem koji se razmatra ima sa drugim problemima
- Definisanje ciljeva koji treba da se ostvare rešavanjem problema – ova pod-aktivnost predstavlja ključni korak druge faze, a može se reći i celine procesa odlučivanja, jer se isti donosilac odluke, u neizmenjenim uslovima, može različito ponašati u zavisnosti od postavljenog cilja koji se želi postići
- Definisanje načina na koje mogu da se ostvare postavljeni ciljevi – u ovom koraku se vrši identifikacija moguće moguće alternative koja vodi ka ostvarenju cilja.

Treća faza procesa odlučivanja sa slike 5.2. podrazumeva analizu svih mogućih alternativa koje vode ka ostvarenju cilja odlučivanja što podrazumeva merenje efekata koji se mogu ostvariti ukoliko se te alternative zaista i realizuju. Stanje neizvesnosti u kojem se donosilac odluke nalazi svakako utiče na nivo preciznosti kojom se definišu i mere efekti alternativa. U ovoj fazi vrši se i pojedinačna analiza svake alternative kako bi mogao da se izračuna rezultat u slučaju da se realizuje data alternativa. Svakako da je problem potrebno posmatrati i sa aspekta uključenja uslova i ograničenja pod kojima se željeni rezultati mogu ostvariti. Zbog toga analiza podrazumeva i uključivanje svih mogućih stanja prirode koja određuju ograničenja, koje moraju da zadovolje ostvareni rezultati. Uobičajeno je da se takva stanja prirode definišu kao slučajni događaji, na koje donosilac odluke nema mogućnost uticaja. Ukoliko se u ovom slučaju stanja prirode obeleže sa SP_j tada za posmatranu alternativu A_i donosilac odluke mora definisati rezultate koje treba postići posmatrano u odnosu na svako od mogućih stanja SP_j koja je identifikovao. Stanja prirode zavise od prirode problema koji se rešava i kao takva mogu biti politička situacija, makroekonomska situacija, različite vrste društvenih kretanja i sl. Kao rezultat koji se dobija iz treće faze pojavljuje se skup stanja prirode $S = S_j$ i skup ostvarenih efekata E [videti 112].

Ukoliko postoji m alternativa i n mogućih stanja prirode, onda skup ostvarenih efekata E može da se predstavi matricom sa $m \times n$ elemenata u izrazu (5.8):

$$E = (e_{ij}) \quad i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n \quad (5.8)$$

gde je e_{ij} – ostvareni efekti alternative u zavisnosti od nastupanja mogućih stanja SP_j .

Efekti alternativa e_{ij} mogu biti precizno definisani ili procenjeni što zavisi od stepena neizvesnosti u kom se nalazi donosilac odluke [više u 112]. Izbor optimalne alternative rešenja problema odlučivanja kao *poslednja faza* procesa odlučivanja podrazumeva izbor najbolje alternative koja vodi ka ostvarelju postavljenog cilja odlučivanja. Takav izbor je uvek jednostavan kada postoji dominantnost jedne alternative nad svim drugim i u tom slučaju to će biti ona alternativa čiji su ostvareni efekti bolji u odnosu na ostvarene efekte drugih alternativa. Međutim, takve situacije su u realnom životu vrlo retke i obično je neophodno dobijeni skup efekata vrednovati prema određenim kriterijumima. Kriterijum izbora optimalne alternative definiše upravo donosilac odluke u skladu sa njegovim subjektivnim stavom [videti 112]. Važno je istaći da kod modela višekriterijumskog odlučivanja uvek postoji dva ili više kriterijuma za izbor alternative I uobičajeno je da su ti kriterijumi međusobno suprostavljeni.

Metode koje se koriste za rešavanje problema višekriterijumskog odlučivanja poseduju sledeće zajedničke elemente [više u 112]:

- *Postojanje više alternativa* – predstavljaju različite vrste izbora između akcija koje donosilac odluke ima na raspolaganju radi ispunjenja postavljenog cilja odlučivanja.
- *Višestrukost atributa* – uobičajeno je da se atributi drugačije nazivaju kriterijumi odlučivanja. Kao takvi, atributi predstavljaju različite dimenzije sa kojih se posmatraju alternative. Kriterijumi svakako mogu imati i svoje pod-kriterijume, koji se dalje mogu granati na nove kriterijume i pod-kriterijume čime se dobija stablo kriterijuma. Vrlo je čest slučaj da metode višekriterijumskog odlučivanja pretpostavljaju samo jedan nivo kriterijuma kada ne postoji hijerarhija, ali

postoje i metode koje podrazumevaju hijerarhijsku strukturu kriterijuma kao što će moći da se vidi u nastavku teksta doktorske disertacije

- *Konfliktnost kriterijuma* – kao što je navedeno u prethodnoj stavci, kriterijumi predstavljaju različite dimenzije istih alternativa i vrlo je čest je slučaj da su oni u međusobnom konfliktu.
- *Neuporedivost jedinica mere* – različiti kriterijumi imaju različite jedinice mere te su stoga međusobno neuporedivi. Upravo koristeći metode višekriterijumskog odlučivanja, problem neuporedivih jedinica može biti rešen. Takođe, ovaj problem se može elegantno prevazići uvođenjem teorije fazi skupova u rešavanje problema višekriterijumskog odlučivanja.
- *Značaj, odnosno težine kriterijuma* – većina metoda višekriterijumskog odlučivanja zahteva da se kriterijumima dodele težine, prema njihovoj važnosti, odnosno značaju. Uobičajeno je da suma svih normalizovanih težina jednaka jedinici ili 100, kao što je slučaj u javnoj e-nabavci imajući u vidu [1].
- *Matrica odlučivanja* – uobičajena je praksa da se problem višekriterijumskog odlučivanja prikazuje u matričnom obliku, definisanjem matrice odlučivanja, kako je to prikazano tabelom 5.6.

U redovima tabele dat je detaljan opis ishoda alternativa A_i , po svim relevantnim C_j .

Tabela 5.6. Matrica odlučivanja

Alternative	Kriterijumi				
	C_1	C_2	C_3	$\dots$	C_n
	w_1	w_2	w_3	$\dots$	w_n
A_1	a_{11}	a_{12}	a_{13}	$\dots$	a_{1n}
A_2	a_{21}	a_{22}	a_{23}	$\dots$	a_{2n}
$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$
A_m	a_{m1}	a_{m2}	a_{m3}	$\dots$	a_{mn}

Element matrice a_{ij} predstavlja osobine alternative A_i , ($i=1, 2, \dots, m$) kada je ona ocenjena prema kriterijumu odlučivanja C_j . ($j=1, 2, \dots, n$). U procesu odlučivanja

donosilac odluke određuje težine relativnih osobina kriterijuma odlučivanja w_j , ($j=1, 2, \dots, n$) [videti 112]. Navedena matrica odlučivanja predstavlja model višekriterijumskog odlučivanja koji je određen izrazom (3.3) u poglavlju 3.

Matematički posmatrano, algoritam metoda višekriterijumske analize može se opisati kao izbor jedne iz konačnog niza m alternativa A_i ($i=1, 2, \dots, m$) na osnovu n kriterijuma C_j ($j=1, 2, \dots, n$). Svaka od alternativa u ovom slučaju predstavlja vektor $A_i = (a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{ij}, \dots, a_{in})$ gde je a_{ij} vrednost j -tog atributa za i -tu alternativu. Da bi mogao da se matematički formuliše model višekriterijumskog odlučivanja potrebno je raspolagati sa informacijama o svim alternativnim realizacijama procesa za koji se odluka donosi, kao i o ciljevima koje donosilac odluke želi da ostvari u procesu donošenja odluke. Istovremeno, potrebno je utvrditi na koji način svaka od alternativa može da doprinosi ostvarenju postavljenog cilja odlučivanja. U nastavku je dat opšti prikaz metoda višekriterijumskog odlučivanja sa akcentom na AHP i TOPSIS metode, s obzirom da su iste prepoznate kao korisne za rešavanje problema izbora ekonomski najpovoljnije ponude u procesu javne e-nabavke.

5.2.1. Metode višekriterijumskog odlučivanja

Višekriterijumsko odlučivanje je oblast koja u poslednjih dvadesetak godina dobija na velikom značaju, imajući u vidu da svaki proces odlučivanja podrazumeva razmatranje brojnih kriterijuma, koji su često međusobno konfliktni ili su iskazani u različitim jedinicama mere koje su međusobno neuporedive. Od šezdesetih godina pa na ovamo, razvijen je veliki broj metoda višekriterijumske analize koje se mogu klasifikovati po više osnova [videti 112]. Najpoznatija podela metoda višekriterijumskog odlučivanja izvršena je u [111], gde je klasifikacija metoda izvršena prema tipu i bitnim karakteristikama informacija od strane donosioca odluka. Prema tipu informacije sve navedene metode su podeljene u dve grupe [videti 112] (videti Tabelu 5.7):

Tabela 5.7. Metode višekriterijumskog odlučivanja

Metode bez informacija o atributima	Metode za koje su potrebne određene informacije o atributima
Metoda dominacije	Konjuktivna metoda
MAXIMIN metoda	Diskjunktivna metoda
MAXIMAX metoda	Leksikografska metoda
	Metoda lineranog dodeljivanja
	Metoda jednostavnih aditivnih težina
	Analitički hijerarhijski procesi – AHP metoda
	ELECTRE
	TOPSIS

Pošto se u problemima višekriterijumskog odlučivanja javljaju međusobno konfliktne kriterijumi različitih vrsta i kategorija, da bi takve probleme bilo moguće rešiti potrebno je izvršiti transformaciju atributa na sledeći način [videti 112]:

- Izvršiti kvantifikaciju kvalitativnih atributa;
- Izvršiti modifikaciju atributa istog kriterijuma;
- Izvršiti normalizaciju i linearizaciju atributa i
- Definirati težinske koeficijente kriterijuma.

Način na koji je moguće transformisati attribute i prilagoditi ih problemima višekriterijumskog odlučivanja mogu se realizovati kroz [videti 41]:

- pretvaranje atributa u interval skale
- normalizaciju atributa
- dodeljivanje odgovarajućeg skupa težina

Pretvaranje atributa u interval skale podrazumeva korišćenje bipolarnih skala na način da se izabere skala od npr. 10 tačaka, pa se 0 dodeli najnižem nivou, a 10 najvišem nivou koji se može fizički realizovati. Ovde je vrlo važno da se odredi sredina intervala, pošto ona predstavlja granicu između poželjnog i nepoželjnog [videti 112]. I pored svoje proizvoljnosti, ovaj metod, u realnim situacijama daje veoma dobre rezultate.

Normalizacija atributa može biti vektorska i linearna transformacija. Detaljnije o navedenim transformacijama videti u [41].

U rešavanju problema transformacije kvalitativnih ili nejasnih (fazi) atributa u poslednje vreme koriste se rezultati iz teorije fazi skupova koju je razvio Zadeh, a o čemu će više reći biti u narednom delu ove doktorske disertacije.

Međutim, pre nego što se pristupi detaljnijem pojašnjenju fenomena metode AHP, TOPSIS i teorije fazi skupova, na ovom mestu daje se praktičan detaljan primer javne e-nabavke u kojoj je uključeno više kriterijuma i podkriterijuma i u kojoj će izbor najpovoljnijeg ponuđača biti upravo izvršen primenom metode AHP, TOPSIS i teorije fazi skupova nakon čega će biti data komparativna analiza dobijenih rezultata.

Ilustrativni primer 5.3: Primer javne e-nabavke u organu državne uprave

Organ državne uprave ODU u čijoj nadležnosti je obezbeđenje uslova rada ostalim organima državne uprave u svom sastavu poseduje organizacionu jedinicu koja je specijalizovana za instalaciju i održavanje telekomunikacionih sistema i kao takav ODU želi da izabere ekonomski najpovoljnijeg ponuđača za isporuku distribuiranog sistema antena i antenskih pojačivača za pokrivanje unutrašnjosti velikih zgrada organa državne uprave u Beogradu (zgrada Vlade Republike Srbije, Palata Srbija, SIV 3, zgrada državnih organa na adresi Nemanjina 22-26) pre svega signalom mobilne telefonije (GSM, 3G) sa mogućnošću međusobnog povezivanja elemenata sistema MM/SM (MultiMode/SingleMode) fiber optičkim vlaknima i CATV koaksijalnim kablovima. Ovaj sistem predstavlja sastavni deo jedinstvenog telekomunikacionog centra koji ODU gradi za potrebe državnih organa na navedenim lokacijama. Osnovni motiv kojim se rukovodi ODU pri odabiru ponuđača pomenutog sistema je da ponuđač isporučuje sistem koji u potpunosti odgovara tehničkim karakteristikama koje zahteva ODU, koji poseduje odgovarajući kvalitet i što je moguće nižu cenu kako bi ODU mogao da potroši manje budžetskih sredstava. Naravno, vrlo je važno da se nabavka vrši od ponuđača koji poseduje odgovarajući tržišnu poziciju, koji je finansijski stabilan i koji nudi zadovoljavajuću postprodajnu servisnu i tehničku podršku. Komisija za javnu e-nabavku predmetnog sistema pripremila je odgovarajuće upitnike i realizovano je

ispitivanje više eksperata iz organizacione jedinice za telekomunikacije unutar ODU u cilju određivanja kriterijuma i eventualnih pod-kriterijuma koji će biti korišćeni za izbor najpovoljnijeg ponuđača. Upitnici namenjeni za ovu svrhu nalaze se u prilogu A predmetne doktorske disertacije. Na osnovu sprovedenih ispitivanja određeni su sledeći kriterijumi: Proizvodne performanse (PP), Kvalitet proizvoda (KP), Odnos sa ponuđačem (OP), Finansijski kapacitet (FK) i Podrška (PD).

- Kriterijum **Proizvodne performanse (PP)** predstavlja važan kriterijum kojim su obuhvaćene sve važne osobine proizvoda koje je potrebno uzeti u obzir prilikom nabavke. Cilj naručioca ODU je da pažljivom procenom odabere pravog ponuđača koji će obezbediti traženi proizvod u predviđeno vreme. Ovaj kriterijum čine sledeći podkriterijumi:
 - a) *Tehničke karakteristike (TK)*: Predstavlja veoma značajan pod-kriterijum, jer je u pitanju nabavka telekomunikacione opreme. Analizom tehničkih karakteristika ustanovljava se da li je ponuđač sposoban da odgovori na zahtevanu tehničku specifikaciju.
 - b) *Količina (KO)*: ukazuje da li ponuđač može da isporuči kompletnu količinu traženog proizvoda. Ovaj pod-kriterijum je posebno bitan ukoliko se radi o dugoročnim ugovorima.
 - c) *Vreme isporuke (VI)*: Pokazuje da li ponuđač u stanju da isporuči robu u zahtevanom vremenskom intervalu. Ovaj pod-kriterijum igra značajnu ulogu ukoliko je u pitanju oprema koja se koristi u projektima sa preciziranom dinamikom realizacije.
 - d) *Garantni rok (GR)*: Ponuđač garantuje da će oprema, uz pravilno korišćenje, zadovoljavati navedene tehničke karakteristike u datom garantnom periodu. U interesu kompanije koja će koristiti tu opremu je da taj period bude što duži.
- **Kvalitet proizvoda (KP)** predstavlja kriterijum koji se odnosi na uslađenost proizvoda koji su predmet isporuke sa zahtevima naručioca ODU u pogledu kvaliteta isporučenih proizvoda. Ovaj kriterijum čine sledeći podkriterijumi:
 - a) *Sertifikati kvaliteta (SK)*: U cilju obezbeđenja visokog kvaliteta proizvoda neophodno je da ponuđač poseduje sertifikate sistema

kvaliteta (ISO 9001:2008, ISO 14001:2004, OHSAS 18001:2007). Kvalitet predstavlja jednu od najvažnijih komponenti prilikom odlučivanja. Prilikom svake isporuke u okviru kompanije se vrši Kvalitativni prijem u okviru koga se utvrđuje da li je ponuđač isporučio robu zadovoljavajućeg kvaliteta. Ukoliko se pojave izvesne neusaglašenosti od ponuđača očekuje da u najkraćem mogućem roku i što efikasnije otkloni uočene nedostatke.

- b) *Kvalitet pakovanja (KvP)*: Pošto je u pitanju oprema koja je prilično osetljiva na mehaničke uticaje, od ponuđača se zahteva da obezbedi kvalitetno pakovanje kako ne bi došlo do oštećenja prilikom transporta.
- c) *Broj reklamacija (BR)*: Ovaj podkriterijum ukazuje koliko su specifikacije odgovarale stvarnom stanju proizvoda.

- **Odnosi s ponuđačem (OP)** jeste kriterijum koji se odnosi na reputaciju, reference i poslovne odnose sa ponuđačima koji igraju značajnu ulogu u procesu odlučivanja prilikom izbora najpovoljnijeg ponuđača. Ovaj kriterijum čine sledeći podkriterijumi:

- a) *Tržišna pozicija (TP)*: Pod-kriterijum koji predstavlja reputaciju ponuđača. Često je u izboru ponuđača presudnu ulogu igra njegova pozicioniranost na tržištu.
- b) *Reference (RF)*: Pružaju informacije o angažovanju ponuđača na istim ili sličnim poslovima. Prilikom uspostavljanja saradnje sa novim ponuđačima pažnja se usmerava na pregled njihovih referencnih lista.
- c) *Poslovni odnosi (PO)*: Obuhvataju kompetentnost, saradnju, tačnost i pouzdanost ponuđača. Za naručioca ODU je značajno lakše ukoliko sarađuje sa već poznatim ponuđačima sa kojima ima uspostavljene dugoročne poslovne odnose. Takođe, veoma je važno da se uspostavi poverenje i saradnja sa novim/potencijalnim ponuđačima.
- d) *Kadrovski kapacitet (KK)*: Obuhvata broj zaposlenih kod ponuđača, vrstu stručne spreme zaposlenih i posedovanje odgovarajućih znanja i stručnih sertifikata za opremu koja je predmet isporuke.

- **Finansijski kapacitet (FK)** je kriterijum koji predstavlja jedan od ključnih faktora u odnosu između naručioca ODU i ponuđača. Ovaj kriterijum čine sledeći podkriterijumi:
 - a) *Cena proizvoda (CP)*: Igra izuzetno bitnu ulogu u procesu odabira ponuđača. Ovaj pod-kriterijum je vrlo usko povezan sa kvalitetom proizvoda.
 - b) *Troškovi transporta (TT)*: pošto se oprema nabavlja od ponuđača koji su na različitim geografskim lokacijama, prilikom odabira ponuđača treba imati u vidu visinu transportnih troškova isporuke od lokacije ponuđača do lokacije naručioca ODU.
 - c) *Troškovi carine (TC)*: obuhvataju carinske troškove i carinske takse uvoza tražene opreme, kao i na visinu ostalih propratnih logističkih troškova.
 - d) *Uslovi plaćanja (UP)*: Ovo je bitan element odlučivanja, naročito ukoliko su u pitanju nabavke opreme velike vrednosti. U takvim slučajevima za naručioca ODU je od značaja da od ponuđača dobije što povoljnije uslove plaćanja.
 - e) *Poslovni prihod ponuđača (PPP)*: Ovaj podkriterijum je važan iz razloga što isti pokazuje kakav je finansijski status ponuđača, odnosno da li je ponuđač likvidan i finansijski stabilan kako bi se naručilac ODU mogao osloniti na njega.
- **Podrška (PD)** predstavlja kriterijum koji se odnosi na kvalitetnu servisnu podršku u garantnom i vangarantnom periodu, koja uključuje servisiranje i održavanje opreme koja je tema nabavke, kao i obuku za ispravno rukovanje istom i ista predstavlja bitnu stavku za naručioca ODU prilikom analize ponude. Ovaj kriterijum čine sledeći podkriterijumi:
 - a) *Obuka (OB)*: Predmet istraživanja u okviru rada je oprema za čije korišćenje je neophodna obuka. Prilikom procene ponuđača bitno je ispitati da li se obezbeđuje adekvatnu obuku za osoblje naručioca ODU.
 - b) *Tehnička podrška (ThP)*: Ova komponenta je od posebnog značaja. Kvalitetan ponuđač mora da u svakom trenutku pruži odgovarajuću

tehničku podršku, odnosno da pravovremeno reaguje na svaki problem u funkcionisanju opreme koju je proizveo.

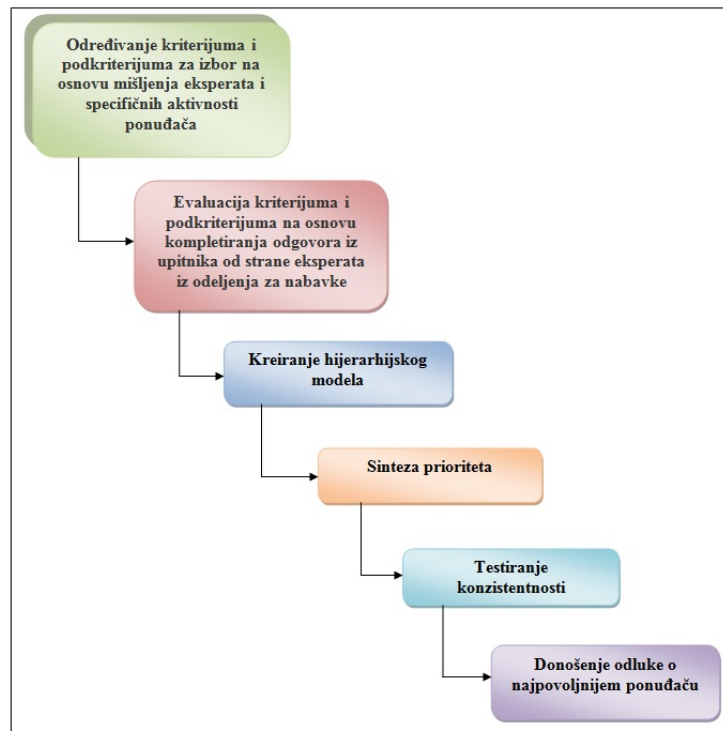
- c) *Servis i održavanje (SO)*: Kako je posmatrana oprema podložna kvarovima, ponuđač bi trebalo da obezbedi redovno održavanje i eventualno servisiranje.
- d) *Rezervni delovi (RD)*: Ponuđač mora da obezbedi potrebne rezervne delove u definisanom vremenskom intervalu, koji su neophodni za ispravan rad opreme.

Rešavanju problema izbora najpovoljnijeg ponuđača između tri ponuđača (P1, P2, P3) koji su ispunili zakonski predviđene uslove, pristupiće se primenom metoda AHP, TOPSIS i rezultata iz teorije fazi skupova, nakon čega će biti izvršeno upoređivanje dobijenih rezultata i odgovarajuća diskusija istih, a sve u cilju konačnog odabira najpovoljnijeg ponuđača, a sve s ciljem na ukazivanje mogućnosti unapređenja sistema poslovnog oslučivanja u procesu eNabavke.

5.2.2. Metodološke pretpostavke AHP metode višekriterijumskog odlučivanja

Metoda AHP je jedna od najčešće korišćenih metoda višekriterijumskog odlučivanja, čija primena je vrlo rasprostranjena u slučajevima kada postoji mogućnost hijerarhijskog strukturiranja relevantnih kriterijuma. Metodu je sedamdesetih godina prošlog veka osmislio Thomas Saaty [videti 113].

Ukratko, postupak AHP metode se može opisati kao analiza strukture jednog kompleksnog problema odlučivanja, koji može da sadrži više kriterijuma, više alternativa, pa čak da bude i više donosioca odluka (grupno odlučivanje), određivanje relativnih težina kriterijuma i alternativa po nivoima i formiranje konačnog poretka alternativa (rang alternativa) [videti 112]. Koraci AHP metode mogu se predstaviti kao na sledećoj slici:

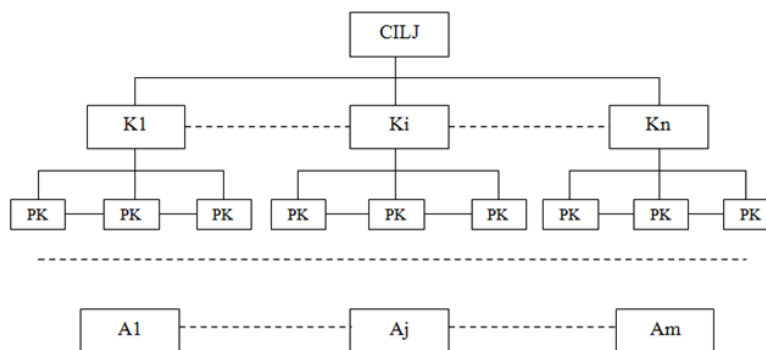


Slika 5.3. Koraci AHP metode

Metoda AHP predstavlja specifični alat za formiranje i analizu hijerarhija odlučivanja koji omogućava interaktivno kreiranje hijerarhije problema kao pripremu scenarija odlučivanja, a zatim vrednovanje u parovima elemenata hijerarhije (ciljeva, kriterijuma i alternativa) u smeru ‘od vrha ka dnu’, odnosno smeru ‘odozgo-nadole’. Na kraju se vrši sinteza svih vrednovanja i po strogo utvrđenom matematičkom modelu određuju težinski koeficijenti svih elemenata hijerarhije. Zbir težinskih koeficijenata elemenata na svakom nivou hijerarhije jednak je 1 što omogućava donosiocu odluka da rangira sve elemente u horizontalnom i vertikalnom smislu [više u 114].

Metodološki, metoda AHP je višekriterijumska tehnika koja se zasniva na razlaganju složenog problema u hijerarhiju. Hijerarhijski strukturiran model odlučivanja u opštem slučaju se sastoji od cilja, kriterijuma, nekoliko nivoa podkriterijuma i alternativa, kao što je to prikazano na slici 5.4. Cilj je na vrhu i on se ni sa jednim od drugih elemenata ne poredi. Na nivou 1 je n kriterijuma koji se u parovima, svako sa svakim, porede u odnosu na neposredno nadređeni element na višem nivou; ovde je to cilj na nultom nivou. Potrebno je ukupno $n(n-1)/2$ poređenja što znači da, generalno govoreći, broj

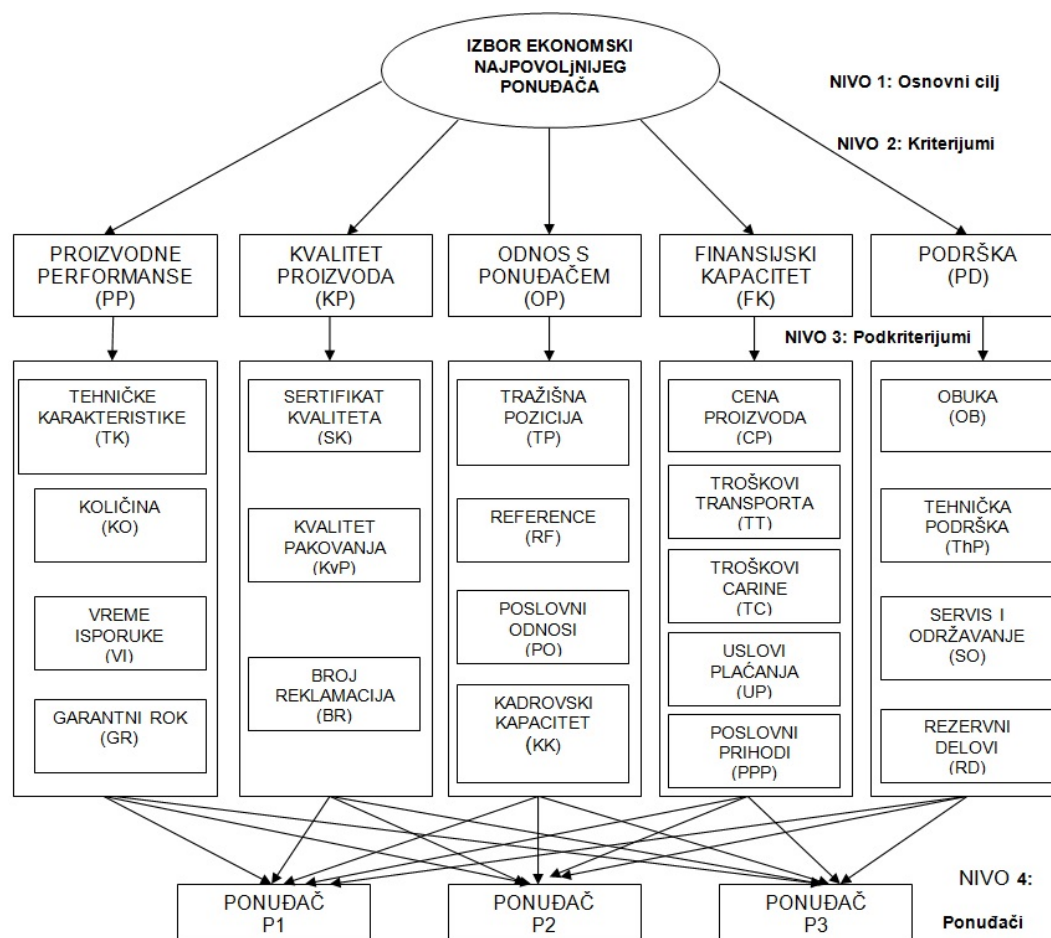
poređenja približno odgovara kvadratu broja elemenata koji se porede. Identičan postupak se primenjuje idući kroz hijerarhiju prema dole, sve dok se na poslednjem nivou k ne izvrše poređenja svih alternativa u odnosu na nadređene podkriterijume na prethodnom $k-1$ nivou [videti 114].



Slika 5.4. Opšti hijerarhijski model AHP-a

gde je K – kriterijum, PK – podkriterijum i A – alternativa.

Metoda AHP po svojoj prirodi spada u fleksibilne metode u kojima se složeni problemi rasčlanjaju na hijerarhiju gde se u analizu uključuju kvalitativni i kvantitativni aspekti problema u kojima se određuje dominantnost jednog faktora problema u odnosu na drugi. U ovom slučaju može da se uoči kako promena jednog faktora odlučivanja utiče na ponašanje ostalih faktora. O značajnosti AHP metode dovoljno govori i činjenica da je ovaj metod detaljno proučavan i unapređivan putem mnogih doktorskih disertacija i naučnih radova na domaćim i svetskim naučnim institucijama. Čak postoji i nekoliko naučnih konferencija čija osnova tema jeste AHP metod, što svakako potvrđuje njen kvalitet i aktuelnost. Upravo, imajući u vidu da su razvijeni mnogobrojni radovi o matematičkoj osnovi AHP-a, u predmetnoj doktorskoj disertaciji neće biti detaljno prikazan matematički opis AHP metode (pošto je ista opšte poznata) pa se stoga čitalac upućuje na detaljan opis metode u referenci [113]. Na ovom mestu, u cilju ilustracije primene AHP metode, a po ugledu na sliku 5.4., daje se hijerarhijski prikaz rešavanja problema iz ilustrativnog primera 5.3. Shodno prethodno opisanom u vezi sa hijerarhijom, može da se kreira hijerarhijski model kao na slici 5.5.



Slika 5.5. Hijerarhijsko stablo za ilustrativni primer 5.3

Za rešavanje problema izbora ponuđača u ilustrativnom primeru 5.3., iskorišćena je softverska podrška u obliku softverskog alata *Expert Choice* iz razloga što je ovaj softverski alat upravo razvijen u cilju olakšane primene metode AHP u praksi kako bi se izbeglo ručno izračunavanje.

Softver *Expert Choice* poseduje sve performanse koje su potrebne za analizu odluka na nivou organizacije. Softver *Expert Choice* je kreiran za personalne računare, a može da vrši i integraciju podataka iz drugih programa poput *Microsoft Excel*, *Microsoft Project* i *Oracle* baze podataka. Softver *Expert Choice* je u potpunosti podržava sve korake AHP metode koji su opisani na slici 5.3.

Imajući u vidu činjenicu da je *Expert Choice* opšte prihvaćen i dobro poznat softver, na ovom mestu nije posvećena pažnja svim detaljima i opisu funkcionalnosti ovog softvera.

Ukratko su dati osnovni postulati na kojima se zasniva rad ovog softvera, nakon čega je isti primenjen za rešavanje konkretnog problema izbora ponuđača iz ilustrativnog primera 5.3.

Poznato je da softver *Expert Choice* rešava probleme višekriterijumskog rangiranja primenom matrice odlučivanja koja u sebi sadrži kvantifikovane vrednosti kriterijuma, vrednosti relativnih težina kriterijuma i vrednosti kriterijuma po pojedinim alternativama a_{ij} . Softver daje zbir

$$S_j = \sum_{i=1}^m a_{ij} \quad (5.9)$$

Tako što vrši sabiranje vrednosti a_{ij} za svaki j -ti kriterijum nakon čegase vrši transformacija matrice a_{ij} u elemente prema obrascu (5.10):

$$a_{ij}^* = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^m a_{ij}}, j = 1, \dots, n \quad (5.10)$$

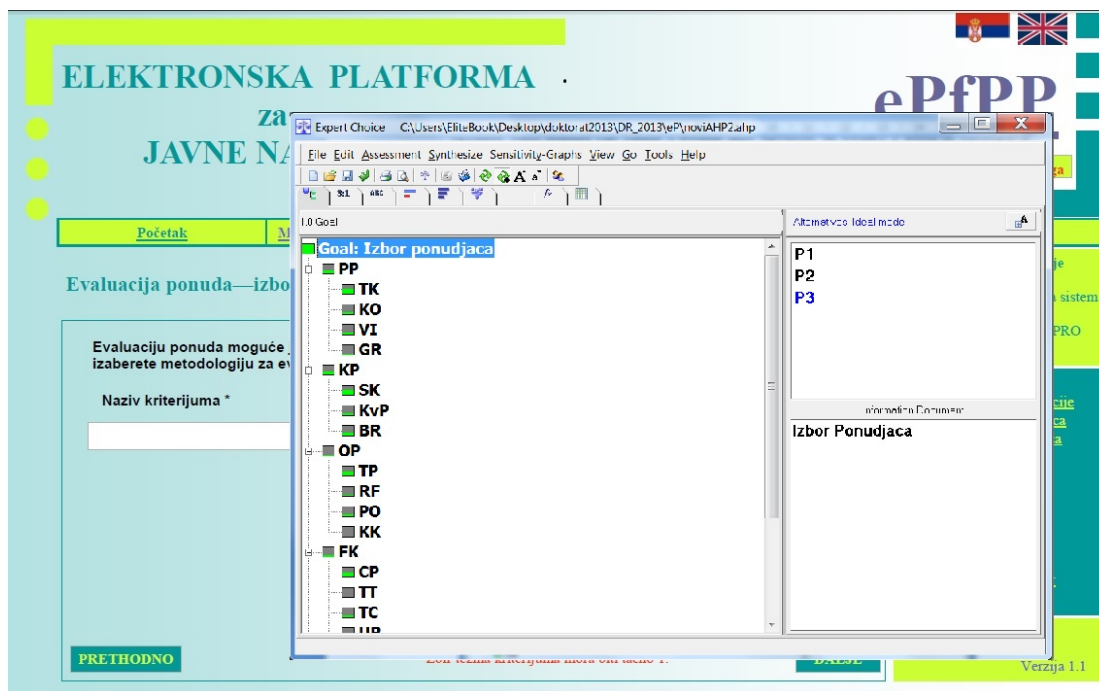
Nakon što se unesu vrednosti za sve kriterijume pristupa se sintezi problema i izračunavanju konačnog rešenja.

Pored svojstva da vrši rangiranje alternativa softver *Expert Choice* obezbeđuje i sledeće [prema 115]:

- svakom čvoru može da se pridruži datoteka sa željenim informacijama o procesu rešavanja problema putem informacionog ekrana;
- ispitivanje uticaja promena vrednosti alternativa ili kriterijum na konačnu odluku;
- rešenje putem „šta – ako“ analize;
- analizu osetljivosti preko proračuna i prikazivanje odnosa promena prioriteta alternativa kao funkcije značaja kriterijuma. Na ovaj način donosiocima odluke pružena je mogućnost ispitivanja različitih skupova alternativnih rešenja;
- grupnog odlučivanja gde svaki učesnik daje procene za oblast u kojoj je ekspert, a zatim se vrši zajednička sinteza;

- rešavanje problema većeg broja alternativa, kada je poređenje u parovima komplikovano, korišćenjem posebnog modula softvera *Expert Choice* koji je nazvan *Ratings*.

Na sledećoj slici data je ekranska forma za unos cilja rešavanja problema, kriterijuma i alternativa (ponuđača) za rešavanje problema iz ilustrativnog primera 5.3.

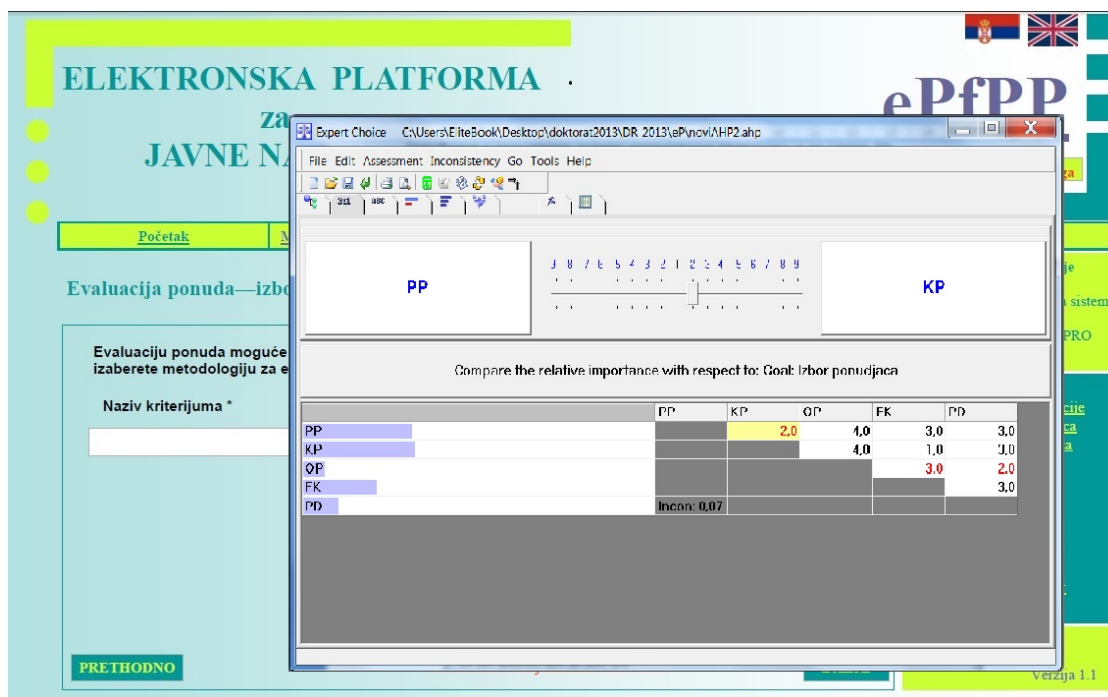


Slika 5.6. Prikaz cilja, kriterijuma, pod-kriterijuma i alternativa u Model View prozoru *Expert Choice* softvera

Nakon definisanja kriterijuma, potrebno je utvrditi njihovu važnost u odnosu na definisane alternative. Kriterijumi se međusobno porede u parovima prema Saaty-ijevoj skali [videti u 116].

Ocenjivanje i poređenje parova počinje od cilja i nastavlja se ka alternativama (pristup od vrha ka dnu) ili može da se izvrši procena alternativa pre ocenjivanja kriterijuma (pristup od dna ka vrhu). Obično je pristup od “dna ka vrhu” bolji od standardnog pristupa od “vrha ka dnu” jer uvid koji se stiče prilikom procene

alternativa pomaže u vrednovanju kriterijuma. Određivanje relativnih težina kriterijuma prikazano je na slici 5.7:

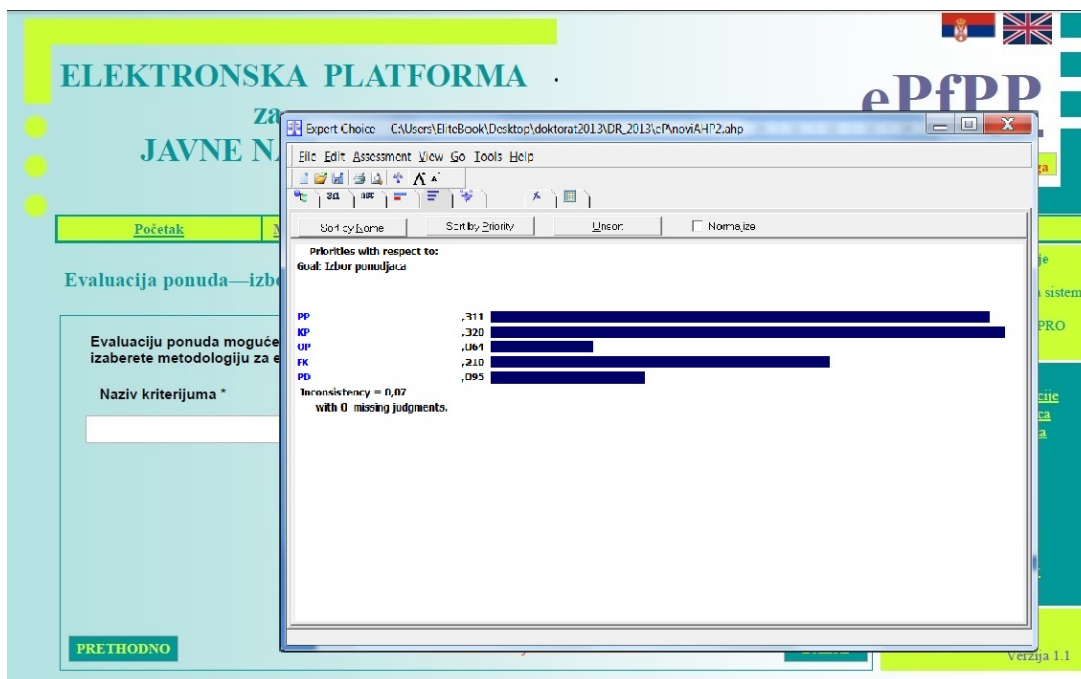


Slika 5.7: Određivanje relativnih težina kriterijuma

U softveru *Expert Choice* stepen konzistentnosti se automatski izračunava radi stalne provere da se ne prekorači prihvatljivi limit od 0,1 (10%).

Ako se desi situacija da dođe do prekoračenja ovog limita, što nije redak slučaj u praksi, tada je potrebno da donosilac odluke identifikuje najnekonzistentniju procenu i odredi opseg vrednosti u okviru kojeg se ta procena može menjati. Zatim se utvrđuje koju promenu treba izvršiti, a na osnovu koje će stepen konzistentnosti doći u prihvatljivi okvir.

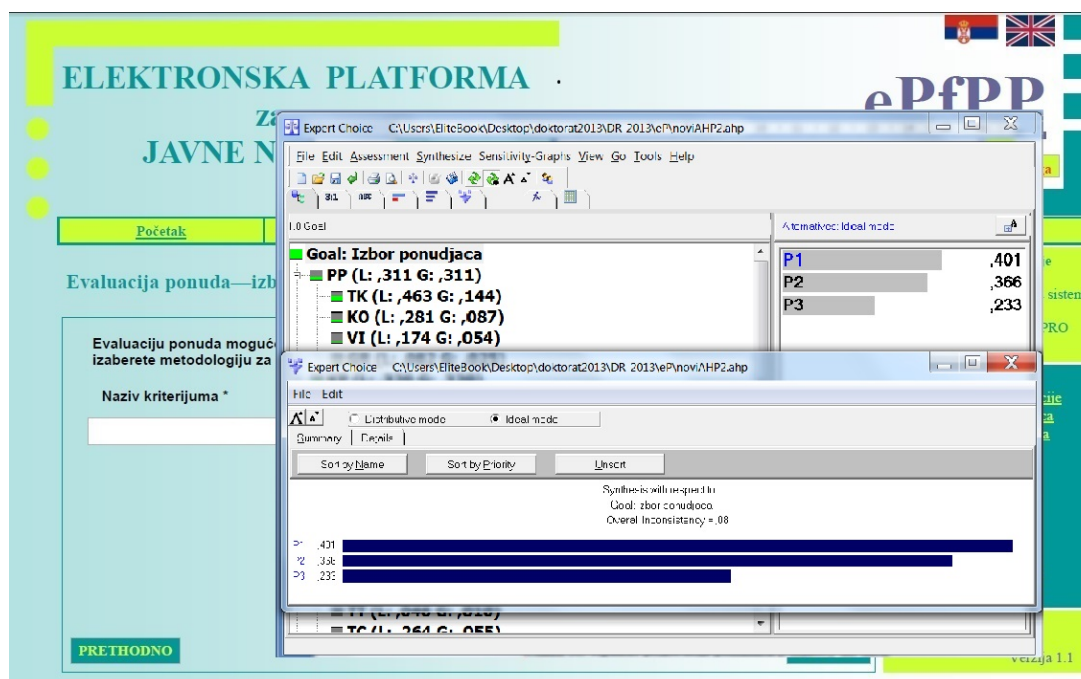
Nakon izvršenih odgovarajućih poređenja u parovima, dobijaju se rezultati za kriterijume prvog nivoa koji su prikazani na slici 5.8:



Slika 5.8. Rangiranje kriterijuma po prioritetima

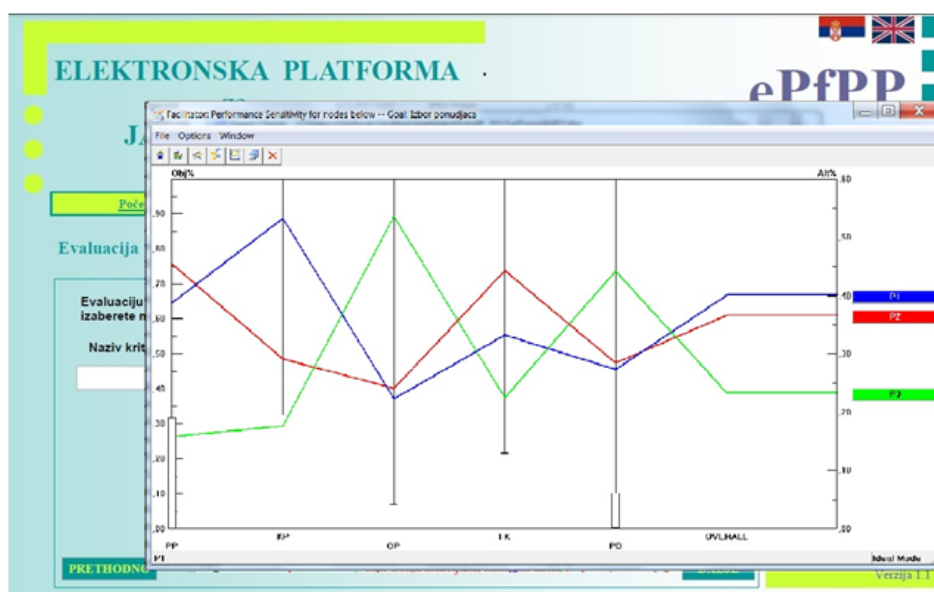
Rezultati koji su dobijeni predstavljaju prioritete organizacione jedinice za nabavke i organizacione jedinice za telekomunikacije i isti su odobreni od strane rukovodioca organa državne uprave.

Analizom dobijenih rezultata, može se videti da je Kvalitet (0,320) kriterijum sa najvećom važnošću. Na drugom mestu je kriterijum Proizvodne performanse (0,311), dok su najmanje značajni kriterijumi Servisna podrška (0,095) i Odnos sa ponuđačem (0,064). Nakon izvršenih poređenja i odgovarajućih izračunavanja u skladu sa AHP metodologijom dobijen je i konačni rang ponuđača kako je prikazano na slici 5.9.



Slika 5.9. Prikaz redosleda ponudjaca u odnosu na cilj

Sa slike 5.9 može se zaključiti da je dobijeni rezultat dovoljno tačan imajući u vidu da je indeks konzistentnosti manji od 0,1 (u ovom slučaju je 0,08). Grafički prikaz konačnog redosleda ponudjaca iz javne e-nabavke za ilustrativni primer 5.3, koji je dobijen primenom softvera *Expert Choice* prikazan je na slici 5.10.



Slika 5.10. Grafički prikaz redosleda alternative u odnosu na cilj

Analizom rezultata sa slike 5.10. dolazi se do zaključka da je za ODU za isporuku distribuiranog sistema antena i antenskih pojačivača najprihvatljiviji ponuđač **P1** (plava linija kod OVERALL vertikalne ose nalazi se na vrednosti ukupnog prioriteta 0.401). Posle njega, sledi ponuđač **P2** sa vrednošću ukupnog prioriteta 0,366 dok je na poslednjem mestu ponuđač **P3** sa vrednošću ukupnog prioriteta 0.233.

Dalje, ukoliko se detaljnije pogledaju rezultati prikazani na slici 5.10. može se zaključiti da je ponuđač **P1** bolji u odnosu na druge ponuđače imajući u vidu kriterijum KP što znači da je to ponuđač sa najpovoljnijom cenom za ODU. Po kriterijumima PP, KP i PD ovaj ponuđač se nalazi na drugom mestu, dok je po kriterijumu OP najlošije rangiran.

Zaključak koji može da se donese na osnovu dobijenih rezultata pokazuje da ODU primenom AHP metodologije može da izabere ponuđača koji je najjeftiniji što ODU svakako odgovara jer samim tim nabavka distribuiranog sistema antena i antenskih pojačivača biće troškovno isplativija. Dalje, ODU nabavlja proizvod koji približno odgovara zahtevanom nivou kvaliteta i proizvodnim performansama i to od ponuđača koji imazadovoljavajuću servisnu i tehničku podršku, što ODU svakako može da bude od značaja, ali reputacija i tržišna pozicija ponuđača **P1** nisu baš najbolji što može kod rukovodstva ODU izazvati određeni nivo sumnje kada je u pitanju kredibilitet ponuđača **P1**.

Metodologija AHP je u mnogim studijama identifikovana kao koristan, praktičan i sistematičan način za selekciju dobavljača [videti 117]. Razlozi značajnosti i opšte primene AHP metode ogledaju se u sledećem:

- široka oblast primene za rešavanje problema višekriterijumskog odlučivanja [detaljnije u 117];
- obezbeđuje hijerarhijski prikaz problema i na taj način pomaže u donošenju odluka;
- poseduje mogućnost da obradi materijalne i nematerijalne kriterijume;
- stvara mehanizme koji prerađuju procene donosioca odluke;

- daje mogućnost kombinacije sa drugim pristupima i metodama (fazi teorijom skupova, optimizacijom i slično).

Na ovom mestu, radi ilustracije, navedeno je nekoliko primera primene AHP metoda u rešavanju problema izbora ponuđača koji su dati su kao što sledi.

U radu [118] predložena je integracija AHP metode i linearnog programiranja gde se razmatraju opipljivi i neopipljivi faktori u izboru najboljeg ponuđača. Autori rada [119] predložili su AHP baziran model koji je primenjen u telekomunikacionim kompanijama u cilju ispitivanja njihovih izvodljivosti u izboru dobavljača za telekomunikacione sisteme dok je u radu [120] kreiran metod za evaluaciju ponuđača i njihov izbor koji je baziran na skvalitetu, blagovremenoj isporuci, ceni i usluzi. Ovaj model kvantifikuje ova četiri višestruka kriterijuma primenom Taguchy-ijevog gubitka kvaliteta i nakon toga koristi AHP za njihovo kombinovanje u jednu globalnu promenjivu za donošenje odluke. Studija izvedena u [121] predlaže integrisani AHP pristup koji je poboljšan sa teorijom grubih skupova i višeciljnim mešovitim celobrojnim programiranjem radi istovremenog određivanja broja ponuđača koji su sposobni da isporuče zahtevane količine u slučaju robe višestrukog porekla, višestrukih proizvoda, sa višestrukim kriterijumima i sa ograničenim kapacitetom ponuđača. Iako AHP metod rešava probleme višekriterijumskog odlučivanja tako što uključuje mišljenja eksperata, on nije u mogućnosti da reflektuje ljudske nejasne misli jer uzima u obzir samo jasno definisane procene donosilaca odluka [videti 122].

Međutim, osnovni nedostatak AHP metoda je što isti koristi skalu od 1 do 9 koja nije baš pogodna za odlučivanje u situacijama neizvesnosti [detaljnije u 123]. Donosiocu odluke je svakako potrebno više od devet poena na skali kako bi opisao neku neizvesnost. Usled neizvesnih informacija i neodređenih ljudskih procena i osećanja, teško je obezbediti tačnu numeričku vrednost za kriterijume. Prilikom izbora ponuđača svakako glavnu ulogu igraju ljudsko rasuđivanje, percepcija i emocije, što unosi u proces odlučivanja izvesne nejasnoće i neodređenosti [više u 124]. Ukoliko se u proces odlučivanja ne uključe nejasnoće i neodređenosti, dobijeni rezultati mogu biti nepouzdati. Zato problemi izbora ponuđača postaju kompleksniji i ideja o izgradnji

modela koji je ujedno i precizan i po svakoj meri je gotovo nemoguća što navodi na zaključak da deterministički modeli i tradicionalne matematičke metode ipak nisu pogodni za rešavanje ovakvih problema.

Dakle, može da se zaključi da se većina parametara za izbor ponuđača u javnoj e-nabavci ne može precizno predstaviti. U takvim uslovima, donosioci odluka preferiraju intermedijalne (među rezultate) procene u odnosu na određene procene što je upravo dovelo do razvoja teorije fazi skupova koja omogućava fleksibilnije poređenje kriterijuma i na jasniji način predstavlja preferencije donosilaca odluka.

5.3. Proces donošenja odluke u javnoj e-nabavci u situacijama neodređenosti

Teoriju fazi skupova predstavio je Zadeh u svojim radovima [49] i [125] i to kao efikasan način za matematičko predstavljanje neizvesnih i nepreciznih ljudskih procena. Ljudsku procenu generalno karakteriše neprecizan jezik, kao što su termini ‘‘isto’’, ‘‘umereno’’, ‘‘jako’’, ‘‘veoma snažno’’. ‘‘izuzetno’’, itd. Stoga, primenom teorije fazi skupova donosiocima odluke je omogućeno da uspešno izađu na kraj sa neizvesnostima i to svakako kao pobednici. Takođe, teorija fazi skupova može da bude i osnov za brojne metode kojima se kvalitativne procene mogu izraziti kvantitativnim podacima. Temeljna analiza teorije fazi skupova data je u radu [126]. U okviru studije koja je data u radu [127] prvi put je uključena teorija fazi skupova u proces odlučivanja, i to u situacijama kada se koriste nejasni, neprecizni i neizvesni podaci za generisanje odluke. Teorija fazi skupova široko je korišćena u cilju predstavljanja neizvesnih informacija u većem području primena kao što su raspoređivanje, dizajn inženjeringa, upravljanje proizvodnjom i sl.. Ova teorija obezbeđuje alternativni i podoban okvir za upravljanje neizvesnim paramterima poput zahteva naručioca gde postoji nedostatak izvesnosti u podacima ili nedostatak dostupnih istorijskih podataka.

Različite metode za prevođenje prethodno pomenute AHP metode u njen fazi oblik date su u literaturi [128] i [129]. Dalje, u radu [130] predlaže se prva studija koja uvodi principe fazi logike u AHP metod, u kojoj se koriste trouglasti fazi brojevi. Istovremeno, istraživanje iz [131] inicira da se trapezoidnim fazi brojevima izražavaju

procene donosilaca odluka dok su autori studije [132] predstavili modifikaciju fazi višekriterijumske metode koja je predložena u radu [133]. U istraživanju iz [133] težine kriterijuma se izračunavaju kao minimizacija logaritamske regresione funkcije. Na taj način, težine alternativa se računaju po svakom kriterijumu ponaosob, dok se agregacijom izračunatih težina može odrediti fazi konačan rezultat alternativa. Studija [134] predstavlja jedan novi pristup za rešavanje fazi AHP koji koristi trouglaste fazi brojeve. Ovaj pristup nazvan je prošireni analitički metod koji se može sumirati na sledeći način: *definisati funkciju pripadnosti za svaki atribut i pod-atribut, zatim izračunati njihov stepen pripadnosti i na kraju primeniti fazi AHP za agregaciju težina.*

U literaturi su mnogi autori problem izbora ponuđača rešavali primenom teorije fazi skupova. Tako, na primer, studija [135] rešava problem izbora ponuđača uzimajući u obzir i kvalitativne i kvantitativne kriterijume dok se u istraživanju iz [136] razvijaju fazi prošireni AHP model za izbor ponuđača. U radu [137] je prezentovano ponderisano fazi programiranje pri izboru ponuđača. Autori studije [138] predlažu sveobuhvatan metod baziran na fazi teoriji odlučivanja za rešavanje problema upravljanja lancima snabdevanja i izbora najpovoljnijeg ponuđača. Efikasan fazi AHP model za izbor ponuđača mašina razvijen je u radu [139], dok je fazi pristup višekriterijumskom odlučivanju za procenu alternativa na osnovu korisničkih zahteva predstavljen u istraživanju iz [140].

5.3.1. Fazi brojevi i fazi operacije

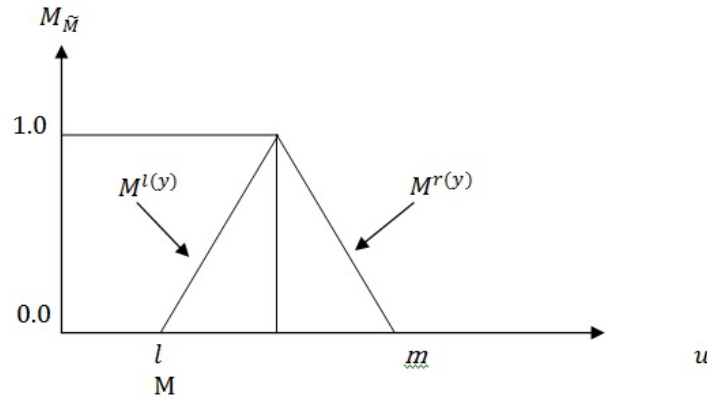
Fazi skupovi generalno koriste trouglaste, trapezoidne i Gausove fazi brojeve, koji konvertuju neizvesne brojeve u fazi brojeve. Korišćenje komplikovanijih fazi brojeva kao što su trapeziodni ili Gausovi, omogućava precizniji opis problema odlučivanja. Međutim, trouglasti fazi brojevi se takođe dosta primenjuju i to naročito u sledećim okolnostima [videti 141]:

- kada postoji veća kompleksnost izračunavanja kao posledica složenosti funkcija;
- kada se pojednostavljaju fazi matematičke operacije usled korišćenja trouglastih fazi brojeva;
- kada se teže definišu funkcije pripadnosti kao posledica složenosti fazi brojeva;

- kada trouglasti fazi brojevi efikasno reprezentuju procene koje su donete od strane većeg broja donosilaca odluka.

Za rešavanje problema izbora ponuđača u predmetnoj doktorskoj disertaciji će biti korišćeni trouglasti fazi brojevi prema sledećim definicijama:

Definicija 1. Fazi skup je klasa objekata okarakterisana funkcijom pripadnosti, u kome se svakom objektu dodeljuje stepen pripadnosti na intervalu $[0,1]$ [više u 142]. Fazi skup koji se najčešće predstavlja oznakom " $\sim$ ", definiše se podskupom $\tilde{M}$ sa funkcijom pripadnosti $\mu(x|\tilde{M})$ (videti sliku 5.11) [više u 143].



Slika 5.11. Trougaoni fazi broj $\tilde{M}$

Definicija 2. Trouglasti fazi brojevi se jednostavno označavaju kao $(l|m, m|u)$ ili (l, m, u) . Parametri l, m, u su najmanja moguća vrednost, najperspektivnija vrednost i najveća moguća vrednost koja opisuje neki fazi događaj, respektivno. Trouglasti tip funkcije pripadnosti $\tilde{M}$ fazi broja može biti predstavljen na sledeći način [više u 144]:

$$\mu(x|\tilde{M}) = \begin{cases} 0, & x < l \\ \frac{x-l}{m-l}, & l \leq x \leq m \\ \frac{u-x}{u-m}, & m \leq x \leq u \\ 0, & x > u \end{cases} \quad (5.11)$$

Definicija 4. Operacioni zakoni dva trougaona fazi broja $\tilde{M}_1 = (l_1, m_1, u_1)$ i $\tilde{M}_2 = (l_2, m_2, u_2)$, definisani su na sledeći način:

$$\tilde{M}_1 + \tilde{M}_2 = (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2), \quad (5.12)$$

$$\tilde{M}_1 - \tilde{M}_2 = (l_1 - l_2, m_1 - m_2, u_1 - u_2), \quad (5.13)$$

$$\tilde{M}_1 \times \tilde{M}_2 = (l_1 \times l_2, m_1 \times m_2, u_1 \times u_2), \quad (5.14)$$

$$\tilde{M}_1 / \tilde{M}_2 = (l_1 / u_2, m_1 / m_2, u_1 / l_2), \quad (5.15)$$

$$(\tilde{M}_1)^{-1} = (1 / u_1, 1 / m_1, 1 / l_1). \quad (5.16)$$

Više o algebarskim operacijama sa fazi brojevima mogu se pronaći u [145]. Fazi skupove, fazi brojeve i lingvističke promenljive proučavali su autori studija [49], [126] i [146].

5.3.2. Fazi proširena analiza AHP metoda (FAHP)

Neka je $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ skup objekata, a $G = \{g_1, g_2, \dots, g_m\}$ skup ciljeva. Prema metodologiji proširene analize koju je postavio autor iz [147] za svaki uzeti objekat vrši se proširena analiza cilja g_i . Vrednosti proširene analize m za svaki objekat mogu biti predstavljene na sledeći način:

$$M_{g_i}^1, M_{g_i}^2, \dots, M_{g_i}^m, i=1, 2, \dots, n, \quad (5.17)$$

gde su $M_{g_i}^j, j=1, 2, \dots, m$ fazi trougaoni brojevi. Chang-ova proširena analiza sadrži sledeće korake:

Korak 1: Vrednosti fazi proširenja za i -ti objekat date su Izrazom (5.18):

$$S_i = \sum_{j=1}^n M_{g_i}^j \otimes \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} \quad (5.18)$$

Da bi se dobilo izraz $\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1}$ potrebno je izvršiti dodatne fazi operacije sa m vrednostima proširene analize, što je predstavljeno izrazima (5.19), (5.20):

$$\sum_{j=1}^n M_{g_i}^j = \left(\sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j \right), \quad (5.19)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j = \left(\sum_{i=1}^n l_i, \sum_{i=1}^n m_i, \sum_{i=1}^n u_i \right) \quad (5.20)$$

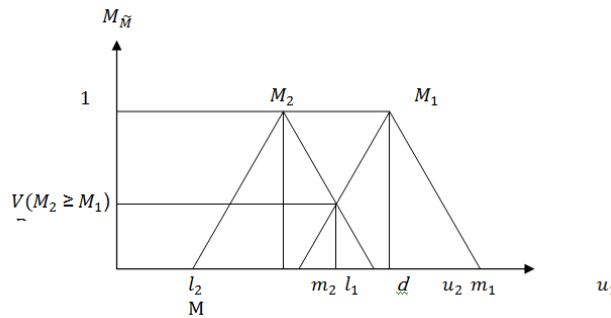
Odnosno, potrebno je izračunati inverzni vektor:

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right), \quad (5.21)$$

Korak 2: Stepen mogućnosti $M_2 = (l_2, m_2, u_2)$ i $M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ definisan je izrazom (5.22):

$$V(M_2 \geq M_1) = hgt(M_1 \cap M_2) = \mu_{M_2}(d) = \begin{cases} 1, & \text{if } m_2 \geq m_1 \\ 0, & \text{if } l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & \text{other} \end{cases} \quad (5.22)$$

gde je d ordinata najvećeg preseka u tački D između μ_{M_1} i μ_{M_2} (videti sliku 5.12).



Slika 5.12. Presek između M_1 i M_2

Za poređenje M_1 i M_2 , potrebne su obe vrednosti $V(M_1 \geq M_2)$ i $V(M_2 \geq M_1)$.

Korak 3: Stepen mogućnosti da konveksni fazi broj bude veći od k konveksnog broja M_i ($i = 1, 2, \dots, k$) može se definisati izrazom (5.23):

$$V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) = \min V(M \geq M_i), i=1, 2, \dots, k \quad (5.23)$$

Ako se pretpostavi da važi izraz (5.24):

$$d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k), k \neq i, k=1,2,...,n \quad (5.24)$$

Tada je težinski vektor dat izrazom (5.25):

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), ..., d'(A_n))^T \quad (5.25)$$

gde je A_i ($i = 1, 2, ..., n$) n elemenata.

Korak 4: Putem normalizacije, težinski vektor se svode na izraz (5.26):

$$W = (d(A_1), d(A_2), ..., d(A_n))^T \quad (5.26)$$

gde W ne predstavlja fazi broj.

U cilju obezbeđenja odgovarajućeg kvaliteta odlučivanja neophodno je izvršiti testiranje konzistentnosti upotrebom takozvanog indeksa konzistentnosti. U okviru predmetne doktorske disertacije za testiranje ovog indeksa usvojena je *Saaty*-ijeva metodologija izračunavanja Consistency Ratio (CR) i to na sledeći način:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (5.27)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (5.28)$$

gde je RI slučajni indeks koji zavisi od broja kriterijuma n (više u [148] i [149]).

Ukoliko je za matricu upoređivanja vrednost za CR jednaka ili manja od 0.1, takva vrednost je u ovom slučaju prihvatljiva i kvalitet odlučivanja je odgovarajući. Kada je vrednost za CR neprihvatljiva, tj. veća od 0.1, u tom slučaju donosilac odluke je u obavezi da ponovi proces upoređivanja po parovima [više u 149].

U cilju određivanja vrednosti $\lambda_{\max}$ iz izraza (5.27), neophodno je od fazi matrice upoređivanja formirati crisp matricu upoređivanja. U literature, ovaj process se naziva defazifikacija i za potrebe predmetne doktorske disertacije kao pristup defazifikaciji usvojen je pristup koji je dat u [150].

Neka je $\tilde{a}_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$ trougaoni fazi broj. Transformacija ovog fazi broja u crisp broj može se realizovati primenom sledećeg matematičkog izraza:

$$a_{ij} = [\lambda * l_{ij}^{\alpha} + (1 - \lambda) * u_{ij}^{\alpha}] \quad 0 \leq \lambda \leq 1, 0 \leq \alpha \leq 1 \quad (5.29)$$

gde je:

- α predstavlja izložene preference donosilaca odluke;
- λ predstavlja rizik tolerancije od strane donosilaca odluke;
- l_{ij}^{α} je leva krajnja vrednost α za a_{ij} koja se izračunava na sledeći način:

$$l_{ij}^{\alpha} = (m_{ij} - l_{ij}) * \alpha + l_{ij} \quad (5.30)$$

- u_{ij}^{α} je desna krajnja vrednost α za a_{ij} koja se izračunava na sledeći način:

$$u_{ij}^{\alpha} = u_{ij} - (u_{ij} - m_{ij}) * \alpha \quad (5.31)$$

Na ovom mestu treba napomenuti da se vrednost za α posmatra kao stabilan ili fluktuirajući uslov (videti [151]). Opseg neodređenosti je najveći kada je $\alpha = 0$. To znači da sa povećanjem vrednosti za α , okruženje za donošenje odluke se stabilizuje i postaje povoljnije [više u [152]]. Dodatno, vrednost za λ razmatra se kao stepen optimizma donosioca odluke i opseg ove vrednosti je između 0 i 1 (više u [149]). Kada je $\lambda=0$, tada je donosilac odluke više optimističan. I obrnuto, kada je $\lambda=1$, donosilac odluke je pesimista (videti [149]).

Za potrebe predmetne doktorske disertacije, uzeta je vrednost $\alpha=0.5$ koja označava da je okruženje za odlučivanje dovoljno stabilno, dok vrednost $\lambda=0.5$ ukazuje da je budući stav donosioca odluke takoreći fer. Nakon što se izvrši konverzija fazi broja u crisp broj primenom opisane metodologije, tada je moguće odrediti vrednost za λ_{max} primenom izraza

$$A * W = \lambda_{max} * W, \quad (5.32)$$

$$[A - \lambda_{max}] * W. \quad (5.33)$$

gde w označava vektor sopstvenih vrednosti matrice A .

U okviru Tabele 5.8. lingvističke varijable se konvertuju u trouglaste fazi brojeve [videti 139].

Tabela 5.8. Lingvistička skala značaja

Lingvistička skala značaja	Trouglasti fazi brojevi	Recipročna vrednost trouglastih fazi brojeva
Jednako	(1,1,1)	(1,1,1)
Umereno	(1/2,1,3/2)	(2/3,1,2)
Snažno	(3/2,2,5/2)	(2/5, 1/2, 2/3)
Veoma snažno	(5/2,3,7/2)	(2/7, 1/3, 2/5)
Izrazito	(7/2,4,9/2)	(2/9,1/4,2/7)

Na ovom mestu, rešavanju problema izbora najpovoljnijeg ponuđača između tri pomenuta, a za potrebe ODU iz ilustrativnog primera 5.3, pristupilo se primenom opisanog FAHP pristupa gde je iskorišćena hijerarhija sa slike 5.5.

U Tabeli 5.9. predstavljena je fazi matrica poređenja pet osnovnih kriterijuma u odnosu na osnovni cilj.

Tabela 5.9. Matrica fazi poređenja za pet kriterijuma u odnosu na cilj

Kriterijumi	PP	KP	OP	FK	PD	CR
PP	(1,1,1)	(2/3,1,2)	(3/2,2,5/2)	(1/2,1,3/2)	(3/2,2,5/2)	0,0736
KP	(1/2,1,3/2)	(1,1,1)	(5/2,3,7/2)	(1/2,1,3/2)	(5/2,3,7/2)	
OP	(2/5,1/2,2/3)	(2/7,1/3,2/5)	(1,1,1)	(2/5,1/2,2/3)	(1/2,1,3/2)	
FK	(2/3,1,2)	(2/3,1,2)	(3/2,2,5/2)	(1,1,1)	(1/2,1,3/2)	
PD	(2/5,1/2,2/3)	(2/7,1/3,2/5)	(2/3,1,2)	(2/3,1,2)	(1,1,1)	

Proverom konzistentnosti matrice fazi poređenja primenom opisane metodologije za testiranje konzistentnosti izračunato je da je $CR=0.0736$ što je manje od 0.10. što znači da je matrica dobro postavljena.

Tabela 5.10. Prioritetni vektori za hijerarhiju odlučivanja

Nivo 1	Prioriteti	Nivo 2	Prioriteti	Nivo 3	Prioriteti
Proizvodne performanse (PP)	0,2704	Tehničke karakteristike (TK)	0,3495	P1	0,4572
				P2	0,4572
				P3	0,0857
		Količina (KO)	0,2996	P1	0,4572
				P2	0,0857
				P3	0,4572
		Vreme isporuke (VI)	0,1311	P1	0,0000
				P2	0,9580
				P3	0,0420
		Garantni rok (GR)	0,2197	P1	0,5619
				P2	0,0000
				P3	0,4381
Kvalitet proizvoda (KP)	0,3435	Sertifikati kvaliteta (SK)	0,9580	P1	0,4572
				P2	0,4572
				P3	0,0857
		Kvalitet pakovanja (KvP)	0,0420	P1	0,3333
				P2	0,3333
				P3	0,3333
		Broj reklamacija (BR)	0,0000	P1	0,0000
				P2	0,5759
				P3	0,4241
Odnosi sa ponuđačem (OP)	0,0256	Tržišna pozicija (TP)	0,3011	P1	0,0000
				P2	0,1700
				P3	0,8300
		Reference (RF)	0,3011	P1	0,2289
				P2	0,1569
				P3	0,6142
		Poslovni odnosi (PO)	0,3011	P1	0,5000
				P2	0,0000
				P3	0,5000
Finansijski kapacitet (FK)	0,2377	Cena proizvoda (CP)	0,2422	P1	0,0000
				P2	0,5759
				P3	0,4241
		Troškovi transporta (TT)	0,1506	P1	0,9580
				P2	0,0420
				P3	0,0000
		Troškovi carine (TC)	0,2171	P1	0,2289
				P2	0,6142
				P3	0,1569
		Uslovi plaćanja (UP)	0,1967	P1	0,3333
				P2	0,3333
				P3	0,3333
Podrška (PD)	0,1228	Poslovni prihod ponuđača (PPP)	0,1934	P1	0,0000
				P2	0,5759
				P3	0,4241
		Obuka (OB)	0,2404	P1	0,1569
				P2	0,2289
				P3	0,6142
		Tehnička podrška (ThP)	0,2902	P1	0,0000
				P2	0,5759
				P3	0,4241
		Servis i održavanje (SO)	0,2902	P1	0,0000
				P2	0,1102
				P3	0,8898
		Rezervni delovi (RD)	0,1792	P1	0,4572
				P2	0,4572
				P3	0,0857

Iz Tabele 5.10., može da se zaključi da je u procesu izbora najpovoljnijeg ponuđača najznačajniji kriterijum Kvalitet proizvoda jer ima najveći prioritetni vektor. Zatim, slede Proizvodne performanse, Finansijski kapacitet, Servisna podrška i Odnos sa ponuđačem.

U cilju određivanja prioritetnih vektora za ponuđače kombinovani su prioritetni vektori osnovnih kriterijuma i pod-kriterijuma. U Tabelama 5.11., 5.12., 5.13., 5.14., 5.15. i 5.16 svaka kolona matrice je pomnožena prioritetnim vektorom na vrhu kolone, a zatim su sumirane dobijene vrednosti za svaki red. Na taj način dobijeni su prioritetni vektor za alternative tj. ponuđače (videti Tabela 5.16).

Tabela 5.11. Matrica fazi poređenja za četiri podkriterijuma u odnosu na PP i njegove prioritetne vektore.

Podkriterijumi	TF	KO	VI	GR	Prioritetni vektor (Wc)	CR
TK	(1,1,1)	(1/2,1,3/2)	(3/2,2,5/2)	(3/2,2,5/2)	0,3495	0,0822
KO	(2/3,1,2)	(1,1,1)	(1/2,1,3/2)	(1/2,1,3/2)	0,2996	
VI	(2/5,1/2,2/3)	(2/3,1,2)	(1,1,1)	(1/2,1,3/2)	0,1311	
GR	(2/5,1/2,2/3)	(2/3,1,2)	(2/3,1,2)	(1,1,1)	0,2197	

Tabela 5.12. Matrica fazi poređenja za tri podkriterijuma u odnosu na KP i njegove prioritetne vektore

Podkriterijumi	SK	KvP	BR	Prioritetni vektor (Wc)	CR
SK	(1,1,1)	(5/2,3,7/2)	(3/2,2,5/2)	0,9580	0,0828
KvP	(2/7,1/3,2/5)	(1,1,1)	(2/3,1,2)	0,0420	
BR	(2/5,1/2,2/3)	(1/2,1,3/2)	(1,1,1)	0,0000	

Tabela 5.13. Matrica fazi poređenja za četiri podkriterijuma u odnosu na OP i njegove prioritetne vektore

Podkriterijumi	TP	RF	PO	KK	Prioritetni vektor (Wc)	CR
TP	(1,1,1)	(1/2,1,3/2)	(1/2,1,3/2)	(3/2,2,5/2)	0,3011	0,0547
RF	(2/3,1,2)	(1,1,1)	(2/3,1,2)	(3/2,2,5/2)	0,3011	
PO	(2/3,1,2)	(1/2,1,3/2)	(1,1,1)	(3/2,2,5/2)	0,3011	
KK	(2/5,1/2,2/3)	(2/5,1/2,2/3)	(2/5,1/2,2/3)	(1,1,1)	0,0967	

Tabela 5.14. Matrica fazi poređenja za pet podkriterijuma u odnosu na FK i njegove prioritetne vektore

Podkriterijumi	CP	TT	TC	UP	PPP	Prioritetni vektor (Wc)	CR
CP	(1,1,1)	(5/2,3,7/2)	(1/2,1,3/2)	(1/2,1,3/2)	(1/2,1,3/2)	0,2422	0,09
TT	(2/7,1/3,2/5)	(1,1,1)	(2/5,1/2,2/3)	(2/3,1,2)	(2/3,1,2)	0,1506	
TC	(2/3,1,2)	(3/2,2,5/2)	(1,1,1)	(1/2,1,3/2)	(1/2,1,3/2)	0,2171	
UP	(2/3,1,2)	(1/2,1,3/2)	(2/3,1,2)	(1,1,1)	(2/3,1,2)	0,1967	
PPP	(2/3,1,2)	(1/2,1,3/2)	(2/3,1,2)	(1/2,1,3/2)	(1,1,1)	0,1934	

Tabela 5.15. Matrica fazi poređenja za četiri podkriterijuma u odnosu na PD i njegove prioritetne vektore

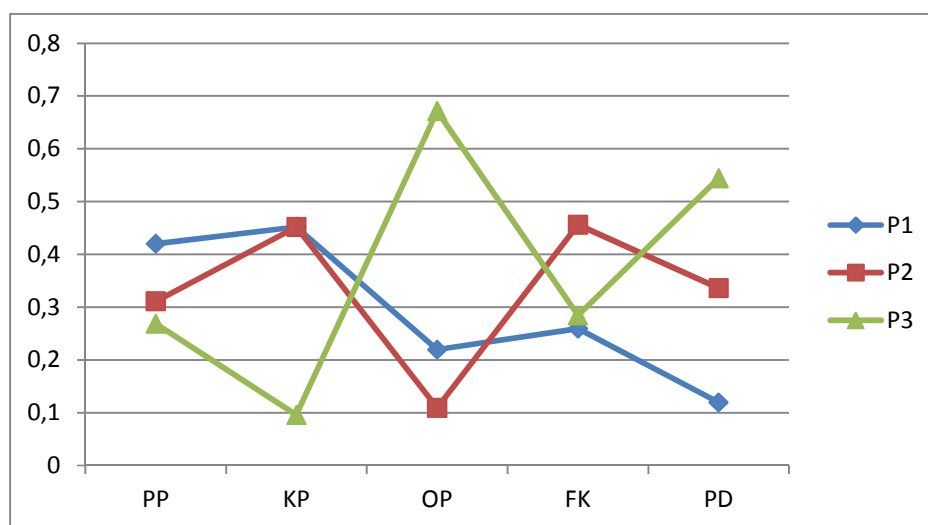
Podkriterijumi	OB	ThP	SO	RD	Prioritetni vektor (Wc)	CR
OB	(1,1,1)	(1/2,1,3/2)	(1/2,1,3/2)	(1/2,1,3/2)	0,2404	0,0852
ThP	(2/3,1,2)	(1,1,1)	(2/3,1,2)	(3/2,2,5/2)	0,2902	
SO	(2/3,1,2)	(1/2,1,3/2)	(1,1,1)	(3/2,2,5/2)	0,2902	
RD	(2/3,1,2)	(2/5,1/2,2/3)	(2/5,1/2,2/3)	(1,1,1)	0,1792	

Tabela 5.16. Globalne težine alternative (ponuda) u odnosu na cilj

Alternative	PP	KP	OP	FK	PD	Prioritetne težine alternativa
Težinski vektori	0,2704	0,3435	0,0256	0,2377	0,1228	
P1	0,4202	0,4520	0,2195	0,2595	0,1196	0,3509
P2	0,3111	0,4520	0,1091	0,4561	0,3361	0,3918
P3	0,2687	0,0960	0,6714	0,2844	0,5443	0,2573

Analiza osetljivosti ponuđača distribuiranog sistema antena i antenskih pojačivača prema osnovnim kriterijumima iz ilustrativnog primera 5.3. data je na slici 5.13.

Analizom rezultata sa slike 5.13. može se uočiti da su prioritetne težine ponuđača (0.35, 0.39, 0.26). Prema konačnom rezultatu najpoželjniji ponuđač je **P2** sa najvećom prioritetnom težinom (videti sliku 5.13.).



Slika 5.13. Analiza osetljivosti ponuđača

Analizom rezultata iz Tabele 5.16. i sa slike 5.13., dolazi se do zaključka da je za isporuku distribuiranog sistema antena i antenskih pojačivača za potrebe naručioca ODU iz ilustrativnog primera 5.3, najpovoljniji ponuđač **P2** sa vrednošću ukupnog prioriteta 0,39. Na drugom mestu nalazi se ponuđač **P1** sa ukupnim prioritetom 0,35 dok se na poslednjem mestu nalazi ponuđač **P3** sa ukupnim prioritetom 0,26. Istovremeno, analizom rezultata dobijenih u Tabeli 5.16., može se uočiti da je ponuđač **P2** bolji u

odnosu na preostala dva ponuđača imajući u vidu kriterijume KP, FK i PD. Može se zaključiti da ponuđač **P2** može da izvrši isporuku distribuiranog sistema antena i antenskih pojačivača visokog kvaliteta i koji u potpunosti zadovoljava proizvodne performanse, a sve to u najboljoj ceni u odnosu na preostala dva ponuđača. Ovo je za naručioca ODU vrlo važno imajući u vidu motiv kojim se vodio naručilac ODU kada je odlučio da pristupi izboru najpovoljnijeg ponuđača za isporuku distribuiranog sistema antena i antenskih pojačivača. Taj motiv se sastojao u nameri naručioca ODU da obezbedi ponuđača koji će moći da isporučuje proizvod koji u potpunosti odgovara tehničkim karakteristikama koje zahteva naručilac ODU, zatim, koji poseduje odgovarajući kvalitet i što je moguće nižu cenu kako bi naručilac ODU mogao da ostvari i uštede u budžetu. Na ovom mestu treba istaći da je primenjena FAHP metodologija upravo generisala onog ponuđača koji je najbolje rangiran prema kriterijumima KP, FK i PD.

5.4. Primena TOPSIS metode i njenog fazi oblika u javnoj e-nabavci

Metodu TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*) razvili su Hwang i Yoon [videti 153]. U ovoj metodi definišu se idealno i anti-idealno rešenje. Idealno rešenje minimizira kriterijume cene, a maksimizira kriterijume dobiti, a minimalno idealno rešenje važi obrnuto. Rangiranje alternativa zasniva se na "relativnoj sličnosti sa idealnim rešenjem", čime se izbegava moguć slučaj istovremene sličnosti alternative sa idealnim i negativnim idealnim rešenjem.

Idealno rešenje se definiše pomoću najboljih rejting vrednosti alternativa za svaki pojedinačni kriterijum. Obrnuto, negativno idealno rešenje predstavljaju najgore vrednosti rejtinga alternativa. Pojmovi "najbolji" i "najgori" interpretiraju se za svaki kriterijum posebno, prema slučaju maksimizacija ili minimizacija kriterijuma [više u 154]. Ova metoda se zasniva na konceptu da odabrana alternativa treba imati najkraću udaljenost od pozitivnog idealnog rešenja i najdužu udaljenost od negativnog idealnog rešenja. Optimalna alternativa je ona koja je u geometrijskom smislu najbliža idealnom pozitivnom rešenju, odnosno najudaljenija od idealnog negativnog rešenja.

Postupak izračunavanja TOPSIS metode se sastoji od 6 koraka [detaljnije u 155] i to:

Korak 1. Normalizacija matrice odlučivanja;

Korak 2. Množenje normalizovane matrice težinskim koeficijentima;

Korak 3. Određivanje idealnih rešenja;

Korak 4. Određivanje rastojanja alternativa od idealnih rešenja;

Korak 5. Određivanje relativne blizine alternativa od idealnog rešenja;

Korak 6. Rangiranje alternativa.

U slučaju primene TOPSIS metodologije iz [155] na ilustrativnom primeru 5.3, nakon obimnih i složenih izračunavanja realizovanih, dobijaju se sledeći rezultati:

Tabela 5.17. Rezultati iz koraka 1, 2 i 3 (Normalizovana fazi matrica odlučivanja)

Podkriterijumi							
Ponudači	TK	KO	VI	GR	SK	KvP	BR
P ₁	0,2603	0,1267	0,0855	0,0375	0,3340	0,0843	0,1400
P ₂	0,3347	0,1774	0,1140	0,0625	0,3817	0,1123	0,1800
P ₃	0,1859	0,1774	0,0998	0,0375	0,4294	0,0702	0,1000
AHP težine	0,4630	0,2810	0,1740	0,0820	0,5940	0,1570	0,2490
A*	0,3300	0,1800	0,1100	0,0600	0,4300	0,1100	0,1800
A ⁻	0,1900	0,1300	0,0900	0,0400	0,3300	0,0700	0,1000
	TP	RF	PO	KK	CP	TT	TC
P ₁	0,2505	0,0803	0,2117	0,0096	0,2451	0,0264	0,1417
P ₂	0,4175	0,1338	0,1588	0,0289	0,3152	0,0352	0,1889
P ₃	0,0835	0,0535	0,1058	0,0482	0,1721	0,0132	0,1181
AHP težine	0,4940	0,1650	0,2850	0,0570	0,4360	0,0460	0,2640
A*	0,4200	0,1300	0,1100	0,0500	0,1800	0,0100	0,1200
A ⁻	0,0800	0,0500	0,2100	0,0100	0,3200	0,0400	0,1900
0,0300	TP	PPP	OB	ThP	SO	RD	
P ₁	0,0538	0,0262	0,0776	0,0543	0,0527	0,0110	
P ₂	0,0753	0,0786	0,2328	0,0906	0,1582	0,0330	
P ₃	0,0323	0,1310	0,3879	0,1268	0,2637	0,0549	
AHP težine	0,0980	0,1550	0,4590	0,1650	0,3120	0,0650	
A*	0,0800	0,1300	0,3900	0,1300	0,2600	0,0500	
A ⁻	0,0300	0,0300	0,0800	0,0500	0,0500	0,0100	

Rastojanja alternativa od idealnog pozitivnog rešenja (korak 4) dobijaju se na osnovu podataka iz Tabele 5.18.

Tabela 5.18. Rezultati iz koraka 4 za rastojanje alternativa od idealnog pozitivnog rešenja

Podkriterijumi							
Ponudači	TK	KO	VI	GR	SK	KvP	BR
P ₁	0,0049	0,0025	0,0004	0,0005	0,0100	0,0009	0,0016
P ₂	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0025	0,0000	0,0000
P ₃	0,0196	0,0000	0,0001	0,0004	0,0000	0,0016	0,0064
	TP	RF	PO	KK	CP	TT	TC
P ₁	0,0289	0,0025	0,0100	0,0016	0,0049	0,0004	0,0004
P ₂	0,0000	0,0000	0,0025	0,0004	0,0196	0,0009	0,0049
P ₃	0,1156	0,0064	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	UP	PPP	OB	ThP	SO	RD	Rastojanja
P ₁	0,0009	0,0100	0,0961	0,0064	0,0441	0,0016	0,4781
P ₂	0,0000	0,0025	0,0256	0,0016	0,0100	0,0004	0,2663
P ₃	0,0025	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,3908

Rastojanja alternativa od idealnog negativnog rešenja dobijaju se na osnovu podataka iz Tabele 5.19.

Tabela 5.19. Rezultati iz koraka 4 za rastojanje alternativa od idealnog pozitivnog rešenja

Podkriterijumi							
Ponudači	TK	KO	VI	GR	SK	KvP	BR
P ₁	0,0049	0,0025	0,0004	0,0005	0,0100	0,0009	0,0016
P ₂	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0025	0,0000	0,0000
P ₃	0,0196	0,0000	0,0001	0,0004	0,0000	0,0016	0,0064
	TP	RF	PO	KK	CP	TT	TC
P ₁	0,0289	0,0025	0,0100	0,0016	0,0049	0,0004	0,0004
P ₂	0,0000	0,0000	0,0025	0,0004	0,0196	0,0009	0,0049
P ₃	0,1156	0,0064	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	UP	PPP	OB	ThP	SO	RD	Rastojanja
P ₁	0,0009	0,0100	0,0961	0,0064	0,0441	0,0016	0,2134
P ₂	0,0000	0,0025	0,0256	0,0016	0,0100	0,0004	0,4480
P ₃	0,0025	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,4583

Određivanje relativne blizine alternativa od idealnog rešenja i rangiranje alternative prikazani su u tabeli 5.20.

Tabela 5.20. Rezultati iz koraka 5 i 6

Pouđači	S_i^*	S_i^-	Q_i^*	Rang
P ₁	0,48	0,21	0.31	3
P ₂	0,27	0,45	0.63	1
P ₃	0,39	0,46	0.54	2

Imajući u vidu rezultate iz Tabele 5.20., na ovom mestu može da se zaključi da je najpovoljniji ponuđač **P2** koji je najbliži 1 (0.63).

U pomenutom obliku TOPSIS metode, težine atributa i ocene alternativa su precizno poznate i jasne vrednosti koje se koriste u procesu evaluacije. Međutim, korišćenje jasnih vrednosti predstavlja jedna od problematičnih tačaka u procesu evaluacije, zato što jasni podaci nisu adekvatni za kreiranje modela problema odlučivanja iz realnog života.

Upravo iz navedenog razloga, predložen je metod fazi TOPSIS u kojem se težine kriterijuma i ocene alternativa evaluiraju sa jezičkim promenjivim koje su predstavljene fazi brojevima čime se prevazilazi pomenuti nedostak klasične TOPSIS metode. U cilju pojašnjenja fazi opblika TOPSIS metode, u nastavku je dato nekoliko definicija fazi skupova shodno temi koja se obrađuje na ovom mestu [videti 156].

Definicija 1: Neka su $\tilde{a} = (a_1, a_2, a_3)$ i $\tilde{b} = (b_1, b_2, b_3)$ dva trougaona fazi broja. Tada se distanca između njih izračunava primenom izraza (5.34):

$$d(\tilde{a}, \tilde{b}) = \sqrt{\frac{1}{3}[(a_1 - b_1)^2 + (a_2 - b_2)^2 + (a_3 - b_3)^2]} \quad (5.34)$$

Definicija 2: Uzimajući u obzir različit značaj vrednosti svakog kriterijuma, "otežana" normalizovana fazi matrica odlučivanja određuje se kao u izrazu (5.35):

$$\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n}, \quad i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n \quad (5.35)$$

gde je:

- $\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij}(\bullet)\tilde{w}_j$ pri čemu je $\tilde{w}_j$ predstavlja značajnu težinu za kriterijum C_j , dok $\tilde{r}_{ij}$ predstavlja normalizovane vrednosti $(\tilde{x}_{ij}) = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$

Fazi TOPSIS prema [157] obuhvata nekoliko koraka kao što sledi:

Korak 1: Formiranje skupa donosilaca odluka koji se sastoji od K donosilaca gde fazi ocena za svakog donosioca odluke D_k , $k=1,2,...,K$ može biti predstavljena kao trougaoni fazi broj $\tilde{R}_k$, $k=1,2,...,K$ sa funkcijom pripadnosti $\mu_{\tilde{R}_k}(x)$.

Korak 2: Određivanje kriterijuma za evauaciju, izbor odgovarajućih jezičkih promenljivih za evaluacione kriterijume i alternative i agregacija težina kriterijuma za evaluaciju. Ako se fazi broj za ocene svih donosilaca odluke opiše sa trougaonim fazi brojevima $\tilde{R}_k(a_k, b_k, c_k)$, $k=1,2,...,K$, tada se agregirana fazi ocena može predstaviti sa $\tilde{R} = (a, b, c)$, $k=1,2,...,K$ korišćenjem izraza $a = \min_k \{a_k\}$, $b = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K b_k$, $c = \max_k \{c_k\}$.

Ako su fazi ocena $\tilde{x}_{ij}(a_{ijk}, b_{ijk}, c_{ijk})$ i značaj težine za k -tog donosioca odluke $\tilde{x}_{ij}(a_{ijk}, b_{ijk}, c_{ijk})$, $i=1,2,...,m$; $j=1,2,...,n$, tada se agregirane fazi ocene $(\tilde{x}_{ij})$ alternativa u odnosu na svaki kriterijum mogu odrediti kao $(\tilde{x}_{ij}) = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$, pri čemu je

$$a_{ij} = \min_k \{a_{ijk}\}, b_{ij} = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K b_{ijk}, c_{ij} = \max_k \{c_{ijk}\}.$$

Korak 3. Za svaki kriterijum vrši se izračunavanje agregirane fazi težine $(\tilde{w}_{ij})$ kao $(\tilde{w}_j) = (w_{j1}, w_{j2}, w_{j3})$ ge je $w_{j1} = \min_k \{w_{jk1}\}$, $w_{j2} = \min_k \{w_{jk2}\}$, $w_{j3} = \min_k \{w_{jk3}\}$.

Korak 4. Kreiranje fazi matrice odlučivanja kao $\tilde{D} = [\tilde{x}_{ij}]_{m \times n}$, $i=1,2,...,m$; $j=1,2,...,n$, i izračunavanje težine kriterijuma kao $\tilde{W} = [\tilde{w}_1, \tilde{w}_2, ..., \tilde{w}_n]$ gde su $(\tilde{x}_{ij}) = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$ i $(\tilde{w}_j) = (w_{j1}, w_{j2}, w_{j3})$, $i=1,2,...,m$; $j=1,2,...,n$, aproksimirani sa pozitivnim trougaonim brojevima.

Korak 5. Nakon kreiranja fazi matrice odlučivanja, vrši se normalizacija ove matrice korišćenjem linearne skale za transformaciju. Izračunavanje se realizuje kao

$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*} \right), c_j^* = \max_i c_{ij}$. Normalizovana fazi matrica odlučivanja može se

predstaviti kao $\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n}$, $i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n$, gde je već pomenuto da su $\tilde{r}_{ij}$ normalizovane vrednosti od $(\tilde{x}_{ij}) = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$

Korak 6. Kreiranje ‘’otežane’’ normalizovane fazi matrice odlučivanja korišćenjem izraza iz pomenute definicije 2 kao $\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n}$, $i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n$ gde je $\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij}(\bullet)\tilde{w}_j$, pri čemu $\tilde{w}_j$ predstavlja težinu C_j . Prema ‘’otežanoj’’ normalizovanoj fazi matrici odlučivanja, normalizovani pozitivni fazi brojevi takođe mogu da aproksimiraju elemente $\tilde{v}_{ij}, \forall i, j$.

Korak 7. Izračunavanje fazi pozitivnog idealnog rešenja ($FPIS, A^*$) i fazi negativnog idealnog rešenja ($FNIS, A^-$) se realizuje korišćenjem sledećih izraza:

$$A^* = \{\tilde{v}_1^*, \tilde{v}_2^*, \dots, \tilde{v}_i^*\} = \{\max_i v_{ij} | (i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n)\} \quad (5.36)$$

$$A^- = \{\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \dots, \tilde{v}_i^-\} = \{\min_i v_{ij} | (i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n)\} \quad (5.37)$$

Vrednosti se kreću u zatvorenom intervalu $[0,1]$ [26, 32].

Korak 8. Izračunavanje rastojanja svake alternative od izračunatih $FPIS$ i $FNIS$ vrši se primenom sledećih izraza

$$D_i^* = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^*), i=1,2,\dots,m \quad (5.38)$$

$$D_i^- = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-), i=1,2,\dots,m \quad (5.39)$$

Mera rastojanja između dva fazi broja se izračunava primenom izraza iz definicije 1 što predstavlja takozvani Vertex-ov metod.

Korak 9. Izračunavanje sličnosti prema idealnom rešenju vrši se primenom izraza

$$CC_i = \frac{D_i^-}{D_i^* + D_i^-}, i=1,2,\dots,m \quad (5.40)$$

pri čemu CC_i sa svojim vrednostima pripada zatvorenom intervalu $[0,1]$.

Korak 10. Rangiranje alternativa se vrši uzimanjem u obzir vrednosti CC_i gde se na prvom mestu nalazi alternativa sa maksimalnom vrednošću CC_i .

Primena opisanih koraka fazi TOPSIS metodologije za izbor ponuđača u ilustrativnom primeru 5.3., može biti predstavljena kroz sledeće četiri faze:

Faza 1: U svrhu poređenja alternativa koriste se jezičke promenjive za ocene (videti Tabelu 5.21). Shodno preferencijama naručioca kao donosioca odluke u procesu javne e-nabavke formira se matrica odlučivanja poređenjem alternativa (ponuđača) u odnosu na svaki podkriterijum (videti Tabelu 5.22).

Tabela 5.21. Jezičke promenjive za ocenu

Veoma loše	(1,2,3)
Loše	(2,3,4)
Umereno loše	(3,4,5)
Umereno dobro	(6,7,8)
Dobro	(7,8,9)
Veoma dobro	(8,9,9)
Jednako ili je potreban kompromis	(4,5,6) i (5,6,7)

Tabela 5.22. Ocene ponuđača od strane naručioca u odnosu na podkriterijume

Podkriterijumi							
Ponuđači	TK	KO	VI	GR	SK	KvP	BR
P ₁	(7,8,9)	(5,6,7)	(6,7,8)	(3,4,5)	(7,8,9)	(6,7,8)	(7,8,9)
P ₂	(8,9,9)	(7,8,9)	(8,9,9)	(5,6,7)	(8,9,9)	(7,8,9)	(8,9,9)
P ₃	(5,6,7)	(7,8,9)	(7,8,9)	(3,4,5)	(5,6,7)	(5,6,7)	(5,6,7)
	TP	RF	PO	KK	CP	TT	TC
P ₁	(3,4,5)	(3,4,5)	(4,5,6)	(1,2,3)	(7,8,9)	(6,7,8)	(6,7,8)
P ₂	(5,6,7)	(5,6,7)	(3,4,5)	(3,4,5)	(8,9,9)	(8,9,9)	(8,9,9)
P ₃	(1,2,3)	(2,3,4)	(2,3,4)	(5,6,7)	(5,6,7)	(3,4,5)	(5,6,7)
	UP	PPP	OB	ThP	SO	RD	
P ₁	(5,6,7)	(1,2,3)	(1,2,3)	(3,4,5)	(1,2,3)	(1,2,3)	
P ₂	(7,8,9)	(3,4,5)	(3,4,5)	(5,6,7)	(3,4,5)	(3,4,5)	
P ₃	(3,4,5)	(5,6,7)	(5,6,7)	(7,8,9)	(5,6,7)	(5,6,7)	

Faza 2: Nakon definisanja fazi matrice odlučivanja, sledeći korak je određivanje "otežane" fazi matrice odlučivanja. Najpre se dobija normalizovana fazi matrica odlučivanja u kojoj se elementi dobijaju prema sledećim izrazima:

$$v_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*} \right) \text{ gde je } c_j^* = \max_i c_{ij}, j \in K, K \text{ je skup korisnih kriterijuma} \quad (5.41)$$

$$v_{ij} = \left(\frac{a_j^{'''}}{c_{ij}}, \frac{a_j^{''}}{b_{ij}}, \frac{a_j^{''}}{c_{ij}} \right) \text{ gde je } a_j^{'''} = \min_i a_{ij}, j \in T, T \text{ je skup troškovnih kriterijuma} \quad (5.42)$$

Normalizovana fazi matrica odlučivanja prikazana je u Tabeli 5.23.

Tabela 5.23. Normalizovana fazi matrica odlučivanja

Podkriterijumi							
Ponudači	TK	KO	VI	GR	SK	KvP	BR
P ₁	(0.78,0.89,1)	(0.56,0.67,0.78)	(0.67,0.78,0.89)	(0.33,0.44,0.56)	(0.78,0.89,1)	(0.67,0.78,0.89)	(0.33,0.38,0.43)
P ₂	(0.89,0.89,1)	(0.78,0.89,1)	(0.89,0.89,1)	(0.56,0.67,0.78)	(0.89,0.89,1)	(0.78,0.89,1)	(0.33,0.33,0.38)
P ₃	(0.56,0.67,0.78)	(0.78,0.89,1)	(0.78,0.89,1)	(0.33,0.44,0.56)	(0.56,0.67,0.78)	(0.56,0.67,0.78)	(0.43,0.50,0.60)
FAHP težine	0,35	0,30	0,13	0,22	0,96	0,04	0,00
Ponudači	TP	RF	PO	KK	CP	TT	TC
P ₁	(0.33,0.44,0.56)	(0.33,0.44,0.56)	(0.44,0.56,0.67)	(0.11,0.22,0.33)	(0.33,0.38,0.43)	(0.33,0.43,0.50)	(0.38,0.43,0.50)
P ₂	(0.56,0.67,0.78)	(0.56,0.67,0.78)	(0.33,0.44,0.56)	(0.33,0.44,0.56)	(0.33,0.33,0.38)	(0.33,0.33,0.38)	(0.33,0.33,0.38)
P ₃	(0.11,0.22,0.33)	(0.22,0.33,0.44)	(0.22,0.33,0.44)	(0.56,0.67,0.78)	(0.43,0.50,0.60)	(0.60,0.75,1)	(0.43,0.60,0.60)
FAHP težine	0,30	0,30	0,30	0,10	0,24	0,15	0,22
Ponudači	UP	PPP	OB	ThP	SO	RD	
P ₁	(0.56,0.67,0.78)	(0.11,0.22,0.33)	(0.11,0.22,0.33)	(0.33,0.44,0.56)	(0.11,0.22,0.33)	(0.11,0.22,0.33)	
P ₂	(0.78,0.89,1)	(0.33,0.44,0.56)	(0.33,0.44,0.56)	(0.56,0.67,0.78)	(0.33,0.44,0.56)	(0.33,0.44,0.56)	
P ₃	(0.33,0.44,0.56)	(0.56,0.67,0.78)	(0.56,0.67,0.78)	(0.78,0.89,1)	(0.56,0.67,0.78)	(0.56,0.67,0.78)	
FAHP težine	0,20	0,19	0,24	0,29	0,29	0.18	

Dalje, korišćenjem težina za podkriterijume koje su dobijene prema FAHP (videti Tabelu 5.10.) dobija se "otežana" normalizovana fazi matrica odlučivanja (Tabela 5.24.)

Tabela 5.24. "Otežana" normalizovana fazi matrica odlučivanja

Podkriterijumi							
Ponudači	TK	KO	V1	GR	SK	KvP	BR
P ₁	(0.22,0.25,0.28)	(0.14,0.16,0.19)	(0.17,0.10,0.12)	(0.07,0.10,0.12)	(0.32,0.37,0.41)	(0.18,0.20,0.23)	(0.11,0.12,0.14)
P ₂	(0.25,0.25,0.28)	(0.19,0.22,0.24)	(0.22,0.22,0.25)	(0.12,0.15,0.17)	(0.37,0.37,0.41)	(0.20,0.23,0.26)	(0.11,0.11,0.12)
P ₃	(0.16,0.19,0.22)	(0.19,0.22,0.24)	(0.19,0.22,0.25)	(0.07,0.10,0.12)	(0.23,0.27,0.32)	(0.15,0.18,0.20)	(0.14,0.16,0.20)
A*	$\tilde{\nu}_1^* =$ (0.28,0.28,0.22)	$\tilde{\nu}_2^* =$ (0.19,0.24,0.24)	$\tilde{\nu}_3^* =$ (0.22,0.25,0.25)	$\tilde{\nu}_4^* =$ (0.12,0.17,0.12)	$\tilde{\nu}_5^* =$ (0.41,0.41,0.32)	$\tilde{\nu}_6^* =$ (0.23,0.26,0.20)	$\tilde{\nu}_7^* =$ (0.11,0.11,0.14)
A ⁻	$\tilde{\nu}_1^- =$ (0.22,0.25,0.16)	$\tilde{\nu}_2^- =$ (0.14,0.19,0.19)	$\tilde{\nu}_3^- =$ (0.17,0.22,0.19)	$\tilde{\nu}_4^- =$ (0.07,0.12,0.07)	$\tilde{\nu}_5^- =$ (0.32,0.37,0.23)	$\tilde{\nu}_6^- =$ (0.18,0.20,0.15)	$\tilde{\nu}_7^- =$ (0.14,0.12,0.20)
Ponudači	TP	RF	PO	KK	CP	TT	TC
P ₁	(0.10,0.13,0.17)	(0.10,0.13,0.17)	(0.13,0.17,0.20)	(0.01,0.02,0.03)	(0.08,0.09,0.10)	(0.05,0.06,0.08)	(0.08,0.09,0.11)
P ₂	(0.17,0.20,0.23)	(0.17,0.20,0.23)	(0.10,0.13,0.17)	(0.03,0.04,0.05)	(0.08,0.08,0.09)	(0.05,0.05,0.06)	(0.07,0.07,0.08)
P ₃	(0.03,0.07,0.10)	(0.07,0.10,0.13)	(0.07,0.10,0.13)	(0.05,0.06,0.08)	(0.10,0.12,0.15)	(0.09,0.11,0.15)	(0.0+,0.13,0.13)
A*	$\tilde{\nu}_8^* =$ (0.17,0.23,0.10)	$\tilde{\nu}_9^* =$ (0.17,0.23,0.10)	$\tilde{\nu}_{10}^* =$ (0.20,0.17,0.13)	$\tilde{\nu}_{11}^* =$ (0.03,0.05,0.08)	$\tilde{\nu}_{12}^* =$ (0.08,0.08,0.10)	$\tilde{\nu}_{13}^* =$ (0.05,0.05,0.09)	$\tilde{\nu}_{14}^* =$ (0.08,0.07,0.09)
A ⁻	$\tilde{\nu}_8^- =$ (0.10,0.17,0.03)	$\tilde{\nu}_9^- =$ (0.10,0.17,0.07)	$\tilde{\nu}_{10}^- =$ (0.13,0.10,0.07)	$\tilde{\nu}_{11}^- =$ (0.01,0.03,0.05)	$\tilde{\nu}_{12}^- =$ (0.10,0.09,0.15)	$\tilde{\nu}_{13}^- =$ (0.08,0.06,0.15)	$\tilde{\nu}_{14}^- =$ (0.11,0.08,0.13)
Ponudači	UP	PPP	OB	ThP	SO	RD	Rastojanja
P ₁	(0.11,0.13,0.15)	(0.02,0.04,0.06)	(0.03,0.05,0.08)	(0.10,0.13,0.16)	(0.04,0.08,0.11)	(0.02,0.03,0.05)	$d_1^* = 1.09; d_1^- = 0.90$
P ₂	(0.15,0.17,0.20)	(0.06,0.09,0.11)	(0.08,0.10,0.13)	(0.16,0.20,0.23)	(0.11,0.15,0.19)	(0.05,0.06,0.08)	$d_2^* = 0.70; d_2^- = 1.15$
P ₃	(0.07,0.09,0.11)	(0.11,0.13,0.15)	(0.13,0.15,0.18)	(0.23,0.26,0.30)	(0.19,0.23,0.26)	(0.08,0.09,0.11)	$d_3^* = 1.14; d_3^- = 1.10$
A*	$\tilde{\nu}_{15}^* =$ (0.15,0.20,0.11)	$\tilde{\nu}_{16}^* =$ (0.06,0.11,0.15)	$\tilde{\nu}_{17}^* =$ (0.08,0.13,0.18)	$\tilde{\nu}_{18}^* =$ (0.16,0.23,0.30)	$\tilde{\nu}_{19}^* =$ (0.11,0.19,0.26)	$\tilde{\nu}_{20}^* =$ (0.05,0.08,0.11)	
A ⁻	$\tilde{\nu}_{15}^- =$ (0.11,0.15,0.07)	$\tilde{\nu}_{16}^- =$ (0.02,0.06,0.11)	$\tilde{\nu}_{17}^- =$ (0.03,0.08,0.13)	$\tilde{\nu}_{18}^- =$ (0.10,0.16,0.23)	$\tilde{\nu}_{19}^- =$ (0.04,0.11,0.19)	$\tilde{\nu}_{20}^- =$ (0.02,0.05,0.08)	

Faza 3: Rastojanje svake alternative (ponuđača) od D^* i D^- izračunava se pomoću izraza (5.38) i (5.39), a rezultati izračunavanja dati su u Tabeli 5.25.

Tabela 5.25. Fazi TOPSIS rezultati

Pouđači	D_i^*	D_i^-	CC_i	Rang
P ₁	1.09	0.90	0.45	3
P ₂	0.70	1.15	0.62	1
P ₃	1.14	1.10	0.49	2

Imajući u vidu rezultate iz Tabele 5.25., na ovom mestu može da se zaključi da je najpovoljniji ponuđač P₂ koji je najbliži 1 (0.62).

6.0. SISTEM ZA PODRŠKU ODLUČIVANJU U JAVNOJ E-NABAVCI

U poglavlju 4, opisana je arhitektura elektronske platforme za javnu e-nabavku gde je kao primer prikazan interfejs za unos kriterijuma za ocenjivanje u javnoj e-nabavci (videti sliku 4.18). Na interfejsu sa slike 4.18. prikazan je način unosa kriterijuma za ocenjivanje kada se u postupku izbora najbolje ponude u javnoj e-nabavci koristi metod normalnih težina gde svaki kriterijum dobija određenu težinu što je i predviđeno postojećim Zakonom u javnim nabavkama u Srbiji.

Međutim, subjektivno dodeljivanje težina za svaki od kriterijuma može za posledicu imati isticanje u pravi plan onog ponuđača koji je najbolji po nekom kriterijumu, a komisija za javnu e-nabavku baš tom kriterijumu dodeli najveću težinu. Stoga, u cilju izbegavanja ovakve situacije, moguće je matematički izračunati težine kriterijuma kako bi se postigao najveći mogući stepen objektivnosti.

Da bi se izbeglo obimno matematičko izračunavanje, moguće je iskoristiti računarsku podršku koja omogućava automatizaciju određenih koraka u izračunavanju i na taj način skraćuje vreme koje je potrebno za donošenje odgovarajuće odluke.

Upravo imajući u vidu prethodno opisane mogućnosti unapređenja procesa donošenja odluke u postupku javne e-nabavke iz poglavlja 5., moguće je arhitekturu elektronske platforme za javnu e-nabavku iz poglavlja 4,. unaprediti na način da se naručiocu ponudi mogućnost da izabere metodologiju za ocenu najbolje ponude u javnoj e-nabavci kao što je to prikazano na slici 6.1:



Slika 6.1. Izbor metodologije za e-evaluaciju ponuda

Izborom opcije **Analitički hijerarhijski proces**, naručilac ima mogućnost da primeni metodologiju AHP na rešavanje problema izbora ponuđača iz ilustrativnog primera 5.3. S obzirom da ovaj proces podrazumeva poređenje u parovima u cilju sprovođenja praktične primene AHP metodologije u predmetnoj doktorskoj disertaciji iskorišćena je opšte poznata softverska podrška *Expert Choice* čija primena je već navedena u poglavlju 5. Jednom rečju, izborom opcije Analitički hijerarhijski process sa slike 6.1. odgovarajuća programska funkcija poziva programsko okruženje za *Expert Choice* koje je opisano u poglavlju 5. i na ovom mestu o istom neće biti reči.

U nastavku je pažnja stavljena na mogućnosti eliminacije obimnih i složenih izračunavanja koja su data u poglavlju 5 vezano za FAHP, TOPSIS i fazi TOPSIS metode i koja kao takva značajno usporavaju proces izbora ekonomski najpovoljnijeg ponuđača u postupku javne e-nabavke. U cilju unapređenja ovih aktivnosti, a u okviru predmetne doktorske disertacije, razvijen je odgovarajući sistem za podršku odlučivanju koji omogućava automatizovanu softversku podršku za primenu metodologije opisane u poglavlju 5.

6.1. Sistemi za podršku poslovnom odlučivanju u procesu javne e-nabavke

Svrha svakog procesa odlučivanja je da se dođe do odluke kojom bi se ispunili određeni zahtevi i ciljevi koje je postavio donosilac odluke. U uslovima kada se vrši brza razmena informacija postoji sve manje raspoloživog vremena za proces donošenja odluke usled čega se došlo do novog pristupa optimizacije u odlučivanju.

Pojava SPO-a, namenjenih slabo strukturiranim problemima gde upravo spadaju i problemi odlučivanja, kao i uključivanje "mekih" podataka u obliku procena, pretpostavki ili prognoza u optimizacione modele, donose nešto drugačiji teoretski i praktični pristup u odlučivanju. Za SPO se može reći da po svojoj prirodi predstavljaju informatičke sisteme čija svrha je obezbeđenje odgovarajuće računarske podrške prilikom rešavanja problema odlučivanja na način da koriste i u proces odlučivanja uključuju sve one informacije koje su po svojoj prirodi značajne za proces odlučivanja.

Svrha SPO je da podrži donosioca odluke u smislu da mu pruži dovoljno stručnu osnovu za donošenje ispravne odluke pri čemu treba istaći da SPO ne donosi odluke automatski, već samo obezbeđuje adekvatnu analizu i podršku koji su potrebni za donošenje odluke. Kao takav, SPO sadrži veći broj algoritama pomoću kojih se vrši klasifikovanje, upoređivanje i formiranje ključnih informacija koje su od značaja za proces donošenja odluke.

Kao što je navedeno u [12], SPO poseduje sledeće osobine:

- SPO je sistem koji treba da podrži donosioca odluka u polustrukturiranim situacijama odlučivanja;
- SPO predstavlja pomoć donosiocima odluka u smislu povećanja njihovih sposobnosti, a ne nikako da zameni njihovih procena;
- SPO predstavlja sistem koji je zasnovan na računaru, a koji daje podršku u rešavanju klase polustrukturiranih i nestrukturiranih problema odlučivanja;
- SPO predstavlja evolucionu i adaptivnu proces koji može pomoći donosicu odluke da bolje razume i analizira svoj proces donošenja odluka;

- SPO je interaktivni računarski sistem koji koristi jezike programiranja poslednje generacije kao i informacione baze podataka za podršku rešavanju nestrukturiranih ili polustrukturiranih problema u odlučivanju od strane rukovodstva, itd.

SPO imaju zadatak da pružaju pomoć pri donošenju odluka, ali sa naglaskom na rešavanju nestrukturiranih ili slabo stukturiranih problema za koje je karakteristično da se [videti 114]:

- ne mogu formalizovano opisivati,
- algoritam rešenja nije moguće tačno formulisati,
- nije moguće jednoznačno odrediti ulazne i izlazne podatke,
- informacije su pretežno eksterne (teško se prikupljaju i nisu pouzdane).

Ovo nije slučaj sa strukturiranim problemima gde su strukturirane odluke rutinske sa odgovarajućim stepenom i ciklusom ponavljanja tako da se za njihovo donošenje mogu unapred definisati koraci i procedure za njihovo rešavanje pri čemu ove probleme podržavaju svi upravljački informacioni sistemi.

U [158] SPO se definiše kao intraktivni računarski sistem sa namerom da isti pruži pomoć menadžerima ili donosiocima odluka da izvrše identifikaciju, strukturiranje i/ili rešavanje polustrukturiranih i nestrukturiranih probleme i da naprave odgovarajući izbor između alternative. Za SPO se može reći da su interaktivni, fleksibilni i adaptivni računarski informacioni sistemi specijalno razvijeni za podršku u rešavanju nestrukturiranih menadžment problema u cilju poboljšanja procesa odlučivanja [videti 159].

Turban [više u 160] je definisao SPO na sledeći način: “SPO je interaktivni, fleksibilni i adaptivni sistem specijalno razvijen za podršku rešavanja nestrukturiranih menadžment problema u cilju poboljšanja procesa odlučivanja. Sistem koristi podatke, obezbeđuje jednostavan korisnički interfejs i omogućuje uključivanje korisnikove pronicljivosti u proces odlučivanja. Takođe, SPO može koristiti modele koji se izgrađuju u

interaktivnom procesu sa korisnikom, podržavajući sve faze procesa odlučivanja i može sadržati komponentu znanja.” [više u 161].

Iz prethodnih definicija svakako se može zaključiti jedna vrlo važna karakteristika SPO-a, a to je njihova interaktivnost i sama činjenica da spadaju u vrstu informacionih sistema. Kao takvi, SPO pružaju pomoć pri donošenju odluka na svim nivoima odlučivanja, ali su od posebnog značaja svakako za više nivoe rukovođenja.

Pažnja SPO-a kao integratora informatičkih i upravljačkih funkcija stavljena je na fleksibilnosti i adaptivnosti u procesu donošenja odluka na sledeća četiri nivoa [videti 162]:

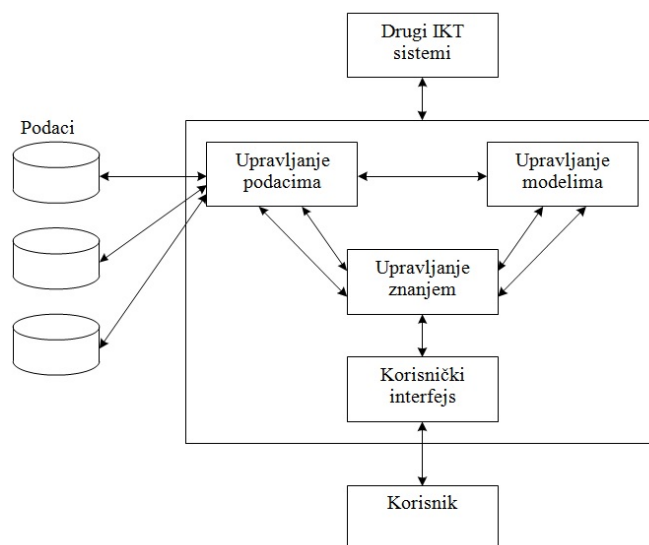
- mogućnost da korisnik pristupi analizi problema na način koji je njemu odgovarajući;
- sposobnost da se izvrši modifikacija konfiguracije SPO kao spremnost da se prepoznaju grupe problema sa kojima se susreće;
- dopuštanje dovoljno velikih promena koje bi zahtevale potpuno različit SPO i
- mogućnost da se izvrši razvoj i unapređenje koji prate promene u osnovnim elementima tehnologije na kojoj je SPO baziran.

6.1.1. Struktura SPO-a

Ako se u obzir uzme ceolupni razvoja IKT-a, tada se mogu izolovati osnovne komponente SPO-a: podsistem koji upravlja podacima, podsistem koji upravlja modelima, podsistem koji upravlja znanjem, podsistem koji predstavlja korisnički interfejs i korisnik (videti sliku 6.2) [više u 114, 160 i 161].

Podsistem za upravljanje podacima se sastoji iz: baze podataka, sistema za upravljanje podacima, direktorijuma sa podacima i upita [videti 114]. Podsistem za upravljanje podacima čini baza podataka koja predstavlja osnovni elemenat SPO-a. Baze podataka SPO-a su povezane sa velikim skladištima podataka čime se omogućava adekvatno korišćenje podataka iz različitih izvora iz okruženja. Veza između podataka

i SPO-a može se ostvariti preko sistema baze podataka ili direktnim unošenjem podataka tokom rada sa programom [više u 114 i 161].



Slika 6.2. Komponente SPO-a [videti 114, 160 i 161]

Podsistem za upravljanje modelima se sastoji iz: baze modela, sistema za upravljanje bazom modela, jezika za modeliranje, direktorijuma modela i komandnog procesora [videti 114]. Osnovna svrha podsistema za upravljanje modelima jeste da omogući svakom SPO-u integraciju pristupa podacima i modelima odlučivanja. Kao takav, sadrži skup raspoloživih metoda i tehnika koji su projektovani shodno ciljevima koje konkretni SPO treba da zadovolji. Ovaj podsistem uključuje i specijalne vrste jezika koji se koriste za izgradnju korisničkih modela [videti 114 i 161]. Istovremeno, omogućava i jednostavno korišćenje modela od strane korisnika sa preporukom o tome koji modeli odgovaraju kojoj svrsi i koje su to pretpostavke koje treba da budu ispunjene da bi se obezbedilo adekvatno korišćenje pojedinih modela. Zbog uobičajene strukture modela podrazumeva se da ulazni podaci treba da budu u potrebnom formatu i da se prema potrebi vrši povezivanje modela tako da izlaz jednog modela postaje ulaz drugog [videti 114]. Izlazne rezultate koji nastaju korišćenjem modela, predmetni podsistem daje u dovoljno razumljivom obliku čime se obezbeđuje mogućnost vršenja odgovarajuće analize osetljivosti dobijenih rezultata. Kada se realizuje obezbeđenje svih navedenih funkcija za upravljanje bazom modela, veoma složeni problemi su u domenu integracije baze modela sa bazom podataka i korisničkim interfejsom [videti 114 i 161]. Ovi problemi proizilaze iz potrebe da se

izvrši uključivanje raznovrsnih zahteva korisnika za pristup modelima, kontrolu izvršavanja modela, interaktivnu manipulaciju podacima, generisanje izlaznih izveštaja i sl. [videti 114 i 161].

Podsistem za upravljanje znanjem “podržava sve ostale podsisteme, ali funkcioniše i kao samostalna komponenta” [videti 114 i 161]. Uobičajeno je da se SPO koji poseduju podsistem za upravljanje znanjem nazivaju inteligentnim sistemima za podršku odlučivanju i sistemima koji su zasnovani na znanju. Osnovno obeležje koje izdvaja ovaj podsistem od ostalih je postojanje baze znanja, što omogućava korisniku odgovarajuću ekspertizu o postavljenom problemu. Nekada je baza znanja bila sinonim za ekspertne sisteme, ali ubrzanim razvojem SPO-a pojavila se grupa naprednih SPO-a koji su obuhvatili sve pozitivne karakteristike postojećih informacionih sistema menadžmenta [videti 114 i 161].

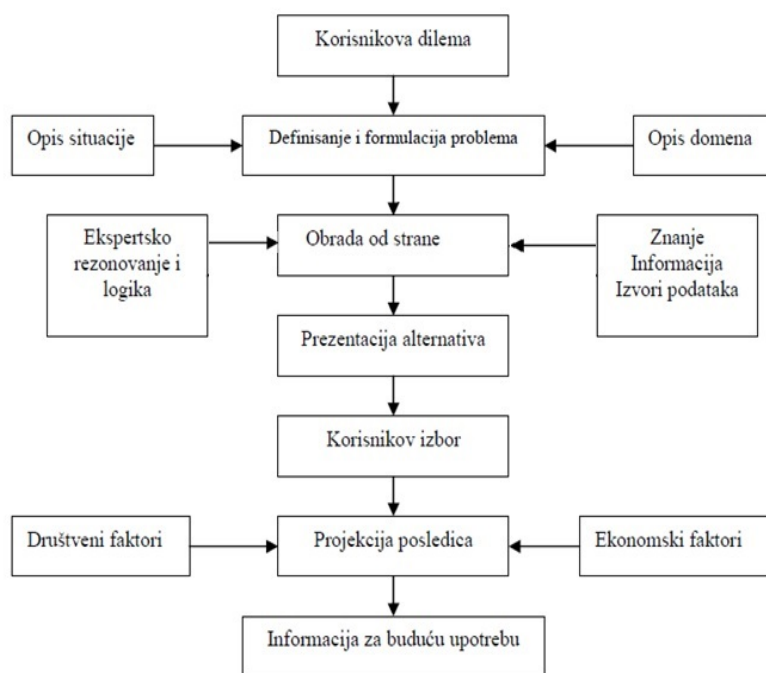
Podsistem – korisnički interfejs se sastoji iz: sistema za upravljanje korisničkim interfejsom, jedinice za prevođenje na prirodan jezik, terminal, plotera i sl. [videti 114]. To je “skup programskih sredstava koja obezbeđuju spregu korisnika sa sistemom” [videti 161]. Ovaj podsistem obuhvata sve aspekte komunikacije koja se realizuje između korisnika i SPO-a (hardver, softver, jednostavnost korišćenja sistema, pristupačnost sistema, itd.). Kvalitet korisničkog interfejsa je vrlo važan jer od istog zavisi način i učestalost korišćenja sistema od strane korisnika. SPO novije generacije poseduju takav korisnički interfejs koji [videti 114]:

- “prilagođava korisniku različite dodatne/ulazne uređaje,
- predstavlja podatke u različitim formatima,
- obezbeđuje interakciju sa bazom podataka i bazom modela,
- obezbeđuje kolor grafiku, trodimenzionalnu grafiku,
- kroz više prozora dozvoljava da se izvršava više funkcija istovremeno,
- obezbeđuje učenje kroz primere,
- obezbeđuje fleksibilnost i adaptivnost sistema menadžmentu”.

Pomenute osobine novijih SPO-a su u određenoj meri olakšale rad sa sistemom različitim korisnicima što je svakako i doprinelo širokoj upotrebi SPO-a [videti 114].

6.1.2. Princip i osobine rada SPO-a

U radu [163] navodi se da svaki proces odlučivanja počinje sa korisnikovom dilemom nakon čega se pristupa definiciji problema primenom SPO-a kroz odgovarajuće snimanje, praćenje i prikupljanje podataka iz različitih izvora podataka, na osnovu čega se formira slika o nastanku i karakteru problema [videti 114]. Ukratko, nakon što se formuliše problem na osnovu opisa situacije i opisa domena na koji se problem odnosi, SPO počinje da obrađuje podatke gde se u procesu obrade koriste baza podataka, baza znanja i različite ekspertske ocene. Nakon što se izvrši obrada problema, korisnik dobija raspoloživi skup alternativa koje mu predlaže SPO. Između ponuđenih alternative, korisnik vrši izbor najpovoljnije imajući stalno u vidu šta je bilo postavljeno kao cilj odlučivanja. Svakako da sistem daje i informaciju o mogućim posledicama izabrane alternative i te informacije se u budućnosti koriste kao ulazne promenjive u novi sistem odlučivanja.

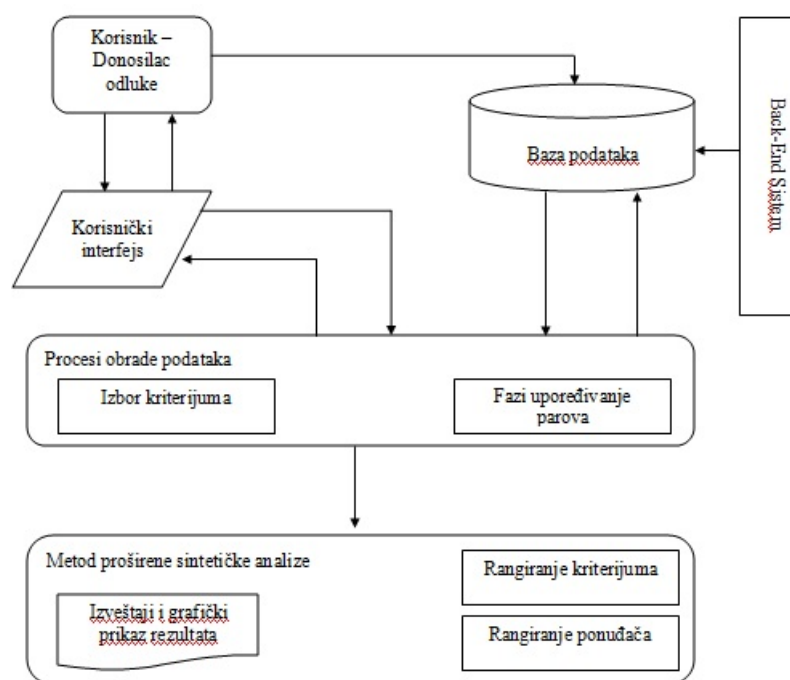


Slika 6.3. Princip rada korisnika sa SPO-om [videti 114 i 163]

Kao što se može videti sa slike 6.3. process počinje sa korisnikovom dilemom, a završava se informacijom za buduću upotrebu. To znači da u nekom sledećem procesu odlučivanja, korisnik može koristiti informacije koje mu daje SPO kako bi eventualno

mogao da izbegne dileme koje mogu da se pojave prilikom formulacije problema. Upravo tu do uzražaja dolazi svrha SPO-a koja se odnosi na njegovu mogućnost da donosiocu odluke obezbedi kvalitetne informacije i podršku kako bi mogla da se donese optimalna odluka.

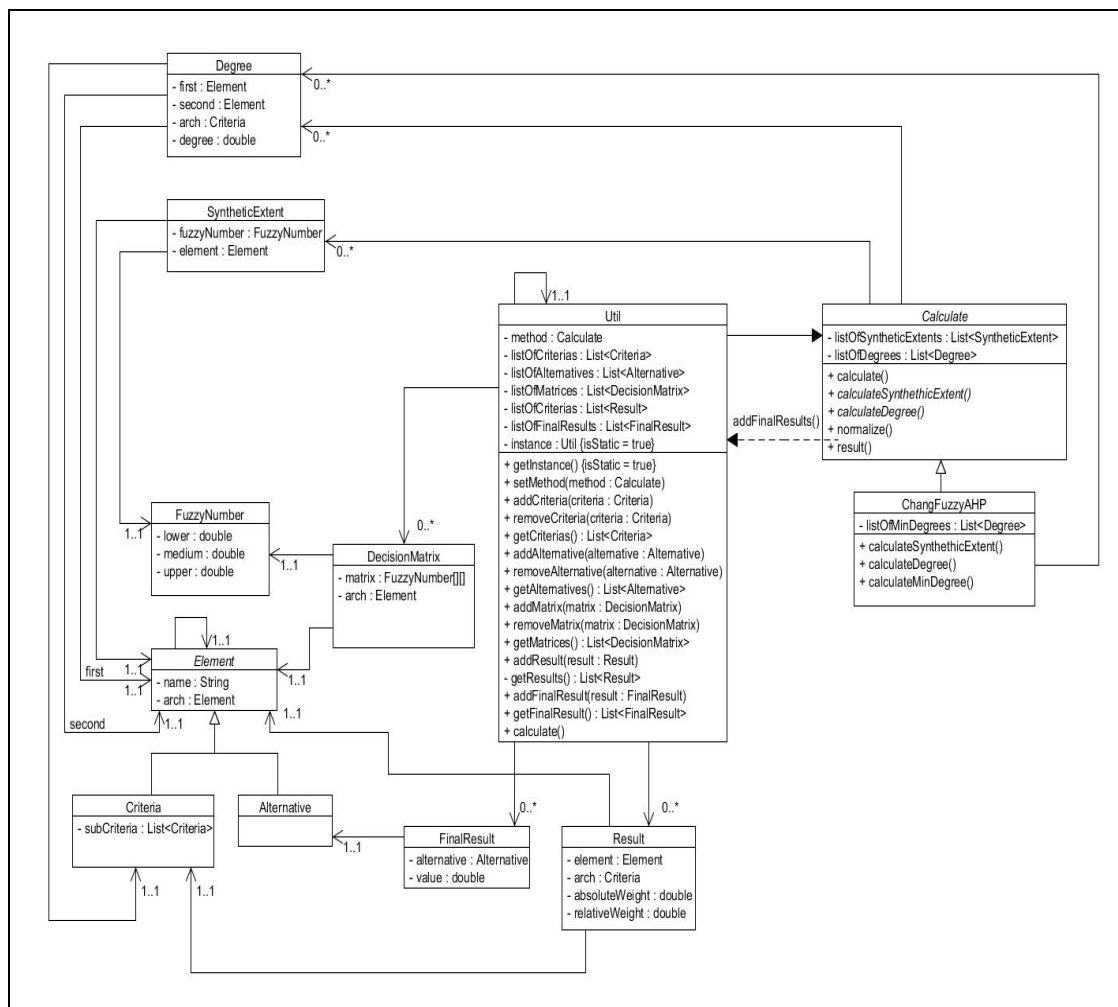
U nastavku disertacije, pažnja je usmerena na namenski SPO koji je razvijen za svrhu disertacije, a uz poštovanje osnovnih koncepata i opisanog princip rada SPO-a.



Slika 6.4. Struktura FAHP SPO-a

Predmetni SPO realizovan je primenom JAVA softverskog paketa i isti u potpunosti prati korake FAHP-a koji su opisani u poglavlju 5. Ovaj softverski modul omogućava upoređivanje parova na istom nivou hijerarhije. Sistem poseduje odgovarajući korisnički intrfejs preko kojeg se manipuliše sa osnovnim modulima za obradu podataka i prikaz rezultata kao i sa bazom podataka.

Sistem poseduje odgovarajuće klase koje su prikazane na slici 6.5.

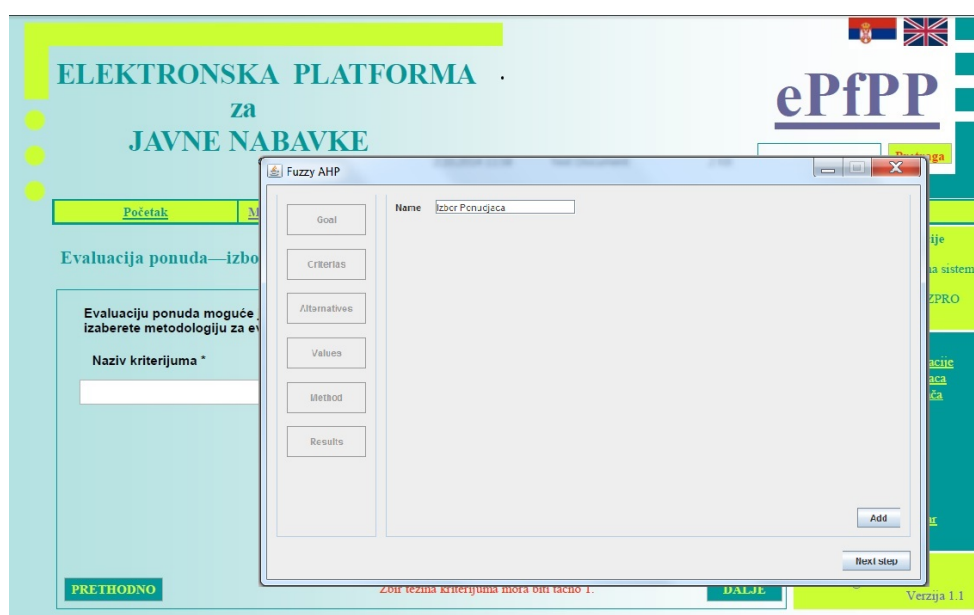


Slika 6.5. Dijagram klase SPO-a za FAHP [videti 164 i 165]

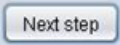
Osnovni elementi ovog softverskog modula su klase *Kriterijumi* i *Alternative*. Oni su generalizovani iz abstraktne klase *Element* iz razloga što ove dve klase dele isto polje kao što je name i iz razloga što su neke operacije iste i za kriterijume i za alternative. Klasa *FuzzyNumber* predstavlja trougaoni fazi broj. Klase *Degree*, *SyntheticExtent*, *Result* i *FinalResult* su pomoćne klase koje omogućavaju izračunavanje za fazi AHP. Klasa *SyntheticExtent* predstavlja klasu u kojoj se čuva sintetička vrednost elementa (kriterijum ili alternativa). Klasa *Degree* sadrži vrednosti stepena mogućnosti za konveksni fazi broj koji je veći od konveksnog fazi broja k . Klasa *Result* se koristi za snimanje težina kriterijuma. Klasa *FinalResult* se koristi za snimanje težina alternativa. Klasa *Calculate* je apstraktna klasa koja predstavlja softverski patern kao template metod. Ova klasa generalizuje klasu *ChangFuzzyAHP*. Iz razloga što je ovo template

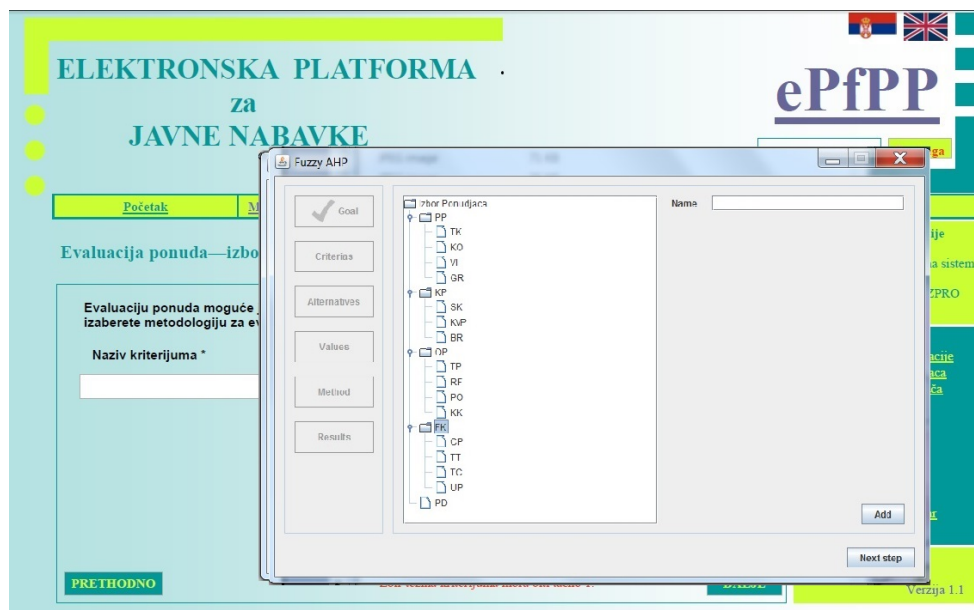
skladišti sve unete podatke i automatski vrši proveru konzistentnosti u trenutku unosa fazi matrice poređenja od strane donosioca odluke. Ukoliko je indeks konzistentnosti jednak ili manji od 0.1 tada FAHP SPO vrši izračunavanje rezultata. Ukoliko to nije slučaj, FAHP SPO sugeriše donosiocu odluke da izmeni svoje preferencije kako bi se obezbedio odgovarajući kvalitet u odlučivanju.

Početna forma SPO-a za FAHP kao integralnog dela elektronske platforme za javnu e-nabavku preko koje se unose potrebni podaci data je na slici 6.7.

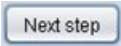


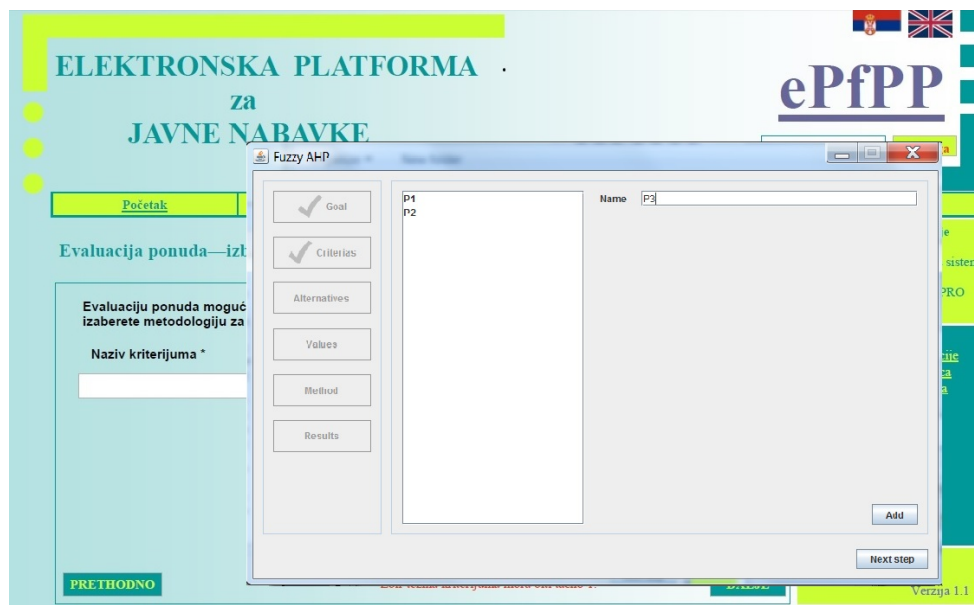
Slika 6.7. Početna interfejs forma SPO-a za FAHP

U deo  unosi se naziv problema. Klikom na  naziv problema je unet i može da se pređe na sledeći korak klikom na . Nakon toga otvara se ekranska forma za unos kriterijuma i podkriterijuma kako je to prikazano na slici 6.8.

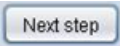


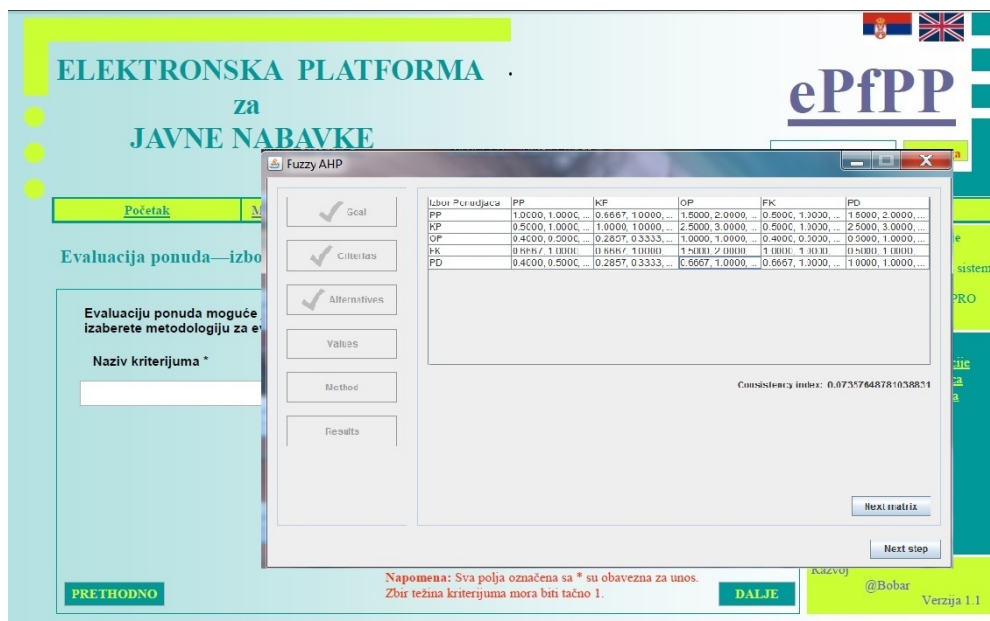
Slika 6.8. Ekranska forma SPO-a za unos kriterijuma i podkriterijuma

Dalje, klikom na  prelazi se na ekransku formu za unos alternativa (ponuđača) kako je to prikazano na slici 6.9.



Slika 6.9. Ekranska forma za unos alternativa (ponuđača)

U nastavku, klikom na  prelazi se na ekransku formu za unos fazi matrica odlučivanja kako je to prikazano na slici 6.10.

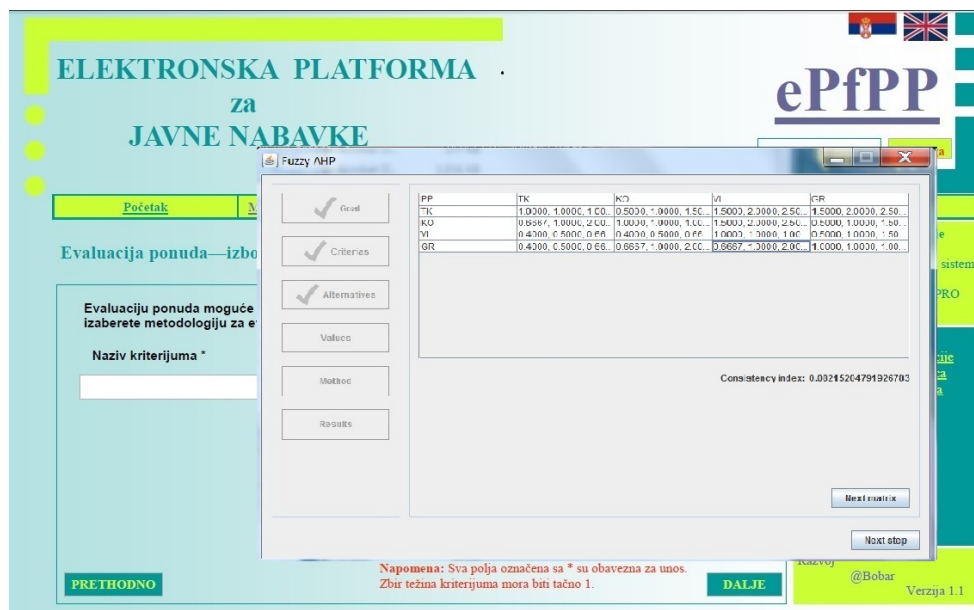


Slika 6.10. Ekranska forma za unos fazi matrice odlučivanja

Na ovom mestu treba napomenuti da sistem za svaku unetu matricu fazi odlučivanja automatski izračunava indeks konzistentnosti na osnovu metodologije koja je opisana u delu 5.3. predmetne doktorske disertacije.

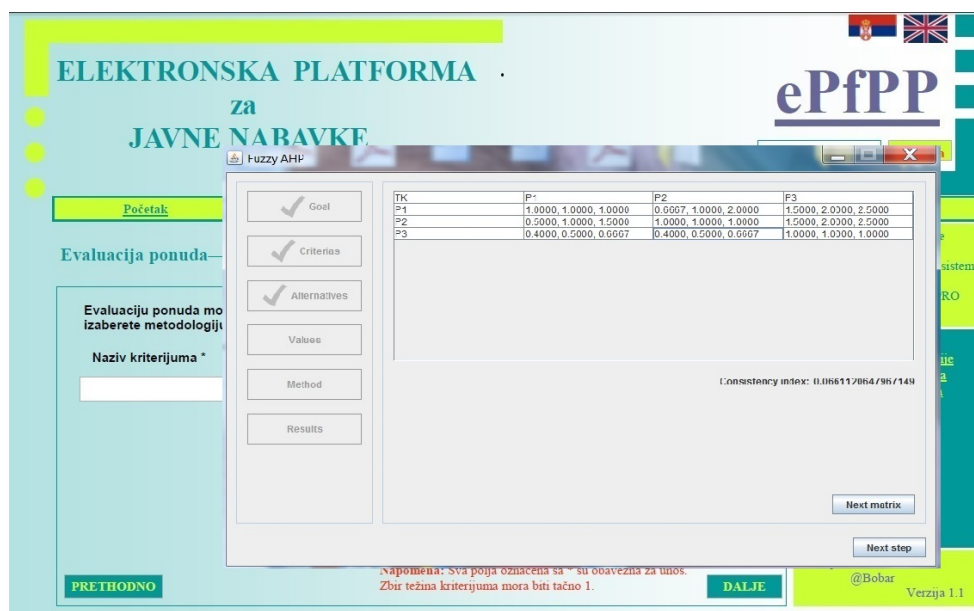
Konkretno, u ovom slučaju sa slike 6.8. može se uočiti da je indeks konzistentnosti manji od 0.10, odnosno da iznosi 0.07 što znači da je matrica fazi poređenja dobro postavljena. Ukoliko prilikom unosa amtrice, vrednost indeksa konzistentnosti prelazi 0.10 sistem upozorava da donosilac odluke (korisnik sistema) mora ponovo d aispita svoje preference prema postavljenim kriteijumima.

Izborom opcije **Next matrix** sa slike 6.10., otvara se ekranska forma za unos fazi matrica za međusobni značaj podkriterijuma za određeni kriterijum. Jedan takav primer matrice dat je na slici 6.11.



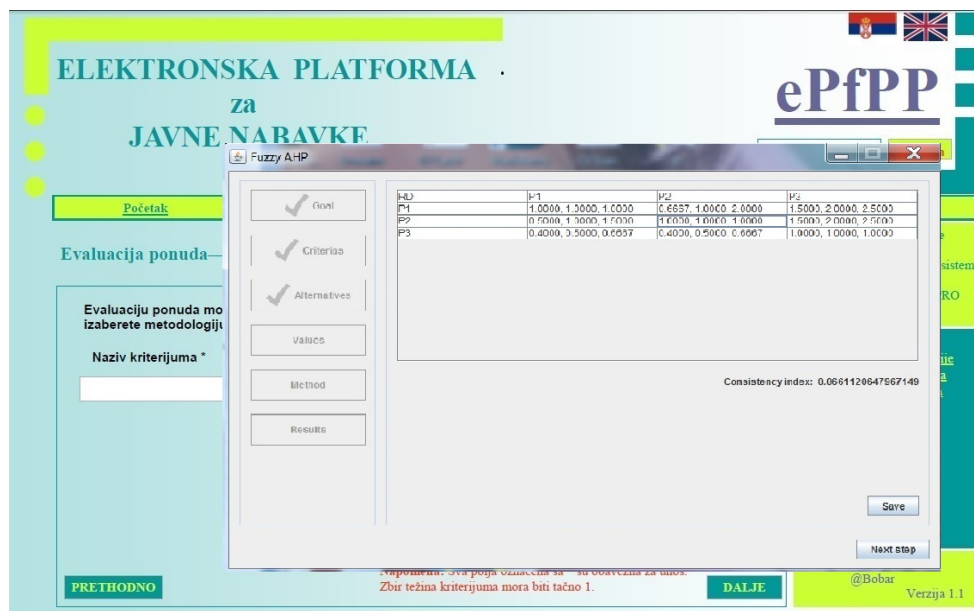
Slika 6.11. Značaj podkriterijuma za određeni kriterijum

Izborom opcije **Next matrix** sa prethodne slike, otvara se ekranska forma za unos fazi matrica za značaj ponuđača u odnosu na podkriterijume. Primer jedne takve matrice gde je naveden značaj ponuđača u odnosu na podkriterijume dat je na slici 6.12.



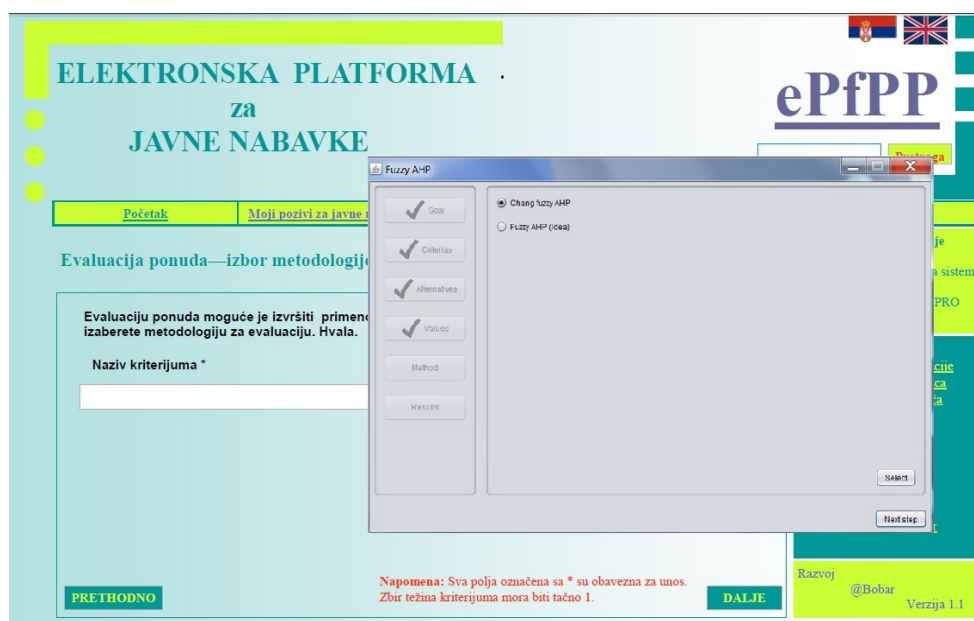
Slika 6.12. Značaj ponuđača u odnosu na podkriterijum

Na identičan način formiraju se odgovarajuće fazi matrice odlučivanja sve dok se ne dođe do ekranske forme koja omogućava čuvanje unetih podataka izborom opcije **Save** kako je to prikazano na slici 6.13.

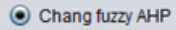


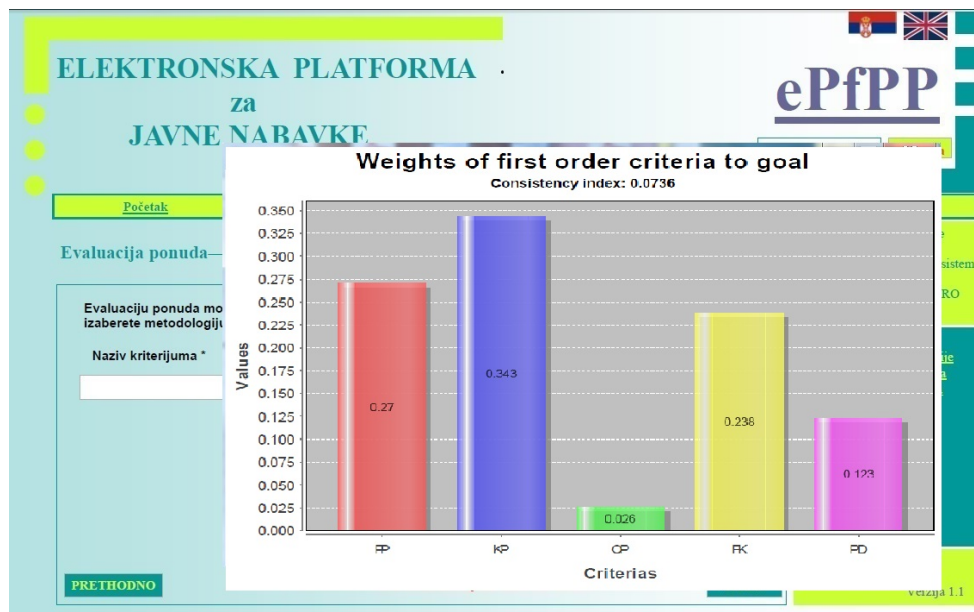
Slika 6.13. Ekranska forma za čuvanje unetih podataka

Izborom opcije **Next step** sa slike 6.13. prelazi se na deo SPO-a za izbor metodologije odlučivanja, kako je to prikazano na slici 6.14.



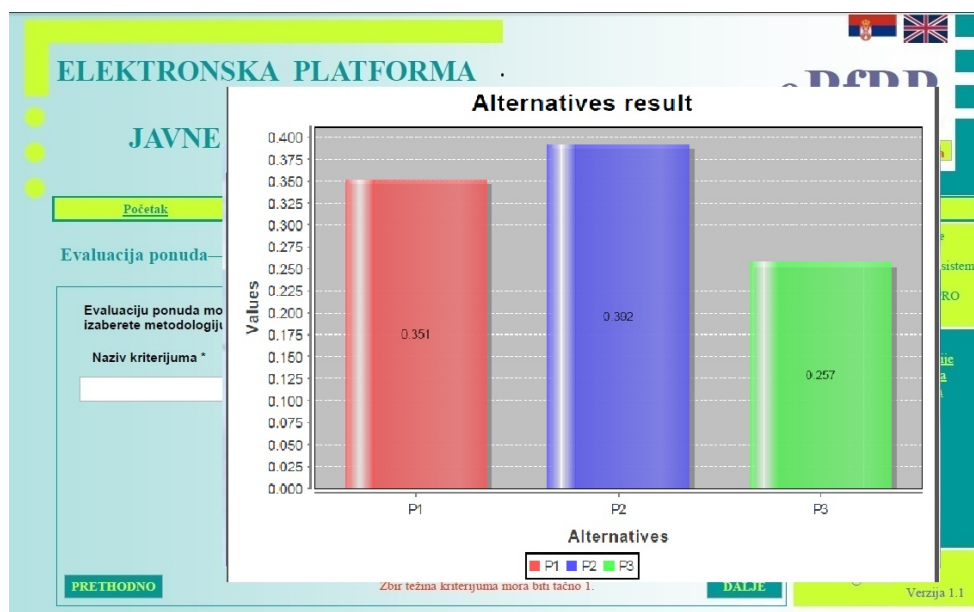
Slika 6.14. Ekranska forma za izbor metodologije odlučivanja

Izbor metodologije odlučivanja vrši se klikom na opciju  sa slike 6.14. i klikom na . Dalje, pritiskom na  dobijaju se rezultati izbora, koji mogu biti predstavljeni i grafički, kako je to prikazano na slici 6.15.



Slika 6.15. Grafički prikaz dobijenih rezultata

Primena opisanog SPO-a na rešavanje problema iz ilustrativnog primera 5.3 daje sledeći rezultat:



Slika 6.16. Redosled ponuđača iz ilustrativnog primera 5.3

Kao što se može videti sa slike 6.16., ekonomski najpovoljniji ponuđač iz ilustrativnog primera 3 koji je izabran metodom fazi AHP je ponuđač **P2** vrednošću težine 0,39, a zatim slede ponuđač **P1** sa vrednošću 0,35 i ponuđač **P3** sa vrednošću 0,26. Detaljan prikaz rezultata (sa grafičkom ilustracijom) koji se dobijaju primenom opisanog SPO-a na rešavanje problema izbora ponuđača iz javne e-nabavke iz ilustrativnog primera 5.3, zbog svog obima dat je u prilogu B ove doktorske disertacije. Dobijeni rezultat je potpuno identičan rezultatu iz poglavlja 5., ali do istog naručilac dolazi značajno brže i lakše zahvaljujući odgovarajućoj softverskoj podršci. Na taj način, značajno se skraćuje i unapređuje proces donošenja odluke u javnoj e-nabavci.

U nastavku je radi ilustracije dat deo programskog koda koji se odnosi na klasu *ChangFuzzyAHP* izračunavanje sa slike 6.5., dat je u nastavku [videti 165]:

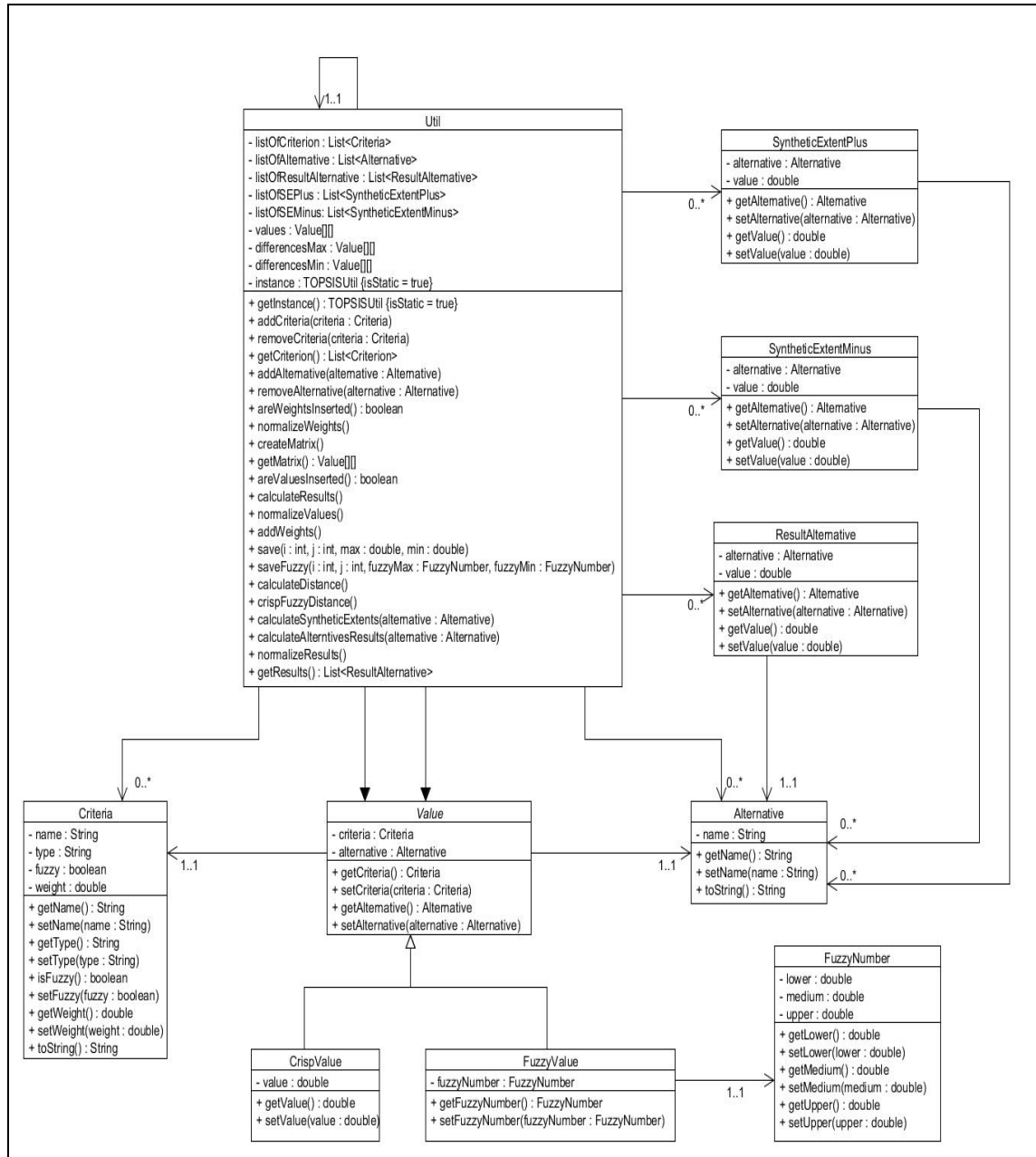
```
public class ChangFuzzyAHP {
    private List<SyntheticExtent> listOfSyntheticExtent;
    private List<Degree> listOfDegrees;

    @Override
    public void calculate() {
        try { calculateSyntheticExtent();
        calculateDegree();
        calculateMinDegree();} catch (Exception ex) {
        Throw new Exception(ex.getMessage());
        }}

    public void calculateDegree() {
        double value = 0;
        for (SyntheticExtent se : listOfSyntheticExtent) {
            for (SyntheticExtent visitingSe : listOfSyntheticExtent) {
                if (!se.equals(visitingSe) && se.getElement().getArch()
                ().equals(visitingSe.getElement().getArch() ())) {if (se.getWeight().getMediumValue() >=
                visitingSe.getWeight().getMediumValue()) {value = 1;} else if (visitingSe.getWeight().getLowerValue()
                >= se.getWeight().getUpperValue()) {value = 0;} else {
                    value = (visitingSe.getWeight().getLowerValue() - se.getWeight().getUpperValue()) /
                    (criteria.getWeight().getMediumValue() - se.getWeight().getUpperValue() -
                    visitingSe.getWeight().getMediumValue() + visitingSe.getWeight().getLowerValue());}
                    Degree degree = new Degree (se.getElement(), visitingSe.getElement(), se.getArch(),
                    value);
                    listOfDegree.add(degree);}}
```

6.1.4. SPO za primenu TOPSIS i FTOPSIS metode u javnoj e-nabavci

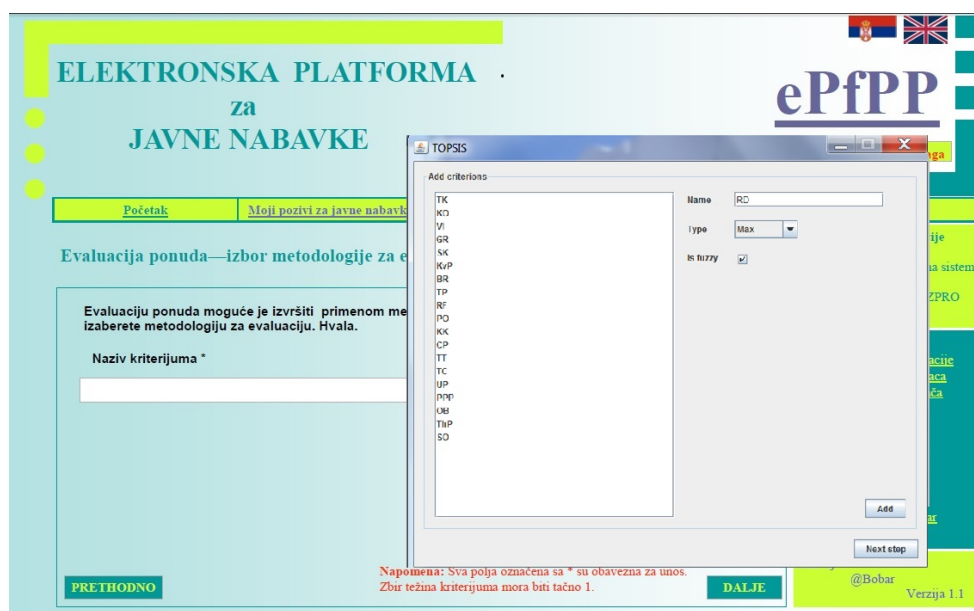
Za opisanu metodologiju iz poglavlja 5., za potrebe predmetne doktorske disertacije razvijena je specijalizovan SPO koji omogućava efikasnu računarsku podršku u primeni TOPSIS i FTOPSIS metode u javnoj e-nabavci. Dijagram klasa podataka za predmetni SPO dat je na slici 6.17.



Slika 6.17. Dijagram klasa SPO za metodologiju TOPSIS i fazi TOPSIS

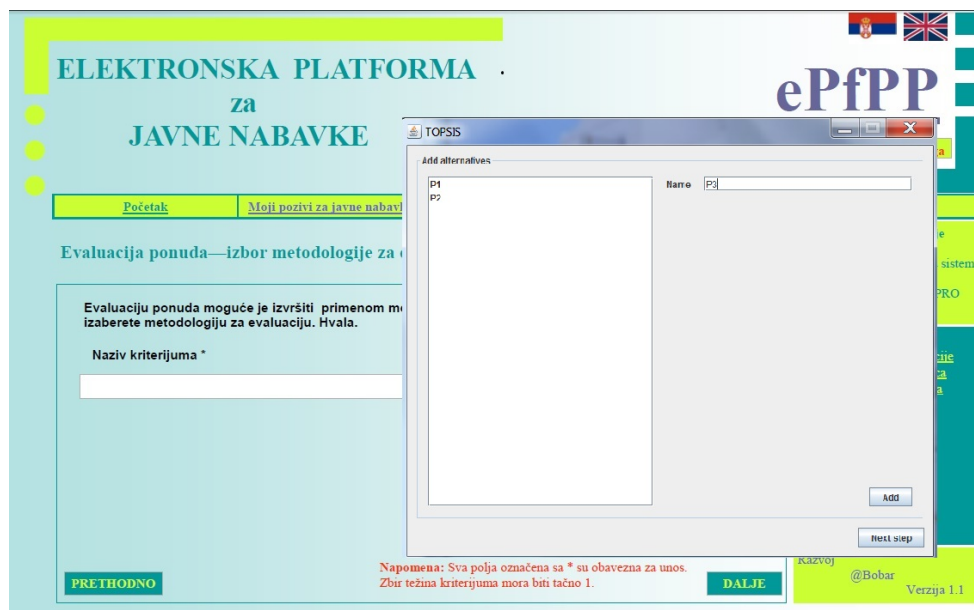
Osnovne klase preko kojih se radi su klasa *Criteria*, koji predstavlja kriterijum odlučivanja, klasa *Alternative*, koji predstavlja alternativu, abstraktna klasa *Value*, čije implementacije *CrispValue* i *FuzzyValue* predstavljaju vrednost koje se unose za konkretan kriterijum i alternativu. FuzzyValue klasa koristi fazi broj koji je implementiran u vidu instance klase *FuzzyNumber*.

Naručilac izborom opcija **TOPSIS** i **Fuzzy TOPSIS** sa ekranske forme sa slike 6.1. pristupa početnoj ekranskoj formi SPO-a (videti sliku 6.18) koji je realizovan primenom JAVA softverskog paketa i isto u potpunosti prati korake TOPSIS i FTOPSIS metode koji su opisani u prethodnom odeljku.



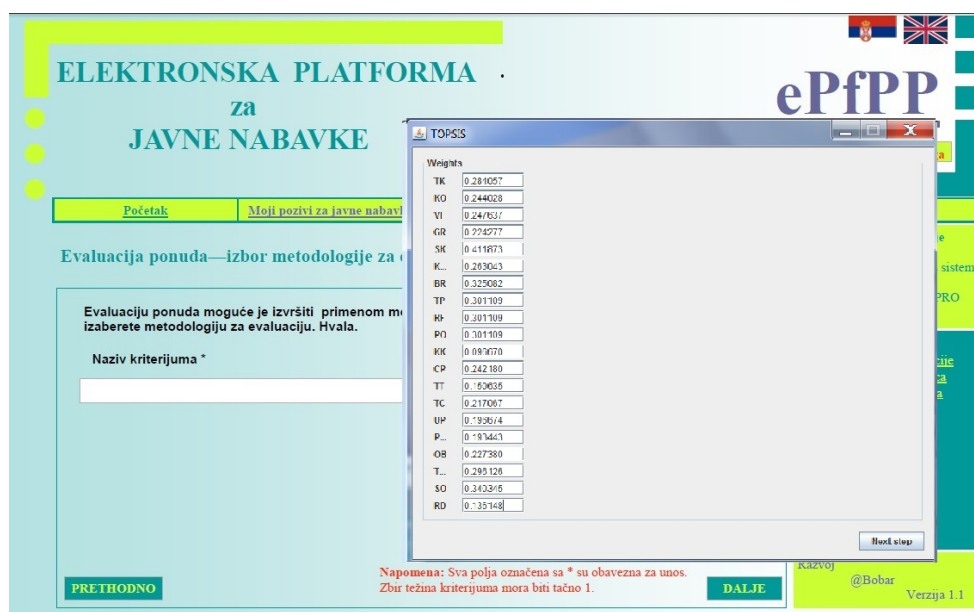
Slika 6.18. Dodavanje kriterijuma

Prvi korak je unos kriterijuma. Potrebno je specificirati naziv, tip i pripadnost (ili ne-pripadnost, ukoliko je u pitanju obična TOPSIS metoda) fazi skupu. Nakon toga se klikne na **Add**. Kriterijum će se dodati u panel sa leve strane ekrana. Nakon dodavanja svih kriterijuma i izbora opcije **Next step** sa slike 6.18., otvara se novi prozor na kojem se dodaju alternative (slika 6.19). Za dodavanje alternativa potrebno je samo dodeliti naziv i pritisnuti **Add**. Nove alternative će se prikazati na panelu sa leve strane.



Slika 6.19. Dodavanje alternative

Sledeći korak je unos težina kriterijuma kao što je to prikazano na slici 6.20.



Slika 6.20. Dodavanje težina kriterijuma

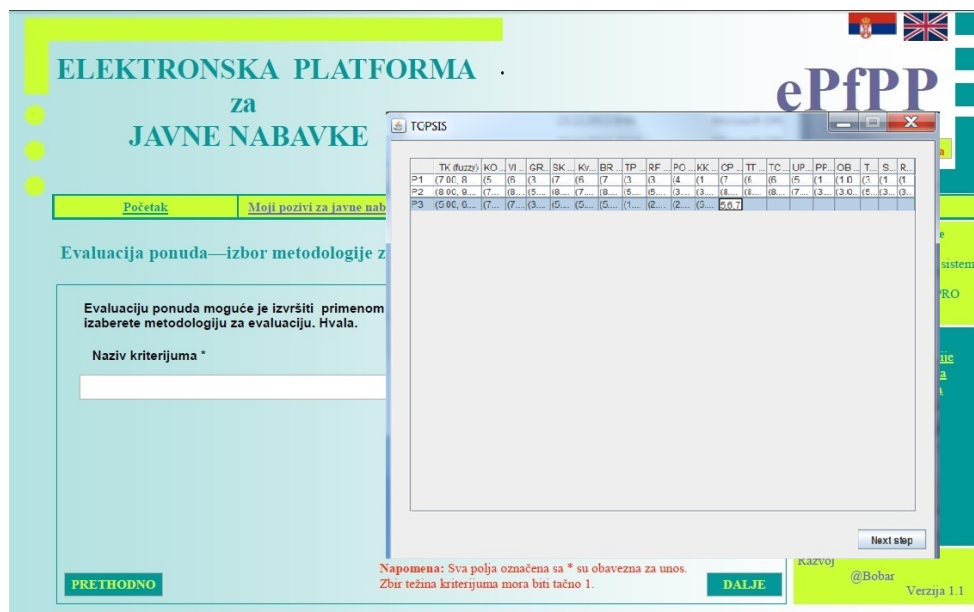
Na ekranu sa slike 6.20., pojavljuju se svi kriterijumi sa poljem za unos. Težine se mogu uneti proizvoljno i automatski će se normalizovati korišćenjem L_1 metrike. Takođe, moguće je uneti težine dobijene AHP (u slučaju obične TOPSIS metode) ili fazi AHP metodom (u slučaju fazi TOPSIS metode). Težine se čuvaju u klasi *Criteria*, stoga se

klijentska forma uz pomoć klase *Util* normalizuje vrednosti, zatim uzima spisak kriterijuma i ažurira vrednosti. Radi ilustracije, u nastavku je dat deo programskog koda klase *Criteria* i deo koda klase *Util* prikazan je u isečku koda.

```
public class Criteria {
    private String name;
    private String type;
    private boolean fuzzy;
    private double weight;

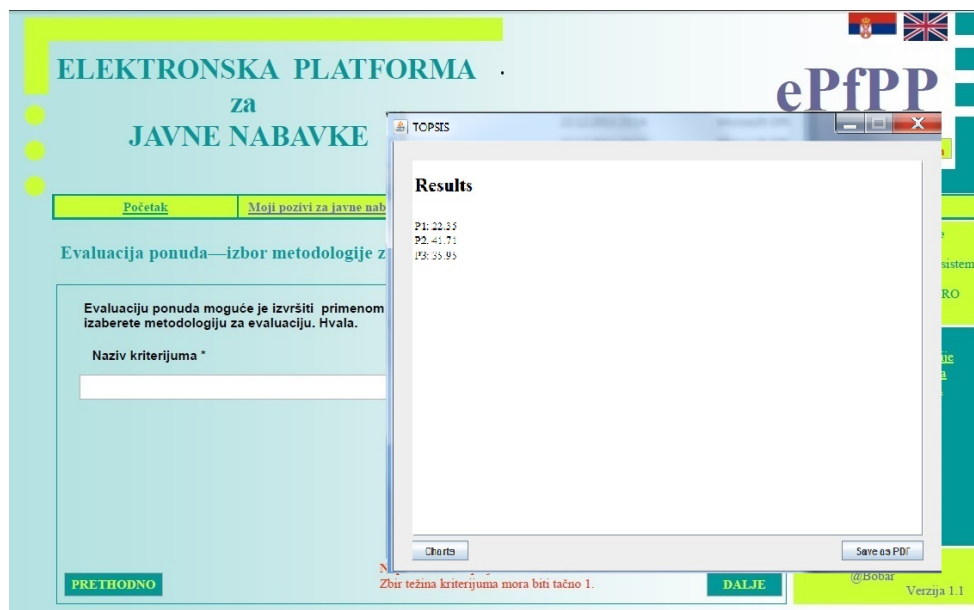
    public String getName() {
        return name; }
    public String getType() {
        return type;}
    public boolean isFuzzy() {
        return fuzzy;}
    public double getWeight() {
        return weight;}
    public void setName(String name) {
        this.name = name; }
    public void setType(String type) {
        this.type = type;}
    public void setFuzzy(boolean fuzzy) {
        this.fuzzy = fuzzy; }
    public void setWeight(double weight) {
        this.weight = weight;}
    public Criterion(String name, String type, boolean fuzzy) {
        this.name = name;
        this.type = type;
        this.fuzzy = fuzzy; }
    @Override
    public String toString() {
        return name;} }
```

Sledeći korak u unosu je unos vrednosti za konkretnu alternative po kriterijumima (slika 6.21). U kolonama se nalaze kriterijumi, gde se pored naziva prikazuje i tip (da li je veća ili manja vrednost bolja) i signal za fazi broj. U redovima se nalaze alternative.



Slika 6.21. Dodavanje vrednosti u fazi matricu odlučivanja

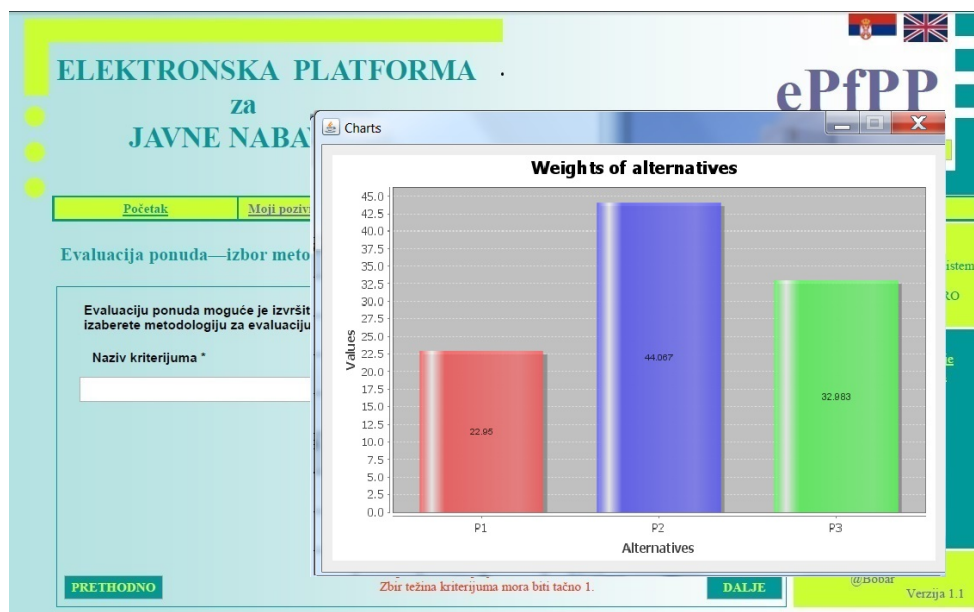
Nakon dodavanja svih vrednosti vrši se izračunavanje i na ekranu se prikazuju konačne vrednosti (videti sliku 6.22.).



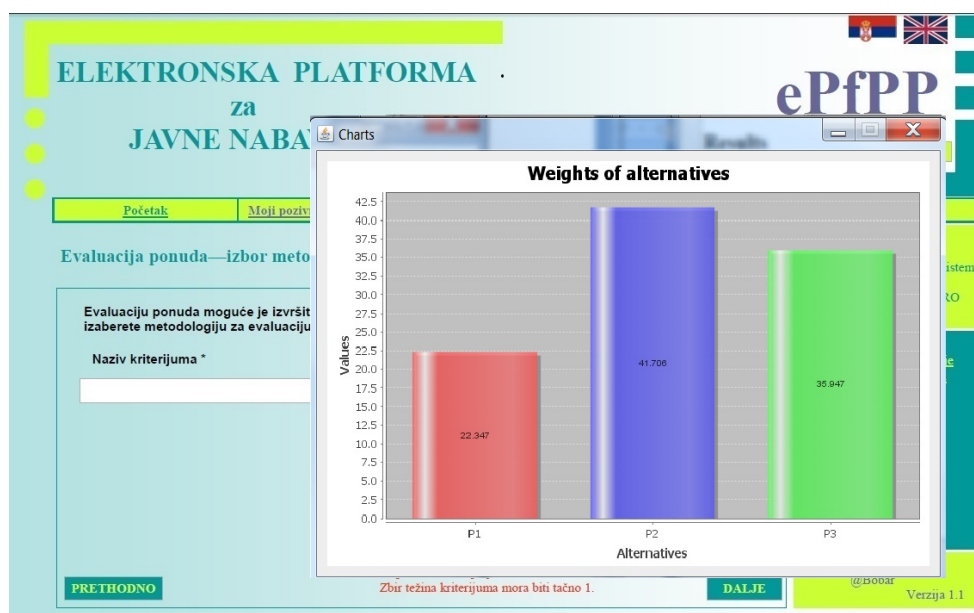
Slika 6.22. Rezultati primene fazi TOPSIS metodologije

Zbir vrednosti svih alternativa sa slike 6.22., iznosi 100 iz razloga što jasnijeg procentualnog prikaza, gde je veća vrednost (vrednost bliža broju 100) alternative bolja.

Softversko rešenje nudi mogućnost da rezultati budu prikazani u obliku grafikona (videti slike 6.23 i 6.24) i sačuvani u .pdf formatu.



Slika 6.23. Redosled ponuđača iz ilustrativnog primera 5.3 dobijen primenom TOPSIS metode



Slika 6.24. Redosled ponuđača iz ilustrativnog primera 5.3 dobijen primenom fazi TOPSIS metode

Kao što se može videti sa slike 6.24., ekonomski najpovoljniji ponuđač iz ilustrativnog primera 5.3 koji je izabran metodom TOPSIS je ponuđač **P2** vrednošću težine 0,44, a zatim slede ponuđač **P3** sa vrednošću 0,33 i ponuđač **P1** sa vrednošću 0,23. Istovremeno, kao što se može videti sa slike 6.25., ekonomski najpovoljniji ponuđač iz ilustrativnog primera 5.3 koji je izabran metodom fazi TOPSIS je ponuđač **P2** vrednošću težine 0,42, a zatim slede ponuđač **P3** sa vrednošću 0,36 i ponuđač **P1** sa vrednošću 0,22.

6.2. Analiza i poređenje rezultata dobijenih u javnoj e-nabavci

Primenom sistema za podršku odlučivanju u procesu javne e-nabavke dobijeni su sledeći rezultati (videti Tabelu 6.1)

Tabela 6.1. Dobijeni rezultati izbora u procesu javne e-nabavke

AHP	FAHP	TOPSIS	FTOPSIS
Redosled ponuđača: P1, P2, P3.	Redosled ponuđača: P2, P1, P3.	Redosled ponuđača: P2, P3, P1	Redosled ponuđača: P2,P3,P1

Ukoliko se detaljnije pogledaju rezultati dobijeni primenom AHP metode može se zaključiti da je ponuđač **P1** bolji u odnosu na druge ponuđače imajući u vidu kriterijum KP što znači da je to ponuđač sa najpovoljnijom cenom za ODU. Po kriterijumima PP, KP i PD ovaj ponuđač se nalazi na drugom mestu, dok je po kriterijumu OP najlošije rangiran. Zaključak koji može da se donese na osnovu dobijenih rezultata pokazuje da ODU primenom AHP metodologije može da izabere ponuđača koji je najjeftiniji što ODU svakako odgovara jer samim tim nabavka distribuiranog sistema antena i antenskih pojačivača biće troškovno isplativija. Dalje, ODU nabavlja proizvod koji približno odgovara zahtevanom nivou kvaliteta i proizvodnim performansama i to od ponuđača koji ima zadovoljavajuću servisnu i tehničku podršku, što ODU svakako može da bude od značaja, ali reputacija i tržišna pozicija ponuđača **P1** nisu baš najbolji što može kod rukovodstva ODU izazvati određeni nivo sumnje kada je u pitanju kredibilitet ponuđača **P1**.

Analizom rezultata dobijenih primenom FAHP metode može se uočiti da je ponuđač **P2** bolji u odnosu na preostala dva ponuđača imajući u vidu kriterijume KP, FK i PD tako da ponuđač **P2** može da izvrši isporuku distribuiranog sistema antena i antenskih pojačivača visokog kvaliteta i koji u potpunosti zadovoljava proizvodne performanse, a sve to u najboljoj ceni u odnosu na preostala dva ponuđača. Ovo je za naručioca ODU vrlo važno imajući u vidu motiv kojim se vodio naručilac ODU kada je odlučio da pristupi izboru najpovoljnijeg ponuđača za isporuku distribuiranog sistema antena i antenskih pojačivača. Taj motiv se sastojao u nameri naručioca ODU da obezbedi ponuđača koji će moći da isporučuje proizvod koji u potpunosti odgovara tehničkim karakteristikama koje zahteva naručilac ODU, zatim, koji poseduje odgovarajući kvalitet i što je moguće nižu cenu kako bi naručilac ODU mogao da ostvari i uštede u budžetu. Na ovom mestu treba istaći da je primenjena FAHP metodologija upravo generisala onog ponuđača koji je najbolje rangiran prema kriterijumima KP, FK i PD, dok se po kriterijumu PP nalazi na drugom mestu. Svakako da su i status ponuđača na tržištu kao i njegova postprodajna servisna i tehnička podrška takođe važni faktori kod izbora ponuđača tako da je ponuđač **P2** i po ovim kriterijumima prihvatljiv za naručioca ODU.

Dalje, pregledom rezultata dobijenih primenom TOPSIS metode dolazi se do zaključka da je za isporuku distribuiranog sistema antena i antenskih pojačivača za potrebe naručioca ODU iz ilustrativnog primera 5.3, najpovoljniji ponuđač **P2** sa vrednošću težine 0,44, a zatim slede ponuđač **P3** sa vrednošću 0,33 i ponuđač **P1** sa vrednošću 0,23. Na kraju, analizom rezultata dobijenih FTOPSIS metodologijom ukazuje da je u javnoj e-nabavci iz ilustrativnog primera 5.3. najprihvatljiviji ponuđač **P2** sa vrednošću težine 0,42, a zatim slede ponuđač **P3** sa vrednošću 0,36 i ponuđač **P1** sa vrednošću 0,22.

Iz dobijenih rezultata može se zaključiti da su rezultati koje daju fazi oblici AHP i TOPSIS metode precizniji uzimajući u obzir i kvalitativna svojstva kriterijuma. Na primer, primenjena FAHP metodologija generisala je upravo onog ponuđača koji je najbolje rangiran prema kriterijumima KP, FK i PD, a koji u sebi sadrže veći broj kvalitativnih podkriterijuma.

7.0. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Javne nabavke predstavljaju oblast koja je u izuzetnoj ekspanziji i koja po količini finansijskih sredstava koji se troše zauzima oko 10% BDP u Republici Srbiji, odnosno oko 16% BDP u EU. Ova oblast poslednjih godina u Srbiji dobija veliki značaj i ista je usmerena na utvrđivanje mogućnosti za što ekonomičniju i efikasniju realizaciju javnih nabavki, sa jedne strane i povećanje transparentnost i smanjenje korupcije, sa druge strane.

Upravo imajući u vidu ovakve ciljeve, realizuje se prevođenje javne nabavke iz tradicionalnog (papirnog) oblika u elektronski oblik. U ovom procesu značajno su iskorišćenje mogućnosti IKT-a putem kojih se obezbeđuje realizacija javnih e-nabavki. Cilj svake javne nabavke, pa prema tome i javne e-nabavke, jeste da se postigne što je moguće niža ili povoljnija cena u postupku nabavke. Ispunjenje ovog cilja često u praksi dovodi do toga da se nabavljaju jeftinija dobra, usluge ili radovi što za posledicu ima niži kvalitet, imajući u vidu matematički odnos direktne proporcije između cene i kvaliteta prema kojoj niža cena istovremeno znači i niži kvalitet, odnosno viši kvalitet istovremeno znači i višu cenu. To znači da se vrlo često kvalitet stavlja u drugi plan iz razloga nemogućnosti poređenja istog sa kvantitativnim kriterijumima koji se mogu međusobno porediti.

S obzirom da u javnoj e-nabavci imamo situaciju u kojoj je osnovni zadatak izbor odgovarajuće ponude gde se između više ponuda bira ona koja najviše odgovara zahtevima naručioca koji su utvrđeni preko odgovarajućih kriterijuma koji su u vezi sa predmetom javne nabavke, to znači da ponude imaju ulogu alternativa koje se biraju na osnovu postavljenih kriterijuma pa samim tim javna e-nabavka, po svojoj prirodi, ne predstavlja ništa drugo do rešavanje problema višekriterijumskog odlučivanja. U ovakvim okolnostima za efikasan i dobar izbor ponude naručilac može da koristi sisteme za podršku odlučivanju preko kojih će da se realizuje unos kriterijuma prema kojima se vrši izbor ponude, zatim unos karakteristika u vezi sa ponudom da bi sistem nakon toga prema utvrđenoj metodologiji izvršio odgovarajući izbor.

Međutim, većina poznatih metodologija za izbor ponude u javnoj e-nabavci operiše sa kvantitativnim kriterijumima što za posledicu može da ima da naručilac izabere ponudu koja mu po kvantitativnim kriterijumima i cenovno odgovara, ali po kvalitetu nije zadovoljavajuća.

Da bi se izbegle ovakve situacije, moguće je unaprediti proces poslovnog odlučivanja u javnoj e-nabavci na način da se u proces evaluacije i selekcije ponuda uključe i kriterijumi koji se na prvi pogled ne mogu kvantitativno izraziti već opisno upotrebom različitih jezičkih odrednica kao, na primer, "dobar", "odličan", "loš" itd. Naime, nije redak slučaj da u realnim situacijama naručioci u javnoj nabavci koriste skup jezičkih promenljivih da bi dali parove poređenja između kriterijuma i alternativa kao, na primer u slučaju kvaliteta kao kriterijuma gde se koriste jezičke promenjive "zadovoljava", "potpuno zadovoljava", "nezadovoljava" i slično. Nepreciznosti mogu da se pojave iz različitih razloga: nemogućnost kvantifikovanja informacije, nekompletna informacija, nemogućnost dobijanja informacije ili praktično neznanje. Upravo je u ovoj doktorskoj disertaciji izvršen pokušaj da se unapredi sistem odlučivanja u javnoj e-nabavci primenom teorije fazi skupova u cilju realizacije efikasnijeg i preciznijeg izbora ekonomski najprihvatljivije ponude u situacijama kada kriterijumi za izbor ne mogu biti svi kvantitativno jasno i precizno izraženi što je istovremeno i bila osnovna hipoteza ove doktorske disertacije.

Kroz analizu metoda višekriterijumskog odlučivanja u kombinaciji sa teorijom fazi skupova i IKT-om, u doktorskoj disertaciji kroz ilustrativne primere pokazano je kako se može unaprediti, odnosno efikasno i brzo izvršiti izbor ekonomski najprihvatljivije ponude u postupku javne e-nabavke. Za tu svrhu, primenom JAVA programskog okruženja realizovan je sistem za podršku odlučivanju kao sastavni deo elektronske platforme za javne nabavke u okviru kojeg se na osnovu unetih kriterijuma i informacija o ponudama prema utvrđenoj fazi AHP i fazi TOPSIS metodologiji vrši izbor u slučaju kada svi kriterijumi (ili pod-kriterijumi) za izbor nisu kvantitativno izraženi.

Konačni rezultat istraživanja u ovoj doktorskoj disertaciji ogleda se upravo u određivanju vrednosti pridruženih izlaznih promenljivih koje odgovaraju težinama

kriterijuma koje pripadaju fazi skupu putem defazifikacije, odnosno izbora jedne vrednosti izlazne promenjive uz kvantifikovanje iste, a zatim u kombinaciji IKT-a i implementacija odgovarajućeg sistema za podršku odlučivanju u javnoj e-nabavci. Rad na ovoj doktorskoj disertaciji rezultovao je nizom stručnih doprinosa od kojih su najvažniji: analiza mogućnosti faznog modeliranja procesa javne e-nabavke u Srbiji, analiza i identifikacija najvažnijih problema koji otežavaju proces donošenja odluke u procesu javne e-nabavke kao i utvrđivanje načina na koji može da se izvrši donošenje odluke na osnovu ne-kvantitativno izraženih kriterijuma izbora.

Unapređenje mogućnosti za rešavanje problema izbora ekonomski najprihvatljivije ponude u procesu javne e-nabavke sa stanovišta društvene korisnosti ima i vrlo precizno definisan pragmatičan cilj čiji doprinos se ogleda u tri društvene oblasti:

- državna i javna administracija (odlučivanje u procesu javne e-nabavke treba da skрати vreme i smanji napor administrativnih i komercijalnih službi u procesu izbora najboljeg partnera i da obezbedi povećanje transparentnosti nabavke kroz, na primer, elektronske aukcije);
- privredni subjekti (obezbedili bi se ravnopravni uslovi za sve ponuđače u pogledu dobijanja poslova državnog/vladinog sektora i olakšalo bi se poslovnim subjektima da jednostavnije konkurišu u procesu javne e-nabavke tako što bi podnošenje potrebne dokumentacije i potpisivanje ugovora, kao i transfer finansijskih sredstava moglo da se vrši elektronskim putem, a praćenje donošenja odluke realizovalo bi se u realnom vremenu) i
- građani (kreiranjem jasnih procedura javne e-nabavke i transparentno donošenje odluka koje su dostupne većem auditorijumu ponuđača dovodi do toga da javnost bude upoznata sa načinom na koji država troši budžetska sredstva prilikom izbora partnera za nabavku dobara, usluga ili radova).

Istovremeno, doprinos doktorske disertacije ogleda se i u:

- definisanju metodološkog okvira i formalnom opisu modela javne e-nabavke,
- identifikaciji, sistematizaciji i kritičkoj analizi postojećih metoda donošenja odluke u procesu javne e-nabavke,

- proširenju nivoa naučnih saznanja u pogledu podrške odlučivanju u procesu javne e-nabavke, i
- razvoju modela donošenja odluke baziranog na konceptu fazi logike u kombinaciji sa IKT-om.

Rezultati rada na doktorskoj disertaciji objavljeni su u više radova u časopisima (Journal of Acta Polytechnica Hungarica, Metalurgia International, INFOM) i saopšteni su na više naučnih skupova i stručnih konferencija u zemlji (konferencija e-Trgovina, Infotech, YUINFO, ISDOS, Smart e-Government, SYMOPIS, SYMORG, itd.) i inostranstvu (GDN2014). Rad prikazan na konferenciji e-Trgovina 2013 pod nazivom *"Koncept implementacije elektronske javne nabavke u Srbiji: izazovi i rizici"* izabran je kao najbolji rad u svojoj oblasti i isti je objavljen u časopisu INFOM, nakon čega je za isti autor dobio pohvalu Društva za informatiku Srbije za najbolji naučni rad u Srbiji iz oblasti informatike za 2013. godinu. Istovremeno, rezultati doktorske disertacije (razvijeni model i prateći sistem za podršku odlučivanju) mogu imati široku praktičnu primenu u državnim institucijama koje se bave javnim nabavkama. Modeli i softversko rešenje su razvijeni korišćenjem najnovijih dostignuća iz oblasti upravljanja, elektronskog poslovanja i web softvera, ali su pre svega dizajnirani imajući u vidu praktičnu primenu i realne zahteve poslovanja.

Evaluacija i testiranje rezultata istraživanja su izvršeni u praksi i to u složenom sistemu kakva je Uprava za zajedničke poslove republičkih organa koja je prema Zakonu o javnim nabavkama telo za centralizovane javne nabavke za potrebe organa državne uprave i pravosudne organe. Softversko rešenje u procesu testiranja i primene na pojedinim nabavkama pokazalo kao pouzdano, bezbedno, fleksibilno i korisno u smislu povećanja efikasnosti i efektivnosti procesa javne e-nabavke.

Praktična primena rezultata doktorske disertacije sastoji se u implementaciji procesa javne e-nabavke prema koracima koji su opisani u okviru doktorske disertacije u delu modelovanja arhitekture sistema za javnu e-nabavku kao i korišćenju teorije fazi skupova prilikom izbora ekonomski najprihvatljivije ponude kada se kriterijumi za izbor ne mogu kvantitativno izraziti. Upravo ovi rezultati predstavljaju polaznu tačku za

implementaciju integralnog informacionog sistema za javne e-nabavke u Srbiji prema članu 49., Zakona o javnim nabavkama, s obzirom da je autor doktorske disertacije i državna institucija u kojoj radi odgovoran za implementaciju ovakvog sistema, a prema Zakonu o javnim nabavkama.

Doktorska disertacija otvara mogućnosti za dalja istraživanja koja se odnose na primenu fazi metodologije i višekriterijumskog odlučivanja u javnoj e-nabavci. To se odnosi pre svega na razvoj dodatnih modela za optimizaciju, automatsko donošenje odluka kao i modela data mining-a za javne e-nabavke, imajući u vidu količinu podataka sa kojima se operiše u istim. Takođe, moguće je realizovati istraživanje i u delu primene Interpolativne Bulove algebre i prilagođavanja softverskog modula za modelovanje neizvesnosti [videti više u 167] nakon čega bi moglo da se izvrši upoređivanje dobijenih rezultata sa rezultatima koje daje opisani SPO u predmetnoj doktorskoj disertaciji, na osnovu čega bi mogla da se evantualno urade odgovarajuća unapređenja i poboljšanja, što će biti oblast interesovanja autora u njegovom budućem istraživačkom radu.

8.0.LITERATURA

- [1] Narodna Skupština Republike Srbije. (2012). Zakon o javnim nabavkama. *Službeni glasnik Republike Srbije*, 124/2012.
- [2] Karsin, B. (2005). Treća konferencija Mreže za javne nabavke. Direktorat *Evropske komisije za unutrašnje tržište*. Ljubljana.
- [3] European Commission Directorate General for Information Society and Media. (2005). Capgemini: Online Availability of Public Services: How is Europe Progressing?
http://ec.europa.eu/information_society/eeurope/i2010/docs/online_pub_serv_5th_meas_fv4.pdf
- [4] http://www.ujn.gov.rs/ci/izvestaji/izvestaji_ujn
- [5] <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2006:0173:FIN:EN:PDF>
- [6] Ministarstvo za telekomunikacije i informaciono društvo. (2010). Strategija razvoja informacionog društva do 2020 godine, Beograd.
- [7] Ministarstvo za telekomunikacije i informaciono društvo. (2009). Strategija razvoja elektronske uprave u Republici Srbiji u periodu od 2009 do 2013 godine, Beograd.
- [8] Ministarstvo za državnu upravu i lokalnu samoupravu. (2009). Strategija reforme državne uprave u Republici Srbiji, Beograd.
- [9] Ministarstvo za telekomunikacije i informaciono društvo. (2009). Zakon o elektronskom potpisu, Beograd.
- [10] Ministarstvo za telekomunikacije i informaciono društvo. (2010). Zakon o elektronskim komunikacijama, Beograd.
- [11] Ministarstvo za telekomunikacije i informaciono društvo. (2007). Akcioni plan za sprovođenje ESEE agende+ za razvoj informacionog društva u jugoistočnoj Evropi 2007-2012, Beograd.
- [12] Suknović, M. i Delibašić, B. (2010). Poslovna inteligencija i sistemi za podršku odlučivanju. *COBISS.SR-ID 172016396*, ФОН, Београд.
- [13] Suknović, M. (2008). Odlučivanje. FON, Beograd.
- [14] Čupić, M. i Suknović, M. (1994). Višekriterijumsko odlučivanje: metode i primeri. Fakultet za menadžment BK, Beograd.

- [15] Suknović, M., i Čupić, M. (2003). Višekriterijumsko odlučivanje: formalni pristup. Drugo prerađeno i dopunjeno izdanje, ISBN 86-80239-88-7, FON, Beograd.
- [16] Delibašić, B. i Suknović, M. (2008). Novi pristup u odlučivanju – paterni. *Savremeni trendovi u razvoju menadžmenta*, COBISS.SR-ID 145282828, FON, Beograd.
- [17] Delibašić, B. i Suknović, M. (2007). The Pattern-Oriented Decision-Making Approach, Transactions on Advanced Research. *IPSI Bgd Journals*, 3(1), 26-31.
- [18] Delibašić, B. i Suknović, M. (2005). Pattern Decision Making. *Management*, 39, 25-30.
- [19] Suknović, M., Delibašić, B. i Lalić, N. (2006). Projektovanje sistema za podršku poslovnom pregovaranju. *YUINFO, Kopaonik, zbornik radova izdat u CD formatu*.
- [20] Saaty, T.L. Multicriteria Decision Making: The Analytic Hierarchy Process. RWS Publications, 4922 Ellsworth Ave. Pittsburgh, PA 15213.
- [21] Teodorović, D. (1994). Fuzzy set theory applications in traffic and transportation. *European Journal of Operational Research*, 74(3), 379-390.
- [22] Radojević, D. (2008). Fuzzy Set Theory in Boolean Frame. Workshop invited key lecture, *Int. J. of Computers, Communications & Control*, 3, 121-131.
- [23] Radojević, G. i Suknović, M. (2008). Fuzzy sets in Financial analysis. *Journal of Decision Systems*, 7(2).
- [24] Radojević, D. (2007). Interpolative realization of Boolean algebra as consistent frame for gradation and/or fuzziness. *Studies in Fuzziness and Soft Computing: Forging New Frontiers: Fuzzy Pioneers*, 2, 295-318.
- [25] Radojević, G. i Suknović, M. (2008). Formalizing financial decision-making process: classical or fuzzy approach?. *International Review of Economics and Business*, 11(2), <http://www.efzg.hr/default.aspx?id=10016>, Zagreb.
- [26] Chen S.J., Hwang C.L. (1992). Fuzzy Multiple Attribute Decision-Making: Methods and Applications. *Springer-Verlag*, New York.
- [27] Wu, C. R., Chang C.W. i Lin, H .L. (2008). A fuzzy ANP-based approach to evaluate medical organizational performance. *Information and Management Sciences*, 19, 53-74.

- [28] Saaty, T. L. (1996). Decision Making With Dependence and Feedback: The Analytic Network Process. Pittsburg: RWS.
- [29] Chang, D.Y. (1996). Application of the Extent Analysis Method on Fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*, 95, 649-655.
- [30] Mon, D.L., Cheng C.H. i Lin J.C. (1994).Evaluating weapon system using fuzzy analytic hierarchy process based on entropy weight.*Fuzzy Sets Systems*,62(2), 127–34.
- [31] Croom, S. i Brandon-Jones, A. (2007). Impact of e-procurement: experiences from implementation in the UK public sector. *Journal of Purchasing & Supply Management*, 13, 294-303.
- [32]]Engström, A., Wallström, L., Salehi-Sangari, E. (2009). Implementation of Public e-Procurement in Swedish Government Entities. *Computer Science and Information Technology*, 971-987.
- [33] http://europa.eu.int/internal_market/publicprocurement.
- [34] <https://e-nabavki.gov.mk/>
- [35] <http://www.euprava.gov.rs/>
- [36] Uprava za javne nabavke. (2010). Portal javnih nabavki u Republici Srbiji. <http://portal.ujn.gov.rs/>
- [37] <http://e-drazba.nn.hr/login.aspx?ReturnUrl=%2fdefault.aspx>
- [38] http://ec.europa.eu/internal_market/publicprocurement/e-procurement/golden-book/catalogue_en.htm
- [39] Mescon, M., Alberi, M., i Khedouri, F. (1985). Management. *Harper and Row*, New York.
- [40] Eden, C. i Harris, J. (1975). Management Decision and Decision Analysis. *The Macmillian Press LTD.*, London.
- [41] Čupić, M., Tummala, V.M.R. i Suknović, M. (2003). Odlučivanje: Formalni pristup. FON, Beograd.
- [42] Lee, S. M., i Moore, L. J. (1975). Introduction to Decision Science. Petrucelli, New York.
- [43] Power D. J. (2004). Decision Support Systems: Frequently Asked Questions.
- [44] Turban, E., Aronson, J. E. i Liang, T.P. (2005). Decision support systems and intelligent systems.

- [45] Pinheiro-Böhl, C. (2007). Development of a Knowledge Based Decision Support System for Private Sector Participation in Water and Sanitation Utilities.
- [46] Burnstein, F. i Holsapple, C. W. (2008). Handbook on Decision Support Systems 1.
- [47] Sauter, V. L. (2011). Decision Support Systems for Business Intelligence.
- [48] Hwang, C. L. i Yoon, K. (1981). Multirle Attribute Decision Making, Methods and Applications. *A State-of-the-Art Survey, Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*, Springer-Verlag, Berlin.
- [49] Zadeh, L.A. (1965). Fuzzy Sets, *Information and Control*, 8(3), 338-353.
- [50] Eilon, S. (1969). What Is a Decision? *Management Science*, 16(4), B172-B189.
- [51] Čupić, M. i Tummala, V.M. (1997). Savremeno Odlučivanje: Metode i Primena. FON, Beograd.
- [52] Baračkai, Z. (1987). Odlučivanje o poslovnim strategijama. *Svjetlost*, Sarajevo.
- [53] Daft, R.L. (1992). Organization Theory and Design. 4th edition, *West Publishing Company*, Saint Paul etc.
- [54] Simon, H. A. (1960). The New Science of Management Decision. *Harper & Row*, New York.
- [55] Perko-Šeparović, I. (1975). Teorije organizacije. *Školska knjiga*, Zagreb.
- [56] Sikavica, P., Bebek, B, Skoko H. i Tipurić, D. (1999). Poslovno odlučivanje. Informator, drugo izdanje, Zagreb.
- [57] Moody, P. E. (1983). Decision Making-Proven Methods for Better Decisions. *McGraw-Hill book Company*, New York.
- [58] Srđević B. (2002). Donošenje odluka pomoću analitičkog hijerarhijskog procesa. *Melioracije i poljoprivreda*, Poljoprivredni fakultet, 204-221, Novi Sad.
- [59] Harisson, E. F. (1987). The Managerial Decision-Making Process. Third Edition, *Houghton Mifflin Company*, Boston.
- [60] Delbecq, A.L. (1967). The Management of Decision-Making within the Firm - Three Types of Decision-Making. *Academy Management Journal*, 322-339.
- [61] Mintzberg, H. (1973). The Natur of Managerial Work. Harper and Row, New York.
- [62] Thommen, J.P., Achleitner, A.K. (1998). Business Administration comprehensive introduction of management-oriented view.

- [63] Bernthal, W. F. (19632). Value Perspectives in Management Decisions. *Journal of the Academy of Management*, 193-196.
- [64] Rušović, M. i Zornić, Dž. (2010). Informacione tehnologije i reinženjering poslovnih procesa u cilju prevazilaženja krize. Anali međunarodne konferencije mladih lidera, 1, 634-645. Dostupno na www.ceeol.com.
- [65] Vlada Republike Srbije (2010). Uredba o klasifikaciji delatnosti, Sektor F – Građevinarstvo. *Službeni glasnik Republike Srbije*, 54/2010.
- [66] Bobar, V. (2007). Metode razvoja i primene elektronskog poslovanja u oblasti javne nabavke – eProcurement. Magistarski rad, FON, Beograd.
- [67] Bobar, V. (2013). Methodology of Concept Application for Multicriteria Decision Making in the Public eProcurement Process. *Metalurgia International*, 13(4), 128-138.
- [68] Hamilton, A.B. (2002). E-Government und der moderne Staat. Einstieg, Strategie und Umsetzung. *F.A.Z Institut für Management-Markt-und Medieninformationen*, Frankfurt am Main, Germany.
- [69] Bowles, A. (2002). The benefit of open standards are realized in terms of increased flexibility and interoperability of systems, which can reduce risk in terms of preservation of choice. *IBM E-Business Software*.
- [70] Bobar, V. (2013). Metodološki i institucionalni okvir za razvoj elektronske javne nabavke kao G2B servisa elektronske uprave. Zbornik radova Infotech 2013, Arandelovac.
- [71] Tooy, I. (2002). Electronic Government: Cross-sectoral Development of Information Technology in Central Government Administration. Boston.
- [72] UNDP Global Human Development Report 2001
- [73] Al-Khatib, H. (2009). A Citizen Oriented E-government Maturity Model. *Business School of Brunel University*.
- [74] Petrović D., i Ostojić, D. (2005). Preporuke za razvoj eUprave. *EXIT Centar*, Banjaluka.
- [75] Izveštaj: Reorganisation of government back-offices for better electronic public services – European good practices.
http://europa.eu.int/information_society/programmes/egov_rd/documentation/index_en.htm

- [76] Izveštaj o raspoloživosti javnih usluga on-line: Kako Evropa napreduje. (3.mart 2005). <http://europa.eu.int/information society/soccul/egov/egov benchmarking2005.pdf>
- [77] Davila, A, Gupta, M i Palmer, R. (2003). Moving Procurement Systems to the Internet: the Adoption and Use of E-Procurement Technology Models. *European Management Journal*, 21(1), 11-23.
- [78] Neupane A., Soar, J., Vaidya, K. i Yong, J. (2012). Role of Public e-Procurement technology to reduce corruption in government procurement. *International Public Procurement Conference*, August 17-19, Seattle, Washington, 304-334.
- [79] Gayialis, S. P. i Tatsiopoulou, I. P. (2004). An e-procurement system for governmental purchasing. *International Journal of Production Economics*, 90, 79-102.
- [80] Bobar, V. (2013). Implementacija elektronske javne nabavke kao servisa elektronske uprave. *Zbornik radova sa konferencije YUINFO 2013*, 56-61, Kopaonik.
- [81] Evropska Komisija, Tenders Electronic Daily.
<http://ted.europa.eu/TED/main/HomePage.do>
- [82] The Government of Northern Ireland, Department of Finance and Personnel,
<http://www.dfpni.gov.uk/>
- [83] Francuska platforma za javne e-nabavke, www.achatpublic.com
- [84] Republic of Ireland, Office of Public Works, www.etenders.gov.ie.
- [85] Nemačka platforma za javne e-nabavke, www.evergabe-online.de
- [86] Belgijska platforma za javne e-nabavke, <https://my.publicprocurement.be/>
- [87] Ministry of Finance of RA, Procurement Support Center,
<http://www.armeps.am/epps/home.do>
- [88] e-PPS e-Sourcing Platform, <https://www.etenders.gov.mt/epps/home.do>
- [89] The Quick Guide to Using Electronic Auctions,
<http://etenders.gov.ie/Media/Default/SiteContent/LegislationGuides/15.%20Quick%20Guide%20to%20eAuctions.pdf>
- [90] Bobar, Z. i Koska Đ. (2013). E-katalog javnih nabavki u sistemu odbrane. *Zbornik radova sa konferencije YUINFO 2013*, 340 - 344, Kopaonik.

- [91] The service platform for public procurement, Austrian Register of Tenderers, www.ankoe.at.
- [92] Ministarstvo pravde Velike Britanije.
<https://www.gov.uk/government/publications/government-procurement-card--2>
- [93] Direktiva Evropske Unije 2004/18/EC. (2004).
<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:134:0114:0240:EN:PDF>
- [94] Direktiva Evropske Unije 2004/17/EC. (2004).
<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:134:0001:0113:EN:PDF>
- [95] Commission of European Communities (2004). Action plan for eProcurement,
http://ec.europa.eu/internal_market/publicprocurement/docs/eprocurement/actionplan/actionplan_en.pdf
- [96] Commission of European Communities. (2006). i2010 Action Government Plan,
http://europa.eu/legislation_summaries/information_society/strategies/l24226j_en.htm
- [97] Bobar, V. (2013). Koncept implementacije elektronske javne nabavke u Srbiji: izazovi i rizici. *InfoM*, 47/2013, FON, Beograd.
- [98] Percy, D. H., Giunipero, L. C. i Dandeo, L. M. (2004). An analysis of e-procurement strategy: what role does corporate strategy play? *Proceedings of the 13th International Purchasing and Supply Education and Research Association Conference*, 216-227.
- [99] Eckerson, Wayne W. (1995). Three Tier Client/Server Architecture: Achieving Scalability, Performance, and Efficiency in Client Server Applications.
- [100] Jia, W. i Zhou, W. (2005). Distributed Network Systems From Concepts to Implementations, XXIII, Hardcover ISBN: 978-0-387-23839-5, chapter 2, 22-24, <http://www.springer.com/978-0-387-23839-5>.
- [101] Chen H., Zhang X. i Chi T. (2007). An Architecture for Web-based DSS. *Proceedings of the 6th WSEAS Int. Conf. on Software Engineering, Parallel and Distributed Systems*, Corfu Island, Greece, February 16-19.
- [102] Bobar, V., Mandić, K. (2014). Design and Implementation of Software Architecture for Public e-Procurement System in Serbia, Konferencija ICIST 2014 (4th International Conference on Information Society and Technology),

- 09-13.03.2014., Kopaonik, Srbija, Zbornik radova ISBN 978-86-85525-14-8, стр.338-343. (2014)
- [103] Öñüt, S., Kara, S.S. & Isik, E. (2009). Long term supplier selection using a combined fuzzy MCDM approach: A case study for a telecommunication company. *Expert systems with applications*, 36, 3887-3895
 - [104] Chen, Y.H., Chao, R.J. (2012). Supplier selection using consistent fuzzy preference relations. *Expert Systems with Applications*, 39, 3233-3240.
 - [105] Dickson, G.W. (1966). An analysis of vendor selection systems and decisions. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 2(1), 5–17.
 - [106] Weber, C.A., Current, J. R. & Benton, W.C. (1991). Vendor selection criteria and methods. *European Journal of Operational Research*, 50(1), 2–18.
 - [107] Siguaw, J.A., Simpson, P.M. (2004) Toward assessing supplier value: usage and importance of supplier selection, retention, and value-added criteria, *Journal of Marketing Channels* 11 (2–3), 3-31.
 - [108] Lambert, D.M. , Adams, R.J., Emmelhainz, M.A. (1997). Supplier selection criteria in the healthcare industry: a comparison of importance and performance, *International Journal of Purchasing and Materials Management*, 33 (2), 1-13.
 - [109] Ministarstvo gospodarstva, Uprava za sustav javne nabave. (2013). Smjernice br.1 Kriteriji za odabir ponude, verzija 1.0.
 - [110] The UK's Parliament,
<http://www.publications.parliament.uk/pa/cm201012/cmselect/cmtran/1453/1453we11.htm>
 - [111] Hwang, C.L, Yoon, K. (1981). Multiple attribute decision making: methods and applications: a state-of-the-art survey, *Springer-Verlag*, Berlin.
 - [112] Backović, M., Babić, S. (2013). Višekriterijumska optimizacija postupka izbora najpovoljnije polise životnog osiguranja. *Economics & Economy*, Vol. 1, No. 1, str. 41-66.
 - [113] Saaty, T. L. (1986). Axiomatic Foundation of the Analytic Hierarchy Process. *Management Science*, 32, 841-855.
 - [114] Damjanović, D. (2013). Primena AHP metode na selekciju i evaluaciju dobavljača. Master rad, Univerzitet Singidunum, Departman za poslediplomske studije.

- [115] Terzić, M. (2010). Primena metoda višekriterijumskog odlučivanja u nabavnoj funkciji sistema odbrane korišćenjem softvera *EXPERT CHOICE*. Vojno delo.
- [116] Saaty, T.L. (1980). The analytic hierarchy process: Planning, priority setting, resource allocation. New York, NY: McGraw-Hill
- [117] Sarkis, J. & Talluri, S. (2004). Evaluating and selecting e-commerce software and communication systems for a supply chain. *European Journal of Operational Research*, 159 (2), 318–329.
- [118] Ghodsypour, S. H., & O'Brien, C. (1998). A decision support system for supplier selection using an integrated analytic hierarchy process and linear programming. *International Journal of Production Economics*, 199–212.
- [119] Tam, M. C. Y., & Tummala, V. M. R. (2001). An application of the AHP in vendor selection of a telecommunications system. *Omega-International Journal of Management Science*, 29(2), 171–182.
- [120] Pi, W. N., & Low, C. (2005). Supplier evaluation and selection using Taguchi loss functions. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 26, 155–160.
- [121] Xia, W. & Wu, Z. (2007). Supplier selection with multiple criteria in volume discount environments. *Omega*, 35, 494-504.
- [122] Wang, T.C. & Chen, Y.H. (2007). Applying consistent fuzzy preference relations to partnership selection. *Omega* 35 (4), 384–388.
- [123] Saaty, T. (1972). An eigenvalue allocation model for prioritization and planning. Working paper, Energy Management and Policy Center, University of Pennsylvania
- [124] Mikhailov, L. & Tsvetinov, P. (2004). Evaluation of services using a fuzzy analytic hierarchy process. *Applied Soft Computing*, 5(1), 23–33.
- [125] Zadeh, L. A (1976). A fuzzy-algorithmic approach to the definition of complex or imprecise concepts, *International. Journal of Man-Machine Studies*, 8, 249-291.
- [126] Zimmermann, H.J. (1991). Fuzzy set theory and its applications (2nd ed.). London: Kluwer Academic Publishers.
- [127] Bellman, R.E. & Zadeh, L.A. (1970). Decision-making in fuzzy environment, *Management Science*, 17, 141-164.

- [128] Bottani, E. & Rizzi, A. (2005). A fuzzy multi-attribute framework for supplier selection in an e-procurement environment. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 8(3), 249–266.
- [129] Mikhailov, L. (2002). Fuzzy analytical approach to partnership selection in formation of virtual enterprises. *Omega*, 30(5), 393–401.
- [130] Van Laarhoven, P. J. M. & Pedrcyz, W. (1983). A fuzzy extension of Saaty's priority theory. *Fuzzy Sets and Systems*, 11, 229–241.
- [131] Buckley, J.(1985). Fuzzy hierarchical analisys.*Fuzzy Sets and Systems*,17(3),233–247.
- [132] Boender, C.G.E., De Graan, J.G. & Lootsma, F.A. (1989). Multiple-criteria decision analysis with fuzzy pairwise comparisons. *Fuzzy Sets and Systems*, 29, 133–143
- [133] Chang, D.Y. (1996). Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*, 95(3), 649–655.
- [134] Cebi, F. & Bayraktar, D. (2003). An integrated approach for supplier selection. *Logistics Information Management*, 16(6), 395–400.
- [135] Chan, F.T.S. & Kumar, N. (2007). Global supplier development considering risk factors using fuzzy extended AHP based approach. *Omega*, 35(4), 417–431.
- [136] Kumar, P., Shankar, R. & Yadav, S.S. (2008). An integrated approach of analytic hierarchy process and Fuzzy linear programming for supplier selection. *International Journal of Operational Research*, 3(6), 614–631.
- [137] Feng, D., Chen, L. & Jiang, M. (2005). Vendor selection in supply chain system: An approach using fuzzy decision and AHP. In Proceedings of ICSSM'05 international conference on services systems and services management, China, 721–725.
- [138] Haq, A.N. & Kannan, G. (2006). Fuzzy analytical hierarchy process for evaluating and selecting a vendor in a supply chain model. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 29, 826–835.
- [139] Kilincci, O., & Onal, S. (2011). Fuzzy AHP approach for supplier selection in a washing machine company. *Expert Systems with Applications*, 38, 9656-9664.

- [140] Torfi, F., Zanjirani, R. & Rezapour, S. (2010). Fuzzy AHP to determine the relative weights of evaluation criteria and fuzzy TOPSIS to rank the alternatives. *Applied soft computing*, 10(2), 520–528.
- [141] Menten, A. & Helvacioğlu, I.H. (2012). Fuzzy decision support system for spread mooring system selection. *Expert systems with application*, 39(3), 3283–3297.
- [142] Zadeh (1965). Fuzzy sets. *Information and Control* 8 (3), 338–353.
- [143] Golam Kabir, M. Ahsan Akhtar Hasin (2011). Evaluation of customer oriented success factors in mobile commerce using fuzzy AHP. *Journal of Industrial Engineering and Management*. Vol 4, No 2 (2011). Dostupno na <http://www.jiem.org/index.php/jiem/article/view/246/158>
- [144] Cheng, C.H. (1999). Evaluating weapon systems using ranking fuzzy numbers. *Fuzzy Sets and Systems*, 107(1), 25–35.
- [145] Kahraman, Ruan & Tolga (2002). Kahraman, C., Ruan, D. & Tolga, E. (2002). Capital budgeting techniques using discounted fuzzy versus probabilistic cash flows. *Information sciences*, 142(1-4), 57-76
- [146] Zimmermann, H.J. (1987). Fuzzy set, decision making and expert system. Boston: Kluwer Academic Publishers
- [147] Chang, D.Y. (1992). Extent analysis and synthetic decision. *Optimization Techniques and Applications*, 1, 352–355
- [148] Golden BL (1989). *The Analytic Hierarchy Process: Applications and Studies*. Springer-Verlag, New York.
- [149] Do, Q. H., & Chen, J. F. (2013). Prioritizing the Factor Weights Affecting Tourism Performance by FAHP. *International Journal of Engineering Business Management*, 5, 1 – 10.
- [150] Liou, T. S., & Wang, M. J. J. (1992). Ranking fuzzy numbers with integral value. *Fuzzy Sets and Systems*, 50, 247–255.
- [151] Hsu, T. H., & Yang, T. H. (2000). Application of fuzzy analytic hierarchy process in the selection of advertising media. *Journal of Management and Systems*, 7(1), 19–39.

- [152] Chang, C. W., Wu, C. R., & Lin, H. L. (2009). Applying fuzzy hierarchy multiple attributes to construct an expert decision making process. *Expert Systems with Applications*, 36(4), 7363-7368.
- [153] Hwang, C. L. & Yoon, K. (1982). Multiple attribute decision making methods and applications – a state of art survey, *Springer Verlag*, Berlin.
- [154] Srđević, B., Srđević, Z., Zoranović, T. (2002). Promethee, Topsis i CP u višekriterijumskom odlučivanju u poljoprivredi. *Letopis naučnih radova Poljoprivrednog fakulteta*, 26 (1), 5-23.
- [155] Van Horne, J. C. (1993). *Financijsko upravljanje i politika (finansijski menadžment)*. Deveto izdanje. Zagreb: Mate.
- [156] Raj, P.A., & Kumar, D.N. (1999). Ranking Alternatives With Fuzzy Weights Using Maximizing Set and Minimizing Set. *Fuzzy Sets and Systems*, 105, 365-375.
- [157] Ertuğrul, İ., Karakaşoğlu, N: Comparison of fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methods for facility location selection, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 39, No. 7-8, pp. 783-795, 2008
- [158] Power, D.J. (2002). *Decision Support Systems: Concepts and Resources for Managers*. Westport, Conn, *Quorum Books*.
- [159] Turban, E., Aronson, E.J. (1998). *Decision Support Systems and Intelligent Systems*, 5th edition, Prentice-Hill.
- [160] Turban, E. (1995). *Decision Support, Expert Systems: Management Support Systems*, 4th edition, Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- [161] Veljović, A., Radojičić, M., Vesić, J. (2007). *Menadžment informacioni sistemi*, Tehnički fakultet u Čačku, ISBN: 978-86-7776-050-2.
- [162] Bečejski-Vujaklija, D. (1995). *Informatika (lekcija)*. *Vojnotehnička akademija*, str.2.
- [163] Baret, J.R., Castore, C.H. (1998). *Decision Making and Decision Support*. ASAE Monograph.
- [164] Bobar, V., Mandić, K., Suknović, M. (2014). A fuzzy Decision Support System for Bidder Selection in Public Procurement. *Konferencija Group Decision and Negotiation Conference 2014, Proceedings of the Joint International Conference of the INFORMS GDN Section and the EURO Working Group on DSS*,

Toulouse University, France, 10-13. June, Zbornik radova ISBN 978-2-917490-27-3, str. 191-198.

- [165] Bobar, V., Mandić, K., Suknović, M. (2014). The Decision Making in Public Procurement Based On Fuzzy Methodology, SYMORG 2014, 06-10.06.2014, Zlatibor, Srbija, Zbornik radova ISBN 978-86-7680-295-1, str. 52-59.
<http://symorg.fon.bg.ac.rs/proceedings/html/papers.html>
- [166] Gamma, E., Helm, R., Johnson, R., & Vlissides, J. (1994). *Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software*. Addison-Wesley.
- [167] Milošević, P., Petrović, B., Radojević, D., Kovačević, D. (2014). A software tool for uncertainty modeling using Interpolative Boolean algebra. Knowledge-Based Systems, Vol 62, pp.1-10.

9.0. PRILOG A

Upitnici koji se koriste da olakšaju poređenje kriterijuma, pod-kriterijuma i alternativa radjeni su u Microsoft Excel I primer istih dat je u tabelama A.1., A.2 i A.3..

Pitanja u odnosu na cilj: „Izbor najboljeg ponuđača“:

Pitanje 1: Koji stepen značaja pripisujete osnovnom kriterijumu Proizvodne karakteristike u poređenju sa osnovnim kriterijumom Profil ponuđača?

Pitanje 2: Koji stepen značaja pripisujete osnovnom kriterijumu Proizvodne karakteristike u poređenju sa osnovnim kriterijumom Finansijski aspekt?

Pitanje 3: Koji stepen značaja pripisujete osnovnom kriterijumu Proizvodne karakteristike u poređenju sa osnovnim kriterijumom Podrška i usuge?

Pitanje 4: Koji stepen značaja pripisujete osnovnom kriterijumu Profil ponuđača u poređenju sa osnovnim kriterijumom Finansijski aspekt?

Pitanje 5: Koji stepen značaja pripisujete osnovnom kriterijumu Profil ponuđača u poređenju sa osnovnim kriterijumom Podrška i usluge?

Pitanje 6: Koji stepen značaja pripisujete osnovnom kriterijumu Finansijski aspekt u poređenju sa osnovnim kriterijumom Podrška i usluge?

Tabela A.1: Upitnik za poređenje osnovnih kriterijuma

U odnosu na: Selekciju najboljeg ponuđača		Značaj (ili preferencije) između osnovnih kriterijuma									
Pitanja	Kriterijumi	Izrazito	Veoma snažno	Snažno	Umereno	Jednako	Umereno	Snažno	Veoma snažno	Izrazito	Kriterijumi
Pitanje 1	Proizvod			X							Ponuđač
Pitanje 2	Proizvod				X						Finansije
Pitanje 3	Proizvod		X								Podrška
Pitanje 4	Ponuđač							X			Finansije
Pitanje 5	Ponuđač				X						Podrška
Pitanje 6	Finansije			X							Podrška

Pitanja u odnosu na osnovni kriterijum „Proizvodne karakteristike“

Pitanje 7: Koji stepen značaja pripisujete pod-kriterijumu Tehničke performanse u poređenju sa pod-kriterijumom Potrebne količine?

Pitanje 8: Koji stepen značaja pripisujete pod-kriterijumu Tehničke performanse u poređenju sa pod-kriterijumom Vreme isporuke?

Pitanje 9: Koji stepen značaja pripisujete pod-kriterijumu Tehničke performanse u poređenju sa pod-kriterijumom Garancije?

Pitanje 10: Koji stepen značaja pripisujete pod-kriterijumu Tehničke performanse u poređenju sa pod-kriterijumom Kvalitet pakovanja?

Pitanje 11: Koji stepen značaja pripisujete pod-kriterijumu Tehničke performanse u poređenju sa pod-kriterijumom Sertifikati kvaliteta?

Pitanje 12: Koji stepen značaja pripisujete pod-kriterijumu Potrebne količine u poređenju sa pod-kriterijumom Vreme isporuke?

Pitanje 13: Koji stepen značaja pripisujete pod-kriterijumu Potrebne količine u poređenju sa pod-kriterijumom Garancije?

Pitanje 14: Koji stepen značaja pripisujete pod-kriterijumu Potrebne količine u poređenju sa pod-kriterijumom Kvalitet pakovanja?

Pitanje 15: Koji stepen značaja pripisujete pod-kriterijumu Potrebne količine u poređenju sa pod-kriterijumom Sertifikati kvaliteta?

Pitanje 16: Koji stepen značaja pripisujete pod-kriterijumu Vreme isporuke u poređenju sa pod-kriterijumom Garancije?

Pitanje 17: Koji stepen značaja pripisujete pod-kriterijumu Vreme isporuke u poređenju sa pod-kriterijumom Kvalitet pakovanja?

Pitanje 18: Koji stepen značaja pripisujete pod-kriterijumu Vreme isporuke u poređenju sa pod-kriterijumom Sertifikati kvaliteta?

Pitanje 19: Koji stepen značaja pripisujete pod-kriterijumu Garancije u poređenju sa pod-kriterijumom Kvalitet pakovanja?

Pitanje 20: Koji stepen značaja pripisujete pod-kriterijumu Garancije u poređenju sa pod-kriterijumom Sertifikati kvaliteta?

Pitanje 21: Koji stepen značaja pripisujete pod-kriterijumu Kvaliteta pakovanja u poređenju sa pod-kriterijumom Sertifikati kvaliteta?

Tabela A.2: Upitnik za poređenje pod-kriterijuma osnovnog kriterijuma Proizvodne karakteristike

U odnosu na: Proizvod		Značaj (ili preferencije) između pod-kriterijuma									Pod-kriterijumi
Pitanja	Kriterijumi	Izrazito	Veoma snažno	Snažno	Umereno	Jednako	Umereno	Veoma snažno	Snažno	Izrazito	
Pitanje 7	Teh.perf.				X						Količina
Pitanje 8	Teh.perf.			X							Isporuka
Pitanje 9	Teh.perf.			X							Garancije
Pitanje 10	Teh.perf.	X									Pakovanje
Pitanje 11	Teh.perf.					X					Kvalitet
Pitanje 12	Količina				X						Isporuka
Pitanje 13	Količina			X							Garancije
Pitanje 14	Količina			X							Pakovanje
Pitanje 15	Količina						X				Kvalitet
Pitanje 16	Isporuka		X								Garancije
Pitanje 17	Isporuka		X								Pakovanje
Pitanje 18	Isporuka							X			Kvalitet
Pitanje 19	Garancije			X							Pakovanje
Pitanje 20	Garancije							X			Kvalitet
Pitanje 21	Pakovanje								X		Kvalitet

Pitanja u odnosu na pod-kriterijum Proizvodne karakteristike:

Pitanje 22: Koji stepen značaja pripisujete svakoj pojedinačnoj alternativu u poređenju sa pod-kriterijumom Tehničke performanse?

Pitanje 23: Koji stepen značaja pripisujete svakoj pojedinačnoj alternativu u poređenju sa pod-kriterijumom Potrebna količina?

Pitanje 24: Koji stepen značaja prepisujete svakoj pojedinačnoj alternativu u poređenju sa pod-kriterijumom Vreme isporuke?

Pitanje 25: Koji stepen značaja prepisujete svakoj pojedinačnoj alternativu u poređenju sa pod-kriterijumom Garancije?

Pitanje 26: Koji stepen značaja prepisujete svakoj pojedinačnoj alternativu u poređenju sa pod-kriterijumom Kvalitet pakovanja?

Pitanje 27: Koji stepen značaja prepisujete svakoj pojedinačnoj alternativu u poređenju sa pod-kriterijumom Sertifikati kvaliteta?

Tabela A.3: Upitnik za poređenje alternativa u odnosu na pod-kriterijuma

U odnosu na: Proizvod			Značaj (ili preferencije) alternativa u odnosu na pod-kriterijume									
Pitanja	Kriterijumi	Ponudači	Izuzetno	Veoma snažno	Snažno	Umereno	Jednako	Umereno	Snažno	Veoma snažno	Izrazito	Ponudači
Pitanje 22	Teh.perf.	P1				X		X				P2
		P1				X						P3
		P2			X							P3
Pitanje 23	Količina	P1			X							P2
		P1				X						P3
		P2						X				P3
Pitanje 24	Isporuka	P1							X			P2
		P1				X						P3
		P2		X								P3
Pitanje 25	Garancije	P1			X							P2
		P1				X						P3
		P2						X				P3
Pitanje 26	Pakovanje	P1					X					P2
		P1				X						P3
		P2						X				P3
Pitanje 27	Kvalitet	P1				X						P2
		P1		X								P3
		P2		X								P3

10.0. PRILOG B

Numeričke vrednosti izračunavanja (rezultati iz SPO-a za FAHP) dati su u nastavku:

Weights

Consistency Index to Izbor Ponudjaca: 0.0736

PP : 0.2704

Consistency index: 0.0822

TK : 0.3495 (0.0945)

P1 : 0.4572 (0.0432)

P2 : 0.4572 (0.0432)

P3 : 0.0857 (0.0081)

KO : 0.2440 (0.0660)

Consistency index: 0.0661

P1 : 0.4572 (0.0370)

P2 : 0.0857 (0.0069)

P3 : 0.4572 (0.0370)

VI : 0.1311 (0.0355)

Consistency index: 0.0828

P1 : 0.0000 (0.0000)

P2 : 0.9580 (0.0340)

P3 : 0.0420 (0.0015)

GR : 0.2197 (0.0594)

Consistency index: 0.0833

P1 : 0.5619 (0.0334)

P2 : 0.0000 (0.0000)

P3 : 0.4381 (0.0260)

KP : 0.3435

Consistency index: 0.0828

SK : 0.9580 (0.3290)

Consistency index: 0,0661

P1 : 0.4572 (0.1504)
 P2 : 0.4572 (0.1504)
 P3 : 0.0857 (0.0282)
KvP : 0.0420 (0.0144)
 Consistency Index: 0.0950
 P1 : 0.3333 (0.0048)
 P2 : 0.3333 (0.0048)
 P3 : 0.3333 (0.0048)
BR : 0.000 (0.000)
 Consistency index: 0.0705
 P1 : 0.0000 (0.0000)
 P2 : 0.5759 (0.0000)
 P3 : 0.4241 (0.0000)
OP : 0.0256
 Consistency index: 0.0547
TP : 0.3011 (0.0077)
 Consistency index: 0.0301
 P1 : 0.0000 (0.0000)
 P2 : 0.1700 (0.0013)
 P3 : 0.8300 (0.0064)
RF : 0.3011 (0.0077)
 Consistency index: 0.0657
 P1 : 0.2289 (0.0018)
 P2 : 0.1569 (0.0012)
 P3 : 0.6142 (0.0047)
PO : 0.3011 (0.0077)
 Consistency index: 0.0190
 P1 : 0.5000(0.0039)
 P2 : 0.0000 (0.0000)
 P3 : 0.5000 (0.0039)
KK : 0.0967 (0.0025)
 Consistency index: 0.0701

P1 : 0.0000 (0.0000)

P2 : 0.1102 (0.0003)

P3 : 0.8898 (0.0022)

FK : 0.2377

Consistency index: 0.1007

CP : 0.2422 (0.0576)

Consistency index: 0.0705

P1 : 0.0000 (0.0000)

P2 : 0.5759 (0.0332)

P3 : 0.4241 (0.0244)

TT : 0.1506 (0.0358)

Consistency index: 0.0828

P1 : 0.9580 (0.0343)

P2 : 0.0420 (0.0015)

P3 : 0.0000 (0.0000)

TC : 0.2171 (0.0516)

Consistency index: 0.0657

P1 : 0.2289 (0.0118)

P2 : 0.6142 (0.0317)

P3 : 0.1569 (0.0081)

UP : 0.1967 (0.0468)

Consistency index: 0.0925

P1 : 0.3333 (0.0156)

P2 : 0.3333 (0.0156)

P3 : 0.3333 (0.0156)

PPP : 0.1934 (0.0460)

Consistency index: 0.0705

P1 : 0.0000 (0.0000)

P2 : 0.5759 (0.0265)

P3 : 0.4241 (0.0195)

PD : 0.1228

Consistency index: 0.0852

OB : 0.2404 (0.0295)

Consistency index: 0.0657

P1 : 0.1569 (0.0046)

P2 : 0.2289 (0.0068)

P3 : 0.6142 (0.0181)

ThP : 0.2902 (0.0356)

Consistency index: 0.0705

P1 : 0.0000 (0.0000)

P2 : 0.5759 (0.0205)

P3 : 0.4241 (0.0151)

SO : 0.2902 (0.0356)

Consistency index: 0.0701

P1 : 0.0000 (0.0000)

P2 : 0.1102 (0.0039)

P3 : 0.8898 (0.0317)

RD : 0.1792 (0.0220)

Consistency index: 0.0661

P1 : 0.4572 (0.0101)

P2 : 0.4572 (0.0101)

P3 : 0.0857 (0.0019)

Final Results

P1 : 0.35089

P2 : 0.39184

P3 : 0.25727

11.0. INDEKS SLIKA

Slika 3.1.	Trougao odlučivanja	25
Slika 3.2.	Hijerarhija odlučivanja	28
Slika 3.3.	Faze procesa odlučivanja	34
Slika 3.4.	Interdisciplinarni okvir odlučivanja	39
Slika 4.1.	Faze online dostupnosti javnih usluga	49
Slika 4.2.	Proces implementacije javne e-nabavke	59
Slika 4.3.	Faze javne e-nabavke	60
Slika 4.4.	Framework za implementaciju javne e-nabavke u Republici Srbiji	63
Slika 4.5.	Metodološki okvir za javnu e-nabavku u Srbiji	64
Slika 4.6.	Institucionalni okvir za javnu e-nabavku u Srbiji	65
Slika 4.7.	Hardversko-softverska arhitektura informacionog sistema za javnu e-nabavku u Srbiji	66
Slika 4.8.	Three-tier arhitektura	69
Slika 4.9.	Logički model web portala javne e-nabavke u Srbiji	70
Slika 4.10.	Komunikacija putem SOAP –a	71
Slika 4.11.	Dijagram aktivnosti u okviru web portala za javnu e-nabavku	73
Slika 4.12.	Nivo dekompozicije za kreiranje poziva u javnoj e-nabavci	76
Slika 4.13.	Nivo dekompozicije za izbor najprihvatljivije ponude u javnoj e-nabavci	76
Slika 4.14.	Dijagram klasa podataka za Kreiranje_Poziva – logički model	77
Slika 4.15.	Dijagram klasa podataka za Kriterijume – logički model	77
Slika 4.16.	Primer sekvencijalnog dijagrama za kreiranje javnog poziva u procesu javne e-nabavke	78
Slika 4.17.	Unos osnovnih informacija pri kreiranju novog poziva za javnu e-nabavku	78
Slika 4.18.	Unos kriterijuma za ocenjivanje ponuda u javnoj e-nabavci	79
Slika 5.1.	Apsolutni model ocene zakonski ispravnih ponuda u procesu javne e-nabavke	94
Slika 5.2.	Faze rešavanja problema višekriterijumskog odlučivanja	

Slika 5.3.	Faze AHP metode	115
Slika 5.4.	Opšti hijerarhijski model AHP-a	116
Slika 5.5.	Hijerarhijsko stablo za ilustrativni primer 5.3	117
Slika 5.6.	Prikaz cilja, kriterijuma, pod-kriterijuma i alternativa u Model View prozoru Expert Choice	119
Slika 5.7.	Određivanje relativnih težina kriterijuma	120
Slika 5.8.	Rangiranje kriterijuma po prioritetima	121
Slika 5.9.	Prikaz redosleda ponuđača u odnosu na cilj	122
Slika 5.10.	Grafički prikaz redosleda alternative u odnosu na cilj	122
Slika 5.11.	Trougaoni fazi broj $\tilde{M}$	127
Slika 5.12.	Presek između M_1 i M_2	129
Slika 5.13.	Analiza osetljivosti ponuđača	136
Slika 6.1.	Izbor metodologije za e-evaluaciju ponuđača	147
Slika 6.2.	Komponente SPO-a	151
Slika 6.3.	Princip rada korisnika sa SPO-om	153
Slika 6.4.	Struktura FAHP SPO-a	154
Slika 6.5.	Dijagram klasa SPO-a za FAHP	155
Slika 6.6.	Primer dijagrama toka podataka u FAHP SPO-u	156
Slika 6.7.	Početna interfejs forma SPO-a za FAHP	157
Slika 6.8.	Ekranska forma SPO-a za unos kriterijuma i podkriterijuma	158
Slika 6.9.	Ekranska forma za unos alternativa (ponuđača)	158
Slika 6.10.	Ekranska forma za unos fazi matrice odlučivanja	159
Slika 6.11.	Značaj podkriterijuma za određeni kriterijum	160
Slika 6.12.	Značaj ponuđača u odnosu na podkriterijum	160
Slika 6.13.	Ekranska forma za čuvanje unetih podataka	161
Slika 6.14.	Ekranska forma za izbor metodologije odlučivanja	161
Slika 6.15.	Grafički prikaz dobijenih rezultata	162
Slika 6.16.	Redosled ponuđača iz ilustrativnog primera 5.3	162
Slika 6.17.	Dijagram klasa SPO za metodologiju TOPSIS i fazi TOPSIS	164
Slika 6.18.	Dodavanje kriterijuma	165
Slika 6.19.	Dodavanje alternative	166
Slika 6.20.	Dodavanje težina kriterijuma	166

Slika 6.21.	Dodavanje vrednosti u fazi matricu odlučivanja	168
Slika 6.22.	Rezultati primene fazi TOPSIS metodologije	168
Slika 6.23.	Grafički prikaz rezultata (Bar chart)	169
Slika 6.24.	Redosled ponuđača iz ilustrativnog primera 5.3 dobijen primenom TOPSIS metode	169

12.0. INDEKS TABELA

Tabela 4.1.	Izazovi i rizici u implementaciji javne e-nabavke u Srbiji	81
Tabela 5.1.	Procenat korišćenja kriterijuma najniže ponuđene cene i kriterijuma ekonomski najpovoljnije ponude	92
Tabela 5.2.	Izračunavanje za dve primljene ponude	96
Tabela 5.3.	Rezultati izračunavanja	96
Tabela 5.4.	Podaci iz dostavljenih ponuda	101
Tabela 5.5.	Broj bodova po ponudama	102
Tabela 5.6.	Matrica odlučivanja	107
Tabela 5.7.	Metode višekriterijumskog odlučivanja	109
Tabela 5.8.	Lingvistička skala značaja	132
Tabela 5.9.	Matrica fazi poređenja za pet kriterijuma u odnosu na cilj	132
Tabela 5.10.	Prioritetni vektori za hijerarhiju odlučivanja	133
Tabela 5.11.	Matrica fazi poređenja za četiri podkriterijuma u odnosu na PP i njegove prioritetne vektore	134
Tabela 5.12.	Matrica fazi poređenja za tri podkriterijuma u odnosu na KP i njegove prioritetne vektore	134
Tabela 5.13.	Matrica fazi poređenja za četiri podkriterijuma u odnosu na OP i njegove prioritetne vektore	135
Tabela 5.14.	Matrica fazi poređenja za pet podkriterijuma u odnosu na FK i njegove prioritetne vektore	135
Tabela 5.15.	Matrica fazi poređenja za četiri podkriterijuma u odnosu na PD i njegove prioritetne vektore	135
Tabela 5.16.	Globalne težine alternative (ponuda) u odnosu na cilj	136
Tabela 5.17.	Rezultati iz koraka 1, 2 i 3 (Normalizovana matrica odlučivanja)	138
Tabela 5.18.	Rezultati iz koraka 4 za rastojanje alternativa od idealnog pozitivnog rešenja	139
Tabela 5.19.	Rezultati iz koraka 4 za rastojanje alternativa od idealnog pozitivnog rešenja	139
Tabela 5.20.	Rezultati iz koraka 5 i 6	140

Tabela 5.21.	Jezičke promenjive za ocenu	143
Tabela 5.22.	Ocene ponuđača od strane naručioca u odnosu na podkriterijume	143
Tabela 5.23.	Normalizovana fazi matrica odlučivanja	144
Tabela 5.24.	Otežana normalizovana fazi matrica odlučivanja	145
Tabela 5.25.	Fazi TOPSIS rezultati	145
Tabela 6.1.	Dobijeni rezultati izbora u procesu javne e-nabavke	170
Tabela A.1:	Upitnik za poređenje osnovnih kriterijuma	190
Tabela A.2:	Upitnik za poređenje pod-kriterijuma osnovnog kriterijuma	
	Proizvodne karakteristike	192
Tabela A.3:	Upitnik za poređenje alternativa u odnosu na pod-kriterijuma	193

BIOGRAFIJA

mr Vjekoslav Bobar je rođen 03.02.1979. godine u Vlasenici, Republika Srpska – Bosna i Hercegovina. Kao đak generacije završio je Gimnaziju, opšti smer u Vlasenici.

Fakultet organizacionih nauka Univerziteta u Beogradu upisao je 1997. godine. Diplomirao je 2003. godine na smeru za informacione sisteme sa prosečnom ocenom 9.63 (devet, 63/100) odbranivši diplomski rad na temu "**Teorija kooperativnih i nekooperativnih igara u operacionim istraživanjima**" kod mentora profesora dr Slobodana Krčevinca sa ocenom 10 (deset).

U periodu 2003 - 2007 upisao je i završio magistarske studije na Fakultetu organizacionih nauka, smer Elektronsko poslovanje u okviru kojih je položio sve planom predviđene ispite sa prosečnom ocenom 10 (deset) i odbranio magistarski rad na temu "**Metode razvoja i primene elektronskog poslovanja u oblasti javnih nabavki – eProcurement**" pod mentorstvom profesora dr Bratislava Petrovića.

Od novembra 2003 do januara 2006 radio je kao *saradnik* na nastavnom predmetu "Teorija sistema" na Fakultetu organizacionih nauka i to na poslovima organizacije i realizacije računskih i laboratorijskih vežbi i predavanja iz oblasti strukture i dinamike sistema i upravljanja ulazima i izlazima iz sistema.

Autor je više naučnih i stručnih radova i učesnik većeg broja konferencija iz oblasti informaciono - komunikacionih tehnologija.

Trenutno radi kao Pomoćnik direktora Uprave za zajedničke poslove republičkih organa u Sektoru za informaciono - komunikacione tehnologije.

Прилог 1.

Изјава о ауторству

Потписани, Вјекослав Бобар

број уписа 504/2010

Изјављујем

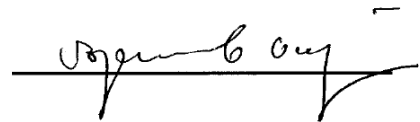
да је докторска дисертација под насловом

„МОГУЋНОСТИ УНАПРЕЂЕЊА СИСТЕМА ПОСЛОВНОГ ОДЛУЧИВАЊА У ПРОЦЕСУ Е-НАБАВКЕ“

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертација у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

Потпис докторанда

У Београду, 05.12.2014.г.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Vjekoslav Bobar', is written over a horizontal line.

Прилог 2.

Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора: Вјекослав Бобар

Број уписа: 504/2010

Наслов рада: „МОГУЋНОСТИ УНАПРЕЂЕЊА СИСТЕМА ПОСЛОВНОГ
ОДЛУЧИВАЊА У ПРОЦЕСУ Е-НАБАВКЕ “

Ментор Проф. др Милија Сукновић

Потписани Вјекослав Бобар

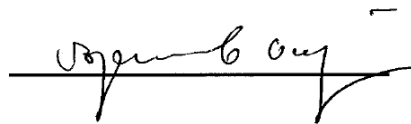
изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу **Дигиталног репозиторијума Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

Потпис докторанда

У Београду, 05.12.2014.г.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Vjekoslav Bobar', written over a horizontal line.

Прилог 3.

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

„МОГУЋНОСТИ УНАПРЕЂЕЊА СИСТЕМА ПОСЛОВНОГ ОДЛУЧИВАЊА У ПРОЦЕСУ Е-НАБАВКЕ “

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство

2. Ауторство - некомерцијално

☒ 3. Ауторство – некомерцијално – без прераде

4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима

5. Ауторство – без прераде

6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на полеђини листа).

Потпис докторанда

У Београду, 05.12.2014.г.

