

PRIMENA METODA VIŠEKRITERIJUMSKOG ODLUČIVANJA U PRAKSI NA PRIMERU JAVNE NABAVKE

Mr Goran Radoičić
JKP „Mediana“ Niš

Proces javne nabavke je danas veoma prisutan, skoro nezaobilazan, u poslovnim sistemima sa većinskim učešćem državnog kapitala. Ovaj proces možemo posmatrati sa aspekta Teorije odlučivanja. Cilj problema odlučivanja, u ovom slučaju, je izbor najpovoljnije ponude. Odlučivanje u procesu javne nabavke se kod nas najčešće zasniva na improvizaciji i iskustvu. Pogrešno donošenje odluka u praksi implicira problem nezadovoljstva ponuđača donešenim odlukama. Ovaj problem zatim prouzrokuje zastoje u postupku javne nabavke, a često i ponavljanje postupka. Osnovni cilj, a to je izbor najpovoljnije ponude, odlaže se, što remeti planirani tok aktivnosti nekog poslovnog sistema. Ideja ovog rada je afirmisanje primene metoda VKO u praksi, a naročito AHP metode, kao jedne od najpoznatijih. Jedna od karakteristika izvršnih menadžera i timova za nabavku danas je sigurno poznavanje savremenih alata kvaliteta i alata za podršku odlučivanja. Posebnu povoljnost predstavlja postojanje dobre softverske podrške najvažnijim metodama VKO. U radu je razmatrana mogućnost korišćenja jednog poznatog softvera za podršku odlučivanju na praktičnom primeru.

Ključne reči: nabavka, odlučivanje, kriterijum, alternativa, prioritet, osetljivost.

IMPLEMENTATION OF METHODS FOR MULTICRITERIA DECISION IN THE SAMPLE OF PUBLIC PURCHASE FROM PRACTICE

A public purchase process is very immanent today, often unavoidable, in business systems with majority participation of state capital. This process we can observe with aspect of decision making theory. Goal of the decision making problem, in this case, is the choice of the most favorable offer. Decision making in the public purchase process is from us generally based on improvisation and experiences. Wrong decision making in practice implicates the problem of disappointment from providers with brought decisions. This problem then causes delay in the proceeding of public purchase, and often revision of process. The primary goal, the choice of the most favorable offer, is canceled and obstructs scheduled flow of activities in somebody commercial system. Concept of this paper is affirmation of applying multi-criteria decision making methods in practice, and the Analytic Hierarchy Process method especially, as very popular method. An important characteristic of executive managers and purchase teams is certainly, understanding quality and decision support advanced tools. Separate advantage is existing quality software support for the most important multi-criteria decision making methods. In the paper is discussed possibility of using very famous software for decision support in the sample from practice.

Keywords: purchase, decision, criteria, alternative, preference, sensitivity.

UVOD

Problemi u postupcima javne nabavke uglavnom se javljaju prilikom: a) formulisanja, odnosno karakterizacije kriterijuma za ocenu

ponuda i b) sprovođenja postupka izbora najpovoljnije ponude.

Definisanje kriterijuma predstavlja izbor određenih kriterijuma iz mnoštva mogućnosti, a koji su od najvećeg značaja za konkretnu javnu nabavku. Karakter izabranih kriterijuma utiče na utvrđivanje njihovih međusobnih odnosa važnosti. Organizatori javne nabavke ili naručioci raz-

Kontakt: Mr Goran Radoičić, dipl. inž. maš.
JKP „Mediana“ Niš, Mramorska 10, 18000 Niš, Srbija
E-mail: teh@jpkmediana.rs

ličito posmatraju pitanje međusobnog značaja kriterijuma. Jedni smatraju izuzetno važnim kriterijum cene koštanja tj. ponuđene cene. Drugi razmišljaju u pravcu da ono što je jeftino nije i najbolje, te stoga zastupaju kvalitet i tehničke i tehnološke prednosti kao najvažnije kriterijume. U drugom slučaju menadžeri koji upravljaju tehničkim sistemima pokušavaju da savladaju što više problematike povezane sa predmetom javne nabavke te tako omogućuju izradu izuzetno precizne konkursne dokumentacije. Ima slučajeva gde se naručilac, pre svega, zadovoljava pravovremenom isporukom nekog dobra ili usluge, stavljajući u drugi plan cenu koštanja, pa često i kvalitet. U praksi se realizuju i nabavke sa očekivanim približno jednakim ponuđenim cenama i kvalitetom. Tada se prednost najčešće daje kriterijumu uslova plaćanja, a često i troškovnoj ekonomičnosti. Za one naručioce koji ne žele previše da se opterećuju tehničkim aspektima, jedan od najjednostavnijih principa je „videti kako to rade drugi“. Onda se kao najznačajniji kriterijum bira referenca. Ovde smo se osvrnuli na samo nekoliko kriterijuma, na osnovu kojih možemo vršiti ocenu ponuda. Može ih biti i više [1].

Drugi pomenuti problem odnosi se na primenu modela za odabir najpovoljnije ponude. Tačnije, na izbor procedure koja će implicirati rešenje sa najvećom tačnošću. U praksi ima primera korišćenja matematičkih metoda za izračunavanje „vrednosti“ ponuda. To su metode dodeljivanja ponderiskih vrednosti po kriterijumima za svaku ponudu. One se zasnivaju na jednostavnim matematičkim postupcima u kojima se prioritet alternative predstavlja brojem bodova, a broj bodova dobija kao suma proizvoda koeficijenta i pondera po svakom zadatom kriterijumu [2]. Ipak, mora se reći da je najveći broj postupaka u praksi još uvek zasnovan na iskustvenim znanjima i improvizaciji.

ELEMENTI PROBLEMA ODLUČIVANJA

Ukoliko proces javne nabavke posmatramo sa aspekta Teorije odlučivanja, izbor najpovoljnije ponude, zapravo, predstavlja cilj jednog problema odlučivanja. Prema teoriji, odlučivanje je suština planiranja i ono predstavlja izbor nekog smera delovanja između više alternativa [3]. Ili nešto drugačije: odlučivanje je izbor jedne, iz skupa raspoloživih akcija (alternativa), pri čemu skup mora raspolagati sa najmanje dve akcije [4]. Rezultat odlučivanja je odluka. Pored cilja, elementi problema odlučivanja su: alternativa i kriterijum.

Alternative su mogućnosti između kojih se bira rešenje. U procesu nabavke, koji se obavlja u skladu sa zakonom [1], pojavljuju se različita alternativna rešenja. Njih može biti više, što zavisi od same prirode predmeta nabavke. Zapravo, alternative su ponude, odnosno 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, u našem slučaju, zahtevima naručioca u pogledu nabavke odgovarajućeg proizvoda tj. dobra. 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 kriterijuma.

Pod kriterijumima se podrazumevaju atributi za opisivanje ponuđenih alternativa. Kriterijumi pokazuju u kojoj meri pojedine alternative ostvaruju zadati cilj. Može se definisati veliki broj kriterijuma. Međutim, treba se bazirati na one koji su najznačajniji. Tačnije, na one koji u najvećoj meri izražavaju suštinu nabavke, odnosno dobra ili predmeta nabavke. Za veliki broj nabavki mogu se definisati otprilike isti kriterijumi. Veoma zastupljeni kriterijumi, kada su u pitanju javne nabavke u komunalnim sistemima kod nas, su: cena koštanja, kvalitet ponuđenog dobra ili usluge, uslovi plaćanja, rok isporuke, reference. Naravno, postoje takve nabavke kod kojih je neophodno formulisati sasvim drugačije, nove kriterijume.

Ako za cilj odlučivanja imamo izbor najpovoljnije 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 važnosti (značaja) kriterijuma veoma je bitno pitanje prirode, odnosno karaktera naručioca. Kao primer možemo uzeti dve nabavke u okviru jednog komunalnog preduzeća, nabavku specijalnog vozila i nabavku papira za administrativne poslove. Kriterijum kvaliteta, u slučaju nabavke vozila, sigurno će biti dominantniji u odnosu na nabavku papira, gde se očekuje najveća relativna težina kriterijuma cene.

SISTEMATIZACIJA ULAZNIH INFORMACIJA

Problem odlučivanja u našem primeru odnosi se, dakle, na proces javne nabavke. Za analizu je izabran konkretan i čest problem iz prakse komunalnih preduzeća: izbor najpovoljnije ponude za nabavku kamiona specijalne namene. Sličan problem je prisutan i u drugim sistemima, npr. građevinskim preduzećima, transportno-

logističkim kompanijama itd. Ideja rada je afirmisanje primene metoda višekriterijumskog odlučivanja (VKO) u praktičnim problemima odlučivanja, a posebno metode za upoređivanje i rangiranje alternativa pod nazivom AHP metoda (*Analityc Hierarchy Process*) [5]. Pored ove, najpoznatije metode za podršku odlučivanja su: ELECTRE (I,II,III, IV) i PROMETHEE (I,II).

Tabela 1: Uprošćena tabela ulaznih podataka za izabrane kriterijume i alternative

ALTERNATIVE	KRITERIJUMI I RELATIVNE TEŽINE				
	Kvalitet	Cena koštanja (€)	Uslovi plaćanja	Rok isporuke (dana)	Reference
	0,30	0,30	0,20	0,10	0,10
Vozilo 1	Zadovoljava	100.000	Zadovoljava	95	Zadovoljava
Vozilo 2	U potpunosti zadovoljava	135.000	Delimično zadovoljava	50	Zadovoljava
Vozilo 3	U potpunosti zadovoljava	115.000	U potpunosti zadovoljava	60	U potpunosti zadovoljava

Na samom početku procesa odlučivanja potrebno je formirati tabelu ulaznih podataka (tabelu odlučivanja). Pretpostavimo da se radi o javnoj nabavci specijalnog vozila za sakupljanje smeća koja se vodi u otvorenom postupku, dakle bez prethodne kvalifikacije, i bez varijanti jedne ponude. Takođe, pretpostavimo da se na oglas javilo samo nekoliko ponuđača, zbog specifičnosti nabavke, i da su u krug za ocenu ušle tri ponude, odnosno alternative (Vozilo 1, Vozilo 2, Vozilo 3). Evo njihovih karakteristika:

- Ponuda „Vozilo 1“ sadrži skoro sve tražene tehničke karakteristike kao obeležja kvaliteta osim nešto slabijeg pogonskog motora i drugačijeg sistema rada specijalnog radnog uređaja na samom vozilu, koji uzgred ostvaruje istu funkciju cilja ali samo na osnovu drugačijeg principa rada, a koji nije tražen. Zbog slabijeg pogonskog agregata cena vozila je nešto niža u odnosu na konkurentne ponude. Uslovi plaćanja su definisani kreditnom linijom koja zahteva avansiranje iznosa u visini od 20% cene koštanja vozila sa otplatnim rokom koji odgovara traženom i kamatom koja se kreće u granicama zadovoljenja naručioca. Rok isporuke je nešto duži od očekivanog. Garancija za isporučeni proizvod iznosi 12 meseci, a za samo osnovno vozilo 18 meseci. Servis je obezbeđen van mesta naručioca i udaljen više od 180 km. Reference ponuđenog vozila su evidentne, ali uglavnom u inostranim zemljama. Ponuđač je zastupnik inostrane kompanije i ima

certifikat o ispunjenju zahteva standarda ISO 9001.

- Ponuda „Vozilo 2“ u potpunosti zadovoljava sve aspekte zahteva kvaliteta. Tražene tehničke karakteristike su zadovoljene. Vozilo čak sadrži takav pogonski agregat koji omogućuje veću uštedu energije i manju emisiju gasova od traženih. Cena koštanja ovakvog vozila je najveća u poređenju sa ostalim ponudama. Uslovi plaćanja su nešto lošiji od prethodnih zbog nešto većeg dela avansne uplate koji iznosi 25% i nešto manjeg perioda trajanja kreditnog aranžmana uz istu kamatnu stopu. Rok isporuke ovog vozila je veoma kratak, čak najkraći u poređenju sa ostalim ponudama. Garantni rok specijalnog vozila traje 12 meseci, a servisiranje se obavlja u mestu udaljenom oko 200 km od mesta naručioca. Reference su brojne i prisutne podjednako u zemlji i van nje. Ponuđač nije uskladio svoje poslovanje sa zahtevima sistema menadžmenta kvalitetom, ali je započeo proceduru uvođenja serije standarda ISO 9000.
- Ponuda „Vozilo 3“ apsolutno zadovoljava sve tražene tehničke specifikacije, a time i kriterijum kvaliteta u potpunosti. U poređenju sa ostalim ponudama predmet nabavke nije najskuplji, a ni najjeftiniji. Uslovi plaćanja odgovaraju mogućnostima naručioca zbog minimalnog avansnog iznosa kreditne linije koji iznosi samo 10%. Dužina trajanja kreditne linije i kamatna stopa su sasvim

zadovoljavajući, mada je rok otplate nešto malo manji nego kod ponude „Vozilo 1“. Rok za isporuku vozila nalazi se između rokova prethodne dve ponude ali je veoma blizak ponudi „Vozilo 2“. Uslovi garancije su najbolji jer garantni rok traje čak 24 meseca, a servisiranje se obavlja u mestu naručioca. Reference ponuđača su značajne ali uglavnom na domaćem tržištu, mada ima i izvoznih poslova. Ponuđač poseduje čak dva sertifikata kojim dokazuje usklađenost svog poslovnog sistema sa zahtevima standarda ISO 9001 i 14001.

U praksi, na primerima mnogih preduzeća, prednost se veoma često daje kriterijumu cene tako da on uzima vrednost i do 60% ukupne ponderisane vrednosti. Kvalitet je kriterijum koji se nekada veoma teško može definisati, pa je u mnogim nabavkama „umetnost“ izmeriti alternative sa aspekta ovog kriterijuma. Za dobro definisanje kriterijuma kvaliteta potrebni su stručnost i iskustvo ljudi koji se bave pripremom

elemenata u procesu javnih nabavki. Težine pet izabranih kriterijuma date su iskustveno u tabeli 1. Na osnovu ulaznih informacija o alternativama tabelu odlučivanja ćemo formirati tako da u redovima ispod zaglavlja budu prikazani podaci vezani za alternative, a u kolonama za kriterijume (tabela 1).

KLASIČNA PRIMENA AHP METODE

Procena odnosa težina, odnosno važnosti dvaju kriterijuma može da se obavi korišćenjem većeg broja metoda, pored već pomenute iskustvene. Da bi se rešio ovaj zadatak, koristi se Saaty-eva skala [5], koja obezbeđuje konzistentnost odnosa važnosti (težina) kriterijuma (tabela 2).

Za rešavanje sličnih zadataka umesto tabele može se koristiti matrica odnosa težina. Nakon čega se, u sledećem koraku, vrši formiranje matrice ili tabele normalizovanih vrednosti kriterijuma (tabela 3).

Tabela 2: Međusobni odnosi težina kriterijuma

	Kvalitet	Cena koštanja	Uslovi plaćanja	Rok isporuke	Reference
Kvalitet	1	2	3	5	4
Cena koštanja	1/2	1	2	4	3
Uslovi plaćanja	1/3	1/2	1	3	2
Rok isporuke	1/5	1/4	1/3	1	1/2
Reference	1/4	1/3	1/2	2	1
Σ	137/60	49/12	41/6	15	21/2

Tabela 3: Normalizovane vrednosti kriterijuma

	Kvalitet	Cena koštanja	Uslovi plaćanja	Rok isporuke	Reference
Kvalitet	60/137	24/49	18/41	1/3	8/21
Cena koštanja	30/137	12/49	12/41	4/15	6/21
Uslovi plaćanja	20/137	6/49	6/41	1/5	4/21
Rok isporuke	12/137	3/49	2/41	1/15	1/21
Reference	15/137	4/49	3/41	2/15	2/21

Iz tabele normalizovanih vrednosti može se izračunati težina svakog od kriterijuma.

Tabela 4: Težine izabranih kriterijuma

KRITERIJUM	TEŽINA
Kvalitet	0,416
Cena koštanja	0,262
Uslovi plaćanja	0,161
Rok isporuke	0,062
Reference	0,099
Σ	1,000

Možemo uporediti težine kriterijuma dobijene korišćenjem Saaty-eve skale (tabela 4) i one

nastale na osnovu iskustva (tabela 1). Kriterijumu kvaliteta u praksi daje se manje značaja nego što bi on zaista trebao da ima ($Isk.=0,30 < AHP=0,416$). Kriterijumi cene koštanja, uslova plaćanja i roka isporuke u praksi su malo precenjeni, dok je kriterijum referenci dobro podešen u odnosu na matematički pristup.

Posmatrajući tabelu 1 možemo zaključiti da su vrednosti alternativa prema nekim od kriterijuma date kvantitativno (brojčano), ali u različitim jedinicama, a prema drugim kvalitativno (opisno). Vrednovanje alternativa međusobno, i to za svaki zadati kriterijum, takođe se može izvršiti korišćenjem Saaty-eve skale. Postupak

je isti kao i kod izračunavanja težina kriterijuma. Formira se matrica normalizovanih vrednosti, a zatim se izračunavaju vrednosti prioriteta kao prosečne vrednosti alternativa u redovima

matrice ili tabele. Tabele 5-9 prikazuju odnose alternativa (Saaty) i vrednosti lokalnih prioriteta alternativa.

Tabela 5: Prioriteti alternativa prema kriterijumu „Kvalitet“

	Vozilo 1	Vozilo 2	Vozilo 3	PRIORITET
Vozilo 1	1	1/4	1/3	0,123
Vozilo 2	4	1	2	0,557
Vozilo 3	3	1/2	1	0,320

Tabela 6: Prioriteti alternativa prema kriterijumu „Cena koštanja“

	Vozilo 1	Vozilo 2	Vozilo 3	PRIORITET
Vozilo 1	1	5	3	0,6333
Vozilo 2	1/5	1	1/3	0,1062
Vozilo 3	1/3	3	1	0,2605

Tabela 7: Prioriteti alternativa prema kriterijumu „Uslovi plaćanja“

	Vozilo 1	Vozilo 2	Vozilo 3	PRIORITET
Vozilo 1	1	2	1/3	0,2395
Vozilo 2	1/2	1	1/4	0,1373
Vozilo 3	3	4	1	0,6232

Tabela 8: Prioriteti alternativa prema kriterijumu „Rok isporuke“

	Vozilo 1	Vozilo 2	Vozilo 3	PRIORITET
Vozilo 1	1	1/5	1/4	0,098
Vozilo 2	5	1	2	0,568
Vozilo 3	4	1/2	1	0,334

Tabela 9: Prioriteti alternativa prema kriterijumu „Reference“

	Vozilo 1	Vozilo 2	Vozilo 3	PRIORITET
Vozilo 1	1	1	1/3	0,20
Vozilo 2	1	1	1/3	0,20
Vozilo 3	3	3	1	0,60

U tabeli 1 se zatim mogu zameniti dobijene vrednosti težina kriterijuma i lokalnih prioriteta, te tako dobiti ukupni prioriteti razmatranih alternativa nabavke specijalnog vozila za sakupljanje i transport smeća (tabela 10).

Tabela 10: Izračunavanje ukupnih prioriteta svih alternativa nabavke

ALTERNATIVE	TEŽINE KRITERIJUMA I PRIORITETI ALTERNATIVA					UKUPNI PRIORITETI ALTERNATIVA
	Kvalitet	Cena koštanja	Uslovi plaćanja	Rok isporuke	Reference	
	0,416	0,262	0,161	0,062	0,099	
Vozilo 1	0,123	0,6333	0,2395	0,098	0,20	0,28
Vozilo 2	0,557	0,1062	0,1373	0,568	0,20	0,34
Vozilo 3	0,320	0,2605	0,6232	0,334	0,60	0,38

Ukupni prioritet alternative „Vozilo 1“ (V_1) dobijen je primenom izraza:

$$P(V_1) = v_{11} \cdot k_1 + v_{12} \cdot k_2 + v_{13} \cdot k_3 + v_{14} \cdot k_4 + v_{15} \cdot k_5 = \sum_{j=1}^5 v_{1j} \cdot k_j$$

gde su:

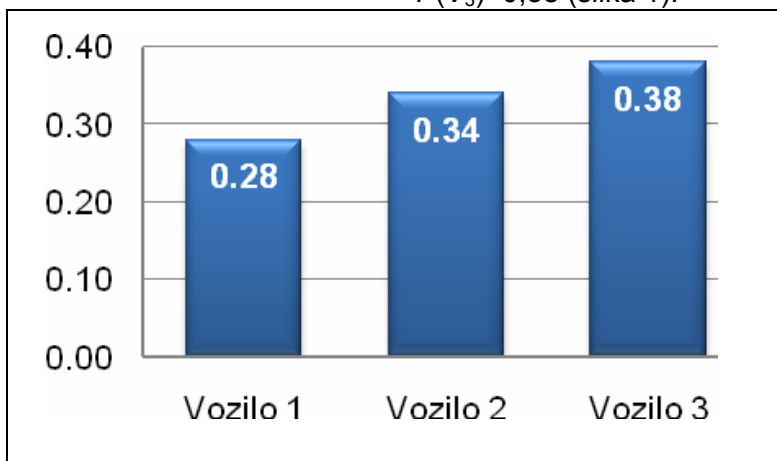
- v_{1j} – vrednosti lokalnih prioriteta alternative „Vozilo 1“,
- k_j – vrednosti težina kriterijuma.

Slični izrazi se mogu napisati i za ostale dve alternative.

Opšti izraz za izračunavanje ukupnog prioriteta svake od ponuđenih alternativa je:

$$P(V_i) = \sum_{j=1}^5 v_{ij} \cdot k_j \quad i = 1,2,3$$

Na osnovu sintetizovanih rezultata dobijenih klasičnom primenom AHP metode, za dati primer, možemo formirati rang listu prioriteta i zaključiti da je najpovoljnija alternativa (ponuda) „Vozilo 3“ sa vrednošću ukupnog prioriteta $P(V_3)=0,38$ (slika 1).



Slika 1. Prioritet alternativa (ponuda) za nabavku vozila

SOFTVERSKA PODRŠKA REŠAVANJU PRAKTIČNOG PROBLEMA

Problemi odlučivanja danas se veoma uspešno mogu rešavati primenom softverskih alata ([6],[7],[8]). Postoji više softvera koji se mogu

koristiti za ovu svrhu, a neki od njih su: *Criterion Decision Plus* [9], *Expert Choice* [10]. U rešavanju našeg praktičnog problema, koji se odnosi na izbor najpovoljnije ponude specijalnog vozila, korišćemo softver *Expert Choice*.

Tabela 11: Proširena tabela ulaznih informacija o alternativama nabavke

		VOZILO 1	VOZILO 2	VOZILO 3
OSNOVNE KARAKTERISTIKE VOZILA	Snaga motora/standard emisije gasova	210 KS/Euro 3	240 KS/Euro 4	230 KS/Euro 3
	Sabijanje smeća	HRB	PP	PP
PONUĐENA CENA		100.000 €	135.000 €	115.000 €
ROK OTPLATE		5 godina	4 godine	4,5 godine
USLOVI PLAĆANJA	Visina avansa	20%	25%	10%
	Visina kamatne stope	8%	8%	6,5%
TIPIZACIJA (šasija/nadgradnja)		Novi tip/ /novi tip	Najčešći tip/ /najčešći tip	Najčešći tip/srednje zastupljen tip
GARANTNI ROK (šasija/nadgradnja)		18/12 meseci	12/12 meseci	24/24 meseca
SERVISIRANJE		>180 km	≈200 km	U mestu naručioca
ROK ISPORUKE		95 dana	50 dana	60 dana
REFERENCE	Domaće/strane	10/60 vozila	50/55 vozila	95/20 vozila
	Certifikati	ISO 9001	-	ISO 9001, ISO 14001

Ovoga puta, model analize je nešto drugačiji, a ta razlika se ogleda u broju kriterijuma. Izvršeno je pregrupisanje kriterijuma, tako da pet kriterijuma iz prethodnog modela u ovom daje devet novih. Ideja je da se sa više različitih

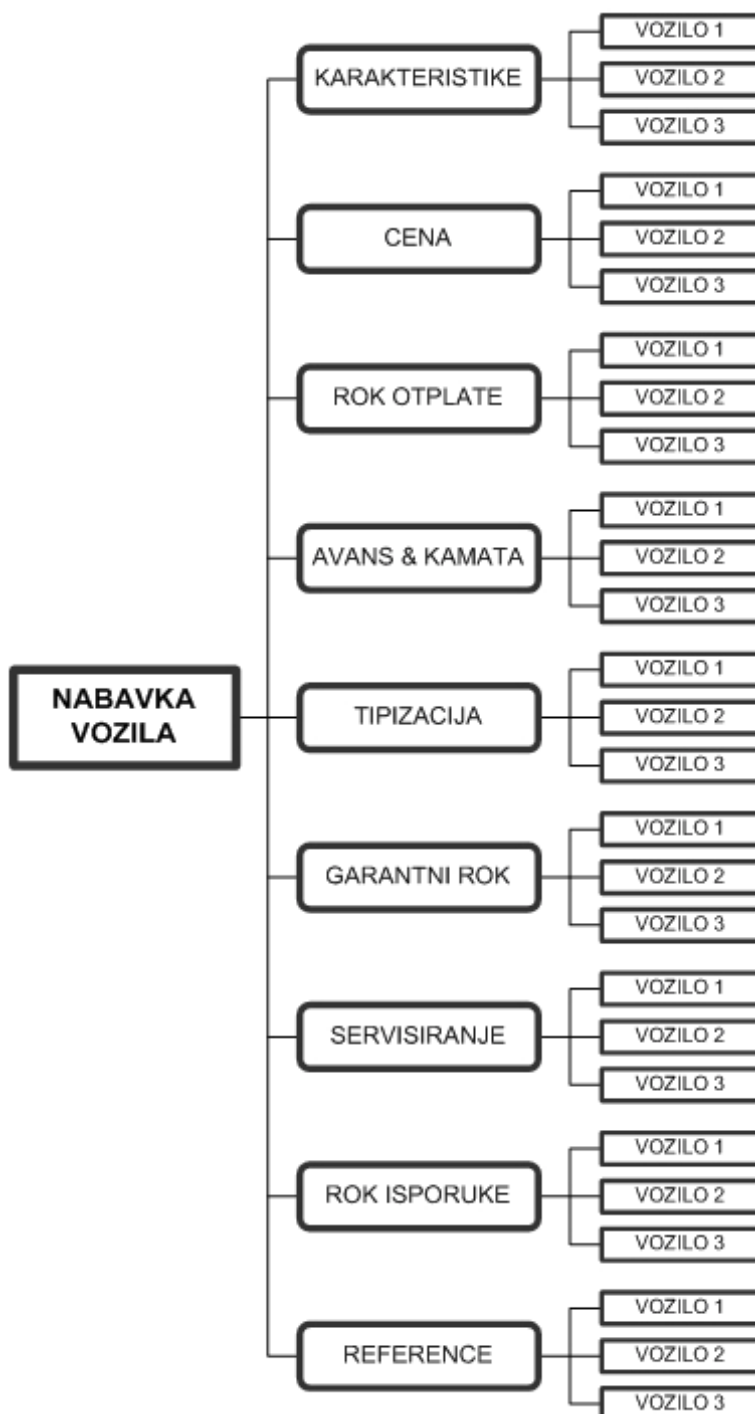
kriterijuma obuhvati veći broj informacija o alternativama (tabela 11).

Na slici 2 prikazan je novi hijerarhijski model problema. Cilj problema (u softveru: *Goal*) je „Nabavka Vozila“, kriterijumi (*Objectives*) su: Karakteristike, Cena, Rok otplate, Avans i ka-

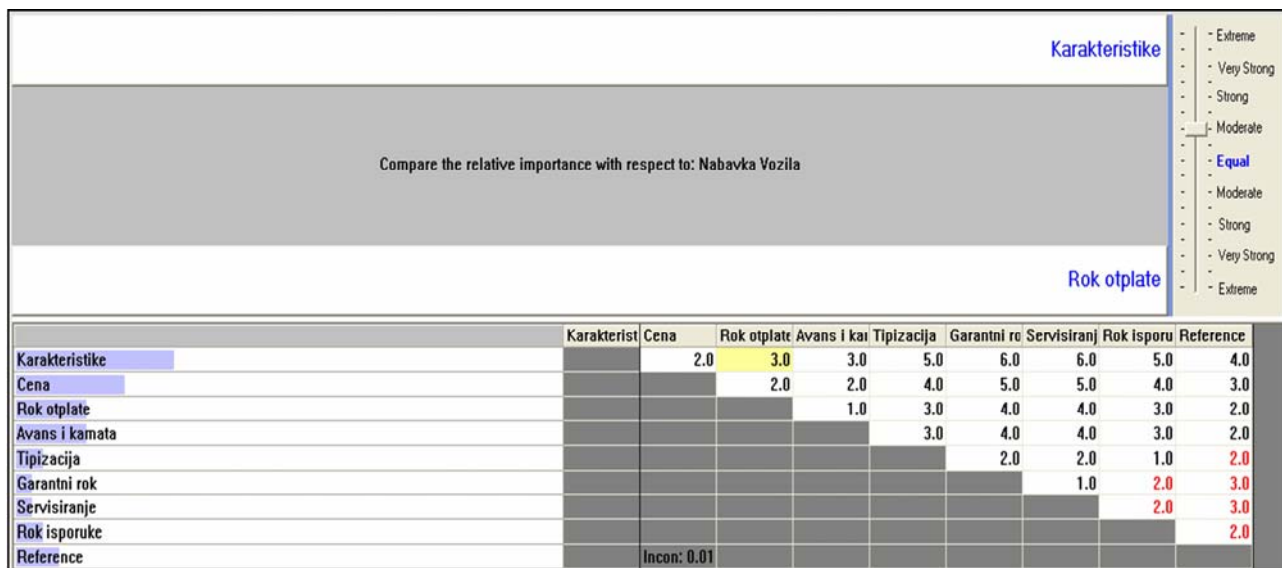
mata, Tipizacija itd. i alternative (*Alternatives*) su: Vozilo 1, Vozilo 2, Vozilo 3.

Kao i u prethodnom postupku i ovde je potrebno prvo definisati težine kriterijuma u međusobno konzistentnim odnosima. Softver koristi takođe *Saaty*-evu skalu za upoređivanje odnosa važnosti. Pa je tako, na primer, u poređenju kriterijuma „Karakteristike“ i „Rok otplate“, prvi kriterijum „umereno važniji“ (*Moderate*) u odnosu na drugi (polje „Karakteristike*Rok otplate“ ima vrednost 3.0), itd. (slika 3).

Polja tabele sa slike 3 (red*kolona): Tipizacija*Reference, Garantni rok*Rok isporuke, Garantni rok*Reference, Servisiranje*Rok isporuke, Servisiranje*Reference i Rok isporuke*Reference imaju cifarske oznake crvene (svetlije) boje. Softver na taj način označava inverzne vrednosti težina kriterijuma i prioriteta alternativa (ovi brojevi predstavljaju razlomke: 1/2, 1/3, itd.).



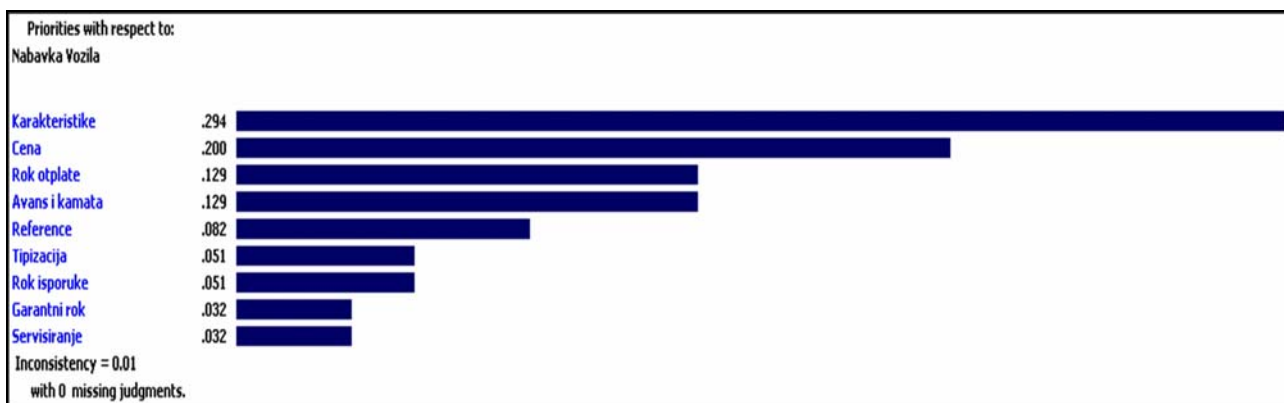
Slika 2. Hijerarhijski model sa devet kriterijuma



Slika 3. Određivanje relativnih važnosti kriterijuma primenom Saaty-eve skale u programu Expert Choice

Softver u pozadini vrši normalizaciju i računa srednje vrednost za svaki kriterijum. Tako su dobijene sledeće vrednosti težina kriterijuma cilja „Nabavka Vozila“ (slika 4). U poređenju sa

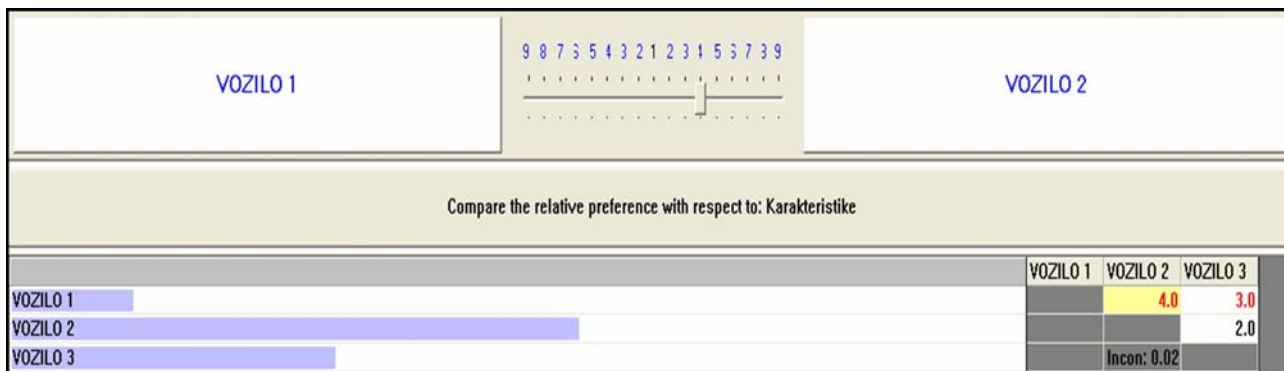
ostalim kriterijumima najdominantniji je kriterijum „Karakteristike“ (težine 0,294), a najmanje značajni su „Garantni rok“ i „Servisiranje“ (0,032).



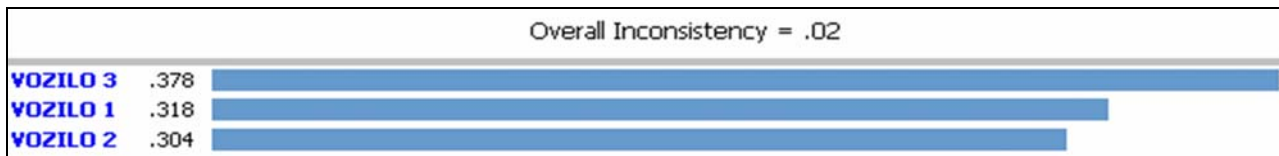
Slika 4. Vrednosti težina kriterijuma po prioritetu

Sledeći korak je određivanje relativnih preferencija alternativa u odnosu na zadati kriterijum. Na osnovu informacija o alternativama formira se tablica preferencija (slika 5). I ovde se koristi Saaty-eva skala. U poređenju alternativa, na

primer, prema kriterijumu „Karakteristike“, „Vozilo 1“ je manje preferentno u odnosu na ostale alternative, dok je „Vozilo 2“ preferentnije u odnosu na „Vozilo 3“.



Slika 5. Preferentnost alternativa prema kriterijumu „Karakteristike“



Slika 6. „Rang lista“ alternativa

Konačne vrednosti prioriteta alternativa, sa ukupnom greškom nekonzistentnosti od 2%, prikazane su na slici 6, prema kojoj je najpovoljnija ponuda „Vozilo 3“ za ukupnim prioritetom 0,378. Slika ujedno predstavlja „rang listu“ ponuda za nabavku vozila specijalne namene.

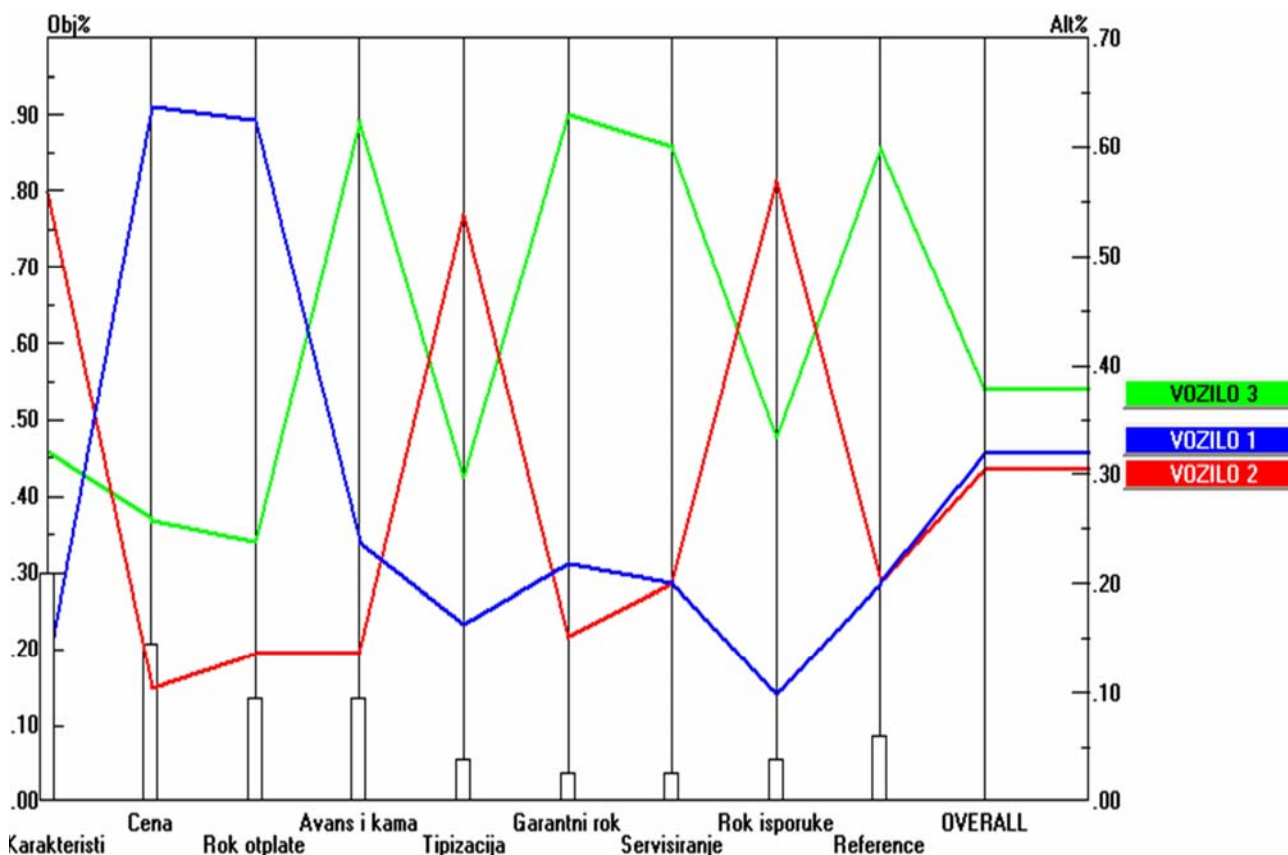
ANALIZA OSETLJIVOSTI

Model je zasnovan na dvema procenama, proceni relativnog značaja kriterijuma javne nabavke i proceni odnosa prioriteta alternativa u odnosu na zadate kriterijume. Ove procene zavise od pristupa i saznanja naručioca, o čemu je već bilo reči. Stabilnost dobijenog rešenja, u slučaju promena imputa, utvrđuje se postupkom analize osetljivosti. Softver [10]

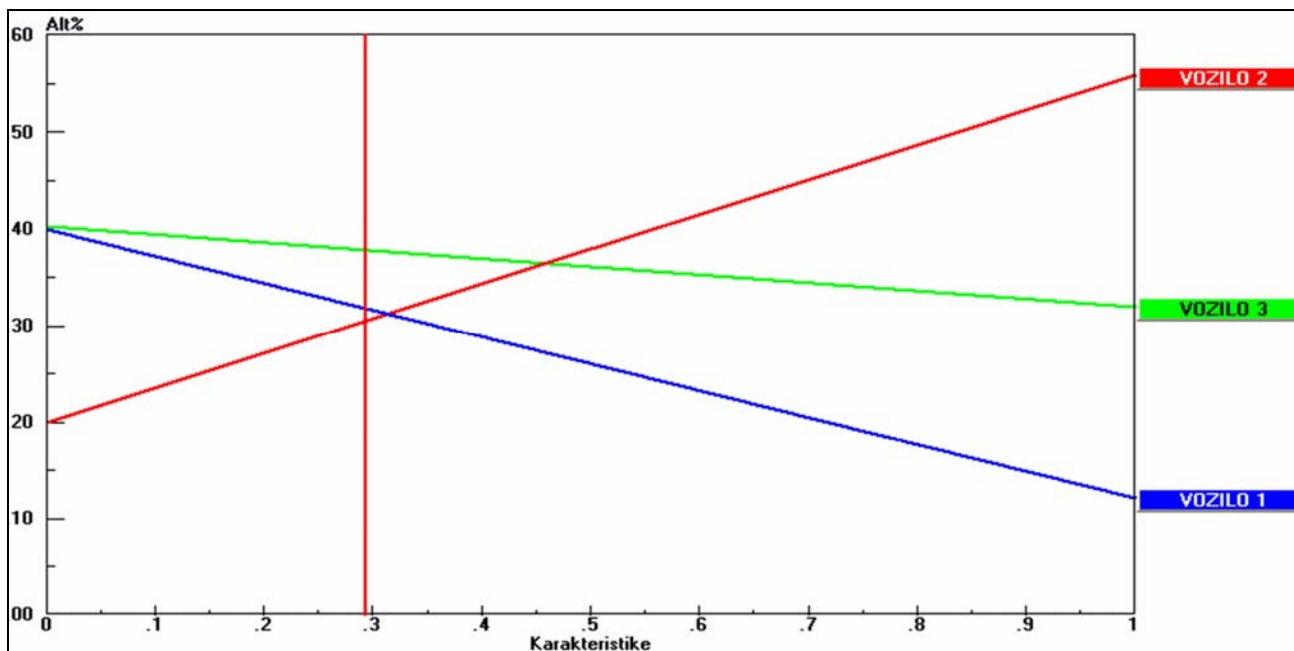
omogućuje ovakvu analizu na više načina. Jedan od njih je primena dijagrama performansi osetljivosti (*Performance Sensitivity* – slika 7).

Na slici 7 dat je prikaz uticaja kriterijuma na sva-ku ponudu tj. alternativu. Ovaj dijagram u softveru *Expert Choice* je dinamički jer omogućuje povlačenje stubaca kriterijuma i menjanje vrednosti njihovih težina na y-osi. Kao odgovor ovim promenama vrednosti težina javljaju se promene vrednosti prioriteta alternativa na pomoćnoj (desnoj) y-osi. Redosled alternativa sa slike 7 odgovara rang listi sa slike 6.

Drugi način analize osetljivosti je primena dijagrama gradijentne osetljivosti (*Gradient Sensitivity* - slika 8).



Slika 7. Uticaj promene težine svih kriterijuma na prioritet ponuda vozila

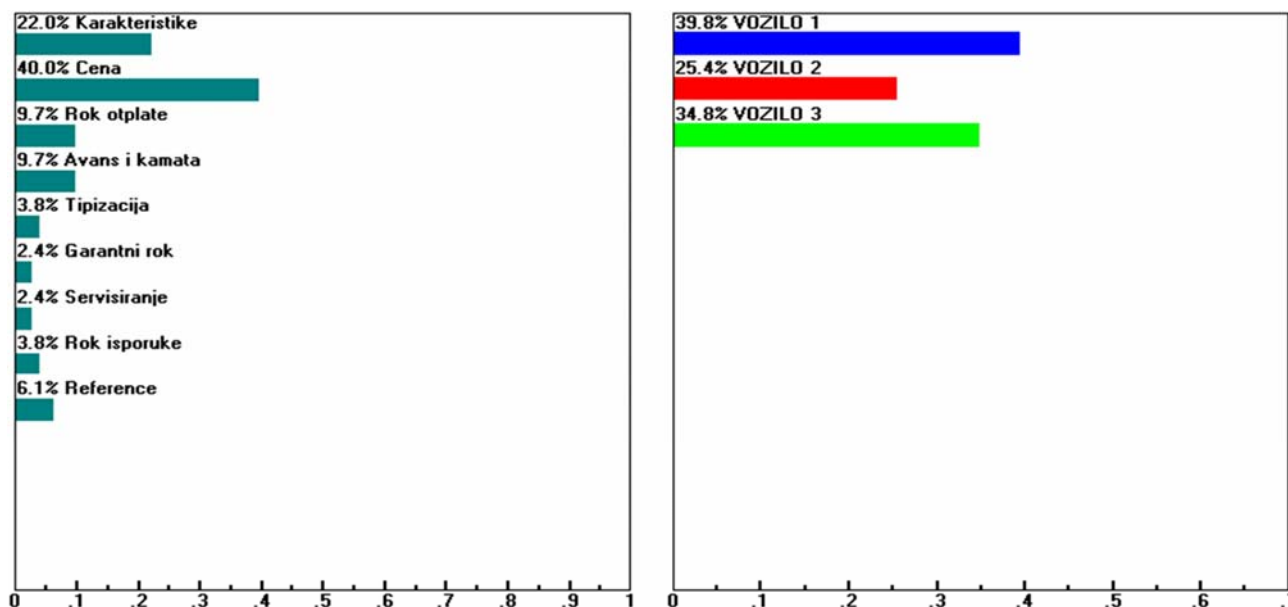


Slika 8. Dijagram gradijentne osetljivosti rešenja prema kriterijumu „Karakteristike“

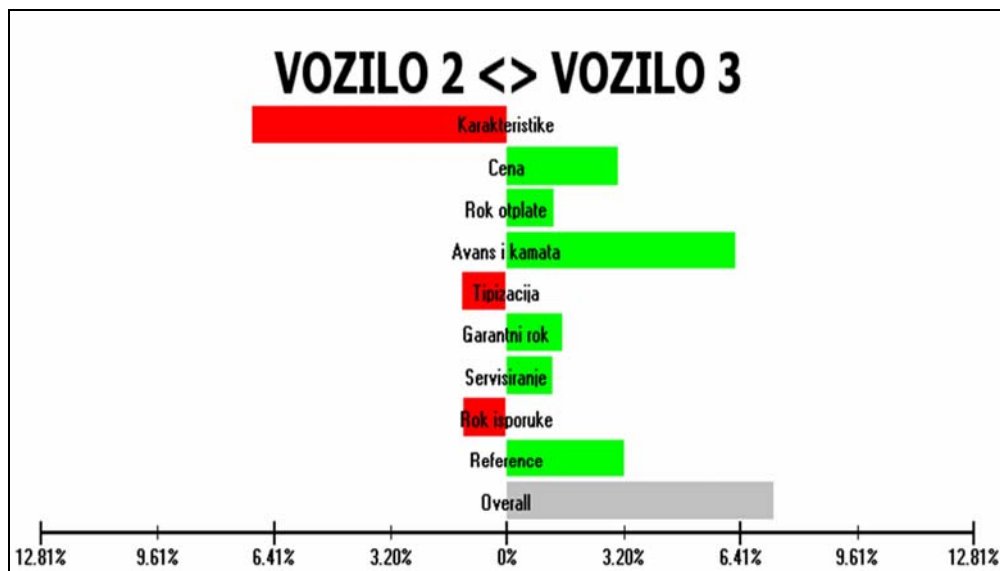
Posmatrajući sliku 8 možemo doneti zaključak da povećanje značaja kriterijuma „Karakteristike“ (iznad dobijene vrednosti 0,294 na x-osi) dovodi do porasta ukupnog prioriteta ponude „Vozilo 2“. Apsolutnu prednost (prioritet $> 0,36$) nad ostalim ponudama „Vozilo 2“ će dobiti ukoliko težina kriterijuma poraste iznad 0,46, jer je to mesto preseka pravaca „Vozilo 2“ i „Vozilo 3“. Najmanji ugao nagiba prema x-osi ima pravac „Vozilo 3“ tako da promene težine kriterijuma „Karakteristike“ najmanje utiču na rang ove ponude, iako je njen trend konstantno opadajući sa povećanjem ovog kriterijuma. Na sličan način primenom softvera [10] možemo

vršiti analizu gradijentne osetljivosti rešenja i prema ostalim kriterijumima.

Uticaj promene kriterijuma na preferenciju alternativa možemo sagledati i pomoću dijagrama dinamičke osetljivosti (*Dynamic Sensitivity* – slika 9). Povlačenjem jedne od traka ispod naziva kriterijuma u levom delu prozora automatski se menjaju procenti težina svih kriterijuma, kao i prioriteta alternativa u desnom delu prozora. Slika 9 prikazuje stanje nakon promene značaja kriterijuma „Cena“. Povećanje značaja ovog kriterijuma na 40% obezbedilo bi prednost ponudi „Vozilo 1“ koja bi postala dominantna sa skoro 40% ukupne ponderске vrednosti.



Slika 9. Dijagram dinamičke osetljivosti



Slika 10. Dijagram Head-to-Head osetljivosti

Ako direktno uporedimo dve ponude i to prvorangiranu (Vozilo 3) i poslednje-rangiranu (Vozilo 2) sa slike 6, po svakom kriterijumu, možemo videti koji kriterijumi su na strani svake od ovih ponuda (slika 10). Tako je „Vozilo 3“ „uspešnije“ prema kriterijumima: Cena, Rok otplate, Avans i kamata, Garantni rok, Servisiranje, Reference, što čini ukupnu prioritetsnost, koja je za skoro 7,5% veća od konkurentne ponude. Sličnu analizu možemo izvršiti i za dva preostala para alternativa: Vozilo 1 <> Vozilo 2, Vozilo 1 <> Vozilo 3.

ZAKLJUČAK

Dva modela odlučivanja daju isto rešenje kada je u pitanju najpovoljnija alternativa. Prema njima najbolje rešenje je „Vozilo 3“, a vrednost njegovog prioriteta iznosi oko 38% ukupne ponderne vrednosti. Sa druge strane, ako rešenjem problema smatramo rang listu alternativa, onda se ova dva modela razlikuju prema redosledu prioriteta. U prvom modelu problema („model 5 kriterijuma“) redosled alternativa prema prioritetu je sledeći: „Vozilo 3“ (38%), „Vozilo 2“ (34%), „Vozilo 1“ (28%). Drugi model istog problema („model 9 kriterijuma“) nudi rang listu nešto drugačiju od prethodne, u kojoj je redosled alternativa prema prioritetu sledeći: „Vozilo 3“ (37,8%), „Vozilo 1“ (31,8%), „Vozilo 2“ (30,4%).

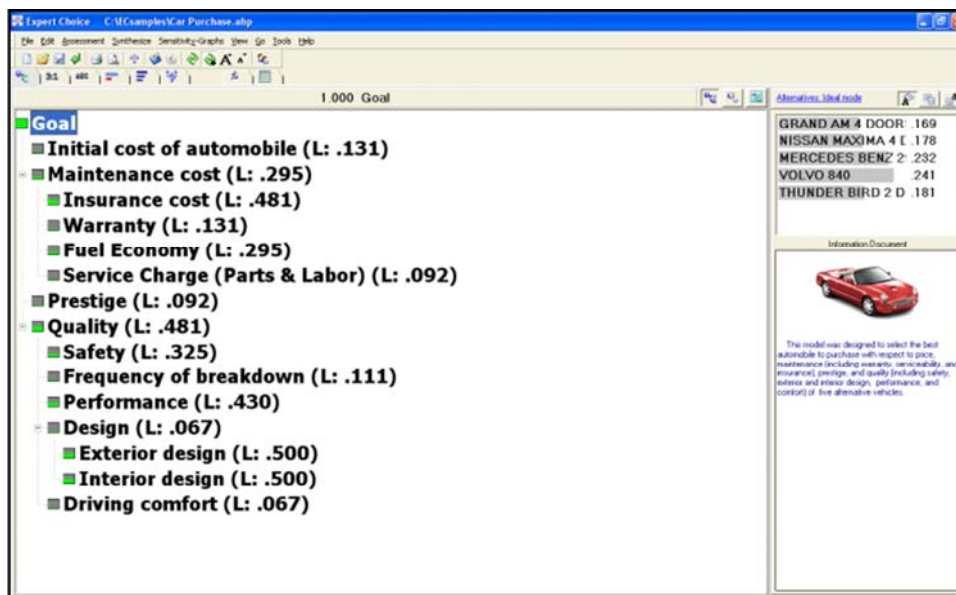
Ako uporedimo ova dva modela videćemo da drugi model (9 kriterijuma) sadrži veću razliku prioriteta između najbolje alternative i prve sledeće, pri čemu je razlika između druge i najslabije veoma mala, skoro zanemarljiva.

Razlike u ovom modelu se nalaze u opsegu 1,4÷7,4%. Kod prvog modela (5 kriterijuma) između ponuđenih alternativa postoje izražene razlike koje se kreću u granicama 4÷10%.

Može se reći da veći broj kriterijuma (model 2) pogoduje porastu rejtinga alternative „Vozilo 1“ u odnosu na model sa manjim brojem kriterijuma, dok istovremeno umanjuje rejting alternative „Vozilo 2“.

Pod navedenim uslovima u konkretnom problemu (formulisanim kriterijumima, ulaznim informacijama, definisanim odnosima kriterijuma međusobom) menadžment preduzeća, koji treba da donese odluku o izboru najpovoljnije ponude za nabavu specijalnog vozila za skupljanje smeća, neće napraviti grešku ukoliko se ta odluka odnosi na izbor alternative „Vozilo 3“. Ovakva odluka ima uporište u oba modela analize, onom koji je zasnovan na klasičnoj primeni metode AHP sa 5 kriterijuma za ocenu alternativa, i onom drugom sa povećanim brojem kriterijuma zasnovanom na primeni softvera podrške [10].

Softver *Expert Choice* zaista može imati praktičnu primenu u različitim sistemima, odnosno oblastima interesovanja i predstavlja moćan alat za donošenje odluka u mnogim problemima odlučivanja. Softver omogućuje menadžerima da se koncentrišu na suštinu problema, definisanje kriterijuma, prepoznavanje međusobnih odnosa kriterijuma u konkretnim primerima poslovne prakse. Pri tome, softver obavlja sve potrebne matematičke operacije u pozadini, ne opterećujući korisnika.



Slika 11. Gotov model odlučivanja iz biblioteke softvera Expert Choice

Inače, softverski paket *Expert Choice* poseduje i biblioteku gotovih modela za rešavanje problema odlučivanja. Na slici 11 prikazan je upravo jedan takav model čiji je cilj izbor automobila za nabavku. Autori softvera su modelu dodelili 4 primarna kriterijuma za ocenu alternativa (troškove nabavke, troškove održavanja, prestiž, kvalitet), 9 sekundarnih i 2 tercijalna. Tako troškovi održavanja sadrže troškove: osiguranja, garancije, goriva, servisiranja. Sekundarni kriterijumi ili podkriterijumi kvaliteta su: bezbednost, učestanost otkaza, performanse, dizajn, udobnost. Dizajn takođe ima svoje podkriterijume i to: spoljni i unutrašnji dizajn.

Literatura

- /1/ ***, Zakon o javnim nabavkama, Službeni glasnik Republike Srbije, br. 39/2002.
- /2/ JKP „Mediana“ Niš, Arhiva konkursne dokumentacije javnih nabavki 2003.-2008.
- /3/ Wikipedija (slobodna enciklopedija).
- /4/ Suknović, M., Uvod u odlučivanje (predavanja), FON Beograd, 2005.
- /5/ Saaty, T.L., Multicriteria Decision Making: The Analytic Hierarchy Process, RWS Publications, 4922 Ellsworth Ave., Pittsburgh, PA 15213
- /6/ Milanović, D., Randić, D., Ristić, L.J., Izbor menadžera održavanja primenom sistema za podršku odlučivanja, naučno - stručni časopis „Istraživanja i projektovanja za privredu“, br. 18 - 2007, str. 7-12.
- /7/ Milanović, D. D., Misita, M., Milanović, L.J. D., Tadić, D., Izbor antivirusnog softvera za zaštitu radnih stanica, naučno-stručni časopis „Istraživanja i projektovanja za privredu“, br. 22 - 2008, str. 25 – 32.
- /8/ Hunjak, T., Jakovčević, D., Višekriterijski modeli za rangiranje i uspoređivanje banaka, Zbornik Ekonomskog fakulteta u Zagrebu, UDK 336.71:519.23, br. 1, Zagreb, 2003.
- /9/ <http://www.infoharvest.com>
- /10/ <http://www.expertchoice.com>