



UNIVERZITET U NOVOM SADU
FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA U
NOVOM SADU



Željko Stević

**INTEGRISANI MODEL
VREDNOVANJA DOBAVLJAČA U
LANCIMA SNABDEVANJA**

DOKTORSKA DISERTACIJA

Novi Sad, 2018.



UNIVERZITET U NOVOM SADU • FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA
21000 NOVI SAD, Trg Dositeja Obradovića 6

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

Redni broj, RBR:	
Identifikacioni broj, IBR:	
Tip dokumentacije, TD:	Monografska publikacija
Tip zapisa, TZ:	Tekstualni štampani materijal
Vrsta rada, VR:	Doktorska disertacija
Autor, AU:	Željko Stević
Mentor, MN:	dr Ilija Tanackov, dr Marko Vasiljević
Naslov rada, NR:	Integrirani model vrednovanja dobavljača u lancima snabdevanja
Jezik publikacije, JP:	Srpski, latinica
Jezik izvoda, JL:	Srpski, Engleski
Zemlja publikovanja, ZP:	Srbija
Uže geografsko područje, UGP:	AP Vojvodina
Godina, GO:	2018
Izdavač, IZ:	Autorski reprint
Mesto i adresa, MA:	Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 6
Fizički opis rada, FO: (poglavlja/strana/ citata/tabela/slika/grafika/priloga)	8/244/315/119/57/-/2
Naučna oblast, NO:	Saobraćajno Inženjerstvo
Naučna disciplina, ND:	Organizacije i tehnologije transporta
Predmetna odrednica/Ključne reči, PO:	Lanac snabdevanja, dobavljač, višekriterijumsko odlučivanje, logistika, integrirani model
UDK	
Čuva se, ČU:	Biblioteka Fakulteta Tehničkih Nauka, Trg Dositeja Obradovića 6, Novi Sad, Srbija
Važna napomena, VN:	
Izvod, IZ:	U ovom radu predložen je model za vrednovanje i izbor dobavljača koji je razmatran u više od deset različitih proizvodnih oblasti. Model se sastoji od dvadeset kvantitavnih i kvalitativnih kriterijuma koji su primenom fuzzy AHP (Analitičko Hijerarhijski Proces) metode, a na osnovu ocenjivanja menadžera proizvodnih kompanija smanjeni na ukupno devet. Verifikacija datog modela predstavljena je kroz vrednovanje i izbor dobavljača u tri kompanije koje se bave različitim delatnošću. Pored doprinosa koji se ogleda u primenivosti razvijenog modela u različitim lancima snabdevanja, veliki doprinos ovog rada je razvoj novih pristupa u oblasti višekriterijumskog odlučivanja koji može biti primenjen u svim lancima snabdevanja, naročito u procesima u kojima vladaju neizvesnosti i nejasnoće što je detaljno objašnjeno kroz rad.
Datum prihvatanja teme, DP:	
Datum odbrane, DO:	
Članovi komisije, KO:	
	Predsednik: dr Ilija Ćosić, profesor emeritus
	Član: dr Marinko Maslarić, docent
	Član: dr Dragan Pamučar, docent
	Član: mentor dr Ilija Tanackov, redovni profesor
	Član, mentor: dr Marko Vasiljević, vanredni profesor
	Potpis mentora



KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number, ANO :	
Identification number, INO :	
Document type, DT :	Monograph
Type of record, TR :	Textual printed material
Contents code, CC :	PhD Thesis
Author, AU :	Željko Stević
Mentor, MN :	Ilija Tanackov PhD, Marko Vasiljević PhD
Title, TI :	An integrated model for supplier evaluation in supply chains
Language of text, LT :	Serbian
Language of abstract, LA :	Serbian, English
Country of publication, CP :	Serbia
Locality of publication, LP :	Vojvodina
Publication year, PY :	2018
Publisher, PB :	Autors reprint
Publication place, PP :	Novi Sad
Physical description, PD : <small>(chapters/pages/ref./tables/pictures/graphs/appendixes)</small>	8/244/315/119/57/-/2
Scientific field, SF :	Traffic engineering
Scientific discipline, SD :	Organizations and technologies of transport
Subject/Key words, S/KW :	Supply chain, supplier, Multi-criteria Decision Making, logistics, integrated model
UC	
Holding data, HD :	Library of Faculty of Technical Sciences, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad
Note, N :	
Abstract, AB :	<p>In this paper, a model for evaluation and supplier selection has been proposed, which has been considered in more than ten different production areas. The model consists of twenty quantitative and qualitative criteria which are reduced to a total of nine by the application of the fuzzy AHP (Analytic Hierarchy Process) method and the assessment of managers in production companies. The verification of the given model is presented through the evaluation and supplier selection in three companies that deal with different activities. In addition to the contribution reflected in the applicability of the developed model in various supply chains, the great contribution of this paper is the development of new approaches in the field of multi-criteria decision making that can be applied in all supply chains, especially in processes that are subject to uncertainty and vagueness, which is explained in detail through the work.</p>
Accepted by the Scientific Board on, ASB :	
Defended on, DE :	
Defended Board, DB :	
President:	Ilija Ćosić PhD, Professor emeritus
Member:	Marinko Maslarić PhD, Assistant Professor
Member:	Dragan Pamučar PhD, Assistant Professor
Member: mentor	Ilija Tanackov PhD, Full professor
Member: mentor	Marko Vasiljević PhD, Associate Professor
	Mentor's sign

SADRŽAJ

SPISAK SLIKA	IV
SPISAK TABELA	VI
SPISAK SKRAĆENICA	X
REZIME	XI
ABSTRACT	XIII
1. UVODNA RAZMATRANJA	1
2. PREDMET I CILJEVI ISTRAŽIVANJA	13
2.1. Domen istraživanja	13
2.2. Potreba i predmet istraživanja	13
2.3. Ciljevi istraživanja	14
2.4. Hipoteze	15
3. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA U OBLASTI	16
3.1. Pregled kriterijuma za vrednovanje i izbor dobavljača	16
3.2. Pregled metoda za vrednovanje i izbor dobavljača	19
3.3. Potreba i motivi za unapređenje stanja u oblasti	24
4. TEORIJSKI OKVIR PRIMENJENIH METODA I RAZVOJ NOVIH PRISTUPA .34	
4.1. Višekriterijumsko odlučivanje.....	34
4.2. Teorija fuzzy skupova.....	34
4.2.1. Trougaoni fuzzy brojevi.....	35
4.2.2. Trapezoidni fuzzy brojevi	36
4.3. Teorija grubih brojeva.....	37
4.4. Operacije sa grubim brojevima	38
4.5. Crisp AHP	40
4.6. Fuzzy AHP	42
4.7. Grubi AHP.....	44
4.8. Crisp TOPSIS	45
4.9. Fuzzy TOPSIS	47
4.10. Grubi TOPSIS	49
4.11. Crisp COPRAS	50
4.12. Razvoj novog pristupa primenom grubih brojeva i COPRAS metode	52
4.13. Grubi DEMATEL.....	53
4.14. Crisp MAIRCA.....	57
4.15. Grubi MAIRCA.....	62
4.16. Crisp MABAC.....	67
4.17. Grubi MABAC	70

4.18. Crisp EDAS	73
4.19. Fuzzy EDAS	75
4.20. Razvoj novog pristupa - Grubi EDAS	76
5. RAZVOJ MODELA ZA VREDNOVANJE DOBAVLJAČA	84
5.1. Prva faza - prikupljanje podataka i priprema	91
5.2. Druga faza - primena Fuzzy AHP metode	91
5.3. Treća faza - izbor devet kriterijuma.....	91
5.4. Građevinarstvo.....	92
5.5. Proizvodnja predizolovanih cevi	105
5.6. Proizvodnja nameštaja	108
5.7. Proizvodnja PVC stolarije.....	111
5.8. Proizvodnja plastičnih kesa i folija.....	113
5.9. Proizvodnja žice	116
5.10. Proizvodnja metalnih podloških za automobilsku industriju	122
5.11. Poljoprivredna oblast	127
5.12. Ostalo	130
5.13. Vrednovanje prema referentnim naučnicima iz oblasti lanca snabdevanja	131
5.14. Formiranje modela.....	134
6. TESTIRANJE MODELA NA PRAKTIČNIM PRIMERIMA	141
6.1. Vrednovanje dobavljača u kompaniji za proizvodnju nameštaja	141
6.1.1. Određivanje težinskih vrednosti kriterijuma primenom grubog AHP metoda	141
6.1.2. Vrednovanje dobavljača primenom grube TOPSIS metode.....	144
6.2. Vrednovanje dobavljača u kompaniji za proizvodnju plastičnih kesa i folija.....	145
6.2.1. Proračun težinskih vrednosti kriterijuma primenom Fuzzy AHP metode.....	146
6.2.2. Izbor dobavljača primenom Fuzzy EDAS metode.....	147
6.3. Vrednovanje dobavljača u građevinskoj kompaniji	149
6.3.1. Značaj vrednovanja i izbora dobavljača u oblasti građevinarstva.....	149
6.3.2. Stanje u oblasti građevinarstva sa aspekta primene metoda VKO	150
6.3.3. Model za izbor dobavljača u građevinskoj kompaniji.....	151
6.3.4. Proračun težina kriterijuma primenom Grube DEMATEL metode	152
6.3.5. Izbor dobavljača primenom grube EDAS metode	157
7. DISKUSIJA I ANALIZA OSETLJIVOSTI	166
7.1. Analiza osetljivosti u kompaniji za proizvodnju nameštaja.....	166
7.2. Analiza osetljivosti u kompaniji za proizvodnju plastičnih kesa i folija	167
7.3. Analiza osetljivosti u građevinskoj kompaniji	169
8. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA I PRAVCI BUDUĆIH ISTRAŽIVANJA	178

8.1. Najvažniji zadaci koji su izvršeni u radu	178
8.2. Potvrda postavljenih hipoteza.....	178
8.3. Naučni doprinos rada	179
8.4. Pravci budućih istraživanja	180
LITERATURA	181
PRILOZI	200
Prilog I - Ocenjivanje kriterijuma i podkriterijuma u različitim oblastima	200
Prilog II - Primer proračuna u Microsoft Excelu za korišćene metode	215
Biografija autora sa bibliografijom	226

SPISAK SLIKA

Slika 1.1. Šema lanca snabdevanja (Christopher, 1992)	4
Slika 1.2. Šema savremenog lanca snabdevanja sa procesima i učesnicima (autor)	4
Slika 1.3. Četiri faze izbora dobavljača (autor)	8
Slika 3.1. Grubo pozicioniranje metoda odlučivanja u izboru dobavljača (Modifikovano prema De Boer i dr., 2001).....	22
Slika 4.1. Trougaoni fuzzy broj	35
Slika 4.2. Trapezoidni fuzzy broj	36
Slika 4.3. Osnovni koncept teorije grubih skupova (Fazlollahtabar i dr., 2017)	38
Slika 4.4. Presek između Sa i Sb (Chang, 1996)	43
Slika 4.5. Zavisnost praga dominacije od broja alternativa (Pamučar i dr., 2014).....	61
Slika 4.6. Prikaz gornje, donje i granične aproksimativne oblasti (Pamučar i Ćirović, 2015)	69
Slika 5.1. Hijerarhijska struktura kriterijuma za izbor dobavljača kao ulazni parametri modela (autor)	84
Slika 5.2. Predloženi koraci za formiranje modela za vrednovanje dobavljača (autor)	90
Slika 5.3. Prikaz rangova kriterijuma u oblasti građevinarstva (autor).....	104
Slika 5.4. Rezultati primene Fuzzy AHP metode za glavne kriterijume u oblasti proizvodnje predizolovanih cevi (autor).....	106
Slika 5.5. Prikaz rangova kriterijuma u oblasti predizolovanih cevi (autor).....	107
Slika 5.6. Rezultati proračuna kriterijuma u oblasti proizvodnje nameštaja (autor).....	109
Slika 5.7. Prikaz rangova kriterijuma u oblasti nameštaja (autor).....	110
Slika 5.8. Rezultati proračuna značaja kriterijuma u oblasti proizvodnje PVC stolarije (autor)	111
Slika 5.9. Prikaz rangova kriterijuma u oblasti proizvodnje PVC stolarije (autor)	112
Slika 5.10. Prikaz rangova kriterijuma u oblasti proizvodnje plastičnih kesa i folija (autor).....	116
Slika 5.11. Rezultati proračuna značaja kriterijuma u oblasti proizvodnje žice (autor).....	117
Slika 5.12. Prikaz rangova kriterijuma u oblasti proizvodnje žice (autor)	118
Slika 5.13. Vrednosti svih kriterijuma izražene u grubim brojevima (Stević i dr., 2017c).....	120
Slika 5.14. Vrednosti glavnih kriterijuma dobijenih primenom Fuzzy AHP i Grube AHP metode (Stević i dr., 2017c).....	120
Slika 5.15. Rangiranje kriterijuma primenom Fuzzy AHP i Grube AHP metode (Stević i dr., 2017c)	121
Slika 5.16. Rezultati proračuna važnosti kriterijuma u automobilske industriji (autor)	122
Slika 5.17. Prikaz rangova kriterijuma u oblasti automobilske proizvodnje (autor).....	123
Slika 5.18. Vrednosti svih kriterijuma u grubim brojevima u oblasti automobilske industrije (Fazlollahtabar i dr., 2017)	125
Slika 5.19. Vrednosti glavnih kriterijuma primenom AHP, FAHP i G ² AHP (Fazlollahtabar i dr., 2017)	126
Slika 5.20. Rangiranje kriterijuma primenom tri različita oblika AHP metode (Fazlollahtabar i dr., 2017)	127
Slika 5.21. Prikaz rangova kriterijuma u poljoprivrednoj oblasti (autor).....	129

Slika 5.22. Hasil dari kriteria yang lain (pencipta)	130
Slika 5.23. Gambar peringkat kriteria yang lain (pencipta)	131
Slika 5.24. Perhitungan kriteria yang lain menurut para ahli (pencipta)	132
Slika 5.25. Gambar peringkat kriteria yang lain menurut para ahli (pencipta).....	134
Slika 5.26. Jumlah peringkat kriteria yang lain berdasarkan nilai rata-rata dari semua sektor daerah (pencipta)	136
Slika 5.27. Model yang ditawarkan untuk penilaian dan pemilihan pemasok untuk rantai pasokan (pencipta)	136
Slika 6.1. Nilai semua kriteria yang lain ditunjukkan dengan angka bulat (pencipta)	143
Slika 6.2. Model yang ditawarkan untuk pemilihan pemasok dalam perusahaan konstruksi (Stević dan rekan-rekan, 2017)	151
Slika 6.3. Hubungan sebab-akibat antara kriteria yang lain - CERD (Stević dan rekan-rekan, 2017).....	156
Slika 7.1. Hasil analisis sensitivitas dalam perusahaan untuk produksi furnitur (pencipta).....	166
Slika 7.2. Nilai simulasi kriteria yang lain melalui analisis sensitivitas (pencipta)	167
Slika 7.3. Hasil analisis sensitivitas dalam perusahaan untuk produksi kantong plastik dan folia (pencipta) ...	168
Slika 7.4. Peringkat pemasok dalam analisis sensitivitas (pencipta).....	168
Slika 7.5. Peringkat alternatif melalui skenario (Stević dan rekan-rekan, 2017).....	169
Slika 7.6. Peringkat alternatif dalam kombinasi dengan G'DEMATE dan G'AHP (Stević dan rekan-rekan, 2017).....	174
Slika P.II.1. Contoh perhitungan matriks ternormalisasi metode Fuzzy TOPSIS	215
Slika P.II.2. Contoh perhitungan metode Fuzzy TOPSIS setelah pembentukan matriks ternormalisasi	216
Slika P.II.3. Contoh perhitungan metode EDAS	217
Slika P.II.4. Contoh perhitungan metode EDAS kasar.....	218
Slika P.II.5. Contoh perhitungan metode kasar TOPSIS	219
Slika P.II.6. Contoh perhitungan metode kasar MABAC	220
Slika P.II.7. Contoh perhitungan metode kasar MABAC	221
Slika P.II.8. Contoh perhitungan metode kasar MAIRCA	222
Slika P.II.9. Contoh perhitungan metode kasar MULTIMOORA	223
Slika P.II.10. Contoh perhitungan metode kasar COPRAS	224
Slika P.II.11. Langkah-langkah akhir perhitungan metode kasar DEMATEL.....	225

SPISAK TABELA

Tabela 1.1. Hronološki prikaz definisanja lanca snabdevanja (autor)	2
Tabela 3.1. Diksonovi kriterijumi za evaluaciju dobavljača (Dickson, 1966)	16
Tabela 3.2. Ellramovi kriterijumi za evaluaciju dobavljača (Ellram, 1990)	17
Tabela 3.3. Kriterijumi koji su utvrđeni u (Webber i dr., 1991).....	17
Tabela 3.4. Kriterijumi za vrednovanje dobavljača (Çebi i Bayraktar, 2003).....	18
Tabela 3.5. Pregled metoda višekriterijumske analize (autor)	20
Tabela 3.6. Pregled metoda za vrednovanje i izbor dobavljača (autor)	23
Tabela 4.1. Satijeva skala poređenja (Saaty, 1980)	40
Tabela 4.2. Vrednosti slučajnog indeksa RI (Saaty i Vargas, 2012).....	42
Tabela 4.3. Trougaona fuzzy skala (Chang, 1996)	44
Tabela 5.1. Pregled kriterijuma za izbor dobavljača kroz literaturu (autor).....	87
Tabela 5.2. Ocenjivanje glavnih kriterijuma u oblasti građevinarstva (Stević i dr., 2017a)	92
Tabela 5.3. Fuzzy težine kriterijuma u oblasti građevinarstva (Stević i dr., 2017a).....	92
Tabela 5.4. Defazifikacija vrednosti kriterijuma u oblasti građevinarstva (Stević i dr., 2017a)	94
Tabela 5.5. Ocenjivanje podkriterijuma grupe finansije u oblasti građevinarstva (autor)	94
Tabela 5.6. Fuzzy težine podkriterijuma grupe finansije (autor).....	95
Tabela 5.7. Vrednosti dobijene nakon prvog koraka fuzzy AHP za podkriterijume grupe finansije (autor).....	95
Tabela 5.8. Vrednosti nakon drugog koraka fuzzy AHP podkriterijuma grupe finansije (autor).....	95
Tabela 5.9. Defazifikacija vrednosti podkriterijuma grupe finansije (autor)	96
Tabela 5.10. Ocenjivanje podkriterijuma grupe logistika u oblasti građevinarstva (autor)	97
Tabela 5.11. Fuzzy težine podriterijuma grupe logistika (autor).....	97
Tabela 5.12. Vrednosti nakon prvog koraka fuzzy AHP za podkriterijume grupe logistika (autor)	98
Tabela 5.13. Vrednosti nakon drugog koraka fuzzy AHP podkriterijuma grupe logistika (autor).....	98
Tabela 5.14. Defazifikacija vrednosti podkriterijuma grupe logistika (autor)	99
Tabela 5.15. Ocenjivanje podkriterijuma grupe kvalitet u oblasti građevinarstva (autor)	99
Tabela 5.16. Fuzzy težine podkriterijuma grupe kvalitet (autor).....	99
Tabela 5.17. Vrednosti nakon prvog koraka fuzzy AHP za podkriterijume grupe kvalitet (autor)	100
Tabela 5.18. Vrednosti nakon drugog koraka fuzzy AHP podkriterijuma grupe kvalitet (autor)	100
Tabela 5.19. Defazifikacija vrednosti podkriterijuma grupe kvalitet (autor)	101
Tabela 5.20. Ocenjivanje podkriterijuma komunikacije i poslovanje u oblasti građevinarstva (autor)	101
Tabela 5.21. Fuzzy težine za podkriterijume grupe komunikacije i poslovanje u građevinarstvu (autor)	102
Tabela 5.22. Vrednosti dobijene nakon prvog koraka fuzzy AHP za podkriterijume grupe komunikacije i poslovanje (autor).....	102

Tabela 5.23. Vrednosti dobijene nakon drugog koraka fuzzy AHP podkriterijuma grupe komunikacije i poslovanje (autor)	102
Tabela 5.24. Defazifikacija vrednosti podkriterijuma komunikacije i poslovanje (autor)	103
Tabela 5.25. Konačan rang kriterijuma i podkriterijuma u oblasti građevinarstva (Stević i dr., 2017a)	103
Tabela 5.26. Ocenjivanje kriterijuma u oblasti proizvodnje predizolovanih cevi (autor)	105
Tabela 5.27. Konačan rang u oblasti proizvodnje predizolovanih cevi (autor)	106
Tabela 5.28. Ocenjivanje kriterijuma u oblasti proizvodnje nameštaja (autor)	108
Tabela 5.29. Konačan rang kriterijuma i podkriterijuma u oblasti proizvodnje nameštaja (autor)	109
Tabela 5.30. Ocenjivanje kriterijuma u oblasti proizvodnje PVC stolarije (autor)	111
Tabela 5.31. Konačan rang kriterijuma i podkriterijuma u oblasti proizvodnje PVC stolarije (autor)	112
Tabela 5.32. Ocenjivanje kriterijuma u oblasti proizvodnje plastičnih kesa i folija (autor)	113
Tabela 5.33. Fuzzy težine kriterijuma u oblasti proizvodnje plastičnih kesa i folija (autor)	113
Tabela 5.34. Vrednosti dobijene nakon prvog koraka (autor)	114
Tabela 5.35. Vrednosti dobijene nakon drugog koraka (autor)	114
Tabela 5.36. Defazifikacija vrednosti kriterijuma u oblasti proizvodnje plastičnih kesa i folija (autor)	115
Tabela 5.37. Konačan rang kriterijuma i podkriterijuma u oblasti proizvodnje plastičnih kesa i folija (autor)	115
Tabela 5.38. Ocenjivanje kriterijuma u oblasti proizvodnje žice (autor)	116
Tabela 5.39. Konačan rang kriterijuma i podkriterijuma u oblasti proizvodnje žice (autor)	117
Tabela 5.40. Težinske vrednosti svih kriterijuma primenom Fuzzy AHP i G'AHP (Stević i dr., 2017c)	121
Tabela 5.41. Ocenjivanje kriterijuma u oblasti automobilske industrije (autor)	122
Tabela 5.42. Konačan rang kriterijuma i podkriterijuma u oblasti automobilske industrije (autor)	123
Tabela 5.43. Rezultati primenom tri različite metode (Fazlollahtabar i dr., 2017)	126
Tabela 5.44. Poređenje kriterijuma u poljoprivrednoj oblasti (autor)	127
Tabela 5.45. Fuzzy težine za kriterijume u poljoprivrednoj oblasti (Stević, 2017)	127
Tabela 5.46. Defazifikacija vrednosti kriterijuma u poljoprivrednoj oblasti (Stević, 2017)	128
Tabela 5.47. Konačne težine svih kriterijuma i podkriterijuma u oblasti poljoprivrede (Stević, 2017)	129
Tabela 5.48. Ocenjivanje kriterijuma u okviru oblasti ostalo (autor)	130
Tabela 5.49. Konačni rezultati i težine svih kriterijuma i podkriterijuma u oblasti ostalo (autor)	130
Tabela 5.50. Ocenjivanje kriterijuma u okviru oblasti ekspertske vrednovanje (autor)	132
Tabela 5.51. Konačne težine svih kriterijuma i podkriterijuma u oblasti ekspertske vrednovanja (autor)	133
Tabela 5.52. Prosečne vrednosti svih kriterijuma u svim oblastima vrednovanja (autor)	135
Tabela 6.1. Grupna matrica poređenja (autor)	144
Tabela 6.2. Otežana normalizovana gruba matrica sa PIS i NIS (autor)	144
Tabela 6.3. Relativne bliskosti alternativa i njihov rang (autor)	144

Tabela 6.4. Poređenje devet kriterijuma od strane tri donosioca odluke u kompaniji za proizvodnju plastičnih kesa i folija (autor)	146
Tabela 6.5. Vrednosti kriterijuma primenom geometrijske sredine i posle prvog koraka (autor)	147
Tabela 6.6. Ocenjivanje dobavljača na osnovu lingvističke skale (autor).....	147
Tabela 6.7. Elementi prosečne matrice odlučivanja i prosečna matrica rešenja (autor)	148
Tabela 6.8. Konačni rezultati i rang dobavljača (autor).....	148
Tabela 6.9. Ekspertsko poređenje kriterijuma evaluacije (Stević i dr., 2017).....	152
Tabela 6.10. Crisp vrednosti vektora R_i^{crisp} i C_i^{crisp} (Stević i dr., 2017)	155
Tabela 6.11. Grube vrednosti vektora $RN(R_i)$ i $RN(C_i)$ (Stević i dr., 2017)	156
Tabela 6.12. Ocene alternativa prema kriterijumima od strane sedam eksperata (Stević i dr., 2017) .	158
Tabela 6.13. Grupna gruba matrica (Stević i dr., 2017).....	159
Tabela 6.14. Vrednosti pozitivnog rastojanja od prosečnog rešenja (Stević i dr., 2017).....	160
Tabela 6.15. Vrednosti negativnog rastojanja od prosečnog rešenja (Stević i dr., 2017)	160
Tabela 6.16. Otežana matrica VP_i za pozitivno rastojanje (Stević i dr., 2017).....	161
Tabela 6.17. Otežana matrica VN_i za negativno rastojanje (Stević i dr., 2017).....	161
Tabela 6.18. Rezultati i rangiranje alternativa (Stević i dr., 2017).....	162
Tabela 7.1. Poređenje kriterijuma od strane eksperata (Stević i dr., 2017).....	170
Tabela 7.2. Grupna gruba matrica (Stević i dr., 2017).....	171
Tabela 7.3. Uporedna analiza rangova primenom različitih pristupa (Stević i dr., 2017).....	173
Tabela 7.4. Korelacija rangova testiranih modela (Stević i dr., 2017).....	176
Tabela P.I.1. Ocenjivanje podkriterijuma grupe finansije u oblasti proizvodnje preizolovanih cevi ..	200
Tabela P.I.2. Ocenjivanje podkriterijuma grupe logistika u oblasti proizvodnje preizolovanih cevi ..	200
Tabela P.I.3. Ocenjivanje podkriterijuma grupe kvalitet u oblasti proizvodnje preizolovanih cevi	201
Tabela P.I.4. Ocenjivanje podkriterijuma grupe komunikacije i poslovanje u oblasti proizvodnje preizolovanih cevi	201
Tabela P.I.5. Ocenjivanje podkriterijuma grupe finansije u oblasti proizvodnje nameštaja	202
Tabela P.I.6. Ocenjivanje podkriterijuma grupe logistika u oblasti proizvodnje nameštaja	202
Tabela P.I.7. Ocenjivanje podkriterijuma grupe kvalitet u oblasti proizvodnje nameštaja	203
Tabela P.I.8. Ocenjivanje podkriterijuma grupe komunikacije i poslovanje u oblasti proizvodnje nameštaja	203
Tabela P.I.9. Ocenjivanje podkriterijuma grupe finansije u oblasti proizvodnje PVC stolarije	204
Tabela P.I.10. Ocenjivanje podkriterijuma grupe logistika u oblasti proizvodnje PVC stolarije.....	204
Tabela P.I.11. Ocenjivanje podkriterijuma grupe kvalitet u oblasti proizvodnje PVC stolarije.....	204
Tabela P.I.12. Ocenjivanje podkriterijuma grupe komunikacije i poslovanje u oblasti proizvodnje PVC stolarije	205
Tabela P.I.13. Ocenjivanje podkriterijuma grupe finansije u oblasti proizvodnje plastičnih kesa i folija	205
Tabela P.I.14. Ocenjivanje podkriterijuma grupe logistika u oblasti proizvodnje plastičnih kesa i folija	205

Tabela P.I.15. Ocenjivanje podkriterijuma grupe kvalitet u oblasti proizvodnje plastičnih kesa i folija	206
Tabela P.I.16. Ocenjivanje podkriterijuma grupe komunikacija i poslovanje u oblasti proizvodnje plastičnih kesa i folija.....	206
Tabela P.I.17. Ocenjivanje podkriterijuma grupe finansije u oblasti proizvodnje žice	206
Tabela P.I.18. Ocenjivanje podkriterijuma grupe logistika u oblasti proizvodnje žice	207
Tabela P.I.19. Ocenjivanje podkriterijuma grupe kvalitet u oblasti proizvodnje žice	207
Tabela P.I.20. Ocenjivanje podkriterijuma grupe komunikacije i poslovanje u oblasti proizvodnje žice	207
Tabela P.I.21. Ocenjivanje podkriterijuma grupe finansije u oblasti automobilske industrije.....	208
Tabela P.I.22. Ocenjivanje podkriterijuma grupe logistika u oblasti automobilske industrije.....	208
Tabela P.I.23. Ocenjivanje podkriterijuma grupe kvalitet u oblasti automobilske industrije.....	208
Tabela P.I.24. Ocenjivanje podkriterijuma grupe komunikacije i poslovanje u oblasti automobilske industrije.....	209
Tabela P.I.25. Ocenjivanje podkriterijuma grupe logistika u poljoprivrednoj oblasti	209
Tabela P.I.26. Ocenjivanje podkriterijuma grupe kvalitet u poljoprivrednoj oblasti.....	209
Tabela P.I.27. Ocenjivanje podkriterijuma grupe komunikacije i poslovanje u poljoprivrednoj oblasti	210
Tabela P.I.28. Ocenjivanje podkriterijuma grupe finansije u oblasti ostalo.....	210
Tabela P.I.29. Ocenjivanje podkriterijuma grupe logistika u oblasti ostalo.....	210
Tabela P.I.30. Ocenjivanje podkriterijuma grupe kvalitet u oblasti ostalo	211
Tabela P.I.31. Ocenjivanje podkriterijuma grupe komunikacije i poslovanje u oblasti ostalo.....	211
Tabela P.I.32. Ocenjivanje podkriterijuma grupe finansije u oblasti ekspertsko vrednovanje.....	211
Tabela P.I.33. Ocenjivanje podkriterijuma grupe logistika u oblasti ekspertsko vrednovanje.....	212
Tabela P.I.34. Ocenjivanje podkriterijuma grupe kvalitet u oblasti ekspertsko vrednovanje	213
Tabela P.I.35. Ocenjivanje podkriterijuma grupe komunikacije i poslovanje u oblasti ekspertsko vrednovanje	214

SPISAK SKRAĆENICA

Skraćenica	Pun naziv i značenje
SCM	Supply Chain Management – upravljanje lancem snabdevanja
MCGP	Multi-Choice Goal Programming
SAW	Simple Additive Weighting-Metoda jednostavnih aditivnih težina
AHP	Analytic Hierarchy Process- Analitičko Hijerarhijski Proces
ANP	Analytic Network Process- Analitičko Mrežni Proces
TOPSIS	Technique for Ordering Preference by Similarity to Ideal Solution
PROMETHEE	Preference Ranking Organisation Method for Enrichment Evaluations
ELECTRE	ELimination and Choice Expressing Reality
COPRAS	COmplex PROportional Assessment
VIKOR	VIsekriterijumska optimizacija i KOmpromisno Resenje
MOORA	Multi-Objective Optimization on the basis of Ratio Analysis
MULTIMOORA	Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis plus Full Multiplicative Form
ARAS	Additive Ratio Assessment
MABAC	Multi-Attributive Border Approximation area Comparison
EDAS	Evaluation Based on Distance from Average Solution
MAIRCA	MultiAttributive Ideal-Real Comparative Analysis
CODAS	COmbinative DIstance-based Assessment
DEMATEL	DEcision MAKing TRIal and Evaluation Laboratory
QFD	Quality Function Deployment
GIS	Geographic Information System - Geografski informacioni sistem
DEA	Data Envelopment Analysis
MSGP	Multi-Segment Goal Programming
SCC	Spearman coefficient correlation - Spirmanov koeficijent korelacije
RN - GB	Rough Number - Grubi Broj
BWM	Best Worst Method
SWARA	Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis
VKO	Višekriterijumsko odlučivanje
WASPAS	Weighted Aggregated Sum Product Assessment
TFN	Triangular Fuzzy Number, Trapezoid Fuzzy Number - trougaoni i trapezoidni fuzzy broj
CR	Consistency Ratio - Stepen konzistentnosti
CI	Consistency Index - Indeks konzistentnosti
RI	Random Index - Slučajni indeks
DO	Donosilac odluke
PIS	Positive Ideal Solution - pozitivno idealno rešenje
NIS	Negative Ideal Solution - negativno idealno rešenje
CERD	Cause-and-Effect Relationship Diagram - dijagram uzročno-posledičnih odnosa
GAO	Granična Aproksimativna Oblast
PDA	Positive Distances (PDA) from the Average solution
NDA	Negative Distances (NDA) from the Average solution
PVC	Polyvinyl Chloride
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats - Snaga, Slabosti, Mogućnosti, pretnje

REZIME

“Mudrost počinja željom za znanjem”

Ibn Gabirol

Lanac snabdevanja predstavlja veoma kompleksan sistem u koji je uključen veliki broj učesnika. Cilj kompletnog lanca snabdevanja predstavlja nalaženje optimuma sa aspekta svih koji u njemu učestvuju, što nije nimalo jednostavan zadatak. Da bi se mogao postići sveukupni optimum i zadovoljstvo svih učesnika, neophodno je u njegovoj početnoj fazi izvršiti adekvatno vrednovanje i izbor dobavljača. Proces donošenja odluka zahteva prethodno definisanje i ispunjavanje određenih faktora, naročito kada su u pitanju kompleksne oblasti kao što je upravljanje lancem snabdevanja. Jedna od najbitnijih stavki u početnoj fazi lanca snabdevanja, koja itekako utiče na njegov dalji tok, jeste donošenje odluke o najpovoljnijem dobavljaču. U ovom radu predložen je model za vrednovanje i izbor dobavljača koji je razmatran u više od deset različitih proizvodnih oblasti. Model se sastoji od dvadeset kvantitavnih i kvalitativnih kriterijuma koji su primenom fuzzy AHP (Analitičko Hijerarhijski Proces) metode, a na osnovu ocenjivanja menadžera proizvodnih kompanija smanjeni na ukupno devet. Početni model od dvadeset kriterijuma formiran je na osnovu detaljnog pregleda literature i direktnog razgovora sa rukovodiocima na poslovima vezanim za dobavljače. Nakon razvoja modela izvršena je verifikacija istog kroz praktične primere. Verifikacija datog modela predstavljena je kroz vrednovanje i izbor dobavljača u tri kompanije koje se bave različitom delatnošću. U kompaniji za proizvodnju nameštaja primenjena je kombinacija Grube AHP i Grube TOPSIS (Technique for Ordering Preference by Similarity to Ideal Solution) metode. U kompaniji za proizvodnju plastičnih kesa i folija, za određivanje značaja kriterijuma primenjuje se fuzzy AHP metoda, a za vrednovanje i izbor dobavljača fuzzy EDAS (Evaluation based on Distance from Average Solution) metoda. Treći praktičan primer kroz koji je razvijeni model verifikovan predstavlja građevinsku kompaniju. U datoj kompaniji izvršen je izbor dobavljača na osnovu novog pristupa u oblasti višekriterijumskog odlučivanja. Težinski koeficijenti kriterijuma određeni su primenom DEMATEL (Decision Making Trial and Evaluation Laboratory) metode zasnovane na grubim brojevima. Vrednovanje i izbor dobavljača izvršen je primenom nove Grube EDAS metode koja predstavlja jednu od novijih metoda u ovoj oblasti. Nakon verifikacije modela kroz navedene primere izvršena je analiza osetljivosti i diskusija za svaki primer pojedinačno. U kompaniji za proizvodnju nameštaja analiza osetljivosti podrazumeva primenu sledećih integrisanih pristupa: fuzzy AHP - TOPSIS pristup i fuzzy AHP - fuzzy TOPSIS pristup u kojima se dokazuje stabilnost dobijenih rezultata. Kada je u pitanju kompanija za proizvodnju plastičnih kesa i folija dobijeni rezultati su razmatrani kroz analizu osetljivosti u kojoj je formirano ukupno 15 različitih scenarija i gde je utvrđena stabilnost modela, jer dobavljač br. jedan u svim slučajevima predstavlja najbolje rešenje. Formirani scenariji predstavljaju promenu značaja kriterijuma. Kada je u pitanju građevinska kompanija kako bi se utvrdila stabilnost modela i primenjivost predložene grube EDAS metode u radu je takođe izvršeno proširenje COPRAS (COMplex PROportional Assessment) metode grubim brojevima i

prikazani su rezultati uporedne analize. Pored novih pristupa zasnovanih na proširenju grubim brojevima dobijeni rezultati su upoređeni i sa Grubim MABAC (MultiAttributive Border Approximation area Comparison) i Grubom MAIRCA (MultiAttributive Ideal-Real Comparative Analysis). Pored toga, u analizi osjetljivosti formirano je ukupno 18 različitih scenarija u kojima kriterijumi menjaju svoju prvobitnu vrednost. Na kraju analize osjetljivosti izvršen je SKK (Spearmanov koeficijent korelacije) dobijenih rangova koji potvrđuje primenljivost svih predloženih pristupa. Uz određenu modifikaciju razvijeni integrisani model bi mogao biti primenjen u skoro svim proizvodnim oblastima, bez obzira na tržište na kojem proizvođači i dobavljači egzistiraju. U svom izvornom obliku preporučljiv je za tržišta zemalja u razvoju, jer u okviru istog postoje kriterijumi koji su karakteristični za navedena tržišta što u suštini predstavlja jedno od ograničenja ovog modela. Fleksibilnost modela se ogleda u tome što se njegova verifikacija može sprovesti integracijom bilo kojih metoda višekriterijumskog odlučivanja. Pored doprinosa koji se ogleda u primenljivosti razvijenog modela u različitim lancima snabdevanja, veliki doprinos ovog rada je razvoj novih pristupa u oblasti višekriterijumskog odlučivanja koji može biti primenjen u svim lancima snabdevanja, naročito u procesima u kojima vladaju neizvesnosti i nejasnoće što je detaljno objašnjeno kroz rad.

ABSTRACT

*„Znanje je otrov koji u velikim količinama leči, a u malim ubija“
Jehudi Menjuhin*

Supply chain presents a very complex system involving a large number of participants. The aim of the complete supply chain is finding an optimum from the aspect of all participants, which is a rather complex task. In order to ensure optimum satisfaction for all participants, it is necessary that the beginning phase consists of correct evaluations and supplier selection. A decision-making process requires a prior definition and fulfillment of certain factors, especially when it refers to complex fields such as supply chain management. One of the most important items in the initial stage of a supply chain, which strongly influences its further flow, is making a decision on the most suitable supplier. In this paper, a model for evaluation and supplier selection has been proposed, which has been considered in more than ten different production areas. The model consists of twenty quantitative and qualitative criteria which are reduced to a total of nine by the application of the fuzzy AHP (Analytic Hierarchy Process) method and the assessment of managers in production companies. The initial model of twenty criteria was formed on the basis of a detailed overview of literature and direct interviews with executives in field of supply chain. After the development of the model, it was verified through practical examples. The verification of the given model is presented through the evaluation and supplier selection in three companies that deal with different activities. In the furniture manufacturing company, a combination of Rough AHP and Rough TOPSIS (Technique for Ordering Preference by Similarity to Ideal Solution) was applied. In company for the production of plastic bags and foils, the fuzzy AHP method has been used to determine the significance of the criteria, and the fuzzy EDAS (Evaluation based on Distance from Average Solution) to evaluate and select suppliers. And the third practical example through which the developed model is verified is the construction company. In the given company a supplier selection was made based on the new approach in the field of multi-criteria decision making. Weight coefficients were obtained by DEMATEL (Decision Making Trial and Evaluation Laboratory) method, based on the rough numbers. Evaluation and the supplier selection were made on the basis of a new Rough EDAS method, which presents one of the latest methods in this field. After verification of the model through the above examples, the sensitivity analysis and discussion were conducted for each case individually. In the furniture manufacturing company, the sensitivity analysis implies the application of the following integrated approaches: the fuzzy AHP - TOPSIS approach and the fuzzy AHP - fuzzy TOPSIS approach in which the stability of the obtained results is demonstrated. In company for the production of plastic bags and foils the obtained results have been considered throughout a sensitivity analysis in which a total of 15 different scenarios have been formed and where the stability of the model has been determined, since the supplier one is the best solution in all the cases. The established scenarios represent a change in the weights of the criteria. In construction company in order to determine the stability of the model and the applicability of the proposed Rough EDAS method, an

extension of the COPRAS (COmplex PROportional Assessment) method by rough numbers was also performed in this study, and the findings of the comparative analysis were presented. Besides the new approaches based on the extension by rough numbers, the results are also compared with the Rough MABAC (MultiAttributive Border Approximation area Comparison) and Rough MAIRCA (MultiAttributive Ideal-Real Comparative Analysis). In addition, in the sensitivity analysis, 18 different scenarios were formed, the ones in which criteria change their original values. At the end of the sensitivity analysis, SCC (Spearman Correlation Coefficient) of the obtained ranges was carried out, confirming the applicability of the proposed approaches. With certain modifications, developed integrated model could be applied to almost all production activities, regardless of the marketplace where the producers and suppliers exist. In its original form it is recommended for the markets of developing countries, because within it there are criteria that are specific for those markets, which represents one of the limitations of this model. In addition, the flexibility of the model is reflected in the fact that its verification can be carried out by integrating any of the multi-criteria decision-making methods. In addition to the contribution reflected in the applicability of the developed model in various supply chains, the great contribution of this paper is the development of new approaches in the field of multi-criteria decision making that can be applied in all supply chains, especially in processes that are subject to uncertainty and vagueness, which is explained in detail through the work.

1. UVODNA RAZMATRANJA

*„Koreni učenja su gorki, a plodovi slatki“
Aristotel*

Prema Gunasekaran i Ngai, (2004) upravljanje lancem snabdevanja (SCM) je globalna strategija u 21. veku za postizanje konkurentske prednosti, stoga nabavna logistika danas igra veoma važnu ulogu u lancu snabdevanja i njenom optimizacijom postiže se značajan efekat na celokupni logistički sistem. Koncept lanca snabdevanja se vremenom menja, ali u suštini zadržava svoj izvorni oblik (Slika 1.1 i 1.2), dobija sve više na značaju, pa tokom prve decenije ovog veka prema Petrović i dr., (2008) upravljanje i kontrola lancem snabdevanja predstavljaju strateški fokus vodećih proizvodnih kompanija. To je prouzrokovano veoma brzim promenama okruženja u kojim kompanije funkcionišu, globalizacijom tržišta i veoma visokim zahtevima korisnika kojima visok kvalitet proizvoda i usluge postaje prioritet. U današnjim lancima snabdevanja u kojima nabavka kao podsistem i izbor adekvatnog dobavljača kao najvažniji proces u podsistemu nabavke predstavljaju pitanje od strateškog značaja za funkcionisanje proizvodnih, a i drugih kompanija, cilj je modelirati lanac snabdevanja na takav način koji će obezbediti profitabilne izlaze za sve delove lanca snabdevanja i njegove učesnike.

Posmatrajući jednu od definicija lanca snabdevanja, koji prema Monczka i dr., (2015) predstavlja skup tri ili više organizacija koje su direktno povezane sa jednim ili više tokova proizvoda, usluga, finansija i informacionih tokova od izvora do krajnjeg korisnika, u savremenim lancima snabdevanja veoma često potrebno je izvršiti koordinaciju aktivnosti i tokova u onoj meri koja prevalizali trenutne granice. Prema istim autorima upravljanje lancem snabdevanja podrazumeva proaktivno upravljanje, gde se poslovni rezultati ne očekuju, nego se njima upravlja.

Upravljanje lancem snabdevanja ima ogroman uticaj na kvalitet proizvoda i usluga, što prema Bal i Demirhan (2013), povećava značaj odnosa između nabavke, eksternih dobavljača i kvaliteta. Sa povećanjem značaja ovih odnosa teži se izvršavanju optimizacije lanca snabdevanja koja prema Lysons i Farrington, (2006) ima za cilj da uspešno kontroliše različite elemente unutar lanca, pod kojim se podrazumevaju učesnici, njihovi međusobni kontakti i odnosi, ali i način organizacije određenih internih aktivnosti. Iako postoji veći broj ciljeva koji se želi postići optimizacijom lanca snabdevanja, mogu se prema istim autorima izdvojiti dva osnovna cilja koja su sinhronizacija svih učesnika i aktivnosti koji dodaju vrednost u proizvodnji ili distribuciji i eliminacija onih aktivnosti koji ne stvaraju ili ne podržavaju stvaranje vrednosti. Koliki je u suštini značaj lanca snabdevanja može se uočiti iz velikog broja publikacija i konstantnog istraživanja velikog broja autora. Oni pokušavaju da njegov koncept što više približe realnim uslovima okruženja u kojima kompanije posluju i definišu ga na takav način da se izvrši objedinjavanje svih učesnika, aktivnosti, procesa, ljudskih resursa koji učestvuju u njemu. Osnovni cilj je optimizacija troškova, povećanje nivoa pružene usluge i povećanje kvaliteta proizvoda. Različiti autori kroz različita vremenska

razdoblja definišu lanac snabdevanja, stoga u nastavku (tabela 1.1) sledi hronološki prikaz njegovog definisanja.

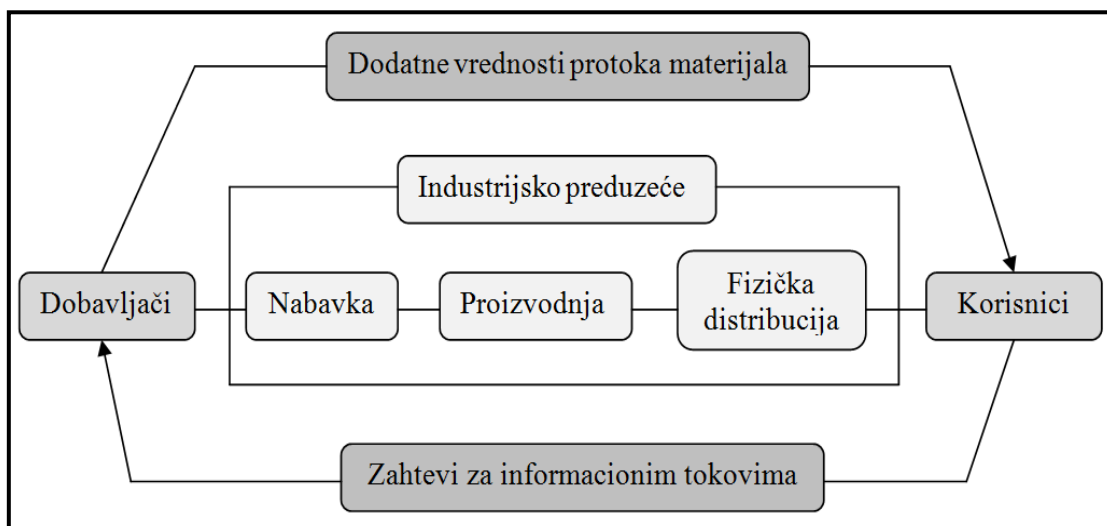
Tabela 1.1. Hronološki prikaz definisanja lanca snabdevanja (autor)

Autor(i)	Definicija
Stevens (1989)	Lanac snabdevanja predstavlja sistem koji čine niz aktivnosti u planiranju, koordinaciji i kontroli materijala, komponenti i gotovih proizvoda od dobavljača do potrošača.
Lee i Billington, (1992)	Lanac snabdevanja predstavlja lanac vrednosti tokom procesa promene sirovog materijala do gotovog proizvoda za tržište kojeg čine sposobnost za proizvodnjom, distribucijom, generisanjem usluga i obezbeđenjem dodatnih aktivnosti.
Christopher, (1994)	Lanac snabdevanja predstavlja mrežu organizacija koje su povezane dvosmernim vezama, različitim procesima i aktivnostima koje stvaraju vrednost u obliku proizvoda i usluga za krajnjeg korisnika.
Chow i dr., (1994)	Lanac snabdevanja obuhvata sve kompanije koje učestvuju u proizvodnji/preradi, prodaji i distribuciji proizvoda od izvorišta sirovina do krajnjih korisnika.
Stewart, (1995)	Lanac snabdevanja se sastoji iz onih logističkih i informacionih elemenata koji su prožeti agregiranim zahtevima tržišta sa jedne strane i isporukom određenog proizvoda/usluge korisniku sa druge strane.
Thomas i Griffin, (1996)	Upravljanje lancem snabdevanja definiše kao upravljanje materijalnim i informacionim tokovima unutar i između objekata, kao što su trgovački, proizvodni i montažni objekti i distributivni centri.
Beamon, (1998)	Lanac snabdevanja definiše se kao integrisani proces u kome se nalaze brojni različiti poslovni entiteti (dobavljači, proizvođači, distributeri i trgovci) koji rade zajedno sa ciljem da: nabavljaju sirovine, pretvaraju sirovine u određene gotove proizvode, isporučuju gotove proizvode trgovcima.
Lummus i Vokurka, (1999)	Lanac snabdevanja može se definisati kroz sve aktivnosti koje se odnose na isporuku proizvoda do korisnika, a u njih spadaju: snabdevanje sirovinama i delovima, proizvodnja i montaža, skladištenje i praćenje zaliha, unos narudžbina i upravljanje realizacijom narudžbine, distribucija duž svih kanala, isporuka korisnicima, kao i informacioni sistemi koji su neophodni za praćenje svih ovih aktivnosti.
Simchi-Levi i dr., (1999)	Upravljanje lancem snabdevanja predstavlja niz pristupa koji se koriste za efikasno integrisanje dobavljača, proizvođača, skladišta i maloprodajnih objekata, tako da se roba proizvodi i distribuira u pravoj količini, na pravu lokaciju i u pravo vreme, sa ciljem da se minimiziraju troškovi u sistemu dok se zadovoljavaju zahtevi za opslugom.
Lambert i Cooper, (2000).	Upravljanje lancem snabdevanja definišu kao integraciju ključnih poslovnih procesa od krajnjeg korisnika do početnih dobavljača koji obezbeđuju proizvode, usluge i informacije koje dodaju vrednost za korisnike i ostale ulagače.
Mentzer i dr., (2001)	Da bi se izvršio cilj upravljanja lancem snabdevanja koji predstavlja sinhronizovanje zahteva korisnika sa tokom materijala od dobavljača potrebno je izvršiti balansiranje između onoga što se često vidi kao konfliktan

Autor(i)	Definicija
	cilj između visokog nivoa opsluge korisnika, niskog nivoa zaliha i niskih jediničnih troškova.
Min i Zhou, (2002)	Lanac snabdevanja posmatraju kao integrisani sistem koji sinhronizuje niz između zavisnih poslovnih procesa u cilju da se: nabavljaju sirovine i delovi, ove sirovine i delovi transformišu u gotove proizvode, dodaje vrednost ovim proizvodima, ovi proizvodi distribuiraju i promovišu bilo prodavcima bilo korisnicima, olakša razmena informacija između različitih poslovnih entiteta (kao što su dobavljači, proizvođači, distributeri, logistički davaoci usluga i maloprodaja)
Frazelle, (2002)	Lanac snabdevanja vidi kao mrežu objekata (skladišta, fabrika, terminala, luka, maloprodajnih objekata i domaćinstava), transportnih sredstava (drumskih transportnih sredstava, vozova, aviona i okeanskih plovila) i logističkih informacionih sistema koji su povezani preko dobavljačevih dobavljača i korisnikovih korisnika.
Hensher i Brewer, (2004)	Smatraju da upravljanje lancem snabdevanja obuhvata celokupan niz poslovnih i upravljačkih aktivnosti koje se koriste za pretvaranje ulaznih resursa u proizvode i usluge.
Blanchard, (2007)	Kada bismo hteli lanac snabdevanja opisati sa četiri reči, to bi bile: planiranje, nabavka, isporuka i povrat. Bitno je uočiti da upravljanje lancem snabdevanja integriše snabdevanja i obuhvata upravljanje unutar i preko preduzeća.
Olugu i Wong, (2009)	Lanac snabdevanja obuhvata globalnu mrežu dobavljača, preduzeća, skladišta, distribucionih centara i trgovina kroz koju se nabavljaju sirovine, transformišu i isporučuju korisnicima.
Christopher, (2010)	Lanac snabdevanja je mreža organizacija koje su uključene i povezane u oba smera u različitim procesima i aktivnostima koje proizvode vrednost u obliku proizvoda i usluga za krajnjeg korisnika.
(Monczka i dr., 2015)	Lanac snabdevanja predstavlja skup tri ili više organizacija koje su direktno povezane sa jednim ili više tokova proizvoda, usluga, finansija i informacionih tokova od izvora do krajnjeg korisnika.
Christopher, (2016)	Lanac snabdevanja se definiše kao obostrani odnosi sa dobavljačima i korisnicima u cilju obezbeđivanja veće i bolje vrednosti za korisnika uz što manje troškove kompletnog lanca snabdevanja.

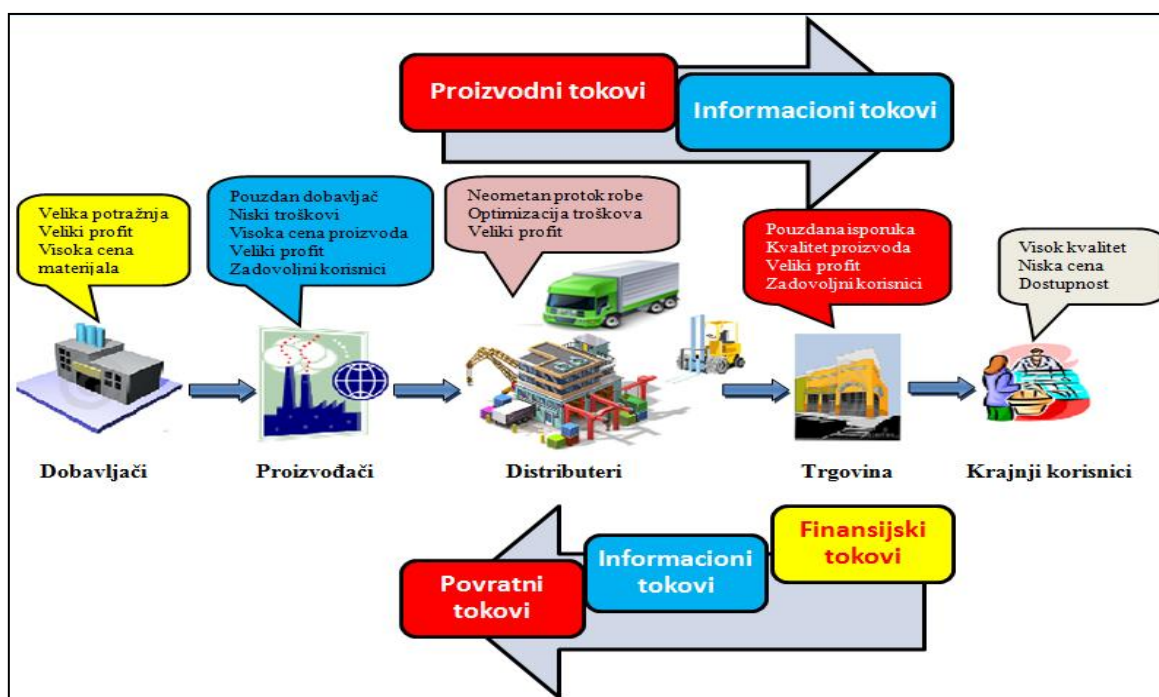
Iz tabele 1.1 se može zaključiti da upravljanje lancem snabdevanja nije suštinski menjalo svoj izvorni oblik i da se od perioda njegovog nastanka, odnosno perioda početka razmatranja lanca snabdevanja kao mogućeg bitnog faktora optimizacije poslovanja težilo što većoj integraciji aktivnosti u njemu, kako bi se osiguralo sigurno i bezbedno odvijanje robnih tokova. Osnovni učesnici i elementi u lancu snabdevanja u odnosu na vreme pojave njegovog koncepta i danas su skoro isti što se najbolje može videti sa naredne dve slike, s tim što se sve više pažnje posvećuje krajnjem korisniku usluge i zadovoljavanju njihovih zahteva i potreba. Da bi se navedeno moglo ispuniti s jedne strane, a s druge strane ostvariti dobit i efikasno izvršavati skup aktivnosti u lancu snabdevanja sa što manjim troškovima, potrebno je voditi

računa o načinu izbora dobavljača. Još 1990-ih godina organizacione sposobnosti su se dodatno poboljšale i prema Monczka i dr. (2015), menadžeri su počeli da shvataju da materijalni ulazi od dobavljača imaju veliki uticaj na njihovu sposobnost da odgovore na ispunjenje potreba korisnika. Iz tog razloga sve veći fokus se pridaje ponudi i dobavljačima kao bitnom faktoru za formiranje konačne cene proizvoda.



Slika 1.1. Šema lanca snabdevanja (Christopher, 1992)

Na slici 1.1 predstavljena je šema lanca snabdevanja i procesi koji pripadaju istom u samom početku njegovog nastanka. Sa slike se može uočiti da su osnovni procesi koji karakterišu lanac snabdevanja izbor dobavljača, podsistem nabavke, proizvodni proces, fizička distribucija i krajnji korisnici. Pored navedenih procesa za lanac snabdevanja su itekako bitni informacioni tokovi i dodatne vrednosti materijalnih tokova.



Slika 1.2. Šema savremenog lanca snabdevanja sa procesima i učesnicima (autor)

Na slici 1.2 dat je šematski prikaz savremenog lanca snabdevanja gde se trgovina pojavljuje kao veza između distributera i krajnjih korisnika. Osnovni učesnici u lancu snabdevanja danas su slični kao u početku njegovog razvoja, s tim što je godinama logistika dobila mnogo na značaju u lancu snabdevanja i danas, može se reći igra, ako ne ključnu, onda jednu od ključnih uloga pri efikasnom modeliranju istog. Razvojem lanca snabdevanja mnogo više pojedine aktivnosti u određenim njegovim delovima dobijaju bitnu ulogu i teži se konstantno njegovoj optimizaciji, iako to i nije jednostavno, jer u kompletnom lancu javljaju se određeni konflikti što je prikazano na slici 1.2. Potrebno je zadovoljiti potrebe svih učesnika u lancu snabdevanja na takav način da svi opažanjem pružene usluge ili kvaliteta proizvoda ispune svoja očekivanja i pritom da se ostvari željena dobit svih učesnika, osim naravno krajnjeg korisnika koji ima dugačiji cilj, a to je adekvatan proizvod i usluga. Za razliku od lanca snabdevanja u početku, danas isti mora biti prožet kako proizvodnim, tako informacionim tokovima koji se kreću u oba smera u upravljanju lancem snabdevanja, dok se finansijski tokovi kreću u smeru od krajnjeg korisnika. Svi ovi tokovi su itekako bitni za sve učesnike do krajnjeg potrošača kada se lanac snabdevanja kreće u smeru ka krajnjem potrošaču. Takođe istu važnost imaju za sve učesnike do proizvođača kada se lanac kreće u obrnutom smeru od potrošača do proizvođača. Ovo se dešava u četvrtoj fazi logistike kada upotrebljeni proizvod ili ambalaža dolaze do proizvođača za uključanje u ponovni proces proizvodnje ili zbog ostvarivanja nekog od drugih kanala povratne logistike. Kako je svrha postojanja lanca snabdevanja zadovoljenje potreba i zahteva korisnika, u suštini cilj savremenog lanca snabdevanja jeste integracija svih mogućih aktivnosti i procesa koje trebaju doneti veću vrednost za krajnjeg korisnika. Neizostavan proces u današnjem upravljanju lancem snabdevanja je kontrola velikog broja aktivnosti koji se izvršavaju u istom. Sa globalizacijom koja postala trend javljaju se veće i drugačije potrebe, samim tim povećava se i broj aktivnosti koje je potrebno izvršavati tokom odvijanja lanca snabdevanja. Kompanije su primorane u cilju efikasnog poslovanja da se posvete samo ključnim aktivnostima, dok ostale manje važne aktivnosti usmeravaju na druge kompanije koje mogu da ih izvrše kvalitetnije, brže i jeftinije. U prethodnom navedenom ogleda se značaj distributera koji preuzimaju ulogu logističkog provajdera i vrše logistički outsourcing za druge kompanije. Ovakav način upravljanja lancem snabdevanja dovodi do povećanja ne samo aktivnosti, nego i učesnika i ljudskih resursa koji ostavljaju dvostran efekat na lanac snabdevanja. Ovakvim konceptom smanjuju se troškovi, teži se povećanju kvaliteta proizvoda i izvršenih usluga kako bi se dobio zadovoljan korisnik s jedne strane, dok s druge strane mogućnost kontrole nad celokupnim procesom se smanjuje, a povećava se rizik za mogućnošću prekida toka lanca snabdevanja. Da bi se moglo adekvatno upravljati ovakvim lancem snabdevanja potrebno je saradnju između učesnika podići na najviši mogući nivo, izgraditi poverenje među učesnicima i težiti što većoj preglednosti svih operacija. Na slici 1.2. takođe je dat prikaz osnovnih ciljeva različitih učesnika u lancu snabdevanja, gde se pouzdan dobavljač koji izvršava sve svoje ugovorne obaveze na adekvatan način i neometan tok robe mogu izdvojiti kao jedni od najvažnijih ciljeva od kojih umnogome može zavisiti i kompletan tok lanca snabdevanja i ostvarenja ciljeva njegovih učesnika. Kvalitet usluge u velikoj meri zavisi od vremena realizacije isporuke, a isporuka počinje dobavljačima, jer ako se roba isporuči u pravo vreme,

na pravo mesto, u pravom stanju, za pravog kupca postiže se zadovoljstvo krajnjih korisnika, koje se direktno odražava na sam kvalitet usluge.

U poslednjim decenijama, a naročito poslednjih godina vidljiva je promena u pogledu uloge nabavke u poslovnoj strategiji. Prema Knežević i dr., (2012) nabavka se tretira kao integrisana strateška poslovna funkcija koja ima za cilj da poveže sve ostalo, da omogući neometano izvođenje svih procesa i aktivnosti u kompaniji, kao i stvaranje veoma visoke dodatne vrednosti koja je utemeljena na odnosu sa dobavljačima.

Iz prethodnog može se zaključiti kolika je, u suštini, važnost nabavke, da će ona i dalje rasti i koliko se ona vremenom menja. Nabavka današnjice i budućnosti treba da se zasniva na internet tehnologijama, na povećanju ekološke svesti i delovanju u skladu s tim. Organizacije moraju izvršavati klasifikaciju svojih dobavljača, gde će oni koji budu davali kompletniju uslugu biti mnogo poželjniji u odnosu na druge.

U današnjim savremenim lancima snabdevanja adekvatan izbor dobavljača predstavlja pitanje od strateškog značaja za celokupno poslovanje kompanija i prema Liao i Kao, (2011) ključni strateški faktor. Značaj adekvatnog izbora dobavljača prepoznat je i početkom poslednje decenije prošlog veka kada Davis, (1993) ističe da je neuspeh dobavljača da ispune obećanja i očekivanja u vezi isporuke jedan od tri glavna izvora neizvesnosti koji opterećuju lanac snabdevanja. Kagnicioglu, (2006) smatra da je izbor dobavljača kritična aktivnost nabavke u upravljanju lancem snabdevanja zbog ključne uloge karakteristika dobavljača na cenu, kvalitet, isporuku i servis u ostvarivanju ciljeva lanca snabdevanja. Prema Gencer i Gurpinar, (2007) izbor dobavljača je početni korak aktivnosti u procesu stvaranja proizvoda i predstavlja ključni faktor za kompanije koje žele biti uspešne u današnjim strogim uslovima tržišta, dok prema Shen i Yu, (2013) efikasnost dobavljača je jedna od najvažnijih kompetencija za lanac snabdevanja. Uspeh kompletnog lanca snabdevanja, prema Jafarnejad i Salimi (2013), u velikoj meri zavisi od izbora dobavljača, dok autori Singhi dr., (2012) u svom radu ističu da je proces izbora dobavljača je jedan od najznačajnijih faktora koji ima direktan uticaj na performanse organizacije.

Prema Lasch i Janker, (2005) efikasno upravljanje dobavljačima koji počinje sa identifikacijom potencijalnih dobavljača od ključnog je značaja za uspešno upravljanje lancem snabdevanja. Ghodsypour i O'Brien, (2001) smatraju da pravilan izbor dobavljača značajno utiče na smanjenje troškova, koji prema Ghodsypour i O'Brien, (1998) predstavljaju i do 70 % cene proizvoda i povećanje konkurentnosti. Önüt i dr., (2009) potvrđuju navedeno i dopunjuju sa zadovoljstvom krajnjih korisnika.

Cavinato i dr. (2006), Pooler i dr. (2007) se bave ulogom nabavke u lancu snabdevanja. Oni su jasno naznačili da se uloga nabavke znatno promenila od 1970-ih i definišu još neke specifične ciljeve nabavke:

- dobiti najbolju nabavku - odgovarajući kvalitet uz minimalne troškove,
- platiti razumno niske cene uz pregovaranje i izvršavanje svih obaveza kompanije,
- razvijati zadovoljavajuće izvore snabdevanja i održavati dobre odnose sa njima,

- obezbediti optimalne performanse dobavljača, ponekad tražeći procese poboljšanja preko granica između trgovinskih partnera.

Tradicionalno poslovanje je podrazumevalo nekoliko dobavljača sirovinama, dok je danas situacija drugačija i prema Maslarić, (2014) kompanije se sve češće odlučuju za bližu saradnju samo sa jednim ili dva dobavljača pre svega iz razloga troškovne efektivnosti.

Politika odnosa i vrednovanja izvora nabavke ima strateški karakter za kompletan podsistem nabavke. Ovaj podsistem može efikasno izvršiti zadatke koji se odnose na snabdevanje kompanije, ukoliko odabere dobavljača ili dobavljače (manji broj) koji mogu zadovoljiti zahteve koji se postavljaju u podsistemu nabavke. Ti zahtevi se odnose na kvalitet, količinu, cenu, rokove isporuke robe i druge rokove, pouzdanost, fleksibilnost, kao i ostale ciljeve koje je potrebno ispuniti zadovoljavajući druge kriterijume koji su prikazani u nastavku rada i koji su utvrđeni pregledom literature i istraživanjem u privrednom sistemu.

Traženje dobavljača koji ispunjavaju prethodno iznete standarde je permanentan i primaran zadatak. U svrhu toga neophodno je kontinuirano prikupljati i obrađivati podatke o dobavljačima, s njima uspostavljati i održavati adekvatne veze, zatim potrebno je razrađivati i primenjivati metode za evaluaciju i rangiranje potencijalnih dobavljača.

Nakon što je nabavka upoznata sa potrebama sredstava za proizvodnju prema svim karakteristikama kao što je količina, vrsta, trenutne zalihe itd., ona dalje mora istražiti izvore nabavke, te izabrati najpovoljnijeg dobavljača.

U literaturi (Hofman 1999; Lukoszova 2004), postoje neki specifični pristupi pri izboru dobavljača, kao što su sledeći:

- naručilac ima obavezu da kupi što je moguće jeftinije (što znači da cena kao faktor ima najveći značaj)
- naručilac ima subjektivni pristup (na primer, naručilac nije stimulisan da se potruži da obezbedi najpovoljnije uslove nabavke),
- naručilac pregovara subjektivno (stavlja veći naglasak na ličnu korist nego na koristi kompanija).

Prema Hayes (2010) poželjni dobavljači treba da ispune određene uslove:

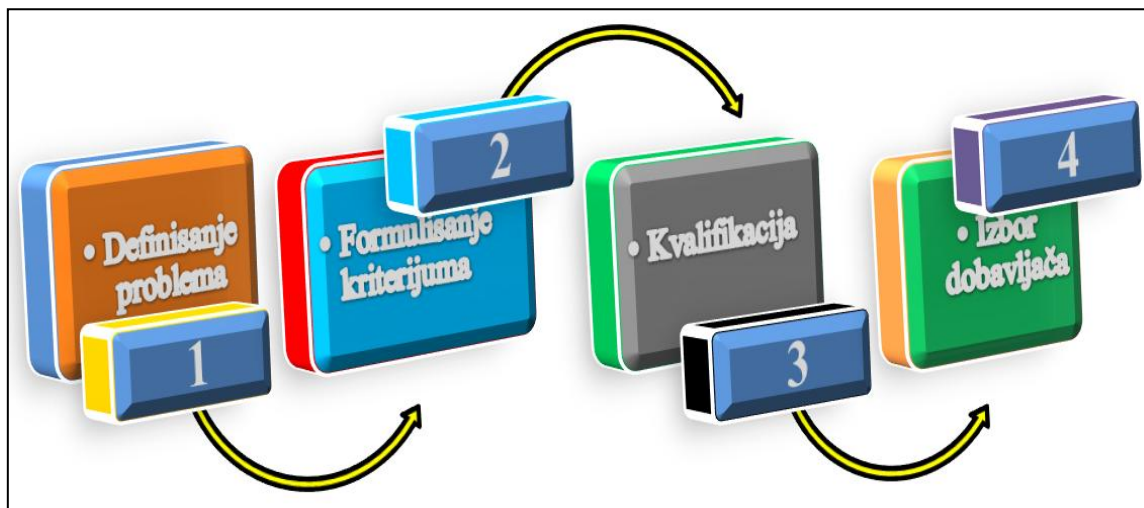
- da konzistentno obezbeđuju kvalitet proizvoda utvrđen od strane kupca,
- da nude proizvode po prihvatljivoj ceni,
- da ispunjavaju sve rokove,
- da pružaju iskoristivu podršku i servis,
- da pružaju informacije koje su korisne organizaciji koja vrši nabavku,
- da preuzimaju odgovornost za probleme kada se pojave i odgovara potrebama organizacije koju snabdeva,
- da informišu kupca o eventualnim problemima porudžbine ili isporuke,
- da uživaju stabilnu finansijsku poziciju,

- da uporedo budu zainteresovani za obezbeđenje vrednosti organizaciji koju snabdevaju bez narušavanja kvaliteta,
- da imaju sličan sistem vrednosti u pogledu etičkih normi u poslovanju,
- da daju naglasak na kvalitet,
- da zapošljavaju visoko motivisane ljude kako bi smanjili probleme prevelike fluktuacije radnika i štrajkove,
- da imaju iskrene interese da pomognu organizaciji koju snabdevaju da dostigne svoj cilj,
- da su pristupačni, što se najviše ogleda kroz jednostavnu komunikaciju.

Prema istom izvoru određivanje poželjnih dobavljača podrazumeva:

- komuniciranje sa potencijalnim dobavljačima i drugim licima koja su imala iskustva sa razmatranim dobavljačem,
- sopstveno istraživanje organizacije koja vrši nabavku,
- poseta dobavljaču,
- utvrđivanje reputacije dobavljača,
- procena dobavljača pre izbora.

De Boer i dr. (2001), su identifikovali četiri faze za izbor dobavljača koje su prikazane na slici 1.3.



Slika 1.3. Četiri faze izbora dobavljača (autor)

Na slici 1.3 je prikazan postupak izbora dobavljača kojeg su definisali navedeni autori i koji počinje definisanjem problema koji podrazumeva definisanje potrebnih elemenata za izvršenje procesa nabavke, zatim formulisanje kriterijuma koji su bitni kompaniji sa aspekta njenih trenutnih potreba i zahteva koji se postavljaju pred njom i na osnovu kojih će se vršiti vrednovanje potencijalnih dobavljača. Treća faza je kvalifikacija dobavljača na osnovu njihovih karakteristika koje poseduju, a prema formiranim kriterijumima u prethodnoj fazi. Na kraju, poslednja faza je izbor najpovoljnijeg dobavljača ili više njih u zavisnosti od kompanije koja vrši izbor.

U svakodnevnom poslovanju donošenje odluka koje će s jedne strane obezbediti uštedu troškova, a s druge strane zadovoljenje potreba korisnika svakako predstavlja izazov. Prema tome, veliku odgovornost pri modeliranju lanca snabdevanja koji uključuje navedeno imaju donosioci odluka. Njihov zadatak može se manifestovati kroz ostvarenje logističkog trougla, kojeg čine troškovi, vreme i kvalitet. Zadovoljavanje ovih potreba koje se postavljaju pred donosiocima odluka zahteva sistemski pristup koji se ogleda u smanjenju troškova u svim podsystemima logistike, skraćanju vremena potrebnih za izvršavanje određenih operacija, kao i ukupnog vremena potrebnog za realizaciju isporuke robe. Pored toga, mora se težiti povećanju kvaliteta samog proizvoda kako bi krajnji kupac bio zadovoljan i postao lojalan korisnik. Upravo iz navedenih razloga potrebno je u prvoj fazi logistike, tj. nabavnoj logistici izvršiti pravilno vrednovanje i izbor dobavljača koji umnogome može uticati na formiranje konačne cene proizvoda i na taj način ostvariti značajan efekat u kompletnom lancu snabdevanja. (Stević i dr., 2016).

Prethodno potvrđuju i Groznik i Maslarić, (2009) prema kojima je cilj upravljanja lancem snabdevanja obezbeđenje velike brzine protoka kvalitetnih i relevantnih informacija koje omogućavaju dobavljačima obezbeđenje neprekidnih tokova materijala za korisnike.

Navedeno je moguće postići ukoliko se vrednovanje izvršava na osnovu višekriterijumskog odlučivanja koje uključuje veliki broj kriterijuma i ekspertsku procenu njihovog relativnog značaja, jer jedna od glavnih karakteristika višekriterijumskog odlučivanja je da kriterijumi ne mogu imati jednaku važnost (Stević i dr., 2015).

LITERATURA

- [1] Bal, M., Demirhan, A., (2013). Using rough set theory for supply chain management process in business. *In Proceedings of the XI Balkan conference on operational research (BALCOR 2013), Belgrade-Zlatibor, Serbia* (pp. 367-374).
- [2] Beamon, B. M. (1998). Supply chain design and analysis: Models and methods. *International journal of production economics*, 55(3), 281-294.
- [3] Blanchard, D. (2007). Supply chains also work in reverse. *Industry Week*, 1, 48-49.
- [4] Cavinato, L. J.; Flynn, A. E.; Kauffman, R. G. (2006). *The Supply Management Handbook. 7th edition. McGraw-Hill.*
- [5] Chow, G., Heaver, T. D., & Henriksson, L. E. (1994). Logistics performance: definition and measurement. *International journal of physical distribution & logistics management*, 24(1), 17-28.
- [6] Christopher, M. (1992). *Logistics and supply chain management: strategies for reducing costs and improving services. Pitman, London.*
- [7] Christopher, M. (1994). *Logistics and supply chain management. Financial Times, Irwin Professional Publishing, New York*
- [8] Christopher, M. (2010). *Logistics and Supply Chain Management. (4th ed.). Prentice Hall*
- [9] Christopher, M. (2016). *Logistics & supply chain management. Pearson Higher Ed.*
- [10] Davis, T. (1993). Effective supply chain management. *Sloan management review*, 34(4), 35.
- [11] De Boer, L., Labro, E., & Morlacchi, P. (2001). A review of methods supporting supplier selection. *European journal of purchasing & supply management*, 7(2), 75-89.
- [12] Frazelle, E. (2002). *Supply chain strategy: the logistics of supply chain management. McGraw Hill.*
- [13] Gencer, C., & Gürpınar, D. (2007). Analytic network process in supplier selection: A case study in an electronic firm. *Applied mathematical modelling*, 31(11), 2475-2486.
- [14] Ghodspour, S. H., & O'brien, C. (2001). The total cost of logistics in supplier selection, under conditions of multiple sourcing, multiple criteria and capacity constraint. *International journal of production economics*, 73(1), 15-27.
- [15] Ghodspour, 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*, 56, 199-212.
- [16] Groznik, A., & Maslaric, M. (2009). Investigating The Impact Of Information Sharing In A Two-Level Supply Chain Using Business Process Modeling And Simulations: A Case Study. *In ECMS* (pp. 39-45).
- [17] Gunasekaran, A., & Ngai, E. W. (2004). Information systems in supply chain integration and management. *European Journal of Operational Research*, 159(2), 269-295.
- [18] Hayes, D. K. (2010). *Purchasing: A guide for hospitality professionals. Pearson Education India.*
- [19] Hensher, D. A., Brewer, A. M. (2004) *Transport and economics and management perspective. Oxford University Press*
- [20] Jafarnejad, A., & Salimi, M. (2013). Grey Topsis Method for Supplier Selection with Literature and Delphi Criteria in an Auto Company. *Academia Arena*, 5(12), 40-46.

- [21] Kagnicioglu, C. H. (2006). A fuzzy multiobjective programming approach for supplier selection in a supply chain. *The Business Review*, 6(1), 107-115.
- [22] Knezevic, B., Delic, M., & Lovric, S. (2012). Evaluation Of Suppliers As A Basis Of Strategic Procurement. *Business Logistics in Modern Management*, 12, 61-74.
- [23] Lambert, D. M., & Cooper, M. C. (2000). Issues in supply chain management. *Industrial marketing management*, 29(1), 65-83.
- [24] Lasch, R., & Janker, C. G. (2005). Supplier selection and controlling using multivariate analysis. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 35(6), 409-425.
- [25] Lee, H. L., & Billington, C. (1992). Managing supply chain inventory: pitfalls and opportunities. *Sloan management review*, 33(3), 65.
- [26] Liao, C. N., & Kao, H. P. (2011). An integrated fuzzy TOPSIS and MCGP approach to supplier selection in supply chain management. *Expert Systems with Applications*, 38(9), 10803-10811.
- [27] Lukoszová, X. (2004). Nákup a jeho řízení: učebnice pro ekonomické a obchodně podnikatelské fakulty. *Computer Press*.
- [28] Lummus, R. R., & Vokurka, R. J. (1999). Defining supply chain management: a historical perspective and practical guidelines. *Industrial Management & Data Systems*, 99(1), 11-17.
- [29] Lysons, K., & Farrington, B. (2006). Purchasing and supply chain management. *Pearson Education*.
- [30] Maslarić, M. (2014). Razvoj modela upravljanja logističkim rizicima u lancima snabdevanja. *Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, doktorska disertacija*
- [31] Mentzer, J. T., DeWitt, W., Keebler, J. S., Min, S., Nix, N. W., Smith, C. D., & Zacharia, Z. G. (2001). Defining supply chain management. *Journal of Business logistics*, 22(2), 1-25.
- [32] Min, H., & Zhou, G. (2002). Supply chain modeling: past, present and future. *Computers & industrial engineering*, 43(1), 231-249.
- [33] Monczka, R. M., Handfield, R. B., Giunipero, L. C., & Patterson, J. L. (2015). Purchasing and supply chain management. *Cengage Learning*.
- [34] Olugu, E. U., & Wong, K. Y. (2009). Supply Chain Performance Evaluation: Trends and Challenges 1.
- [35] Önüt, S., Kara, S.S., and Işık, E. (2009) "Long Term Supplier Selection Using a Combined Fuzzy MCDM Approach: A Case Study for a Telecommunication Company", *Expert Systems with Applications Vol. 36(2)*, 3887-3895.
- [36] Petrovic, D., Xie, Y., Burnham, K., & Petrovic, R. (2008). Coordinated control of distribution supply chains in the presence of fuzzy customer demand. *European Journal of Operational Research*, 185(1), 146-158.
- [37] Pooler, V. H., Pooler, D. J., & Farney, S. D. (2007). Global purchasing and supply management: Fulfill the vision. *Springer Science & Business Media*.
- [38] Shen, C. Y., & Yu, K. T. (2013). Strategic vender selection criteria. *Procedia Computer Science*, 17, 350-356.
- [39] Simchi-Levi, D., Simchi-Levi, E., & Kaminsky, P. (1999). Designing and managing the supply chain: Concepts, strategies, and cases. *New York: McGraw-Hill*.

- [40] Singh, R., Rajput, H., Chaturvedi, V., & Vimal, J. (2012). Supplier selection by technique of order preference by similarity to ideal solution (TOPSIS) method for automotive industry. *Int J Adv Technol Eng Res (IJATER)*, 2(2), 157-160.
- [41] Stevens, G. C. (1989). Integrating the supply chain. *International Journal of Physical Distribution & Materials Management*, 19(8), 3-8.
- [42] Stević, Ž., Tanackov, I., Vasiljević, M., Novarlić, B., & Stojić, G. (2016). An integrated fuzzy AHP and TOPSIS model for supplier evaluation. *Serbian Journal of Management*, 11(1), 15-27.
- [43] Stević, Ž., Vesković, S., Vasiljević, M., & Tepić, G. (2015). The selection of the logistics center location using AHP method. *University of Belgrade, Faculty of Transport and Traffic Engineering, LOGIC, Belgrade*, 86-91.
- [44] Stewart, G. (1995). Supply chain performance benchmarking study reveals keys to supply chain excellence. *Logistics Information Management*, 8(2), 38-44.
- [45] Thomas, D. J., & Griffin, P. M. (1996). Coordinated supply chain management. *European journal of operational research*, 94(1), 1-15.
- [46] Tomek, J., & Hofman, J. (1999). Moderní řízení nákupu podniku. *Management press*.

2. PREDMET I CILJEVI ISTRAŽIVANJA

*„Učenje je svetlost“
Latinska poslovice*

2.1. Domen istraživanja

Domen istraživanja doktorske disertacije predstavlja logistički podsistem nabavke sa svim aktivnostima i procesima koji se odvijaju u njemu, sa posebnim akcentom na kreiranje baze potencijalnih dobavljača, utvrđivanje poželjnih dobavljača, te izvršavanje njihove evaluacije na osnovu određenog broja kriterijuma koji su definisani i prikazani u nastavku rada. Dakle, domen istraživanja u okviru doktorske disertacije obuhvata prve dve faze logistike: nabavku i proizvodnju, koje svojim objedinjavanjem čine logistiku materijala. U prethodnom poglavlju uvodna razmatranja na slici 1.2 jasno su definisani elementi, faze, učesnici i ciljevi lanca snabdevanja. Ovde je bitno naglasiti da u domen istraživanja koje pokriva ovaj rad spadaju dobavljači i proizvođači, dok se drugi delovi lanca snabdevanja ne razmatraju direktno, nego samo kroz definisani predmet istraživanja.

2.2. Potreba i predmet istraživanja

Sa povećanjem broja stanovnika na planeti povećavaju se i zahtevi za materijalnim dobrima, koji generišu sve veće tokove u lancu snabdevanja. Kada se tome doda trend urbanizacije koji je postao naša svakodnevnica problem postaje još kompleksniji. Svet je globalizovan i u velikoj meri zavisi od efikasnog lanca snabdevanja, pa logistika u takvim uslovima dobija sve više na značaju, a samim tim i njen podsistem nabavke koji umnogome utiče na celokupan lanac snabdevanja. U uslovima jake tržišne borbe i velikog broja provajdera logističkih usluga, da bi se ostvarila željena konkurentna prednost na tržištu, potrebno je posedovati informacije u pravo vreme, kako bi se moglo adekvatno reagovati na određene promene zahteva i ostvariti efikasno poslovanje. To je moguće postići sistemskim pristupom koji podrazumeva dobru organizaciju unutar integrisanog sistema. Integrisani sistem, pored fizičkih i materijalnih resursa, čine i logistički kadrovi koji moraju posedovati određeni nivo znanja iz oblasti logistike i informacionih tehnologija, a u istom potrebno je izvršiti racionalizaciju svih aktivnosti i procesa kako bi se postigao željeni efekat.

Problem istraživanja predstavlja efikasan način izbora dobavljača pri realizaciji logistike nabavke, koji podrazumeva uzimanje u obzir svih relevantnih faktora koji na direktan ili indirektan način utiču na efikasnost izvršavanja aktivnosti i procesa u podsistemu nabavke.

Predmet istraživanja podrazumeva adekvatan način vrednovanja i izbora dobavljača u različitim proizvodnim oblastima primenom odgovarajućih metoda i pristupa koji čine integrisani model.

Integrisani model razvijen u ovoj doktorskoj disertaciji odnosi se na integraciju metoda višekriterijumskog odlučivanja, teorije fuzzy skupova i teorije grubih brojeva. Primenjen je u

različitim proizvodnim oblastima lanca snabdevanja za vrednovanje i selekciju dobavljača. Integrisani model, pored toga što se može primeniti u različitim proizvodnim delatnostima, što je detaljno prikazano u nastavku rada, može se primeniti i u drugim fazama lanca snabdevanja kao što je distributivna logistika.

2.3. Ciljevi istraživanja

U savremenim uslovima poslovanja da bi kompanije ostvarile poziciju na tržištu koja ih čini konkurentnim, te da bi sačuvale istu potrebno je konstantno vršiti merenje i praćenje sopstvenih performansi. Ukoliko postoji odstupanje (što je često slučaj) ostvarenih od planiranih vrednosti, potrebno je vršiti određene korektivne mere koje obezbeđuje dostizanje većih vrednosti. Međutim, bolji pravac pomoću kojeg je moguće ostvariti efikasno poslovanje jeste proaktivni način upravljanja, gde se poslovni rezultati ne očekuju, nego se njima upravlja. Zahvaljujući stalnim promenama kojima je tržište izloženo i na kojem se postavljaju sve strožiji zahtevi svakako je izazov održati konkurentsku poziciju. To je moguće postići ukoliko se ostvari adekvatna proizvodnja koja podrazumeva što nižu cenu proizvoda, što veći kvalitet, veliku tačnost isporuke krajnjim korisnicima, pouzdanost, odgovor na specifične zahteve koji postavljaju korisnici, fleksibilnost, kao i saradnja koja se ostvaruje kako sa kupcima, tako i sa dobavljačima.

Osnovni cilj istraživanja podrazumeva mogućnost unapređenja logističkog podsistema nabavke kroz identifikaciju potencijalnih dobavljača, utvrđivanje poželjnih dobavljača, te izvršavanje njihove evaluacije kroz razvoj integrisanog modela i novih pristupa u oblasti višekriterijumskog odlučivanja. Mogućnost unapređenja, odnosno cilj rada će se postići istraživanjem u realnom sistemu koje podrazumeva monitoring i analizu pojedinih primera u privrednom sektoru, primenom dosadašnjih stečenih naučnih i stručnih saznanja iz oblasti koja je predmet istraživanja, zatim primenom teorije fuzzy skupova, grubih skupova i razvojem adekvatnog modela za vrednovanje dobavljača.

Istraživanje koje je sprovedeno u okviru doktorske disertacije povezuje prve dve faze logistike: nabavku i proizvodnju, koje svojim objedinjavanjem čine logistiku materijala. Efikasnim izvršavanjem aktivnosti vezanih za ovaj sistem, koje uključuju i optimalan izbor dobavljača znatno se utiče na formiranje same cene gotovog proizvoda, kao i njegovog kvaliteta koji u velikoj meri diktira položaj na tržištu. Pravilan izbor dobavljača u startu obezbeđuje mogućnost za pravovremenu, kontinuiranu i kvalitetnu proizvodnju kojom se postižu prethodno opisane prednosti i kojom data proizvodnja postaje konkurentna.

Cilj istraživanja usmeren je ka pronalazenju načina da se prethodno opisano postigne kako bi se omogućilo efikasno poslovanje. Potrebno je ukazati na mogućnosti koje ovaj podsistem logistike pruža i prednosti koje se mogu postići optimizacijom nabavke. Da bi se postavljani ciljevi ispunili potrebno je primeniti znanja iz više različitih oblasti, jer očigledno da je problem istraživanja veoma kompleksan i multidisciplinarnan, s obzirom da obuhvata više različitih oblasti kao što su teorija fuzzy skupova, teorija grubih skupova, pojedine oblasti operacionih istraživanja, logistika, upravljanje kvalitetom, ljudski resursi i informacione tehnologije.

Pored navedenog mogu se izdvojiti i sledeći veoma bitni ciljevi. Prvi od njih odnosi se na unapređenje metodologije za tretiranje nepreciznosti u oblasti grupnog višekriterijumskog donošenja odluka kroz predstavljanje novog Grubog EDAS i Grubog COPRAS algoritma. Sledeći izdvojeni cilj ovog rada je popularizacija ideje grubih brojeva (GB) kroz njihovu primenu za donošenje odluka u stvarnom poslovnom i privrednom sistemu. I na kraju, treći izdvojeni cilj ovog rada je obogaćivanje metodologije za evaluaciju i izbor dobavljača kroz novi pristup u tretiranju nepreciznosti koji se bazira na grubim brojevima.

U skladu sa svim iznesenim u ovom poglavlju mogu se izdvojiti pojedini zadaci:

- analiza trenutnog stanja i dosadašnjih istraživanja u oblasti, kao i analiza dobijenih rezultata i njihove primenljivosti u trenutnim uslovima koji vladaju u logističkom podsistemu nabavke;
- utvrđivanje mogućnosti unapređenja logističkog podsistema nabavke u pogledu vrednovanja i izbora najboljeg dobavljača primenom kombinacije metoda višekriterijumskog odlučivanja, teorije fuzzy skupova i teorije grubih skupova;
- razvoj novog pristupa za vrednovanje dobavljača u lancima snabdevanja koji će omogućiti smanjenje subjektivnosti i nepreciznosti koje se svakodnevno javljaju pri donošenju odluka.
- Razvoj opšteg modela za vrednovanje dobavljača koji podrazumeva određen set kriterijuma koji se mogu primenjivati u različitim oblastima.

2.4. Hipoteze

S obzirom na prethodno navedene ciljeve i mogućnosti unapređenja logističkog podsistema nabavke kroz donošenje odluke o izboru dobavljača na osnovu kombinacije metoda višekriterijumskog odlučivanja, teorije fuzzy skupova i teorije grubih skupova koje na veoma dobar način vrše kvantifikaciju kvalitativnih kriterijuma mogu se izdvojiti sledeće hipoteze:

- Moguće je razviti model vrednovanja dobavljača koji će biti široko primenjiv u kompanijama koje se bave različitom proizvodnom delatnošću uz minimalnu modifikaciju njegovih elemenata.
- Primena razvijenog modela pozitivno utiče na formiranje konačne cene gotovog proizvoda i povećava konkurentsku poziciju na tržištu.
- Primenom fuzzy i grubih brojeva umesto crisp brojeva moguće je kreirati efikasniji i precizniji model za donošenje odluka u vezi sa vrednovanjem dobavljača.

3. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA U OBLASTI

„Pre nego se uzdigao nebu pod oblake, i orao je na zemlji poskakivao“
Ruska narodna poslovice

3.1. Pregled kriterijuma za vrednovanje i izbor dobavljača

U literaturi i različitim publikacijama koje se bave istim ili sličnim problemima kao što je u ovom radu može se naći veliki broj kriterijuma za vrednovanje dobavljača, međutim postavlja se pitanje kako izabrati prave iz određenog skupa, pomoću kojih će se izabrati najbolje rešenje.

Kao pionir u ovoj oblasti smatra se Dickson, (1966) koji je prvi izvršio studiju o evaluaciji dobavljača u kojoj je definisao set od 23 kriterijuma na osnovu kojih bi se moglo izvršiti ocenjivanje i izbor najpovoljnijeg dobavljača.

U tabeli 3.1 dat je prikaz svih 23 kriterijuma koja su korišćena u navedenoj studiji za izbor dobavljača.

Tabela 3.1. Dicksonovi kriterijumi za evaluaciju dobavljača (Dickson, 1966)

R. br.	Kriterijum	Važnost kriterijuma
1.	Kvalitet	Veoma velika važnost
2.	Isporuka	
3.	Istorijske performance	
4.	Garancija	
5.	Proizvodna postrojenja	Velika važnost
6.	Neto cena	
7.	Tehničke sposobnosti	
8.	Finansijska pozicija	
9.	Proceduralna usklađenost	
10.	Komunikacioni sistem	
11.	Reputacija i pozicija u industriji	
12.	Volja za poslovanje	
13.	Menadžment i organizacija	
14.	Operativne kontrole	
15.	Servisi popravki	Srednja važnost
16.	Stav	
17.	Utisak	
18.	Veština pakovanja	
19.	Odnosi sa radnim osobljem	
20.	Geografska lokacija	
21.	Prethodno poslovanje	
22.	Usavršavanje	
23.	Recipročni dogovori	Mala važnost

U svom radu Ellram, (1990) je pokušao da poveća značaj kvalitativnih kriterijuma koji bi trebalo da obezbede dugoročnu saradnju između kompanije i dobavljača. On je podelio kriterijume u četiri grupe: finansijski aspekti, organizaciona struktura i strateška pitanja, tehnološki faktori i drugi faktori (tabela 3.2).

Tabela 3.2. Ellramovi kriterijumi za evaluaciju dobavljača (Ellram, 1990)

R. br.	Kriterijumi	R. br.	Podkriterijumi
1.	Finansijski aspekti	1.1.	ekonomske performanse
		1.2.	finansijska stabilnost
2.	Organizaciona kultura i strateška pitanja	2.1.	poverenje
		2.2.	stav rukovodstva/pogled u budućnost
		2.3.	strateški planovi
		2.4.	sposobnost rukovodstva
		2.5.	saradnja među različitim službama između kupca i dobavljača
		2.6.	dobavljačeva organizaciona struktura i kadrovi
3.	Tehnološka pitanja	3.1.	procena trenutnih proizvodnih mogućnosti i kapaciteta
		3.2.	procena budućih proizvodnih kapaciteta
		3.3.	dobavljačeve dizajnerske mogućnosti
		3.4.	dobavljačeva brzina razvoja
4.	Drugi faktori	4.1.	zaštita i sigurnost na radu
		4.2.	poslovne reference
		4.3.	dobavljačevi klijenti

Kriterijumi koji su prikazani u prethodnoj tabeli imaju za cilj da podstaknu stvaranje dugoročnog partnerstva između kompanije i dobavljača, kao i da stvore mogućnost obezbeđenja izvora nabavke na duži vremenski period. Da bi se mogao primeniti ovakav pristup za ocenjivanje dobavljača, kompanija mora da izradi drugačiju strategiju za vrednovanje performansi dobavljača.

Zatim su odgovor na prethodno postavljeno pitanje pokušali dati autori krajem prošlog veka, pa Webber i dr., (1991) su istraživali kriterijume za izbor dobavljača u proizvodnom i maloprodajnom okruženju u 74 studije objavljene od 1966. do 1991. godine. U tabeli 3.3 dat je prikaz kriterijuma koji su navedeni autori utvrdili.

Tabela 3.3. Kriterijumi koji su utvrđeni u (Webber i dr., 1991)

R. br.	Kriterijum	Važnost kriterijuma
1.	Neto cena	Velika važnost
2.	Isporuka	
3.	Kvalitet	
4.	Proizvodna postrojenja	Mala važnost
5.	Geografska lokacija	
6.	Tehničke sposobnosti	
7.	Menadžment i organizacija	
8.	Reputacija i pozicija u industriji	
9.	Finansijska pozicija	
10.	Istorijske performanse	

Grupa autora je došla do zaključka da kriterijumi kvalitet, isporuka i cena preovlađuju kao dominantni, dok geografska lokacija, finansijski položaj i proizvodni kapaciteti spadaju u sekundarnu grupu faktora.

Kriterijumi koje je definisao Dickson, a kasnije modifikovao Webber i dalje su široko prihvaćeni u različitim istraživanjima, međutim kroz vreme i značaj pojedinih kriterijuma se menja što povrđuje rad (Cheraghi i dr., 2004) u kojem su autori obuhvatili preko 110 radova koji su razmatrali problematiku izbora dobavljača.

Zatim, Verma i Pullman, (1998) sprovedi su istraživanje među velikim brojem menadžera sa ciljem da ispitaju na koji način prave kompromis prilikom izbora dobavljača. Njihovo istraživanje je ukazalo na to da menadžeri najviše pažnje pridaju kvalitetu kao najvažnijem atributu dobavljača, a potom slede isporuka i cena. Istraživanje o uticaju kriterijuma u lancu snabdevanja nastavlja se i početkom ovog veka, pa su Karpak i dr., (2001) uzeli pouzdanost isporuke kao kriterijum za izbor, dok su Kraus i dr., (2001) u svom istraživanju uočili potrebu da dodaju inovaciju kao novi ravnopravan kriterijum.

Prema Birch, (2001), pre nego što se počne sa definisanjem najvažnijih kriterijuma na osnovu kojih je potrebno oceniti dobavljače, prvo se mora definisati pristup koji podrazumeva odnos između kupca i dobavljača. Zbog toga menadžeri nabavke moraju prvo da se izvrše određene dogovore sa dobavljačima i utvrde uslove za pregovore. Prema istom autoru kriterijumi za izbor dobavljača se mogu svrstati u pet različitih kategorija: troškovi, logistika, kvalitet, razvoj i upravljanje, dok su Bhutta i Huq, (2002) u svom istraživanju koristili četiri kriterijuma za evaluaciju dobavljača: cenu, kvalitet, tehnologiju i uslugu.

U istraživanju Çebi i Bayraktar, (2003) su obrađivali slične kriterijume kao što je bio slučaj u (Birch 2001) i ovde su kriterijumi klasifikovani kao: logistika, tehnologija, poslovanje i poslovna saradnja (tabela 3.4). Cilj je bio stvoriti model koji pravi razliku između kvalitativnih i kvantitavnih kriterijuma.

Tabela 3.4. Kriterijumi za vrednovanje dobavljača (Çebi i Bayraktar, 2003)

R. br.	Kriterijumi	R. br.	Podkriterijumi
1.	Logistika	1.1.	vreme isporuke
		1.2.	podrška lotovima
		1.3.	fleksibilnost pri promeni narudžbe
		1.4.	pouzdanost isporuke
2.	Tehnologija	2.1.	kapaciteti za zadovoljenje potražnje
		2.2.	učešće u stvaranju novih proizvoda
		2.3.	poboljšanje proizvoda i procesa
		2.4.	sposobnost rešavanja problema
3.	Poslovanje	3.1.	reputacija i pozicija
		3.2.	finansijska stabilnost
		3.3.	upravljačke sposobnosti i kompatibilnost
4.	Odnosi	4.1.	jednostavna komunikacija
		4.2.	prethodna iskustva
		4.3.	poslovne reference i kompetentnost

Sledeći autori su, takođe, kao i većina prethodnih u svom istraživanju koristili četiri kriterijuma: Guneri i dr., (2009) kvalitet, reputaciju, bliskost odnosa sa dobavljačima i pouzdanost, Shen i Yu, (2009) tehničke kapacitete, kvalitet, garantni rok i inovaciju, a Boran i dr., (2009) kvalitet, cenu, isporuku tačno na vreme i bliskost odnosa sa dobavljačima. Büyüközkan i Çifçi, (2011) koristili su više kriterijuma kao što su tehnički kapacitet, kvalitet, cena, finansijska pozicija, proizvodne performanse itd., dok su Junior i dr., (2014) u svom radu koristili kvalitet, cenu, isporuku koja uključuje vreme i pouzdanost, profil dobavljača koji uključuje reputaciju i finansijsku poziciju i odnos sa dobavljačem.

Finansijski pokazatelji, kvalitet i isporuka su u skoro svim istraživanjima prisutni kao kriterijumi za izbor dobavljača (Wind i dr., 1968; Lehmann i O'shaughnessy, 1974; Perreault i Russ, 1976; Billesbach i dr., 1991; Min i Galle, 1999; Pi i Low, 2005; Pi and Low, 2006; Teeravaraprug, 2008; Liao, 2010; Parthiban i dr., 2012; Mehralian i dr., 2012; Cristea i Cristea, 2017; Fallahpour i dr., 2017). Ovi kriterijumi se mogu posmatrati kao glavni kriterijumi koji se dalje dele na podkriterijume ukoliko se razmatra veći broj, ili kao kriterijumi bez podkriterijuma kada je reč o vrednovanju dobavljača na osnovu manjeg skupa kriterijuma.

3.2. Pregled metoda za vrednovanje i izbor dobavljača

Moderni lanci snabdevanja zahtevaju ispunjenje veoma strogih zahteva, pa se pred donosiocima odluka postavlja veoma težak zadatak u pogledu pravilnog vrednovanja potencijalnih dobavljača koji će omogućiti efikasnu proizvodnju i formiranje konačne cene proizvoda sa kojom će kompanija biti konkurentna na tržištu. Pored seta kriterijuma za vrednovanje dobavljača potrebno je imati iskustva i znanja koje se odnose na poznavanje metoda za evaluaciju dobavljača, pa u nastavku sledi prikaz metoda višekriterijumskog odlučivanja u konvencionalnom obliku i u kombinaciji sa fuzzy logikom koje se najčešće koriste u ovu svrhu.

Metode na kojima će većinom biti akcenat u radu, odnosno metode na kojima se isti zasniva su metode višekriterijumskog odlučivanja u kombinaciji sa fuzzy logikom i grubim brojevima koje daju relevantne rezultate i danas se uveliko primenjuju u svim oblastima nauke, a u poslednje vreme sve češće i u oblasti logistike.

Zahvaljujući ovim metodama kod problema gde postoji veći broj rešenja prilikom kojih su formirani određeni kriterijumi, može se doći do validnog rešenja. Prilikom korišćenja ovih metoda potrebno je naglasiti da postoji i određena doza subjektivnosti donosioca odluka, ali nju je moguće svesti na minimum primenom fuzzy ili grubih brojeva.

U poslednje vreme oblast višekriterijumskog odlučivanja je u velikom razvoju, pre svega zahvaljujući velikom broju publikacija koje se bave donošenjem određenih odluka na osnovu primenjenih metoda koje pripadaju ovoj oblasti. Ova oblast je jedna od najbrže rastućih oblasti operacionih istraživanja pre svega, jer su mnoge metode razvijene i još uvek se razvijaju. U tabeli 3.5 prikazane su metode višekriterijumskog odlučivanja od njenog nastanka do danas.

Tabela 3.5. Pregled metoda višekriterijumske analize (autor)

Autori	Metoda
MacCrimmon, (1968)	SAW
Gabus i Fontela, (1972)	DEMATEL
Saaty, (1980)	AHP
Saaty, (1980)	ANP
Hwang i Yoon, (1981)	TOPSIS
Brans i Vincke, (1985)	PROMETHEE
Roy, (1991)	ELECTRE
Zavadskas i dr., (1994)	COPRAS
Chang, (1996)	Fuzzy AHP
Opricović, (1998)	VIKOR
Chen, (2000)	Fuzzy TOPSIS
Brauers i Zavadskas, (2006)	MOORA
Brauers i Zavadskas, (2010)	MULTIMOORA
Zavadskas i Turksis, (2010)	ARAS
Turksis i Zavadskas, (2010)	Fuzzy ARAS
Pamučar i Čirović, (2015)	MABAC
Rezai, (2015)	BWM
Ghorabae i dr., (2015)	EDAS
Ghorabae i dr., (2016)	Fuzzy EDAS
Gigović i dr., (2016)	MAIRCA
Ghorabae i dr., (2016)	CODAS
Stević i dr., (2017b)	Grubi EDAS
Stević i dr., (2017a)	Grubi SAW

Veliki je broj radova koji su nedavno objavljeni, a koji prema Zavadskas i dr., (2016) primenjuju različite tehnike višekriterijumskog odlučivanja za rešavanje inženjerskih problema. Svakodnevno korišćenje metoda višekriterijumskog odlučivanja (Mardani i dr., 2015; Gul i dr., 2016) svakako je doprinelo rastu popularnosti ove oblasti (Zavadskasi dr., 2014a). Mnogo je hibridnih modela višekriterijumskog odlučivanja koji su predloženi za rešavanje različitih problema u inženjerstvu. U (Akkaya i dr., 2015) predložen je integrisani fuzzy AHP i fuzzy MOORA model za rešavanje problema u oblasti industrijskog inženjerstva. Chen i Yang, (2011) su koristili ograničeni Fuzzy AHP i Fuzzy TOPSIS za izbor dobavljača. Ovakve integrisane metode su takođe korišćene za rešavanje sledećih problema: za izbor i razvoj logističkog partnera u povratnoj logistici (Prakash i Barua 2016), rangiranje industrijskih alternativa za potfolio investicije (Dincer i dr., 2016), za izbor opreme za rukovanje (Yazdani, 2014), za izbor metode rudarstva u proizvođačkoj kompaniji cinka u Iranu (Yazdani dr., 2012), ili kombinacija više metoda višekriterijumskog odlučivanja sa QFD metodom za izbor dobavljača u zelenom lancu snabdevanja (Yazdani i dr., 2016), kombinacija AHP, GIS i ciljnog programiranja za vrednovanje u povratnoj logistici (Acar i dr, 2015), kombinacija fuzzy VIKOR i AR-DEA metoda za izbor dobavljača (Mohaghar i dr., 2013).

Kao jedna od zastupljenih oblasti u kojoj su ove metode našle svoju primenu su i lokacijski problemi, gde je moguće rangirati i izabrati lokacije različitih namena npr. lokacija za međunarodni turistički hotel (Chou i dr., 2008), lokacijski problem za tekstilnu kompaniju (Ertuğrul i Karakaşoğlu, 2008), lokacija intermodalnog teretnog logističkog centra (Kayikci, 2010), teretnog sela (Yıldırım i Önder, 2014), industrijske lokacije (Rikalović i dr., 2014),

izbor lokacije gradilišta (Jelokhani-Niaraki i Malczewski, 2015; Turskis i dr., 2015). Pored navedenog rešavaju se i sledeći višekriterijumski problemi: izbor inteligentnih sistema gradnje (Wong i Li, 2008), vrednovanje performansi projekata u građevinarstvu (Zavadskas i dr., 2014b), u oblasti transporta (Sivilevičius i Maskeliūnaite, 2010; Pamučar i Ćirović 2015; Macharis i Bernardini, 2015), oblasti informacionih sistema (Abu-Sarhan, 2011). Još neke oblasti u kojima je manje zastupljena primena ovih metoda, ali što ne znači da su manje značajne: rangiranje opštinskih alternativa za tretman čvrstog otpada (Herva i Roca, 2013; Soltani i dr., 2015), izbor dizalice (Dalalah i dr., 2010), vrednovanje industrijskih robotnih sistema (Kahraman i dr., 2007), vrednovanje performansi banaka (Stankevičienė i Mencaitė, 2012), izbor politike održavanja u tekstilnoj industriji (Ilangkumaran i Kumanan, 2009), izbor izvora pitke vode (Gutiérrez i dr, 2016), izbor tehnologije za proizvodnju električne energije (Štreimikienė i dr., 2016), procena rizika od požara (Pushkina i dr, 2015), izbor građevinskih rešenja za energetski efikasne porodične kuće (Motuzienė i dr., 2016), izbor građevinskog projekta (Ulubeyli i Kazaz, 2016), procena održivosti stambenog tržišta (Nuuteri dr., 2015), izbor varijante popravke zgrade (Bucoń i Sobotka, 2015), itd.

Uzimajući u obzir sve navedeno može se zaključiti da ova oblast u poslednje vreme, naročito poslednjih nekoliko godina doživela ekspanziju, te veliki broj problema se danas rešava koristeći metode koje pripadaju navedenoj oblasti. Koriste se za rešavanje problema različite prirode, a veliku primenu našle su i u oblasti menadžmenta i logistike, gde se određene odluke donose upravo na bazi višekriterijumskih metoda. Postoji veliki broj metoda koji pripadaju oblasti višekriterijumskog odlučivanja, što je prikazano u tabeli 3.5. Najčešće korišćene, barem kada je u pitanju izbor dobavljača su AHP i TOPSIS metoda, što se može uočiti iz tabele 3.6 gde je dat pregled najčešće korišćenih metoda višekriterijumskog odlučivanja u oblasti koja se bavi vrednovanjem i izborom dobavljača, koje će se koristiti i u okviru ovog rada. U skorije vreme dolazi do razvoja novih metoda (ARAS, EDAS, CODAS, MABAC, MAIRCA itd.) u ovoj oblasti koje počinju igrati veliku ulogu u istraživanjima u različitim oblastima uključujući i oblast koja je predmet istraživanja.

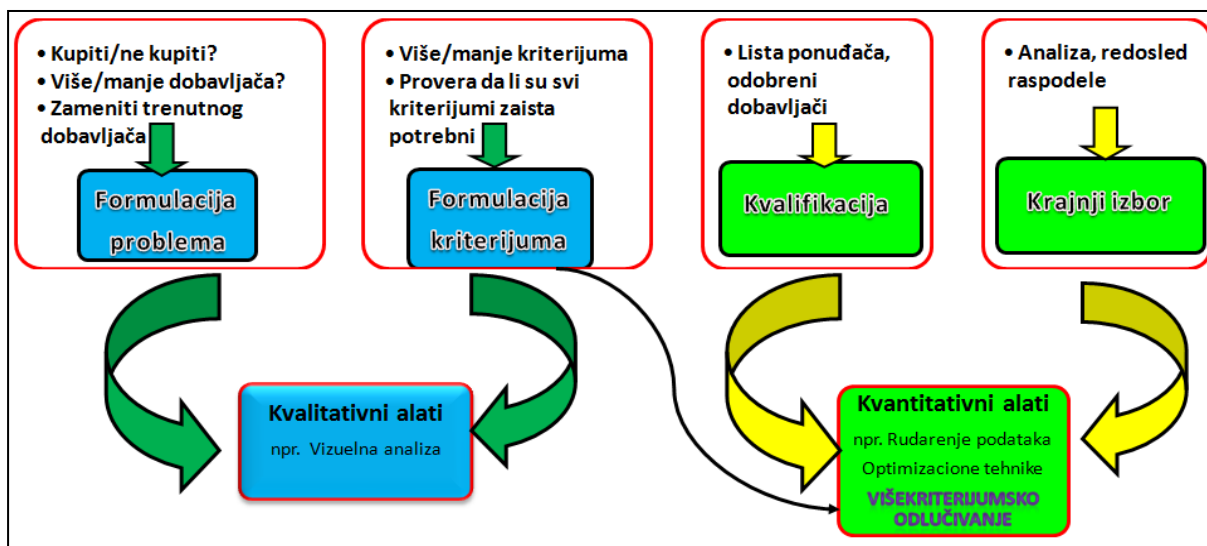
Učestalost primene metode Analitičko Hijerarhijskog Procesu (AHP) vidljiva je i u sledećem kratkom pregledu. Korišćena je za rešavanje problema izbora dobavljača, bilo u konvencionalnom obliku ili u kombinaciji sa fuzzy logikom, (Nydick i Hill, 1992; Chen i dr., 2006; Stević i dr., 2015c.), izbor dobavljača u industriji (Barbarasoglu i Yazgac, 1997), izbor dobavljača za tekstilnu kompaniju (Ertugrul i Karakasoglu, 2006), oblasti proizvodnje (Chan i Kumar, 2007), izbor dobavljača za proizvođača TFT-LCD (Lee, 2009), elektronsku nabavku (Benyoucef i Canbolat, 2007), u kompaniji za veš mašine (Kilincici i Onal, 2011), u kompaniji motornih zupčanika (Ayhan, 2013), dobavljača za proizvođača bele tehnike (Kahraman i dr., 2003).

Ho je zajedno sa koautorima u (Ho i dr., 2010) izvršio pregled literature za primenu višekriterijumske analize u navedenoj oblasti.

Postoji znatan broj publikacija koje se bave upravo poređenjem klasičnog AHP i fuzzy AHP kao što je (Davoudi i Sheykhvand, 2012; Özdağoğlu i Özdağoğlu, 2007; Zhang, 2010; Kabir i Hasin 2011; Noramin i dr., 2012; Aggarwal i Singh, 2013; Stević i dr., 2015a).

AHP se veoma često koristi u kombinaciji sa drugim metodama o čemu svedoči (Stević i dr., 2015b), gde autori u radu AHP koriste za procenu težina kriterijuma, a TOPSIS metodu za dobijanje konačnog ranga alternativa ili kombinacija fuzzy AHP i TOPSIS metode (Balli i dr., 2009; Mahmoodzadeh i dr., 2007), kombinacija fuzzy AHP i fuzzy TOPSIS (Sun, 2010; Zeydan i dr., 2011), za vrednovanje performansi dobavljača u kompaniji koja proizvodi nekoliko vrsta elektronskih kartica (Eraslan i Atalay, 2014). Shukla i dr., (2014) pokazuju kako se može izvršiti integracije ove dve metode u fuzzy obliku u cilju obezbeđenja veće konzistentnosti pri vrednovanju u prioretizaciji partnera u lancu snabdevanja. Bronja i Bronja, (2015) koriste kombinaciju ovih metoda za izbor dobavljača aluminiziranog lima. AHP se može kombinovati i sa drugim metodama kao npr. sa COPRAS (Das i dr., 2012; Stević, 2016.), ARAS (Ghadikolaei i Esbouei, 2014; Stević i dr., 2016).

Sagledavajući izneseno može se postaviti pitanje koliku ulogu igraju ove metode u procesu izboru dobavljača i koje mesto zauzimaju u istom, što je prikazano na slici 3.1.



Slika 3.1. Grubo pozicioniranje metoda odlučivanja u izboru dobavljača (Modifikovano prema De Boer i dr., 2001)

Na slici 3.1 moguće je uočiti grubu poziciju metoda odlučivanja prilikom izbora dobavljača, a među njima i označenu oblast višekriterijumskog odlučivanja koje zauzima veoma bitno mesto pri kvalifikaciji i krajnjem izboru istog. Pored toga, veoma bitnu ulogu pri formulisanju igra i određivanju relativne težine kriterijuma na osnovu kojih se vrši ocenjivanje dobavljača, što je na slici 3.1 predstavljeno tankom strelicom i što je dopunjeno u odnosu na izvorno pozicioniranje prema navedenim autorima. Do ove modifikacije došlo je jer se metode višekriterijumskog odlučivanja, kao što su AHP ili DEMATEL, veoma često koriste za određivanje značaja kriterijuma i sastavni su deo analiza za izbor dobavljača i kada se rangiranje istih vrši nekim drugim metodama koje ne pripadaju ovoj oblasti.

Za izvršenje procesa vrednovanja dobavljača u okviru doktorske disertacije koristi se upravo kombinacija više metoda višekriterijumskog odlučivanja. Za određivanje značaja kriterijuma koristi se fuzzy analitičko hijerarhijski proces (FAHP) koji poredi kriterijume na osnovu fuzzy skala za poređenje, dok se za rangiranje alternativa mogu koristiti neke od

prethodno navedenih metoda. Pored toga, koristi se i DEMATEL metod za određivanje relativne težine kriterijuma. Kao što je već u prethodnom delu naglašeno u Tabeli 3.6 dat je prikaz metoda za vrednovanje i izbor dobavljača.

Tabela 3.6. Pregled metoda za vrednovanje i izbor dobavljača (autor)

Izvor	Oblast primene	Metode
Kahraman i dr., (2003)	kompanije za proizvodnju bele tehnike	Fuzzy AHP
Zeydan i dr., (2011)	automobilska industrija	Fuzzy AHP, fuzzy TOPSIS i DEA
Dulmin i Mininno, (2003)	kompanije u oblasti javnog drumskog i železničkog transporta	PROMETHEE
Lee, (2009)	proizvodnja TFT-LCD	Fuzzy AHP
Asamoah i dr., (2012)	farmaceutska industrija	AHP
Khorasani i Bafruei, (2011)	farmaceutska industrija	Fuzzy AHP
Hruška i dr., (2014)	proizvodna kompanija u Češkoj	AHP
Tam i Tummala, (2001)	telekomunikaciona kompanija	AHP
Önüt i dr., (2009)	telekomunikaciona kompanija	Fuzzy ANP i Fuzzy TOPSIS
Singh i dr., (2012)	automobilska industrija	TOPSIS
Parthiban i dr., (2012)	automobilska industrija	AHP
Liao i Kao, (2011)	proizvodnja satova	Fuzzy TOPSIS i MCGP
Liao, (2010)	prehrambena industrija	DELPHI, AHP i Taguchi funkcija
Junior i dr., (2014)	automobilska industrija	Fuzzy AHP i fuzzy TOPSIS
Rezai i dr., (2014)	avionska trgovinska industrija	Fuzzy AHP
Vinodh i dr., (2011)	elektronska industrija	Fuzzy ANP
Chamodrakas i dr., (2010)	elektronska industrija	Fuzzy AHP
Kilincei i Onal, (2011)	kompanija za proizvodnju bele tehnike	Fuzzy AHP
Jamil i dr., (2013)	automobilska industrija	AHP, Fuzzy AHP, TOPSIS i fuzzy TOPSIS
Hudymáčová i dr., (2010)	proizvodnja mašinskih delova	AHP
Roostae i dr., (2012)	automobilska industrija	Fuzzy VIKOR
Ghorabae i dr., (2016)	proizvođač deterdženta	Fuzzy EDAS
Bronja i Bronja, (2015)	proizvodnja izduvnih sistema automobila	Fuzzy AHP i Fuzzy TOPSIS
Ertugrul i Karakasoglu, (2006)	kompanija za proizvodnju cementa	Fuzzy AHP i TOPSIS
Eraslan i Atalay, (2014)	kompanija za proizvodnju elektronskih kartica	Fuzzy AHP i Fuzzy TOPSIS
Chiouy i dr., (2011)	elektronska industrija	Fuzzy AHP
Kang i dr., (2012)	proizvodnja ambalaže	Fuzzy ANP
Roshandel i dr., (2013)	proizvodnja deterdženta	Fuzzy TOPSIS
Hashemian i dr., (2014)	industrija mleka	Fuzzy AHP i fuzzy PROMETHEE
Chatterjee i Bose, (2013)	vetrenjače	ARAS-F i COPRAS-F
Liao i Wu, (2016)	kompanija za proizvodnju satova	Fuzzy AHP, ARAS-F i MSGP
Alimardani i dr., (2013)	automobilska industrija	SWARA i VIKOR
Azar i dr., (2011)	automobilska industrija	TOPSIS i VIKOR
Saad i dr., (2016)	automobilska industrija	AHP i fuzzy AHP
Secundo i dr., (2017)	avio kompanija	Fuzzy AHP
Kar, (2014)	proizvodnja čelika	Fuzzy AHP
Singh, (2012)	proizvodnja televizora	TOPSIS
Stević i dr., (2017b)	građevinska kompanija	Grubi EDAS

3.3. Potreba i motivi za unapređenje stanja u oblasti

Najveći broj dosadašnjih istraživanja bavi se konkretnim problemima, te kriterijumi koji su u njima upotrebljeni variraju u zavisnosti od oblasti u kojoj se primenjuju. Nedostatak svega dosad iznesenog predstavlja nepostojanje jednog univerzalnog opšteg modela koji podrazumeva skup kriterijuma koji bi uz veoma malu modifikaciju u zavisnosti od područja primene mogao biti upotrebljen u različitim oblastima. Pored toga evidentan je i nedostatak istraživanja u ovoj oblasti na našem području istraživanja, koja bi ukazala na trenutno stanje na domaćem tržištu i uslove koje je potrebno ispuniti za efikasno odvijanje svih aktivnosti i procesa u podsistemu nabavke. Neki autori u regionu su se bavili oblašću nabavke (Bronja i Bronja, 2015; Bobar, 2014), ali kao što je rečeno na bazi konkretnog slučaja, ne uzimajući u obzir različitosti koje postoje u lancu snabdevanja sa aspekta delatnosti kompanija.

Uprkos brojnim novim modelima koji su razvijeni u višekriterijumskom odlučivanju (VKO), postavlja se pitanje koju metodu ili koji pristup primeniti. Cilj je omogućiti donosiocima odluke što jasnije izražavanje svoje preferencije, smanjiti subjektivnosti i neizvesnost koje postoje u svakom procesu odlučivanja. U skladu s tim u ovom radu razvijen je novi pristup koji koristi prednosti grubih brojeva i EDAS metode. Grubi brojevi predstavljaju modifikaciju tradicionalnih brojeva i uvažavaju neodređenosti kod donosilaca odluka koje se najčešće javljaju prilikom procene značaja alternativa ili kriterijuma. Grubi brojevi uvažavaju navedene neodređenosti kroz mogućnost iskazivanja preferencija za svaku alternativu ili kriterijum. Takve preferencije se dalje pretvaraju u grube intervale, čime se bliže i sa većom preciznošću određuje preferencija.

Područje na kojem se izvršava istraživanje podrazumeva teritoriju Bosne i Hercegovine i okolnih država čije je tržište veoma promenljivo. Još jedan dodatni razlog za formiranje modela za vrednovanje dobavljača koji će biti široko primenjiv jesu turbulencije i nestabilnost tržišta izazvane najčešće ekonomskom situacijom.

LITERATURA

- [1] Abu-Sarhan, Z. (2011). Application of analytic hierarchy process (AHP) in the evaluation and selection of an information system reengineering projects, *International Journal of Computer Science and Network Security*, 11(1): 172-177.
- [2] Acar, A. Z., Önden, İ., & Kara, K. (2015). Evaluating the location of regional return centers in reverse logistics through integration of GIS, AHP and integer programming. *International Journal of Industrial Engineering*, 22(4).
- [3] Aggarwal, R., & Singh, S. (2013). AHP and extent fuzzy AHP approach for prioritization of performance measurement attributes. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 73, 145-151.
- [4] Akkaya, G., Turanoğlu, B., & Öztaş, S. (2015). An integrated fuzzy AHP and fuzzy MOORA approach to the problem of industrial engineering sector choosing. *Expert Systems with Applications*, 42(24), 9565-9573.
- [5] Alimardani, M., Zolfani, S. H., Aghdaie, M. H., & Tamošaitienė, J. (2013). A novel hybrid SWARA and VIKOR methodology for supplier selection in an agile environment. *Technological and Economic Development of Economy*, 19(3), 533-548.
- [6] Asamoah, D., Annan, J., & Nyarko, S. (2012). AHP approach for supplier evaluation and selection in a pharmaceutical manufacturing firm in Ghana. *International Journal of Business and Management*, 7(10), 49.
- [7] Ayhan, M. B. (2013). A Fuzzy AHP approach for supplier selection problem: a case study in a gear motor company. *International Journal of Managing Value and Supply Chains* 4(3), (2013), pp. 11-23.
- [8] Azar, A., Olfat, L., Khosravani, F., & Jalali, R. (2011). A BSC method for supplier selection strategy using TOPSIS and VIKOR: A case study of part maker industry. *Management Science Letters*, 1(4), 559-568.
- [9] Ballı, S., & Korukoğlu, S. (2009). Operating system selection using fuzzy AHP and TOPSIS methods. *Mathematical and Computational Applications*, 14(2), 119-130.
- [10] Barbarosoglu, G., & Yazgac, T. (1997). An application of the analytic hierarchy process to the supplier selection problem. *Production and inventory management journal*, 38(1), 14.
- [11] Benyoucef, M., & Canbolat, M. (2007). Fuzzy AHP-based supplier selection in e-procurement. *International Journal of Services and Operations Management*, 3(2), 172-192.
- [12] Bhutta, K. S., & Huq, F. (2002). Supplier selection problem: a comparison of the total cost of ownership and analytic hierarchy process approaches. *Supply Chain Management: An International Journal*, 7(3), 126-135.
- [13] Billesbach T. J, Harrison A., and Croom-Morgan S., (1991). "Supplier performance measures and practices in JIT companies in the US and UK," *International Journal of Purchasing and Materials Management*, vol. 21, no. 4, pp. 24–28,
- [14] Birch, D. (2001). Made for each other? *Supply Management*, pp.42-43.
- [15] Bobar, V., Mandić, K., Delibašić, B., & Suknović, M. (2015). An Integrated Fuzzy Approach to Bidder Selection in Public Procurement: Serbian Government Case Study. *Acta Polytechnica Hungarica*, 12(2).

- [16] Boran, F. E., Genç, S., Kurt, M., & Akay, D. (2009). A multi-criteria intuitionistic fuzzy group decision making for supplier selection with TOPSIS method. *Expert Systems with Applications*, 36(8), 11363-11368.
- [17] Brans, J. P., & Vincke, P. (1985). Note-A Preference Ranking Organisation Method: (The PROMETHEE Method for Multiple Criteria Decision-Making). *Management science*, 31(6), 647-656.
- [18] Brauers, W. K. M., & Zavadskas, E. K. (2006). The MOORA method and its application to privatization in a transition economy. *Control and Cybernetics*, 35(2), 445.
- [19] Brauers, W. K. M., & Zavadskas, E. K. (2010). Project management by MULTIMOORA as an instrument for transition economies. *Technological and Economic Development of Economy*, (1), 5-24.
- [20] Bronja, H., & Bronja, H. (2015). Two-phase selection procedure of aluminized sheet supplier by applying fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methodology. *Tehnički vjesnik*, 22(4), 821-828.
- [21] Bucoń, R., & Sobotka, A. (2015). Decision-making model for choosing residential building repair variants. *Journal of Civil Engineering and Management*, 21(7), 893-901.
- [22] Büyüközkan, G., & Çifçi, G. (2011). A novel fuzzy multi-criteria decision framework for sustainable supplier selection with incomplete information. *Computers in Industry*, 62(2), 164-174.
- [23] Çebi, F., & Bayraktar, D. (2003). An integrated approach for supplier selection. *Logistics information management*, 16(6), 395-400.
- [24] Chamodrakas, I., Batis, D., & Martakos, D. (2010). Supplier selection in electronic marketplaces using satisficing and fuzzy AHP. *Expert Systems with Applications*, 37(1), 490-498.
- [25] Chan, F. T., & Kumar, N. (2007). Global supplier development considering risk factors using fuzzy extended AHP-based approach. *Omega*, 35(4), 417-431.
- [26] Chang, D. Y. (1996). Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. *European journal of operational research*, 95(3), 649-655.
- [27] Chatterjee, N., & Bose, G. (2013). Selection of vendors for wind farm under fuzzy MCDM environment. *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 4(4), 535-546.
- [28] Chen, C. T. (2000). Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment. *Fuzzy sets and systems*, 114(1), 1-9.
- [29] Chen, C. T., Lin, C. T., & Huang, S. F. (2006). A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management. *International journal of production economics*, 102(2), 289-301.
- [30] Chen, Z., & Yang, W. (2011). An MAGDM based on constrained FAHP and FTOPSIS and its application to supplier selection. *Mathematical and Computer Modelling*, 54(11), 2802-2815.
- [31] Cheraghi, S. H., Dadashzadeh, M., & Subramanian, M. (2011). Critical success factors for supplier selection: an update. *Journal of Applied Business Research (JABR)*, 20(2).
- [32] Chiouy, C. Y., Chou, S. H., & Yeh, C. Y. (2011). Using fuzzy AHP in selecting and prioritizing sustainable supplier on CSR for Taiwan's electronics industry. *Journal of Information and Optimization Sciences*, 32(5), 1135-1153.
- [33] Chou, T. Y.; Hsu, C. L.; Chen, M. C. 2008. A fuzzy multi-criteria decision model for international tourist hotels location selection, *International journal of hospitality management*, 27(2): 293-301.

- [34] Cristea, C., & Cristea, M. (2017). A multi-criteria decision making approach for supplier selection in the flexible packaging industry. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 94, p. 06002). EDP Sciences.
- [35] Dalalah, D.; Al-Oqla, F.; Hayajneh, M. (2010). Application of the Analytic Hierarchy Process (AHP) in multi-criteria analysis of the selection of cranes, *Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering*, 4(5): 567-578.
- [36] Das, Manik Chandra, Bijan Sarkar, and Siddhartha Ray. (2012). "A framework to measure relative performance of Indian technical institutions using integrated fuzzy AHP and COPRAS methodology." *Socio-Economic Planning Sciences* 46.3 230-241.
- [37] De Boer, L., Labro, E., & Morlacchi, P. (2001). A review of methods supporting supplier selection. *European journal of purchasing & supply management*, 7(2), 75-89.
- [38] Dickson, G. W. (1966). An analysis of vendor selection and the buying process. *Journal of Purchasing*, 2(1), 5-17.
- [39] Dincer, H., Hacıoglu, U., Tatoglu, E., & Delen, D. (2016). A fuzzy-hybrid analytic model to assess investors' perceptions for industry selection. *Decision Support Systems*, 86, 24-34.
- [40] Dulmin, R., & Mininno, V. (2003). Supplier selection using a multi-criteria decision aid method. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 9(4), 177-187.
- [41] Ellram, L. M. (1990). The supplier selection decision in strategic partnerships, *Journal of Purchasing and materials Management*, 26(4): 8-14.
- [42] Eraslan, E., & Atalay, K. D. (2014). A Comparative Holistic Fuzzy Approach for Evaluation of the Chain Performance of Suppliers. *Journal of Applied Mathematics*
- [43] Ertugrul, I., & Karakasoglu, N. (2006, August). The fuzzy analytic hierarchy process for supplier selection and an application in a textile company. In *Proceedings of 5th international symposium on intelligent manufacturing systems* (pp. 195-207).
- [44] Ertuğrul, İ.; Karakaşoğlu, N. (2008). Comparison of fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methods for facility location selection, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 39(7-8): 783-795.
- [45] Fallahpour, A., Olugu, E. U., & Musa, S. N. (2017). A hybrid model for supplier selection: integration of AHP and multi expression programming (MEP). *Neural Computing and Applications*, 28(3), 499-504.
- [46] Gabus, A.; Fontela, E. (1972). World Problems an Invitation to Further Thought within the Framework of DEMATEL. *Battelle Geneva Research Centre, Switzerland, Geneva*.
- [47] Ghadikolaei, A. S., & Esbouei, S. K. (2014). Integrating Fuzzy AHP and Fuzzy ARAS for evaluating financial performance. *Boletim da Sociedade Paranaense de Matemática*, 32(2), 163-174.
- [48] Ghorabae, M. K., Zavadskas, E. K., Amiri, M., & Turskis, Z. (2016). Extended EDAS Method for Fuzzy Multi-criteria Decision-making: *An Application to Supplier Selection*. *International Journal of Computers Communications & Control*, 11(3), 358-371.
- [49] Ghorabae, M. K., Zavadskas, E. K., Olfat, L., & Turskis, Z. (2015). Multi-Criteria Inventory Classification Using a New Method of Evaluation Based on Distance from Average Solution (EDAS). *Informatica*, 26(3), 435-451.

- [50] Gigović, L., Pamučar, D., Bajić, Z., & Milićević, M. (2016). The Combination of Expert Judgment and GIS-MAIRCA Analysis for the Selection of Sites for Ammunition Depots. *Sustainability*, 8(4), 372.
- [51] Gul, M., Celik, E., Aydin, N., Gumus, A. T., & Guneri, A. F. (2016). A state of the art literature review of VIKOR and its fuzzy extensions on applications. *Applied Soft Computing*, 46, 60-89.
- [52] Guneri, A. F., Yucel, A., & Ayyildiz, G. (2009). An integrated fuzzy-lp approach for a supplier selection problem in supply chain management. *Expert Systems with Applications*, 36(5), 9223-9228.
- [53] Gutiérrez, J. P.; Delgado, L. G.; Van Halem, D.; Wessels, P.; Rietveld, L. C. (2016). Multi-criteria analysis applied to the selection of drinking water sources in developing countries: a case study of Cali, Colombia, *Journal of Water Sanitation and Hygiene for Development*, washdev2016031.
- [54] Hashemian, S. M., Behzadian, M., Samizadeh, R., & Ignatius, J. (2014). A fuzzy hybrid group decision support system approach for the supplier evaluation process. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 73(5-8), 1105-1117.
- [55] Herva, M.; Roca, E., (2013). Ranking municipal solid waste treatment alternatives based on ecological footprint and multi-criteria analysis, *Ecological Indicators*, 25: 77-84.
- [56] Ho, W., Xu, X., & Dey, P. K. (2010). Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: A literature review. *European Journal of Operational Research*, 202(1), 16-24.
- [57] Hruška, R., Průša, P., & Babić, D. (2014). The use of AHP method for selection of supplier. *Transport*, 29(2), 195-203.
- [58] Hudymáčová, M., Benková, M., Pócsová, J., & Škovránek, T. (2010). Supplier selection based on multi-criterial AHP method. *Acta Montanistica Slovaca*, 15(3), 249.
- [59] Hwang, C. L., & Yoon, K. (1981). Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems: Multiple Attribute Decision Making: *Methods and Application*. Springer Verlag.
- [60] Ilangkumaran, M.; Kumanan, S. (2009). Selection of maintenance policy for textile industry using hybrid multi-criteria decision making approach, *Journal of Manufacturing Technology Management*, 20(7): 1009-1022.
- [61] Jamil, N., Besar, R., & Sim, H. K. (2013). A Study of Multicriteria Decision Making for Supplier Selection in Automotive Industry. *Journal of Industrial Engineering*
- [62] Jelokhani-Niaraki, M., & Malczewski, J. (2015). A group multicriteria spatial decision support system for parking site selection problem: A case study. *Land Use Policy*, 42, 492-508.
- [63] Junior, F. R. L., Osiro, L., & Carpinetti, L. C. R. (2014). A comparison between Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS methods to supplier selection. *Applied Soft Computing*, 21, 194-209.
- [64] Kabir, G., & Hasin, M. A. A. (2011). Comparative analysis of AHP and Fuzzy AHP models for multicriteria inventory classification. *International Journal of Fuzzy Logic Systems*, 1(1), 1-16.
- [65] Kahraman, C., Cebeci, U., & Ulukan, Z. (2003). Multi-criteria supplier selection using fuzzy AHP. *Logistics information management*, 16(6), 382-394.
- [66] Kahraman, C.; Çevik, S.; Ates, N. Y.; Gülbay, M. (2007). Fuzzy multi-criteria evaluation of industrial robotic systems, *Computers & Industrial Engineering*, 52(4): 414-433.
- [67] Kang, H. Y., Lee, A. H., & Yang, C. Y. (2012). A fuzzy ANP model for supplier selection as applied to IC packaging. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 23(5), 1477-1488.

- [68] Kar, A. K. (2014). Revisiting the supplier selection problem: An integrated approach for group decision support. *Expert systems with applications*, 41(6), 2762-2771.
- [69] Karpak, B., Kumcu, E., & Kasuganti, R. R. (2001). Purchasing materials in the supply chain: managing a multi-objective task. *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 7(3), 209-216.
- [70] Kayikci, Y. (2010). A conceptual model for intermodal freight logistics centre location decisions, *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2(3): 6297-6311.
- [71] Khorasani, O., & Bafraei, M. K. (2011). A fuzzy AHP approach for evaluating and selecting supplier in pharmaceutical industry. *International Journal of Academic Research*, 3(1).
- [72] Kilincci, O., & Onal, S. A. (2011). Fuzzy AHP approach for supplier selection in a washing machine company. *Expert systems with Applications*, 38(8), 9656-9664.
- [73] Krause, D. R., Pagell, M., & Curkovic, S. (2001). Toward a measure of competitive priorities for purchasing. *Journal of Operations Management*, 19(4), 497-512.
- [74] Lee, A. H. (2009). A fuzzy supplier selection model with the consideration of benefits, opportunities, costs and risks. *Expert systems with applications*, 36(2), 2879-2893.
- [75] Lehmann, D. R., & O'shaughnessy, J. (1974). Difference in attribute importance for different industrial products. *The Journal of Marketing*, 36-42.
- [76] Liao, C. N. (2010, July). Supplier selection project using an integrated Delphi, AHP and Taguchi loss function. *In Probst forum* (Vol. 3, pp. 118-134).
- [77] Liao, C. N., & Kao, H. P. (2011). An integrated fuzzy TOPSIS and MCGP approach to supplier selection in supply chain management. *Expert Systems with Applications*, 38(9), 10803-10811.
- [78] Liao, C. N., Fu, Y. K., & Wu, L. C. (2016). Integrated FAHP, ARAS-F and MSGP methods for green supplier evaluation and selection. *Technological and Economic Development of Economy*, 22(5), 651-669.
- [79] MacCrimmon, K. R. (1968). Decision making among multiple-attribute alternatives: a survey and consolidated approach (No. RM-4823-ARPA). *rand corp santa monica ca*.
- [80] Macharis, C., & Bernardini, A. (2015). Reviewing the use of Multi-Criteria Decision Analysis for the evaluation of transport projects: Time for a multi-actor approach. *Transport Policy*, 37, 177-186.
- [81] Mahmoodzadeh, S., Shahrabi, J., Pariazar, M., & Zaeri, M. S. (2007). Project selection by using fuzzy AHP and TOPSIS technique. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 30, 333-338.
- [82] Mardani, A., Jusoh, A., & Zavadskas, E. K. (2015). Multiple criteria decision-making techniques and their applications—a review of the literature from 2000 to 2014. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 28(1), 516-571.
- [83] Mehralian, G., Rajabzadeh Gatari, A., Morakabati, M., & Vatanpour, H. (2012). Developing a suitable model for supplier selection based on supply chain risks: an empirical study from Iranian pharmaceutical companies. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 11(1), 209-219.
- [84] Min, H., & Galle, W. P. (1999). Electronic commerce usage in business-to-business purchasing. *International Journal of Operations & Production Management*, 19(9), 909-921.
- [85] Mohaghar, A., Fathi, M. R., & Jafarzadeh, A. H. (2013). A Supplier Selection Method Using AR-DEA and Fuzzy VIKOR. *International Journal of Industrial Engineering: Theory, Applications and Practice*, 20(5-6).

- [86] Nooramin, A. S., Kiani Moghadam, M., Moazen Jahromi, A. R., & Sayareh, J. (2012). Comparison of AHP and FAHP for selecting yard gantry cranes in marine container terminals. *Journal of the Persian Gulf*, 3(7), 59-70.
- [87] Nuuter, T., Lill, I., & Tupenaite, L. (2015). Comparison of housing market sustainability in European countries based on multiple criteria assessment. *Land Use Policy*, 42, 642-651.
- [88] Nydick, R. L., & Hill, R. P. (1992). Using the analytic hierarchy process to structure the supplier selection procedure. *Journal of supply chain management*, 28(2), 31.
- [89] Önüt, S., Kara, S.S., and Işık, E. (2009) "Long Term Supplier Selection Using a Combined Fuzzy MCDM Approach: A Case Study for a Telecommunication Company", *Expert Systems with Applications Vol. 36(2)*, 3887-3895.
- [90] Opricovic, S. (1998). Multicriteria optimization of civil engineering systems. *Faculty of Civil Engineering, Belgrade*, 2(1), 5-21.
- [91] Özdağoğlu, A., & Özdağoğlu, G. (2007). Comparison of AHP and fuzzy AHP for the multi-criteria decision making processes with linguistic evaluations.
- [92] Pal Singh, A. (2012). Supplier selection using MCDM method in TV manufacturing organization. *Global Journal of Research In Engineering*, 12(1-G).
- [93] Pamučar, D., & Ćirović, G. (2015). The selection of transport and handling resources in logistics centers using Multi-Attributive Border Approximation area Comparison (MABAC). *Expert Systems with Applications*, 42(6), 3016-3028.
- [94] Parthiban, P., Zubar, H. A., & Garge, C. P. (2012). A multi criteria decision making approach for suppliers selection. *Procedia Engineering*, 38, 2312-2328.
- [95] Perreault, W. D., & Russ, F. A. (1976). Physical distribution service in industrial purchase decisions. *Journal of marketing*, 40(2), 3-10.
- [96] Pi, W. N., & Low, C. (2005). Supplier evaluation and selection using Taguchi loss functions. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 26(1-2), 155-160.
- [97] Pi, W. N., & Low, C. (2006). Supplier evaluation and selection via Taguchi loss functions and an AHP. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 27(5-6), 625-630.
- [98] Prakash, C., & Barua, M. K. (2016). An analysis of integrated robust hybrid model for third-party reverse logistics partner selection under fuzzy environment. *Resources, Conservation and Recycling*, 108, 63-81.
- [99] Pushkina, J., Jansons, V., & Didenko, K. (2015). Applying Multi-Criteria Analysis Methods for Fire Risk Assessment. *Safety of Technogenic Environment*, 7(1): 42-47.
- [100] Rezaei, J. (2015). Best-worst multi-criteria decision-making method. *Omega*, 53, 49-57.
- [101] Rezaei, J., Fahim, P. B., & Tavasszy, L. (2014). Supplier selection in the airline retail industry using a funnel methodology: Conjunctive screening method and fuzzy AHP. *Expert Systems with Applications*, 41(18), 8165-8179.
- [102] Rikalović, A.; Cosić, I.; Lazarević, D. (2014). GIS based multi-criteria analysis for industrial site selection, *Procedia Engineering*, 69: 1054-1063.
- [103] Roostae, R., Izadikhah, M., Lotfi, F. H., & Rostamy-Malkhalifeh, M. (2012). A multi-criteria intuitionistic fuzzy group decision making method for supplier selection with VIKOR method. *International Journal of Fuzzy System Applications (IJFSA)*, 2(1), 1-17.
- [104] Roy, B. (1991). The outranking approach and the foundations of ELECTRE methods. *Theory and decision*, 31(1), 49-73.

- [105] Saad, S. M., Kunhu, N., & Mohamed, A. M. (2016). A fuzzy-AHP multi-criteria decision-making model for procurement process. *International Journal of Logistics Systems and Management*, 23(1), 1-24.
- [106] Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*, Mc Graw-Hill, NewYork
- [107] Secundo, G., Secundo, G., Magarielli, D., Magarielli, D., Esposito, E., Esposito, E., & Passiante, G. (2017). Supporting decision-making in service supplier selection using a hybrid fuzzy extended AHP approach: A case study. *Business Process Management Journal*, 23(1), 196-222.
- [108] Shen, C. Y., & Yu, K. T. (2009). Enhancing the efficacy of supplier selection decision-making on the initial stage of new product development: A hybrid fuzzy approach considering the strategic and operational factors simultaneously. *Expert Systems with Applications*, 36(8), 11271-11281.
- [109] Shukla, R. K., Garg, D., & Agarwal, A. (2014). An integrated approach of Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS in modeling supply chain coordination. *Production & Manufacturing Research*, 2(1), 415-437.
- [110] Singh, R., Rajput, H., Chaturvedi, V., & Vimal, J. (2012). Supplier selection by technique of order preference by similarity to ideal solution (TOPSIS) method for automotive industry. *Int J Adv Technol Eng Res (IJATER)*, 2(2), 157-160.
- [111] Sivilevičius, H.; Maskeliūnaite, L. (2010). The criteria for identifying the quality of passengers' transportation by railway and their ranking using AHP method, *Transport*, 25(4): 368-381.
- [112] Soltani, A., Hewage, K., Reza, B., & Sadiq, R. (2015). Multiple stakeholders in multi-criteria decision-making in the context of municipal solid waste management: a review. *Waste Management*, 35, 318-328.
- [113] Stankevičienė, J.; Mencaitė, E. (2012). The evaluation of bank performance using a multicriteria decision making model: a case study on Lithuanian commercial banks, *Technological and Economic Development of Economy*, 18(1): 189-205.
- [114] Stević Ž., Tanackov I., Čosić I., Vesković S., Vasiljević M., (2015a). „Poređenje AHP i Fuzzy AHP za procenu težine kriterijuma“ *V Međunarodni simpozijum Novi Horizonti saobraćaja i komunikacija*, str. 198-203
- [115] Stević, Ž., Alihodžić, A., Božičković, Z., Vasiljević, M., & Vasiljević, Đ. (2015b). Application of combined AHP-TOPSIS model for decision making in management. In 5th International conference „Economics and Management-based On New Technologies“ *EMONT/Vrnjačka Banja, Serbia* (pp. 33-40).
- [116] Stević, Ž., Božičković, Z., & Mičić, B. (2015c). Optimization of the import of Chipboard-a case study. *International Journal of Engineering, Business and Enterprise Applications*, 14(1), 19-23.
- [117] Stević, Ž., Pamučar, D., Kazimieras Zavadskas, E., Čirović, G., & Prentkovskis, O. (2017a). The Selection of Wagons for the Internal Transport of a Logistics Company: A Novel Approach Based on Rough BWM and Rough SAW Methods. *Symmetry*, 9(11), 264.
- [118] Stević, Ž., Pamučar, D., Vasiljević, M., Stojić, G., & Korica, S. (2017b). Novel Integrated Multi-Criteria Model for Supplier Selection: Case Study Construction Company. *Symmetry*, 9(11), 279.

- [119] Stević, Ž., Vasiljević, M., & Sremac, S., (2016). Fuzzy AHP and ARAS model for decision making in logistics. In 6th International conference „Economics and Management-based On New Technologies “EMONT/Vrnjačka Banja, Serbia (pp. 34-43).
- [120] Stević, Ž.,(2016). Supplier selection using AHP and COPRAS method, *Strategic management and decision support systems in strategic management, Subotica*, pp. 231-238
- [121] Štreimikienė, D., Šliogerienė, J., & Turskis, Z. (2016). Multi-criteria analysis of electricity generation technologies in Lithuania. *Renewable Energy*, 85: 148-156.
- [122] Sun, C. C. (2010). A performance evaluation model by integrating fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methods. *Expert systems with applications*, 37(12), 7745-7754.
- [123] Tam, M. C., & Tummala, V. R. (2001). An application of the AHP in vendor selection of a telecommunications system. *Omega*, 29(2), 171-182.
- [124] Teeravaraprug, J. (2008). Outsourcing and vendor selection model based on Taguchi loss function. *W̄i ras̄i n Songkhl̄i Nakharin*, 30(4), 523.
- [125] Turskis, Z., & Zavadskas, E. K. (2010). A new fuzzy additive ratio assessment method (ARAS-F). Case study: The analysis of fuzzy multiple criteria in order to select the logistic centers location. *Transport*, 25(4), 423-432.
- [126] Turskis, Z., Zavadskas, E. K., Antucheviciene, J., & Kosareva, N. (2015). A hybrid model based on fuzzy AHP and fuzzy WASPAS for construction site selection. *International Journal of Computers Communications & Control*, 10(6), 113-128.
- [127] Ulubeyli, S., & Kazaz, A. (2016). Fuzzy multi-criteria decision making model for subcontractor selection in international construction projects. *Technological and Economic Development of Economy*, 22(2), 210-234.
- [128] Verma, R., & Pullman, M. E. (1998). An analysis of the supplier selection process. *Omega*, 26(6), 739-750.
- [129] Vinodh, S., Ramiya, R. A., & Gautham, S. G. (2011). Application of fuzzy analytic network process for supplier selection in a manufacturing organisation. *Expert Systems with Applications*, 38(1), 272-280.
- [130] Weber, C. A., Current, J. R., & Benton, W. C. (1991). Vendor selection criteria and methods. *European journal of operational research*, 50(1), 2-18.
- [131] Wind, Y., Green P. E, and Robinson P. J., (1968). “The determinants of vendor selection: the evaluation function approach,” *Journal of Purchasing*, vol. 4, no. 3, pp. 29–42,
- [132] Wong, J. K.; Li, H. 2008. Application of the analytic hierarchy process (AHP) in multi-criteria analysis of the selection of intelligent building systems, *Building and Environment*, 43(1): 108-125.
- [133] Yazdani, M.; Hashemkhani Z. S, Zavadskas, E.K. (2016). New integration of MCDM methods and QFD in the selection of green suppliers, *Journal of Business Economics and Management*, 1-17.
- [134] Yazdani-Chamzini, A. (2014). An integrated fuzzy multi criteria group decision making model for handling equipment selection. *Journal of Civil Engineering and Management*, 20(5), 660-673.
- [135] Yazdani-Chamzini, A., Haji Yakchali, S., & Kazimieras Zavadskas, E. (2012). Using a integrated MCDM model for mining method selection in presence of uncertainty. *Ekonomika istraživanja*, 25(4), 869-904.

- [136] Yıldırım, B. F.; Önder, E. (2014). Evaluating potential freight villages In istanbul using multi criteria decision making techniques, *Journal of Logistics Management*, 3(1): 1-10
- [137] Zavadskas, E. K., Antucheviciene, J., Turskis, Z., & Adeli, H. (2016). Hybrid multiple-criteria decision-making methods: A review of applications in engineering. *Scientia Iranica. Transaction A: Civil Engineering*, 23(1), 1-20.
- [138] Zavadskas, E. K., Kaklauskas, A., & Sarka, V. (1994). The new method of multicriteria complex proportional assessment of projects. *Technological and Economic Development of Economy*, 1(3), 131-139.
- [139] Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Kildienė, S. (2014a). State of art surveys of overviews on MCDM/MADM methods. *Technological and Economic Development of Economy*, 20(1):165-179.
- [140] Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Vilutiene, T. (2010). Multiple criteria analysis of foundation instalment alternatives by applying Additive Ratio Assessment (ARAS) method. *Archives of civil and mechanical engineering*, 10(3), 123-141.
- [141] Zavadskas, E. K.; Vilutienė, T.; Turskis, Z.; Šaparauskas, J. (2014b). Multi-criteria analysis of Projects' performance in construction, *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 14(1): 114-121.
- [142] Zeydan, M., Çolpan, C., & Çobanoğlu, C. (2011). A combined methodology for supplier selection and performance evaluation. *Expert Systems with Applications*, 38(3), 2741-2751.
- [143] Zhang, L. (2010). Comparison of classical analytic hierarchy process (AHP) approach and fuzzy AHP approach in multiple-criteria decision making for commercial vehicle information systems and networks (CVISN) project.

4. TEORIJSKI OKVIR PRIMENJENIH METODA I RAZVOJ NOVIH PRISTUPA

*„Jednom kad prestanete da učite, počinjete da umirete”
Albert Ajnštajn*

4.1. Višekriterijumsko odlučivanje

Psihologija daje objašnjenje zašto pojedinci često donose neracionalne odluke, dok je ekonomija obezbeđuje normativne teorije (Morselli, 2015). Prema Triantaphyllou i Mann, (1995) višekriterijumsko odlučivanje igra važnu ulogu u stvarnim životnim problemima, jer veliki je broj svakodnevnih odluka koje treba doneti, a koje uključuju veliki broj kriterijuma, dok prema Chen i dr., (2015) višekriterijumsko odlučivanje je jedan efikasan sistemski i kvantitativni način rešavanja vitalnih problema iz stvarnog života u prisustvu velikog broja alternativa i nekoliko (suprostavljenih) kriterijuma.

Kao što je prikazano u prethodnom poglavlju veliki je broj metoda koje pripadaju ovoj oblasti i svakodnevno se primenjuju za rešavanje različitih problema. Za određivanje značaja kriterijuma korišćene su DEMATEL i AHP metoda, dok se za vrednovanje potencijalnih dobavljača koriste metode TOPSIS, EDAS; MABAC; COPRAS; MAIRCA čiji su algoritmi detaljno predstavljeni u nastavku.

4.2. Teorija fuzzy skupova

Teorija fuzzy skupova je matematička teorija koju je prvi predstavio Zadeh, (1965). Teorija fuzzy skupova omogućava tretiranje nepreciznosti i nejasnoća koje postoje pri procesu donošenja odluka, ali i u drugim procesima. Primena fuzzy skupova pruža donosiocima odluka da na efikasan način upravljaju nepreciznostima. U klasičnoj teoriji skupova, elementi u skupu se procenjuje na dva načina - element ili pripada ili ne pripada skupu, dok je osnovna ideja teorije fauzzy skupova da elementi imaju određeni stepen pripadnosti tom skupu, što znači da je fuzzy skup definisan funkcijom pripadnosti koja za svaki element definiše stepen pripadnosti određenom intervalu, koji je obično $[0, 1]$, što potvrđuje Xu i Liao, (2014) prema kojim je fuzzy skup klasa objekata okarakterisana funkcijom pripadnosti, u kome se svakom objektu dodeljuje stepen pripadnosti na navedenom intervalu. Ako je vrednost funkcije pripadnosti 0, element ne pripada skupu, ako je 1, element u potpunosti pripada skupu, dok ako je vrednost funkcije pripadnosti unutar definisanog intervala, onda element delimično pripada fuzzy skupu odnosno ima određeni stepen pripadnosti tom skupu. Teorija fuuzzy skupova generalno koristi Gausove, trougaone ili trapezoidne brojeve.

Kada su u pitanju određene metode višekriterijumskog odlučivanja većina je proširena sa trougaonim fuzzy brojevima (Fuzzy AHP, Fuzzy TOPSIS, Fuzzy WASPAS, Fuzzy COPRAS, Fuzzy MABAC itd.), jer su za primenu su pogodniji trouglasti fuzzy brojevi iz razloga jednostavnijeg proračuna. Međutim u poslednje vreme sve više se koriste i trapezoidni fuzzy brojevi što potvrđuje npr. metode Fuzzy EDAS i Fuzzy CODAS koje koriste ove brojeve u svom algoritmu.

4.2.1. Trougaoni fuzzy brojevi

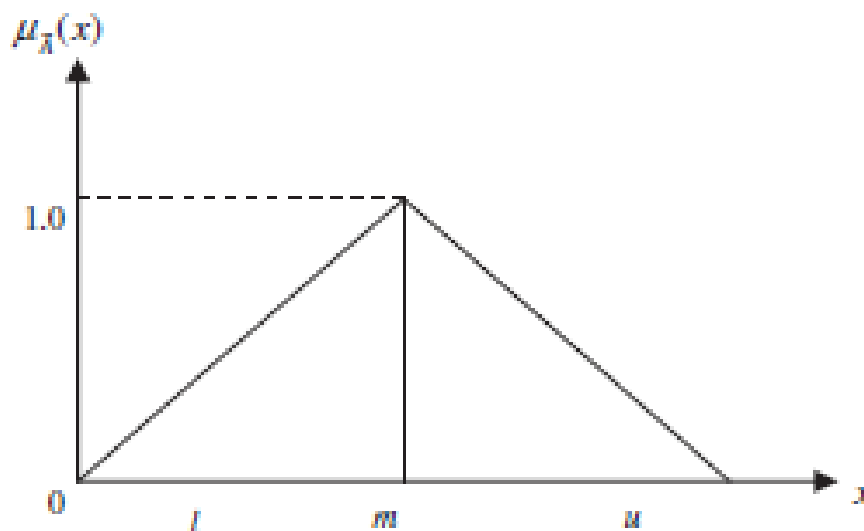
Trougaoni fuzzy brojevi (TFN) se označavaju kao (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij}) . Parametri (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij}) su najmanja moguća vrednost, najperspektivnija vrednost i najveća moguća vrednost koja opisuje neki fuzzy događaj, respektivno.

Trougaoni fuzzy brojevi se takođe dosta primenjuju u sledećim okolnostima (Mentesi Helvacioğlu, 2012):

- kada postoji veća kompleksnost izračunavanja kao posledica složenosti funkcija,
- kada se pojednostavljaju fuzzy matematičke operacije usled korišćenja trougaonih fuzzy brojeva;
- kada se teže definišu funkcije pripadnosti kao posledica složenosti fuzzy brojeva;
- kada trougaoni fuzzy brojevi efikasno reprezentuju procene koje su donete od strane većeg broja donosilaca odluka.

Fuzzy broj na skupu realnih brojeva R je trougaoni fuzzy broj, ako je njegova funkcija $\mu_A(x): R \rightarrow [0,1]$ i jednaka sledećoj jednačini (1):

$$\mu_A(x) = \begin{cases} \frac{x-l}{m-l}, & l \leq x \leq m \\ \frac{u-x}{u-m}, & m \leq x \leq u \\ 0, & \text{ostalo} \end{cases} \quad (1)$$



Slika 4.1. Trougaoni fuzzy broj

Operacioni zakoni dva trougaona fazi broja $\check{A}_1 = (l_1, m_1, u_1)$ i $\check{A}_2 = (l_2, m_2, u_2)$ definisani su na sledeći način (Kauffman i Gupta, 1991):

Sabiranje fuzzy brojeva:

$$\check{A}_1 + \check{A}_2 = (l_1, m_1, u_1) + (l_2, m_2, u_2) = (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2) \quad (2)$$

Množenje fuzzy brojeva:

$$\check{A}_1 \times \check{A}_2 = (l_1, m_1, u_1) \times (l_2, m_2, u_2) = (l_1 l_2, m_1 m_2, u_1 u_2) \text{ za } l_1 l_2 > 0; m_1 m_2 > 0; u_1 u_2 > 0 \quad (3)$$

Oduzimanje fuzzy brojeva:

$$\check{A}_1 - \check{A}_2 = (l_1, m_1, u_1) - (l_2, m_2, u_2) = (l_1 - u_2, m_1 - m_2, u_1 - l_2) \quad (4)$$

Deljenje fuzzy brojeva:

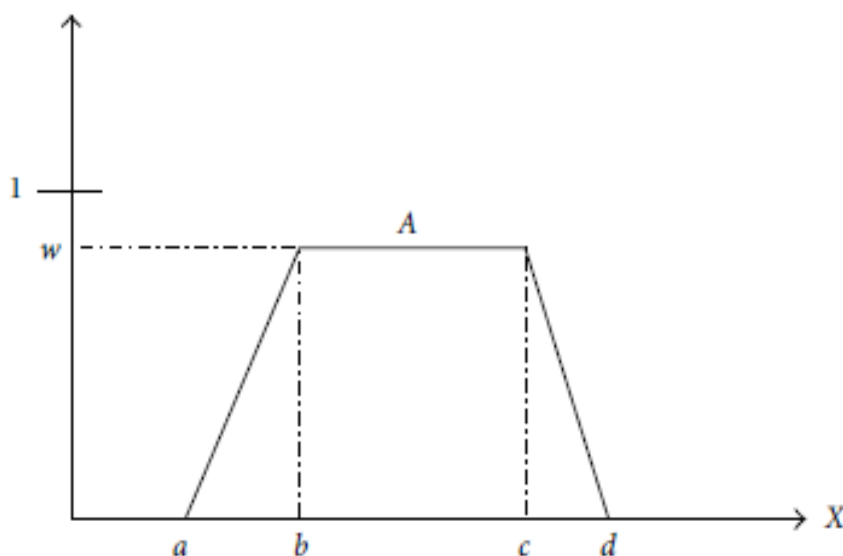
$$\frac{\check{A}_1}{\check{A}_2} = \frac{(l_1, m_1, u_1)}{(l_2, m_2, u_2)} = \left(\frac{l_1}{u_2}, \frac{m_1}{m_2}, \frac{u_1}{l_2} \right) \text{ za } l_1 l_2 > 0; m_1 m_2 > 0; u_1 u_2 > 0 \quad (5)$$

Recipročna vrednost fuzzy broja:

$$\check{A}^{-1} = (l_1, m_1, u_1)^{-1} = \left(\frac{1}{u_1}, \frac{1}{m_1}, \frac{1}{l_1} \right) \text{ za } l_1 l_2 > 0; m_1 m_2 > 0; u_1 u_2 > 0 \quad (6)$$

4.2.2. Trapezoidni fuzzy brojevi

Na slici 4.2 prikazan je trapezoidni fuzzy broj, a u nastavku definicije koje su bitne za korišćenje trapezoidnih fuzzy brojeva koji su sastavni deo metode Fuzzy EDAS koja se primenjuje za rangiranje potencijalnih dobavljača.



Slika 4.2. Trapezoidni fuzzy broj

Definicija 1. Fuzzy podskup \check{A} u univerzalnom skupu X prema Zimmermann, (2010) može se definisati funkcijom pripadnosti $\mu_{\check{A}}(x)$ kao:

$$\check{A} = (x, \mu_{\check{A}}(x)) | x \in X \quad (7)$$

gde $x \in X$ označava elemente koji pripadaju univerzalnom skupu $\mu_{\check{A}}(x): X \rightarrow [0, 1]$.

Definicija 2. Fuzzy broj je specijalan slučaj konveksnog normalizovanog fuzzy podskupa ($\sup \mu_{\check{A}}(x)=1$), $R \mu_{\check{A}}(x): R \rightarrow [0, 1]$. (Wang i Lee, 2007).

Definicija 3. Fuzzy broj \check{A} trapezoidni fuzzy broj (TFN) ako je njegova funkcija pripadnosti (Olcer i Odabaši, 2005).

$$\mu_{\check{A}}(x) = \begin{cases} \frac{x-a_1}{a_2-a_1} & a_1 \leq x \leq a_2 \\ 1 & a_2 \leq x \leq a_3 \\ \frac{a_4-x}{a_4-a_3} & a_3 \leq x \leq a_4 \\ 0 & \text{ostalo} \end{cases} \quad (8)$$

Definicija 4. Crisp broj k može se predstaviti kao fuzzy broj $\tilde{k}=(k,k,k,k)$.

Definicija 5. Pretpostavimo da su $\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3, a_4)$ i $\tilde{B} = (b_1, b_2, b_3, b_4)$ dva pozitivna trapezoidna fuzzy broja ($a_1 \geq 0$ i $b_1 > 0$) i k je crisp broj. Operacije sa ovim fuzzy brojevima su definisane na sledeći način: (Chen i Hwang, 1992);

Sabiranje:

$$\tilde{A} \oplus \tilde{B} = (a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3, a_4 + b_4) \quad (9)$$

$$\tilde{A} + k = (a_1 + k, a_2 + k, a_3 + k, a_4 + k) \quad (10)$$

Oduzimanje:

$$\tilde{A} \ominus \tilde{B} = (a_1 - b_4, a_2 - b_3, a_3 - b_2, a_4 - b_1) \quad (11)$$

$$\tilde{A} - k = (a_1 - k, a_2 - k, a_3 - k, a_4 - k) \quad (12)$$

Množenje:

$$\tilde{A} \otimes \tilde{B} = (a_1 \times b_1, a_2 \times b_2, a_3 \times b_3, a_4 \times b_4) \quad (13)$$

$$\tilde{A} \times k = \begin{cases} (a_1 \times k, a_2 \times k, a_3 \times k, a_4 \times k) & \text{ako } k \geq 0 \\ (a_4 \times k, a_3 \times k, a_2 \times k, a_1 \times k) & \text{ako } k < 0 \end{cases} \quad (14)$$

Deljenje:

$$\tilde{A} \oslash \tilde{B} = (a_1/b_4, a_2/b_3, a_3/b_2, a_4/b_1) \quad (15)$$

$$\tilde{A}/k = \begin{cases} (a_1/k, a_2/k, a_3/k, a_4/k) & \text{if } k > 0 \\ (a_4/k, a_3/k, a_2/k, a_1/k) & \text{if } k < 0 \end{cases} \quad (16)$$

Definicija 6. Neka je $\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3, a_4)$ trapezoidni fuzzy broj. Onda, defazifikovana (crisp) vrednost ovog fuzzy broja može se definisati na sledeći način (Keshavarz Ghorabaei dr., 2014):

$$k(\tilde{A}) = \frac{1}{3} \left(a_1 + a_2 + a_3 + a_4 - \frac{a_3 \times a_4 - a_1 \times a_2}{(a_3 + a_4) - (a_1 + a_2)} \right) \quad (17)$$

Definicija 7. Pretpostavimo da je $\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3, a_4)$ trapezoidni fuzzy broj. Funkcija nazvan psi (ψ), je definisana na sledeći način i to da nađe maksimum između trapezoidnog fuzzy broja i nule.

$$\psi(\tilde{A}) = \begin{cases} \tilde{A} & \text{ako je } k(\tilde{A}) > 0 \\ \tilde{0} & \text{ako je } k(\tilde{A}) \leq 0 \end{cases} \quad (18)$$

gde je $\tilde{0} = (0, 0, 0, 0)$

Definicije prikazane u ovom poglavlju su bitne, jer su u direktnoj vezi sa metodom Fuzzy EDAS.

4.3. Teorija grubih brojeva

Veliki broj autora za eksploataciju neodređenosti u procesu višekriterijumskog donošenja odluka koristi fuzzy skupove u njihovoj osnovnoj postavci (Zadeh, 1965) ili kroz različite vrste proširenja fuzzy teorije: interval-valued fuzzy setovi (Vahdani dr., 2013;

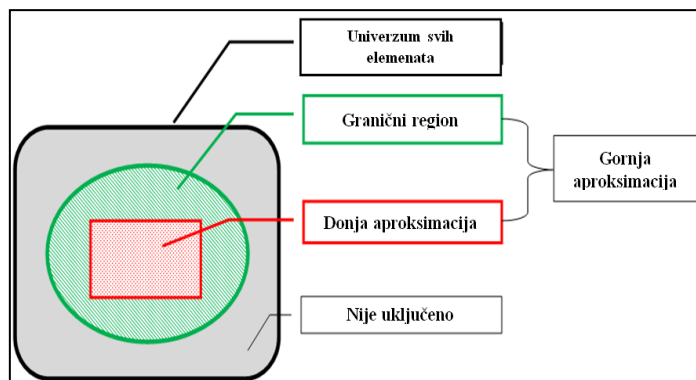
Sizong i Tao, 2009; Zywica, 2016), intuitionistic fuzzy setovi (Atanassov, 1986; Ngan, 2017), interval intuitionistic fuzzy setovi (Nayagama, 2016; Nguyen, 2016), hesitate fuzzy sets (Wang i dr., 2015; Ngan, 2017) itd. Pored toga što fuzzy skupovi predstavljaju veoma snažan alat za predstavljanje nepreciznosti, izbor funkcije pripadnosti fuzzy skupova zasniva se na subjektivnosti i vrši se na osnovu iskustva i intuicije (Zheng i dr., 2016).

Pored fuzzy teorije, veoma pogodan alat za tretiranje neizvesnosti bez uticaja subjektivizma je teorija grubih skupova, koju je prvi put predstavio Pavlak (1982). Od nastanka do danas, teorija grubih skupova je evoluirala kroz rešavanje brojnih problema primenom grubih skupova (Khoo i Zhai, 2001; Li i dr., 2009; Liang i dr., 2017) i kroz primenu grubih brojeva (Zhai i dr., 2008; Song i dr., 2013a; Zhu i dr., 2015; Tiwari i dr., 2016;). U procesu donošenja odluka intencija intervalne fuzzy tehnike je transformacija crisp brojeva u fuzzy brojeve koji pomoću funkcije pripadnosti prikazuju neizvesnosti koje postoje u realnom okruženju. Za razliku od teorije fuzzy skupova čija primena zahteva definisanje parcijalne funkcije pripadnosti bez jasnih granica skupa, u teoriji grubih skupova se koristi granična oblast skupa za izražavanje nejasnoća. Za razliku od fuzzy teorije i teorije verovatnoće u kojima se stepen neodređenosti definiše na osnovu pretpostavke, u teoriji grubih skupova neodređenost se određuje na osnovu aproksimacije koja predstavlja osnovni koncept teorije grubih skupova.

U teoriji grubih skupova se koriste isključivo interna znanja, odnosno operativni podaci i nema potrebe za oslanjanjem na modele pretpostavki. Drugim rečima, u primeni grubih skupova, umesto različitih dodatnih/spoljnih parametara, koristi se isključivo struktura datih podataka (Duntsch i Gediga, 1997). Duntsch i Gediga (1997) smatraju da je osnovna logika teorije grubih skupova da upravo podaci treba da govore sami za sebe. U grubim skupovima merenje neodređenosti se vrši na osnovu neizvesnosti koja je već sadržana u podacima (Khoo i Zhai, 2001). Time se dolazi do objektivnih pokazatelja koji su sadržani u podacima. Osim toga, teorija grubih skupova je pogodna primenu na skupovima koje karakteriše mali broj podataka, a za koje statističke metode nisu pogodne (Pavlak 1991, 1993).

4.4. Operacije sa grubim brojevima

U teoriji grubih skupova bilo koja maglovita ideja može biti predstavljena kao par tačnih koncepata baziranih na donjoj i gornjoj aproksimaciji što je prikazano na slici 4.3.



Slika 4.3. Osnovni koncept teorije grubih skupova (Fazlollahtabar i dr., 2017)

Pretpostavimo da je U univerzum koji se sastoji od svih objekata, Y je proizvoljan objekat od U , R je skup od t klasa $(G_1; G_2; \dots; G_t)$ koje uključuju sve objekte u U , $R(G_1; G_2; \dots; G_t)$. Ako su ove klase određene kao $G_1 < G_2 < \dots < G_t$, onda $\forall Y \in U, G_q \in R, 1 \leq q \leq t$ donja aproksimacija ($\underline{Apr}(G_q)$), gornja aproksimacija ($\overline{Apr}(G_q)$) i granični region ($Bnd(G_q)$) klase G_q prema Zhu i dr, (2015) definisan je kao:

$$\underline{Apr}(G_q) = \cup \{Y \in U/R(Y) \leq G_q\} \quad (19)$$

$$\overline{Apr}(G_q) = \cup \{Y \in U/R(Y) \geq G_q\} \quad (20)$$

$$Bnd(G_q) = \cup \{Y \in U/R(Y) \neq G_q\} = \{Y \in U/R(Y) \geq G_q\} = \cup \{Y \in U/R(Y) \leq G_q\} \quad (21)$$

Onda G_q može se prikazati kao grubi broj ($RN(G_q)$), koji je određen odgovarajućim donjim limitom ($\underline{Lim}(G_q)$) i gornjim limitom ($\overline{Lim}(G_q)$), gde je:

$$\underline{Lim}(G_q) = \frac{1}{M_L} \sum R(Y) | Y \in \underline{Apr}(G_q) \quad (22)$$

$$\overline{Lim}(G_q) = \frac{1}{M_U} \sum R(Y) | Y \in \overline{Apr}(G_q) \quad (23)$$

$$RN(G_q) = [\underline{Lim}(G_q), \overline{Lim}(G_q)] \quad (24)$$

gde su M_L, M_U brojevi objekata koji se sastoje u $\underline{Apr}(G_q)$ i $\overline{Apr}(G_q)$, respektivno.

Razlike između njih su izražene kao grubi granični interval ($IRBnd(G_q)$):

$$IRBnd(G_q) = \overline{Lim}(G_q) - \underline{Lim}(G_q) \quad (25)$$

Operacije za dva gruba broja $RN(\alpha) = [\underline{Lim}(\alpha), \overline{Lim}(\alpha)]$ i $RN(\beta) = [\underline{Lim}(\beta), \overline{Lim}(\beta)]$ prema Zhai i dr., (2009) su:

Sabiranje (+) dva gruba broja $R(\alpha)$ i $RN(\beta)$

$$RN(\alpha) + RN(\beta) = [\underline{Lim}(\alpha) + \underline{Lim}(\beta), \overline{Lim}(\alpha) + \overline{Lim}(\beta)] \quad (26)$$

Oduzimanje (-) dva gruba broja $R(\alpha)$ i $RN(\beta)$

$$RN(\alpha) - RN(\beta) = [\underline{Lim}(\alpha) - \overline{Lim}(\beta), \overline{Lim}(\alpha) - \underline{Lim}(\beta)] \quad (27)$$

Množenje (\times) dva gruba broja $R(\alpha)$ i $RN(\beta)$

$$RN(\alpha) \times RN(\beta) = [\underline{Lim}(\alpha) \times \underline{Lim}(\beta), \overline{Lim}(\alpha) \times \overline{Lim}(\beta)] \quad (28)$$

Deljenje (\div) dva gruba broja $R(a)$ i $RN(b)$

$$RN(\alpha) \div RN(\beta) = [\underline{Lim}(\alpha) \div \overline{Lim}(\beta), \overline{Lim}(\alpha) \div \underline{Lim}(\beta)] \quad (29)$$

Skalarno množenje grubog broja $R(\alpha)$, gde je μ vrednost različita od nule.

$$\mu \times RN(\alpha) = [\mu \times \underline{Lim}(\alpha), \mu \times \overline{Lim}(\alpha)] \quad (30)$$

4.5. Crisp AHP

Tvorac analitičko hijerarhijskog procesa je Tomas Saaty (Saaty, 1980) i prema istom autoru (Saaty, 2008) AHP je teorija merenja kroz poređenje parova i oslanja se na mišljenje stručnjaka za izvođenje prioriternih skala. Sa AHP prema Saaty, (1988) moguće je izvršiti identifikaciju relevantnih činjenica i povezanosti koje postoje među njima.

Ova metoda se sastoji iz dekompozicije problema, gde se cilj nalazi na vrhu, zatim kriterijumi i podkriterijumi i na kraju hijerarhije su potencijalna rešenja, detaljnije u (Saaty, 1990). U radu (Saaty, 1986) definisani su aksiomi na kojima se AHP zasniva:

- Aksiom recipročnosti. Ako je element A n puta značajniji od elementa B, tada je element B 1/n puta značajniji od elementa A.
- Aksiom homogenosti. Poređenje ima smisla jedino ako su elementi uporedivi npr. ne može se porediti težina komarca i težina slona.
- Aksiom zavisnosti. Dozvoljava se poređenje među grupom elemenata jednog nivoa u odnosu na element višeg nivoa, tj. poređenja na nižem nivou zavise od elementa višeg nivoa.
- Aksiom očekivanja. Svaka promena u strukturi hijerarhije zahteva ponovno računanje prioriteta u novoj hijerarhiji.

Neka su $\{A_1, A_2, \dots, A_n\}$ n alternative, i $\{w_1, w_2, \dots, w_n\}$ njene trenutne težine. Poređenje u parovima se vrši primenjujući Satijevu skalu (1–9), prikazanu u tabeli 4.1.

Tabela 4.1. Satijeva skala poređenja (Saaty, 1980)

Značaj	Definicija	Objašnjenje
1	Istog značaja	Dva elementa su identičnog značaja u odnosu na cilj
3	Slaba dominantnost	Iskustvo ili rasuđivanje neznatno favorizuju jedan element u odnosu na drugi
5	Jaka dominantnost	Iskustvo ili rasuđivanje znatno favorizuju jedan element u odnosu na drugi
7	Demonstrirana dominantnost	Dominantnost jednog kriterijuma potvrđena u praksi
9	Apsolutna dominantnost	Dominantnost najvišeg stepena
2, 4, 6, 8	Međuvrednosti	Potreban kompromis ili dalja podela

Neki ključni i osnovni koraci u metodologiji AHP prema Vaidya i Kumar, (2006) su: definisati problem, proširiti problem uzimajući u obzir sve aktere, cilj i ishod, identifikacija kriterijuma koji utiču na ishod, strukturirati problem u već objašnjenu hijerarhiju, porediti svaki element sa svakim na odgovarajućem nivou, pri čemu je ukupno potrebno $n(n-1)/2$ poređenja, proračunati maksimalnu vrednost sopstvenog vektora, indeks konzistentnosti i stepen konzistentnosti. AHP na određen način rešava problem subjektivnog uticaja donosioca odluke tako što meri stepen konzistentnosti (CR) i o tome obaveštava donosioca odluka. Ukoliko je stepen konzistentnosti u opsegu do 0,10 rezultati se smatraju se validnim, neki autori uzimaju čak i veći stepen konzistentnosti kao validan što naravno nije preporučljivo. U zavisnosti od veličine matrica preporučuje se vrednost ovog koeficijenta, pa se u (Lee i dr,

2008; Anagnostopoulos i dr, 2007) može naći da je maksimalni dozvoljeni stepen konzistentnosti za matrice 3x3 0,05, za matrice 4x4 0,08, a za veće matrice 0,1. Ukoliko izračunati CR nije zadovoljavajuće vrednosti, potrebno je ponovo izvršiti poređenje da bi isti bio u željenom opsegu (Saaty, 2003).

Matrica poređenja u parovima je definisana na sledeći način:

$$W = \begin{bmatrix} w_i \\ w_j \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} & \dots & \frac{w_1}{w_n} \\ \frac{w_2}{w_1} & \frac{w_2}{w_2} & \dots & \frac{w_2}{w_n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} & \dots & \frac{w_n}{w_n} \end{bmatrix} \quad (31)$$

Ova matrica $A=[a_{ij}]$ predstavlja vrednosti ekspertske preferencije kroz individualne parove alternativa (A_i naspram A_j zasvako $i, j = 1,2,\dots,n$).

Nakon toga, donosilac odluke vrši poređenje parova alternativa za sve moguće parove. Bazirajući se na tome matrica poređenja A je dobijena, gde element a_{ij} pokazuje preferenciju težine A_i dobijenog u poređenju sa A_j .

$$A = [a_{ij}] = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ \frac{1}{a_{12}} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{1}{a_{1n}} & \frac{1}{a_{2n}} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (32)$$

Elementi a_{ij} procenjuju odnose w_i/w_j , gde je w vektor trenutnih težina alternativa.

Matrica ima recipročne osobine gde su $a_{ji}=1/a_{ij}$.

Matrice koje su formirane nakon poređenja u parovima i vektora težina $w=[w_1,w_2, \dots, w_n]$ su proračunate na osnovu Satijevog eugenvektora koji podrazumeva proceduru u dva koraka. Prvo, matrica poređenja u parovima, $A = [a_{ij}]_{n \times n}$, je normalizovana, i onda su nakon toga težine izračunate.

Normalizacija:

$$a_{ij}^* = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (33)$$

za svako $j = 1,2,\dots, n$.

proračun težina:

$$w_i = \frac{\sum_{i=1}^n a_{ij}^*}{n} \quad (34)$$

za svako $j = 1,2,\dots, n$.

Indeks konzistentnost za matricu parova (CI) se proverava kako bi bilo validno poređenje:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1} \quad (35)$$

gde je λ_{\max} važan parametar u AHP i koristi se kao referentni indeks da prikaže informacije za proračun stepena konzistentnosti (CR) procenjenog vektora. CR se proračunava koristeći sledeću jednačinu:

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (36)$$

gde je RI slučajni indeks konzistentnosti prikazan u tabeli 4.2 u zavisnosti od n koji predstavlja broj kriterijuma ili alternativa.

Tabela 4.2. Vrednosti slučajnog indeksa RI (Saaty i Vargas, 2012)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0.00	0.00	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.40	1.45	1.49

4.6. Fuzzy AHP

Kada je u pitanju donošenje odluka pomoću fuzzy AHP metode razvijeni su različiti pristupi kao fuzzy proširena AHP metoda koja se zasniva na fuzzy trougaonim brojevima (Chang, 1996; Zhu i dr., 1999), fuzzy preference programming kojeg je razvio Mikhailov (2003), logarithmic fuzzy preference programming nastao iz prethodno navedenog pristupa njegovim proširivanjem, koji je razvijen od strane Wanga i China, (2011).

Chang-ova proširena analiza se i pored radova (Wang i dr, 2008; Fazlollahtabar i dr, 2010) koji kritikuju ovu metodu, široko primenjuje u različitim oblastima za donošenje odluka. Kao jedan od nedostataka ove proširene AHP analize smatra se prema Xu i Liao, (2014) neuzimanje u obzir stepena konzistentnosti odnosno neračunanje njegove vrednosti, međutim ona se prema Meixner, (2009) može izračunati uzimanjem crisp vrednosti.

Jedan od načina provere stepena konzistentnosti ove Fuzzy AHP metode je primena Kvongovog metoda (Kwong i Bai, 2003). Prvo što je potrebno uraditi jeste trougaoni broj koji je označen kao $M = (l, m, u)$, defazifikovati na sledeći način:

$$M_{-crisp} = \frac{(4m+l+u)}{6} \quad (37)$$

nakon čega se primenjuje standardna procedura za proračun stepena konzistentnosti prikazana u koracima klasične AHP metode.

Neka je $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ skup objekata, a $U = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$ skup ciljeva. Prema metodologiji proširene analize koju je postavio Chang za svaki uzeti objekat vrši se proširena analiza cilja u_j . Vrednosti proširene analize m za svaki objekat mogu biti predstavljene na sledeći način:

$$M_{gi}^1, M_{gi}^2, \dots, M_{gi}^m, i = 1, 2, \dots, n., \quad (38)$$

gde su $M_{gi}^j, j = 1, 2, \dots, m.$, fuzzy trougaoni brojevi.

Chang-ova proširena analiza sadrži sledeće korake:

Korak 1: *Vrednosti fazi proširenja za i-ti objekat date su jednačinom:*

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \times \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} \quad (39)$$

Da bi se dobilo izraz:

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} \quad (40)$$

potrebno je izvršiti dodatne fuzzy operacije sa m vrednostima proširene analize, što je predstavljeno sledećim izrazima:

$$\sum_{j=1}^m M_{gi}^j = \left(\sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j \right) \quad (41)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j = \left(\sum_{i=1}^n l_i, \sum_{i=1}^n m_i, \sum_{i=1}^n u_i \right) \quad (42)$$

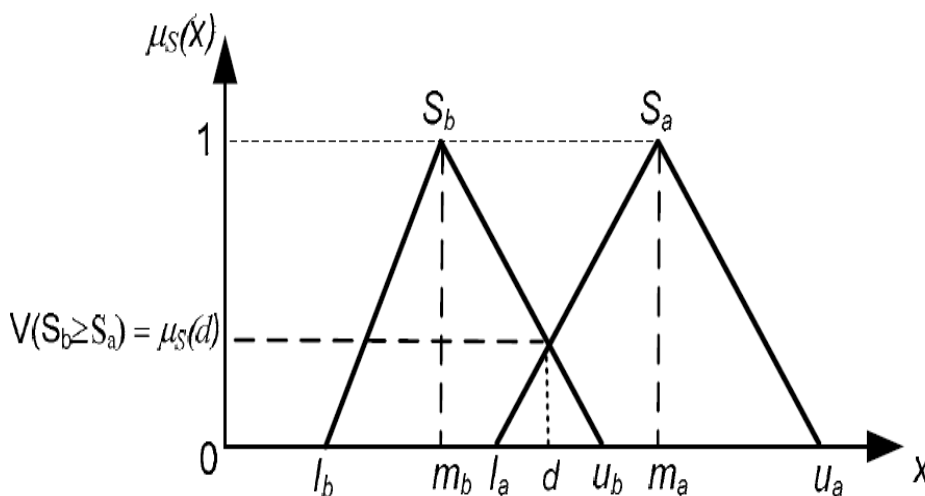
Zatim je potrebno izračunati inverzni vektor:

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} = \left[\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right] \quad (43)$$

Korak 2: *Stepen mogućnosti $S_b > S_a$ je definisan:*

$$V(S_b \geq S_a) = \begin{cases} 1, & \text{ako je } m_b \geq m_a \\ 0, & \text{ako je } l_a \geq u_b \\ \frac{l_a - u_b}{(m_b - u_b) - (m_a - l_a)}, & \text{ostalo} \end{cases} \quad (44)$$

gde je d ordinata najvećeg preseka u tački D između μ_{S_a} i μ_{S_b} kao što je prikazano na slici 4.4.



Slika 4.4. Presek između S_a i S_b (Chang, 1996)

Za poređenje S_1 i S_2 , potrebne su obe vrednosti

$$V(S_1 \geq S_2) \text{ i } V(S_2 \geq S_1).$$

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

$$V(S_i \geq S_1, S_2, \dots, S_k) = \min V(S_i \geq S_k), = w'(S_i) \quad (45)$$

$$d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k), k \neq i, k = 1, 2, \dots, n \quad (46)$$

Težinski vektor je dat sledećim izrazom:

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T, \quad (47)$$

Korak 4: *Putem normalizacije, težinski vektor se svodi na izraz:*

$$W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T, \quad (48)$$

gde W ne predstavlja fazi broj.

Kroz primenu fuzzy AHP metode ublažava se glavni nedostatak klasične AHP metode, a to je prethodno navedena nedovoljno velika skala poređenja. U tu svrhu razvijene su različite skale poređenja na bazi fuzzy trougaonih brojeva, gde donosilac odluke ima mogućnost da mnogo bliže i lakše oceni značaj kriterijuma ili alternative i na taj način svoju subjektivnost koja je prisutna prilikom rešavanja ovih problema svede na minimum.

Tabela 4.3. Trougaona fuzzy skala (Chang, 1996)

Lingvistička skala	Trougaona fazi skala	Trougaona fazi recipročna skala
Samo jednako	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
Jednak značaj	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)
Malo važnije	(1, 3/2, 2)	(1/2, 2/3, 1)
Strogo važnije	(3/2, 2, 5/2)	(2/5, 1/2, 2/3)
Veoma strogo važnije	(2, 5/2, 3)	(1/3, 2/5, 1/2)
Apsolutno važnije	(5/2, 3, 7/2)	(2/7, 1/3, 2/5)

4.7. Grubi AHP

Grubi AHP se sastoji od sledećih koraka (Zhai i dr., 2009):

Korak 1: *Identifikacija cilja istraživanja, nakon toga identifikacija kriterijuma i potencijalnih rešenja.* U ovom koraku potrebno je formiranje hijerarhijske strukture kao što je slučaj i kod klasičnog AHP-a.

Korak 2: *Formiranje grupne matrice poređenja u parovima od e_{th} eksperata* izražena kao:

$$B_e = \begin{bmatrix} 1 & x_{12}^e & \dots & x_{1m}^e \\ x_{21}^e & 1 & \dots & x_{2m}^e \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1}^e & x_{m2}^e & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (49)$$

gde je x_{gh}^e ($1 \leq g \leq m, 1 \leq h \leq m, 1 \leq e \leq s$) relativni značaj kriterijuma g na kriterijum h izražen od strane eksperta e , m predstavlja broj kriterijuma, dok s predstavlja broj donosilaca odluke (DO) ili eksperata.

Proračunati maksimalni sopstveni vektor λ_{max}^e od B_e , a zatim izračunati indeks konzistentnosti $CI = (\lambda_{max}^e - n)/(n - 1)$.

Izvući iz tabele (RI) u zavisnosti od n i izračunati stepen konzistentnosti $CR = CI/RI$.

Nakon toga, grupna matrica poređenja \tilde{B} je izražena kao:

$$\tilde{B} = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{x}_{12}^e & \cdots & \tilde{x}_{1m}^e \\ \tilde{x}_{21}^e & 1 & \cdots & \tilde{x}_{2m}^e \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1}^e & \tilde{x}_{m2}^e & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (50)$$

gde je $\tilde{x}_{gh} \{x_{gh}^1, x_{gh}^2, \dots, x_{gh}^s\}$, \tilde{x}_{gh} sekvenca relativnog značaja kriterijuma g na kriterijum h .

Korak 3: U ovom koraku je potrebno formirati grubu matricu poređenja.

Svi elementi x_{gh}^e u \tilde{B} moraju biti prevedeni u grubi broj $RN(x_{gh}^e)$ koristeći jednačine (19) - (24):

$$RN(x_{gh}^e) = [x_{gh}^{eL}, x_{gh}^{eU}] \quad (51)$$

gde je x_{gh}^{eL} donji limiti grubog broja $RN(x_{gh}^e)$, dok je x_{gh}^{eU} gornji limit grubog broja.

Onda gruba sekvenca $RN(\tilde{x}_{gh})$ je predstavljena kao:

$$RN(\tilde{x}_{gh}) = \{[x_{gh}^{1L}, x_{gh}^{1U}], [x_{gh}^{2L}, x_{gh}^{2U}], \dots, [x_{gh}^{sL}, x_{gh}^{sU}]\} \quad (52)$$

Nakon toga izvršava se konverzija u prosečan grubi broj $RN(x_{gh})$ primenjujući jednačine (25) - (29):

$$RN(x_{gh}) = [x_{gh}^L, x_{gh}^U] \quad (53)$$

$$x_{gh}^L = \frac{x_{gh}^{1L} + x_{gh}^{2L} + \dots + x_{gh}^{sL}}{s} \quad (54)$$

$$x_{gh}^U = \frac{x_{gh}^{1U} + x_{gh}^{2U} + \dots + x_{gh}^{sU}}{s} \quad (55)$$

gde je x_{gh}^L donji limit grubog broja $RN(x_{gh})$ i x_{gh}^U gornji limit grubog broja.

Onda, gruba matrica poređenja M izražena je kao:

$$M = \begin{bmatrix} [1,1] & [x_{12}^L, x_{12}^U] & \cdots & [x_{1m}^L, x_{1m}^U] \\ [x_{21}^L, x_{21}^U] & [1,1] & \cdots & [x_{2m}^L, x_{2m}^U] \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ [x_{m1}^L, x_{m1}^U] & [x_{m2}^L, x_{m2}^U] & \cdots & [1,1] \end{bmatrix} \quad (56)$$

Korak 4: Proračun grube težine w_g za svaki kriterijum primenjujući naredne dve jednačine:

$$w_g = \left[\sqrt[m]{\prod_{h=1}^m x_{gh}^L}, \sqrt[m]{\prod_{h=1}^m x_{gh}^U} \right] \quad (57)$$

$$w'_g = w_g / \max(w_g^U) \quad (58)$$

gde je w'_g normalizovana težina kriterijuma.

4.8. Crisp TOPSIS

TOPSIS metoda je praktična i korisna tehnika za rangiranje i izbor jednog broja utvrđenih alternativa. Ova metoda alternative vrednuje na osnovu njihove udaljenosti u

odnosu na idealno i antiidealno rešenje. "Najbolja" je alternativa koja ima najmanje rastojanje u odnosu na idealno rešenje i najveće rastojanje u odnosu na antiidealno rešenje.

Prvo što je potrebno odrediti kod ove metode jeste orijentacija kriterijuma, tako da ih je potrebno minimizirati ili maksimizirati. U nastavku slede koraci algoritma za rešavanje višekriterijumskog modela TOPSIS metodom:

Polazna matrica:

$$X = \left\| x_{ij} \right\|_{m \times n} \quad (59)$$

Polaznu matricu kao i kod drugih metoda višekriterijumskog odlučivanja čine vrednosti alternativa u odnosu na definisane kriterijume na osnovu kojih je potrebno rangirati potencijalna rešenja.

Korak 1: *Normalizacija polazne matrice*

$$\|X\| \rightarrow \|R\| \quad (60)$$

$$R = \left\| r_{ij} \right\|_{m \times n} \quad (61)$$

$$R_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m X_{ij}^2}} \quad (62)$$

Korak 2: *Otežavanje normalizovane matrice*

$$\|R\| \rightarrow \|V\| \quad (63)$$

$$V = \left\| v_{ij} \right\| = \left\| W'_j \cdot r_{ij} \right\| \quad (64)$$

Korak 3: *Formiranje idealnog i anti-idealnog rešenja:*

A^+ - idealno rešenje, koje ima sve najbolje karakteristike po svim kriterijumima:

$$A^+ = \left\{ \left(\max_i v_{ij} \mid j \in K' \right) i \left(\min_i v_{ij} \mid j \in K'' \right) \right\} = \left\{ v_1^+, v_2^+, \dots, v_j^+, \dots, v_n^+ \right\}, \quad i = \overline{1, m} \quad (65)$$

$K' \subseteq K \rightarrow K'$ je podskup skupa K koga čine kriterijumi tipa *max*.

$K'' \subseteq K \rightarrow K''$ je podskup skupa K koga čine kriterijumi tipa *min*

A^- - anti-idealno rešenje, koje ima sve najlošije karakteristike po svim kriterijumima:

$$A^- = \left\{ \left(\min_i v_{ij} \mid j \in K' \right) i \left(\max_i v_{ij} \mid j \in K'' \right) \right\} = \left\{ v_1^-, v_2^-, \dots, v_j^-, \dots, v_n^- \right\}, \quad (i = \overline{1, m}) \quad (66)$$

Korak 4: *Računanje udaljenosti (euklidsko rastojanje) svake alternative od idealnog i antiidealnog rešenja:*

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2} \quad (67)$$

S_i^+ - udaljenost alternative od idealnog rešenja

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (68)$$

S_i^- - udaljenost alternative od anti-idealnog rešenja

Korak 5: Računanje relativne bliskosti alternative idealnom rešenju:

$$C_i = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^+} \quad (69)$$

$$0 \leq C_i \leq 1. \quad (70)$$

Korak 6: Rang alternativa:

Rang vrednosti C_i poređanih u opadajući niz (od najveće do najmanje vrednosti) odgovara rang u alternativa A_i (od najbolje do najlošije).

Ako alternativa teži jedinici predstavlja idealno rešenje, a ukoliko teži nuli predstavlja antiidealno rešenje.

4.9. Fuzzy TOPSIS

TOPSIS metodu su prvi predložili Hwang i Yoon, (1981), a fuzzy oblik ove metode kasnije su izvršili Chen i Hwang, (1992).

Algoritam Fuzzy TOPSIS metode je opisan na sledeći način: (Chen, 2000)

Korak 1: *Formirati odbor donosilaca odluke koji će vršiti i vrednovanje identifikovanih kriterijuma.*

Korak 2: *Izabrati adekvatne lingvističke promenljive za određivanje značaja i težine kriterijuma i lingvističke promenljive za rangiranje alternativa prema kriterijumima.*

Korak 3: *Agregirati težine kriterijuma da bi se dobila agregirana fuzzy težina \tilde{w}_j kriterijuma C_j , i grupisati procene donosilaca odluke kako bi se dobilo agregirano fuzzy rangiranje \tilde{x}_{ij} alternative A_i prema kriterijumu C_j*

$$\tilde{R}_k = (a_k, b_k, c_k), k = 1, 2, 3, \dots, K, \quad (71)$$

onda agregirano fuzzy rangiranje može se izračunati primenjujući sledeće jednačine:

$$R = (a, b, c), k = 1, 2, 3, \dots, K \quad (72)$$

$$a = \min_k(a_k), b = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K b_k, c = \max_k(c_k) \quad (73)$$

Korak 4: *Formirati fuzzy matricu odlučivanja i normalizovanu matricu odlučivanja:*

$$\tilde{R}_k = [r_{ij}]_{m \times n} \quad i = 1, 2, 3, \dots, m; \quad j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (74)$$

gde su B i C setovi benefiitnih (korisnih) i troškovnih kriterijuma respektivno i

$$r_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*} \right), \quad j \in B \quad (75)$$

$$r_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*} \right), \quad j \in B \quad (76)$$

$$r_{ij} = \left(\frac{a_j^-}{c_{ij}}, \frac{a_j^-}{b_{ij}}, \frac{c_{ij}}{a_{ij}} \right), \quad j \in C \quad (77)$$

$$c_j^* = \max_i c_{ij} \quad \text{ako } j \in B \quad (78)$$

$$a_j^- = \min_i a_{ij} \quad \text{ako } j \in C \quad (79)$$

Korak 5: Uzimajući u obzir različit značaj svakog kriterijuma, potrebno je formirati otežanu normalizovanu fuzzy matricu odlučivanja primenjujući sledeće jednačine:

$$\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n} \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (80)$$

$$\tilde{v}_{ij} = r_{ij} \times W \quad (81)$$

gde W predstavlja otežani vektor vrednovanog kriterijuma.

Korak 6: Određivanje fuzzy pozitivnog idealnog rešenja (FPIS) i fuzzy negativnog idealnog rešenja (FNIS) koje se prema Yu idr., (2011) dobija na sledeći način primenjujući jednačine:

$$A^* = (\tilde{v}_1^*, \tilde{v}_2^*, \dots, \tilde{v}_n^*) = (\max_j v_{ij} | i \in B), (\min_j v_{ij} | i \in C), i = 1, 2 \dots m; \quad j = 1, 2 \dots n, \quad (82)$$

$$A^- = (\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \dots, \tilde{v}_n^-) = (\min_j v_{ij} | i \in B), (\max_j v_{ij} | i \in C), i = 1, 2 \dots m; \quad j = 1, 2 \dots n, \quad (83)$$

gde su: B setovi benefiitnih (korisnih) i

C troškovnih kriterijuma respektivno.

Korak 7: Izračunati distancu za svaku alternativu od FPIS i FNIS, respektivno. Udaljenost svake alternative od A^* i A^- može se izračunati kao:

$$d_i^* = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^*), i = 1, 2, \dots, m, \quad (84)$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-), i = 1, 2, \dots, m, \quad (85)$$

gde $d(\cdot, \cdot)$ predstavlja meru udaljenosti između dva fuzzy broja.

Korak 8: Izračunati relativnu bliskost za svaku alternativu.

Koeficijent relativne bliskosti je definisan kako bi izračunao rang svih alternativa od d_i^* i d_i^- za svaku alternativu $A_i (i=1;2;m)$. Koeficijent relativne bliskosti za svaku alternativu računa se prema sledećoj jednačini.

$$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^* + d_i^-}, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (86)$$

Korak 9: Prema relativnoj bliskosti vrši se rangiranje alternativa prema opadajućim vrednostima.

4.10. Grubi TOPSIS

Grubi TOPSIS se sastoji od pet koraka: (Song i dr., 2014)

Korak 1: *Formiranje crisp matrice vrednovanja* $A_i(i=1,2,\dots,m)$ prema vrednovanim kriterijumima $C_j(j=1,2,\dots,n)$. Izabrani eksperti koriste konvencionalnu skalu (1,2,3, . . .,10) da bi izvršili vrednovanje u odnosu na svaki kriterijum $C_j(j=1,2,\dots,n)$. Pretpostavljajući da tim ima l eksperata za donošenje odluke, može se razmotriti kao višekriterijumski model i izraziti u obliku matrice vrednovanja D na sledeći način:

$$D = \begin{bmatrix} x_{11}^k & x_{12}^k & \cdots & x_{1n}^k \\ x_{21}^k & x_{22}^k & \cdots & x_{2n}^k \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1}^k & x_{m2}^k & \cdots & x_{mn}^k \end{bmatrix} \quad (87)$$

gde je $k=1,2,\dots,l$, i $x_{ij}^k(i=1,\dots,m)$ i predstavlja procenu od k^{th} eksperta za i^{th} u odnosu na kriterijum j .

Korak 2: *Konvertovati crisp elemente* x_{ij}^k *u grupnu matricu odlučivanja*. Matricu \tilde{D} konvertovati u formu grubih brojeva kako bi se dobila grupna matrica odlučivanja R . Grubi broj $RN(x_{ij}^k)$ od x_{ij}^k može se dobiti primenom jednačina (19)-(24). U suštini procedura proračuna u ovom koraku identična je kao procedura trećeg koraka kod grubog Analitičko Hijerarhijskog Procesu.

Korak 3: *Proračunati otežanu normalizovanu matricu odlučivanja u obliku grubih brojeva*. Da bi se izvršila transformacija različitih skala kriterijuma u kompatibilnu skalu potrebno je primeniti sledeći normalizovani metod:

$$x_{ij}'^L = \frac{x_{ij}^L}{\max_{i=1}^m \{ \max [x_{ij}^L, x_{ij}^U] \}}, x_{ij}'^U = \frac{x_{ij}^U}{\max_{i=1}^m \{ \max [x_{ij}^L, x_{ij}^U] \}} \quad (88)$$

$[x_{ij}'^L, x_{ij}'^U]$ predstavlja donji i gornji limit normalizovanog oblika intervala $[x_{ij}^L, x_{ij}^U]$

Metod normalizacije pomenut prethodno čuva osobinu prema kojoj rangovi normalizovanog intervalnog broja pripadaju $[0, 1]$. Nakon toga, može se izračunati otežana normalizovana matrica na sledeći način:

$$v_{ij}^L = w_j^L \times x_{ij}'^L, i = 1, 2, \dots, m, j \quad (89)$$

$$v_{ij}^U = w_j^U \times x_{ij}'^U, i = 1, 2, \dots, m, j \quad (90)$$

gde w_j^L i w_j^U predstavljaju donji i gornji limit težine kriterijuma u obliku grubog broja respektivno.

Korak 4: *Zatim, pozitivno idealno rešenje (PIS) i negativno idealno rešenje (NIS) može se odrediti na sledeći način:*

$$v^+(j) = \left\{ \max_{i=1}^m (v_{ij}^U), \text{ ako } j \in B; \min_{i=1}^m (v_{ij}^L), \text{ if } j \in C \right\} \quad (91)$$

$$v^-(j) = \left\{ \min_{i=1}^m (v_{ij}^L), \text{ ako } j \in B; \max_{i=1}^m (v_{ij}^U), \text{ if } j \in C \right\} \quad (92)$$

gde su $v^+(j)$ i $v^-(j)$ vrednosti PIS i NIS prema kriterijumu j . B i C su označeni kao korisni i troškovni kriterijum respektivno.

Korak 5: U ovom koraku *potrebno je izračunati Euklidsko rastojanje* i to primenjujući sledeće jednačine:

Euklidsko rastojanje od PIS:

$$d_i^+ = \left\{ \sum_{j \in B} (v_{ij}^L - v^+(j))^2 + \sum_{j \in C} (v_{ij}^U - v^+(j))^2 \right\}^{1/2} \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad (93)$$

Slično tome, Euklidsko rastojanje od NIS se računa prema jednačini:

$$d_i^- = \left\{ \sum_{j \in B} (v_{ij}^U - v^-(j))^2 + \sum_{j \in C} (v_{ij}^L - v^-(j))^2 \right\}^{1/2} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (94)$$

Koeficijent relativne bliskosti respektujući svaki kriterijum definisan je sledećom jednačinom:

$$CC_I = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+}, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (95)$$

4.11. Crisp COPRAS

COPRAS (COmplex PROportional ASsessment) metod stvorili su (Zavadskas i dr., 1994). Opis ove metode i mogućnosti njene primene su publikovani u velikom broju radova (Zavadskas i dr., 2001; Vilutiene i Zavadskas, 2003; Kaklauskas dr., 2006, Stević, 2016). Rangiranje alternativa primenom COPRAS metode pretpostavlja direktnu i proporcionalnu zavisnost od značaja i prioriteta ispitanih alternativa na sistemu kriterijuma (Ustinovichius i dr., 2007).

Proračun značaja i prioriteta alternativa, može se precizno izraziti preko sledećih koraka:

Korak 1: *Formiranje početne matrice X.*

$$X = [x_{ij}] = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ x_{31} & x_{32} & \dots & x_{3n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (96)$$

gde je x_{ij} procenjena vrednost i -te u odnosu na j -ti kriterijum, m je broj alternativa i n je broj kriterijuma.

Korak 2: *Normalizacija početne matrice odlučivanja primenom procedure linearne normalizacije.* U višekriterijumskom odlučivanju kriterijumi obično imaju različite težinske vrednosti.

Pregled nekih najbitnijih metoda višekriterijumskog odlučivanja i njihove normalizacije dati su u (Ginevicius, 2008).

Za normalizaciju u COPRAS metodi koristi se sledeća formula:

$$R = [r_{ij}] = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad (97)$$

Korak 3. *Formiranje otežane normalizovane matrice* koristeći sledeću formulu:

$$D = [x_{ij}] = r_{ij} \cdot w_j, i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n \quad (98)$$

gde je r_{ij} normalizovana vrednost i -te alternative u odnosu na j -ti kriterijum i w_j je težina ili značaj j -tog kriterijuma.

Suma otežanih normalizovanih vrednosti za svaki kriterijum je uvek jednaka vrednosti tog kriterijuma:

$$\sum_{i=1}^m y_{ij} = w_j \quad (99)$$

Korak 4: U ovom koraku potrebno je *proračunati sumu otežanih normalizovanih vrednosti za obe vrste kriterijuma*, za korisne kriterijume i za troškovne koristeći sledeće jednačine:

$$S_{+i} = \sum_{j=1}^n y_{+ij} \quad (100)$$

$$S_{-i} = \sum_{j=1}^n y_{-ij} \quad (101)$$

gde su y_{+ij} i y_{-ij} otežane normalizovane vrednosti za korisne i troškovne kriterijume, respektivno.

Korak 5: *Određivanje relativnog značaja za svaku alternativu*. Relativna težina Q_i za i -tu alternativu se računa primenom sledeće jednačine:

$$Q_i = S_{+i} + \frac{\min_i S_{-i} \sum_{i=1}^m S_{-i}}{S_{-i} \sum_{i=1}^m \frac{\min_i S_{-i}}{S_{-i}}} \quad (102)$$

Jednačina (102) može se napisati u jednostavnijem obliku kao:

$$Q_i = S_{+i} + \frac{\sum_{i=1}^m S_{-i}}{S_{-i} \sum_{i=1}^m \frac{1}{S_{-i}}} \quad (103)$$

Korak 6: *Određivanje prioriteta alternativa*. Prioritet pri poređenju alternativa određuje se na bazi njihove relativne težine, gde se alternativu sa većom vrednošću relativne težine daje veći prioritet ili rang i alternativa sa takvom najvećom vrednošću predstavlja najprihvatljiviju alternativu.

$$A^* = \left\{ A_i \mid \max_i Q_i \right\} \quad (104)$$

4.12. Razvoj novog pristupa primenom grubih brojeva i COPRAS metode

Jedan od novih pristupa koji su razvijeni u okviru ove doktorske disertacije je upravo Grubi COPRAS pristup koji se sastoji od šest koraka prikazanih u nastavku.

Korak 1: *Formiranje početne matrice X.*

$$X = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \dots \\ A_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} RN(x_{11}) & RN(x_{12}) & \dots & RN(x_{1n}) \\ RN(x_{21}) & RN(x_{22}) & \dots & RN(x_{2n}) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ RN(x_{m1}) & RN(x_{m2}) & \dots & RN(x_{mn}) \end{bmatrix} \end{matrix}_{m \times n} \quad (105)$$

gde je $RN(x_{ij})$ procenjena vrednost i -te u odnosu na j -ti kriterijum, m je broj alternativa i n je broj kriterijuma.

Korak 2: *Normalizacija početne matrice odlučivanja primenom procedure linearne normalizacije.*

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}^L; x_{ij}^U}{\sum x_{ij}^L; x_{ij}^U} = \left[\frac{x_{ij}^L}{\sum x_{ij}^L}; \frac{x_{ij}^U}{\sum x_{ij}^U} \right] \quad (106)$$

Korak 3: *Formiranje otežane normalizovane matrice* koristeći sledeću formulu:

$$D = [d_{ij}^L; d_{ij}^U] = [w_j^L \times x_{ij}^L; w_j^U \times x_{ij}^U] \quad (107)$$

gde je $[d_{ij}^L; d_{ij}^U]$ normalizovana vrednost i -te alternative u odnosu na j -ti kriterijum i w_j je težina ili značaj j -tog kriterijuma.

Suma otežanih normalizovanih vrednosti za svaki kriterijum je uvek jednaka vrednosti tog kriterijuma:

$$\sum y_j = [w_j^L; w_j^U] \quad (108)$$

Korak 4: U ovom koraku potrebno je *proračunati sumu otežanih normalizovanih vrednosti za obe vrste kriterijuma*, za korisne kriterijume i za troškovne koristeći sledeće jednačine:

$$S_{+i} = [s_{ij}^{+L}; s_{ij}^{+U}]_{1 \times n} \quad (109)$$

$$S_{-i} = [s_{ij}^{-L}; s_{ij}^{-U}]_{1 \times n} \quad (110)$$

gde $[s_{ij}^{+L}; s_{ij}^{+U}]$ i $[s_{ij}^{-L}; s_{ij}^{-U}]$ predstavljaju otežane normalizovane vrednosti za korisne i troškovne kriterijume, respektivno.

Korak 5: *Određivanje relativnog značaja za svaku alternativu.* Relativna težina Q_i za i -tu alternativu se računa primenom sledeće jednačine:

$$Q_i = S_{+i} \frac{\sum S_{-i}}{S_{-i} \sum \frac{1}{S_{-i}}} \quad (111)$$

Jednačina (102) može se napisati u sledećem obliku kao:

$$Q_i = [s_{ij}^{+L}; s_{ij}^{+U}] + \frac{\sum [s_{ij}^{-L}; s_{ij}^{-U}]}{[s_{ij}^{-L}; s_{ij}^{-U}] \sum \left[\frac{1}{s_{ij}^{-L}}, \frac{1}{s_{ij}^{-U}} \right]} \quad (112)$$

Korak 6: *Određivanje prioriteta alternativa*. Prioritet pri poređenju alternativa određuje se na bazi njihove relativne težine, gde se alternativni sa većom vrednošću relativne težine daje veći prioritet ili rang i alternativa sa takvom najvećom vrednošću predstavlja najprihvatljiviju alternativu.

$$A^* = \left\{ A_i \left| \max_i Q_i \right. \right\} \quad (113)$$

4.13. Grubi DEMATEL

Metoda DEMATEL (eng. Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory) je veoma pogodna za projektovanje i analiziranje strukturnog modela. To se postiže kroz definisanje uzročno posledičnih odnosa između kompleksnih faktora (Pamučar i Čirović, 2015). Uzročno posledični odnosi dobijaju se na osnovu ukupnih direktnih i indirektnih uticaja koji su predati sa svakog faktora na ostale faktore, ali i primljeni od ostalih faktora.

Korišćenjem DEMATEL metode razmatraju se zavisni faktori i utvrđuje se stepen zavisnosti između njih. Metod je zasnovan na teoriji grafa i omogućava vizuelno planiranje i rešavanje problema. Tako se relevantni faktori mogu podeliti na uzročne i posledične u cilju boljeg razumevanja međusobnih odnosa. Time se postiže bolje razumevanje kompleksne strukture razmatranog problema, određuju veze između faktora, veze između nivoa strukture i jačine uticaja faktora (Gigović i dr., 2017a).

U narednom delu prikazani su koraci grubog DEMATEL metoda:

Korak 1: *Ekspertska analiza faktora*. Pod pretpostavkom da postoji m eksperata i n faktora (kriterijuma) koji se posmatraju, svaki ekspert treba da odredi stepen uticaja faktora i na faktor j . Uporedna analiza para i -tog i j -tog faktora od strane k -tog eksperta označava se sa x_{ij}^e , pri čemu je: $i=1, \dots, n$; $j=1, \dots, n$. Vrednost svakog para x_{ij}^e uzima jednu celobrojnu vrednost sa sledećim značenjem: 0 - nema uticaja; 1 - mali uticaj; 2 - srednji uticaj; 3 - veliki uticaj; 4 - veoma veliki uticaj. Odgovor e -tog eksperta prikazuje se nenegativnom matricom ranga $n \times n$, a svaki element e -te matrice u izrazu $X^e = [x_{ij}^e]_{n \times n}$ označava ceo nenegativan broj x_{ij}^e , pri čemu je $1 \leq e \leq m$.

$$X^e = \begin{bmatrix} 0 & x_{12}^e & \dots & x_{1n}^e \\ x_{21}^e & 0 & \dots & x_{2n}^e \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1}^e & x_{n2}^e & \dots & 0 \end{bmatrix}_{n \times n}; \quad 1 \leq i, j \leq n; \quad 1 \leq e \leq m \quad (114)$$

gde x_{ij}^e predstavlja lingvističke izraze iz unapred definisane lingvističke skale kojima ekspert e predstavlja svoje poređenje u parovima kriterijuma.

Prema tome, matrice X^1, X^2, \dots, X^m su matrice odgovora svakog od m eksperata. Dijagonalni elementi matrice odgovora svih eksperata uzimaju vrednost nula jer isti faktori nemaju uticaja.

Korak 2: *Određivanje matrice prosečnih odgovora eksperata.* Na osnovu matrica odgovora $X^e = [x_{ij}^e]_{n \times n}$ ($1 \leq e \leq m$) od strane svih m eksperata, dobijamo matricu agregiranih sekvenci eksperata X^*

$$X^* = \begin{bmatrix} x_{11}^1, x_{11}^2, \dots, x_{11}^m & x_{12}^1; x_{12}^2; \dots; x_{12}^m & \dots & x_{1n}^1; x_{1n}^2, \dots, x_{1n}^m \\ x_{21}^1, x_{21}^2, \dots, x_{21}^m & x_{22}^1; x_{22}^2; \dots; x_{22}^m & \dots & x_{2n}^1; x_{2n}^2, \dots, x_{2n}^m \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{n1}^1, x_{n1}^2, \dots, x_{n1}^m & x_{n2}^1; x_{n2}^2; \dots; x_{n2}^m & \dots & x_{nm}^1; x_{nm}^2, \dots, x_{nm}^m \end{bmatrix} \quad (115)$$

gde $x_{ij} = \{x_{ij}^1, x_{ij}^2, \dots, x_{ij}^m\}$ predstavljaju sekvence kojima se opisuje relativni značaj kriterijuma i u odnosu na kriterijum j . Primenom izraza (19)-(24) sekvenca x_{ij}^e ($1 \leq e \leq m$) transformiše se u grubu sekvencu $RN(x_{ij}^e) = [\underline{Lim}(x_{ij}^e), \overline{Lim}(x_{ij}^e)]$, gde $\underline{Lim}(x_{ij}^e)$ i $\overline{Lim}(x_{ij}^e)$ predstavljaju donju granicu (engl. upper limit) i gornju granicu grube sekvence $RN(x_{ij}^e)$, respektivno.

Ovakve grube sekvence definišu se u matrici (115). Time dobijamo grube matrice X^1, X^2, \dots, X^m (gde m predstavlja broj eksperata). Tako za grupu grubih matrica X^1, X^2, \dots, X^m na poziciji (ij) dobijamo grubu sekvencu:

$$RN(x_{ij}) = \left\{ [\underline{Lim}(x_{ij}^1), \overline{Lim}(x_{ij}^1)], [\underline{Lim}(x_{ij}^2), \overline{Lim}(x_{ij}^2)], \dots, [\underline{Lim}(x_{ij}^m), \overline{Lim}(x_{ij}^m)] \right\}$$

Primenom izraza (116) dobijamo osrednjene grube sekvence

$$RN(z_{ij}) = RN(x_{ij}^1, x_{ij}^2, \dots, x_{ij}^m) = \begin{cases} \underline{Lim}(z_{ij}) = \frac{1}{m} \sum_{e=1}^m x_{ij}^e \\ \overline{Lim}(z_{ij}) = \frac{1}{m} \sum_{e=1}^m x_{ij}^e \end{cases} \quad (116)$$

gde e predstavlja e -tog eksperata ($e = 1, 2, \dots, m$), a $RN(z_{ij})$ predstavlja grubu sekvencu.

Tako dobijamo osrednjenu grubu matricu prosečnih odgovora z

$$Z = \begin{bmatrix} 0 & RN(z_{12}) & \dots & RN(z_{1n}) \\ RN(z_{21}) & 0 & \dots & RN(z_{2n}) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ RN(z_{n1}) & RN(z_{n2}) & \dots & 0 \end{bmatrix} \quad (117)$$

Matrica Z prikazuje početne efekte koje faktor j prouzrokuje, kao i početne efekte koje faktor j dobija od ostalih faktora. Suma svakog i -tog reda matrice Z predstavlja ukupne direktne efekte koje je faktor i predao ostalim faktorima, a suma svake j -te kolone matrice Z predstavlja ukupne direktne efekte koje je faktor j dobio od ostalih faktora.

Korak 3: *Normalizacija grupe direktne relacione matrice.* Na osnovu matrice z izračunava se normalizovana matrica prosečne percepcije (engl. initial direct-relation matrix)

$D = [RN(d_{ij})]_{n \times n}$, izraz (118). Normalizacijom svaki element matrice D uzima vrednost između nule i jedan. Matrica D se dobija kada se svaki element $RN(z_{ij})$ matrice Z podeli sa grubim brojem $RN(s)$, izrazi (118)-(121)

$$D = \begin{bmatrix} 0 & RN(d_{12}) & \cdots & RN(d_{1n}) \\ RN(d_{21}) & 0 & \cdots & RN(d_{2n}) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ RN(d_{n1}) & RN(d_{n2}) & \cdots & 0 \end{bmatrix} \quad (118)$$

gde se $RN(d_{ij})$ dobija primenom izraza (119)

$$RN(d_{ij}) = \frac{RN(z_{ij})}{s} = RN\left(\frac{\underline{Lim}(z_{ij})}{s}, \frac{\overline{Lim}(z_{ij})}{s}\right) \quad (119)$$

gde je

$$s = \max\left(\sum_{j=1}^n RN(z_{ij})\right) = \max\left(\sum_{j=1}^n \underline{Lim}(z_{ij}), \sum_{j=1}^n \overline{Lim}(z_{ij})\right) \quad (120)$$

odnosno

$$s = \max\left[\max\left(\sum_{j=1}^n \underline{Lim}(z_{ij})\right), \max\left(\sum_{j=1}^n \overline{Lim}(z_{ij})\right)\right] \quad (121)$$

Korak 4: Određivanje matrice ukupnih uticaja. Primenom izraza (122) i (123) izračunava se matrica ukupnih uticaja ($T = [RN(t_{ij})]_{n \times n}$) (engl. total relation matrix) ranga $n \times n$. Element $RN(t_{ij})$ predstavlja direktan uticaj faktora i na faktor j , a matrica T odražava ukupne odnose između svakog para faktora.

Pošto se svaki grubi broj sastoji od dve sekvence, odnosno od donje i gornje aproksimacije, tada normalizovanu matricu prosečne percepcije $D = [RN(d_{ij})]_{n \times n}$ možemo da podelimo na dve podmatrice odnosno, $D = [D^L, D^U]$, gde $D^L = [\underline{Lim}(d_{ij})]_{n \times n}$ i $D^U = [\overline{Lim}(d_{ij})]_{n \times n}$. Štaviše, $\lim_{m \rightarrow \infty} (D^L)^m = O$ i $\lim_{m \rightarrow \infty} (D^U)^m = O$, gde O predstavlja nultu matricu.

$$\left. \begin{aligned} \lim_{m \rightarrow \infty} (I + D^L + D^{2L} + \dots + D^{mL}) &= (I - D^L)^{-1} \\ \text{and} \\ \lim_{m \rightarrow \infty} (I + D^U + D^{2U} + \dots + D^{mU}) &= (I - D^U)^{-1} \end{aligned} \right\} \quad (122)$$

Na osnovu toga matrica ukupnih uticaja T dobija se proračunom sledećih elemenata:

$$\left. \begin{aligned} T^L &= \lim_{m \rightarrow \infty} (I + D^L + D^{2L} + \dots + D^{mL}) = (I - D^L)^{-1} = [\underline{Lim}(t_{ij}^L)]_{n \times n} \\ \text{and} \\ T^U &= \lim_{m \rightarrow \infty} (I + D^U + D^{2U} + \dots + D^{mU}) = (I - D^U)^{-1} = [\overline{Lim}(t_{ij}^U)]_{n \times n} \end{aligned} \right\} \quad (123)$$

gde je $D^L = [\underline{Lim}(d_{ij})]_{n \times n}$ i $D^U = [\overline{Lim}(d_{ij})]_{n \times n}$.

Podmatrice T^L i T^U zajedno predstavljaju grubu matricu ukupnih uticaja $T = (T^L, T^U)$. Na osnovu izraza (122) i (123) dobija se gruba matrica ukupnih uticaja

$$T = \begin{bmatrix} RN(t_{11}) & RN(t_{12}) & \cdots & RN(t_{1n}) \\ RN(t_{21}) & RN(t_{22}) & \cdots & RN(t_{2n}) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ RN(t_{n1}) & RN(t_{n2}) & \cdots & RN(t_{nn}) \end{bmatrix} \quad (124)$$

gde je $RN(t_{ij}) = [\underline{Lim}(t_{ij}), \overline{Lim}(t_{ij})]$ grubi broj kojim izražavaju indirektni efekti faktora i na faktor j . Tada matrica T odražava međuzavisnost svakog para faktora.

Korak 5: Izračunavanje sume redova i kolona matrice ukupnih uticaja T . U matrici ukupnih uticaja T suma redova i suma kolona predstavljena je vektorima R_i i C_i ranga $n \times 1$:

$$RN(R_i) = \left[\sum_{j=1}^n RN(t_{ij}) \right]_{n \times 1} = \left[\sum_{j=1}^n t_{ij}^L, \sum_{j=1}^n t_{ij}^U \right]_{n \times 1} \quad (125)$$

$$RN(C_i) = \left[\sum_{i=1}^n RN(t_{ij}) \right]_{1 \times n} = \left[\sum_{i=1}^n t_{ij}^L, \sum_{i=1}^n t_{ij}^U \right]_{1 \times n} \quad (126)$$

Da bi se efikasno odredila istaknutost i relacija suma redova R_i i suma kolona C_i u matrici ukupnih uticaja T potrebno je izvršiti konverziju u crisp oblik R_i^{crisp} i C_i^{crisp} primenjujući jednačine (127)-(129)

$$RN(\hat{R}_i) = \left[\underline{Lim}(\hat{R}_i), \overline{Lim}(\hat{R}_i) \right] = \begin{cases} \underline{Lim}(\hat{R}_i) = \frac{\underline{Lim}(R_i) - \min\{\underline{Lim}(R_i)\}}{\max\{\overline{Lim}(R_i)\} - \min\{\underline{Lim}(R_i)\}} \\ \overline{Lim}(\hat{R}_i) = \frac{\overline{Lim}(R_i) - \min\{\underline{Lim}(R_i)\}}{\max\{\overline{Lim}(R_i)\} - \min\{\underline{Lim}(R_i)\}} \end{cases} \quad (127)$$

gde $\underline{Lim}(R_i)$ i $\overline{Lim}(R_i)$ predstavljaju donji i gornji limit grubog broja $RN(R_i)$, respektivno; $\underline{Lim}(\hat{R}_i)$ i $\overline{Lim}(\hat{R}_i)$ su normalizovani oblici $\underline{Lim}(R_i)$ i $\overline{Lim}(R_i)$.

Posle normalizacije možemo izračunati totalnu normalizovanu matricu sa crisp vrednostima:

$$\beta_i = \frac{\underline{Lim}(\hat{R}_i) \cdot \{1 - \underline{Lim}(\hat{R}_i)\} + \overline{Lim}(\hat{R}_i) \cdot \overline{Lim}(\hat{R}_i)}{1 - \underline{Lim}(\hat{R}_i) + \overline{Lim}(\hat{R}_i)} \quad (128)$$

Konačan crisp oblik R_i^{crisp} za $RN(R_i)$ se dobija primenjujući jednačinu (129)

$$R_i^{crisp} = \min\{\underline{Lim}(R_i)\} + \beta_i \cdot \left[\max\{\overline{Lim}(R_i)\} - \min\{\underline{Lim}(R_i)\} \right] \quad (129)$$

Vrednost R_i^{crisp} pokazuje ukupne direktne i indirektno efekte koje je kriterijum i omogućio ostalim kriterijumima. Vrednost C_i^{crisp} pokazuje ukupne direktne i indirektno efekte

koje je kriterijum j dobio od ostalih kriterijuma. U slučaju kada je $i=j$, tada izraz $(R_i^{crisp} + C_i^{crisp})$ predstavlja značajnost kriterijuma, a izraz $(R_i^{crisp} - C_i^{crisp})$ označava intenzitet uticaja kriterijuma u odnosu na ostale (Pamučar i Ćirović, 2015).

Korak 6: *Određivanje granične vrednosti (α) (engl. threshold value) i izrada dijagrama uzočno-posledičnih odnosa (engl. cause-and-effect relationship diagram - CERD).* Granična vrednost (α) izračunava se izračunava kao prosek elemenata matrice T , izraz (130)

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n [RN(t_{ij})]}{N} \quad (130)$$

gde N predstavlja ukupan broj elemenata matrice (124).

CERD se izrađuje da bi se vizuelno predstavili složeni odnosi i pružile informacije radi donošenja zaključka koji su faktori najvažniji i kako utiču jedni na druge. Faktori t_{ij} čija je vrednost veća od granične vrednosti α , biraju se radi prikazivanja uzročno-posledičnih veza.

Vrednosti elemenata matrice T , koji imaju višu vrednost u odnosu na graničnu vrednost α izdvajaju se i unose u dijagram. U CERD-u x - osa predstavlja $(R_i^{crisp} + C_i^{crisp})$, y - osa $(R_i^{crisp} - C_i^{crisp})$. Ove vrednosti služe za predstavljanje veze između dva faktora. Prilikom predstavljanja veza između faktora strelica uzajamno-posledične veze se usmerava od faktora koji ima nižu vrednost u odnosu na α ka elementu koji ima višu vrednost u odnosu na α . Nakon određivanja odnosa kriterijuma i prikaza na CERD-u, u narednom koraku, proračunavaju se težinski koeficijenti kriterijuma.

Korak 7. *Određivanje težinskih koeficijenata kriterijuma.* Težinski koeficijenti kriterijuma određuju se primenom izraza (131) (Gigović i dr., 2016)

$$RN(W_j) = \begin{cases} \underline{Lim}(W_j) = \sqrt{(\underline{Lim}(R_i) + \underline{Lim}(C_i))^2 + (\underline{Lim}(R_i) - \underline{Lim}(C_i))^2} \\ \overline{Lim}(W_j) = \sqrt{(\overline{Lim}(R_i) + \overline{Lim}(C_i))^2 + (\overline{Lim}(R_i) - \overline{Lim}(C_i))^2} \end{cases} \quad (131)$$

Normalizacija težinskih koeficijenta vrši se primenom izraza (132)

$$RN(w_j) = \frac{RN(W_j)}{\max_j \{ \underline{Lim}(W_j), \overline{Lim}(W_j) \}} \quad (132)$$

Gde w_j predstavlja konačne težine kriterijuma koji se koriste u procesu donošenja odluka (Pamučar i Ćirović, 2015).

4.14. Crisp MAIRCA

MAIRCA (MultiAtributiveIdeal-RealComparativeAnalysis) metoda takođe spada u metode novijeg datuma. Matematičku formulaciju MAIRCA metode razvio je Dragan Pamučar u Centru za istraživanja u oblasti logistike odbrane Univerziteta odbrane u Beogradu i prvi put je predstavljena naučnoj javnosti 2014. godine (Pamučar i dr., 2014). Do danas je

našla široku primenu i modifikacije u cilju rešavanja brojnih problema iz oblasti višekriterijumskog odlučivanja.

Osnovna postavka MAIRCA metode ogleda se u određivanju jaza između idealnih i empirijskih pondera. Sumiranjem jaza po svakom kriterijumu dobija se ukupan jaz za svaku posmatranu alternativu. Na kraju se vrši rangiranje alterantiva, gde se za najbolje rangiranu alternativu uzima ona koja ima najmanju vrednost ukupnog jaza. Alternativa sa najmanjim ukupnim jazom predstavlja alternativu koja je po najvećem broju kriterijuma imala vrednosti koje su bile najbliže idealnim ponderima (idealnim vrednostima kriterijuma). Metoda MAIRCA sprovodi se kroz 6 koraka.

Korak 1. *Formiranje početne matrice odlučivanja (X)*. U početnoj matrici odlučivanja (133) određuju se vrednosti kriterijuma (x_{ij} , $i=1,2,\dots,n$; $j=1,2,\dots,m$) za svaku od posmatranih alternativa.

$$X = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \dots \\ A_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (133)$$

Elementi matrice (133) dobijaju se na osnovu merenja, ličnih preferencija donosioca odluke ili agregacijom ekspertske odluke ukoliko se radi o grupnom donošenju odluka.

Korak 2. *Određivanje verovatnoće izbora alternative P_{A_i}* . Prilikom rangiranja alternativa donosilac odluke (DO) je neutralan prema izboru alternative, odnosno nema preferencije prema nekoj od ponuđenih alternativa. Polazi se od pretpostavke da DO ne vodi računa o verovatnoćama izbora pojedinih alternativa, odnosno da nema preferencije prema izboru alternativa. Tada može da posmatra alternative kao da će svaka da se odigra sa podjednakom verovatnoćom, pa verovatnoća izbora jedne od m mogućih alternativa iznosi

$$P_{A_i} = \frac{1}{m}; \sum_{i=1}^m P_{A_i} = 1, \quad i=1,2,\dots,m \quad (134)$$

gde m predstavlja ukupan broj alternativa koje se biraju.

U tom slučaju verovatnoće izbora pojedinih alternativa su jednake, odnosno

$$P_{A_1} = P_{A_2} = \dots = P_{A_m} \quad (135)$$

gde m predstavlja ukupan broj alternativa koje se biraju.

Korak 3. *Proračun elemenata matrice teorijskih pondera (T_p)*. Formira se matrica teorijskih pondera (T_p) formata $n \times m$ (n predstavlja ukupan broj kriterijuma, m predstavlja ukupan broj alternativa). Elementi matrice teorijskih pondera (t_{pij}) proračunavaju se kao

produkt verovatnoće izbora alternative P_{A_i} i težinskih koeficijenata kriterijuma ($w_i, i = 1, 2, \dots, n$)

$$T_p = \begin{matrix} & w_1 & w_2 & \dots & w_n \\ \begin{matrix} P_{A_1} \\ P_{A_2} \\ \dots \\ P_{A_m} \end{matrix} & \begin{bmatrix} t_{p11} & t_{p12} & \dots & t_{p1n} \\ t_{p21} & t_{p22} & \dots & t_{p2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ t_{pm1} & t_{pm2} & \dots & t_{pmn} \end{bmatrix} \end{matrix} = \begin{matrix} & w_1 & w_2 & \dots & w_n \\ \begin{matrix} P_{A_1} \\ P_{A_2} \\ \dots \\ P_{A_m} \end{matrix} & \begin{bmatrix} P_{A_1} \cdot w_1 & P_{A_1} \cdot w_2 & \dots & P_{A_1} \cdot w_n \\ P_{A_2} \cdot w_1 & P_{A_2} \cdot w_2 & \dots & P_{A_2} \cdot w_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{A_m} \cdot w_1 & P_{A_m} \cdot w_2 & \dots & P_{A_m} \cdot w_n \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (136)$$

Pošto je DO neutralan u odnosu na početni izbor alternative, tada su preferencije (P_{A_i}) iste za sve alternative. Pošto su preferencije (P_{A_i}) iste za sve alternative, tada matricu (136) možemo da prikažemo i u formatu $n \times 1$:

$$T_p = P_{A_i} \begin{bmatrix} t_{p1} & t_{p2} & \dots & t_{pn} \end{bmatrix} = P_{A_i} \begin{bmatrix} P_{A_i} \cdot w_1 & P_{A_i} \cdot w_2 & \dots & P_{A_i} \cdot w_n \end{bmatrix} \quad (137)$$

gde n predstavlja ukupan broj kriterijuma, t_{pi} predstavlja teorijski ponder.

Korak 4. Određivanje elemenata matrice stvarnih pondera (T_r).

$$T_r = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \dots \\ A_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} t_{r11} & t_{r12} & \dots & t_{r1n} \\ t_{r21} & t_{r22} & & t_{r2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ t_{rm1} & t_{rm2} & \dots & t_{rmn} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (138)$$

gde n predstavlja ukupan broj kriterijuma, m predstavlja ukupan broj alternativa.

Proračun elemenata matrice stvarnih pondera (T_r) vrši se množenjem elemenata matrice teorijskih pondera (T_p) i elemenata početne matrice odlučivanja (X) prema izazu:

- Za kriterijume „benefit“ tipa (veća vrednost kriterijuma poželjnija)

$$t_{rij} = t_{pij} \cdot \left(\frac{x_{ij} - x_i^-}{x_i^+ - x_i^-} \right) \quad (139)$$

- Za kriterijume „cost“ tipa (manja vrednost kriterijuma poželjnija)

$$t_{rij} = t_{pij} \cdot \left(\frac{x_i^+ - x_{ij}}{x_i^+ - x_i^-} \right) \quad (140)$$

gde x_{ij} , x_i^+ i x_i^- predstavljaju elemente početne matrice odlučivanja (X), pri čemu se x_i^+ i x_i^- definišu kao:

$x_i^+ = \max(x_1, x_2, \dots, x_m)$ i predstavlja maksimalne vrednosti kriterijuma po alternativama.

$x_i^- = \min(x_1, x_2, \dots, x_m)$ i predstavlja minimalne vrednosti kriterijuma po alternativama.

Korak 5. *Proračun matrice ukupnog jaza (G)*. Elementi matrice G dobijaju se kao razlika (jaz) između teorijskih (t_{pij}) i stvarnih pondera (t_{rij}), odnosno oduzimanjem elemenata matrice teorijskih pondera (T_p) i elemenata matrice stvarnih pondera (T_r)

$$G = T_p - T_r = \begin{bmatrix} g_{11} & g_{12} & \dots & g_{1n} \\ g_{21} & g_{22} & \dots & g_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ g_{m1} & g_{m2} & \dots & g_{mn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} t_{p11} - t_{r11} & t_{p12} - t_{r12} & \dots & t_{p1n} - t_{r1n} \\ t_{p21} - t_{r21} & t_{p22} - t_{r22} & \dots & t_{p2n} - t_{r2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ t_{pm1} - t_{rm1} & t_{pm2} - t_{rm2} & \dots & t_{pmn} - t_{rmn} \end{bmatrix} \quad (141)$$

gde n predstavlja ukupan broj kriterijuma, m predstavlja ukupan broj alternativa koje se biraju.

Jaz g_{ij} uzima vrednosti iz intervala $g_{ij} \in [0, (t_{pij} - t_{rij})]$, odnosno uzima vrednosti prema izrazu (142)

$$g_{ij} = \begin{cases} 0, & \text{if } t_{pij} = t_{rij} \\ t_{pij} - t_{rij}, & \text{if } t_{pij} > t_{rij} \end{cases} \quad (142)$$

Poželjno je da vrednost g_{ij} teži nuli ($g_{ij} \rightarrow 0$) pošto biramo alternativu koja ima najmanju razliku između teorijskih (t_{pij}) i stvarnih pondera (t_{rij}). Ukoliko alternativa A_i za kriterijum C_i ima vrednost teorijskih pondera koja je jednaka vrednosti stvarnih pondera ($t_{pij} = t_{rij}$) tada jaz za alternativu A_i po kriterijumu C_i iznosi $g_{ij} = 0$. Odnosno alternativa A_i po kriterijumu C_i je najbolja (idealna) alternativa (A_i^+).

Ukoliko alternativa A_i za kriterijum C_i ima vrednost teorijskih pondera koja iznosi t_{pij} i vrednost stvarnih pondera koja iznosi $t_{rij} = 0$, tada jaz za alternativu A_i po kriterijumu C_i iznosi $g_{ij} = t_{pij}$. Odnosno alternativa A_i je po kriterijumu C_i najlošija (anti-idealna) alternativa (A_i^-).

Korak 6. *Proračun vrednosti kriterijumskih funkcija (Q_i) po alternativama*. Vrednosti kriterijumskih funkcija dobijaju se sumiranjem jaza (g_{ij}) po alternativama, odnosno sumiranjem elemenata matrice (G) po kolonama, izraz (143)

$$Q_i = \sum_{j=1}^n g_{ij}, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (143)$$

Na osnovu dobijenih vrednosti kriterijumskih funkcija (Q_i) određuje se inicijalni rang alternativa ($R_{initial}$). Alternativa sa najmanjom vrednošću ukupnog jaza inicijalno prvorangirana, dok alternativa sa najvećom vrednošću jaza postaje poslednje rangirana alternativa.

Korak 7. *Određivanje indeksa dominacije prvorangirane alternative* ($A_{D,1-j}$). Indeks dominacije prvorangirane alternative određuje se radi utvrđivanja prednosti prvorangirane alternative u odnosu na ostale alternative. Indeks dominacije određuje se primenom izraza (144).

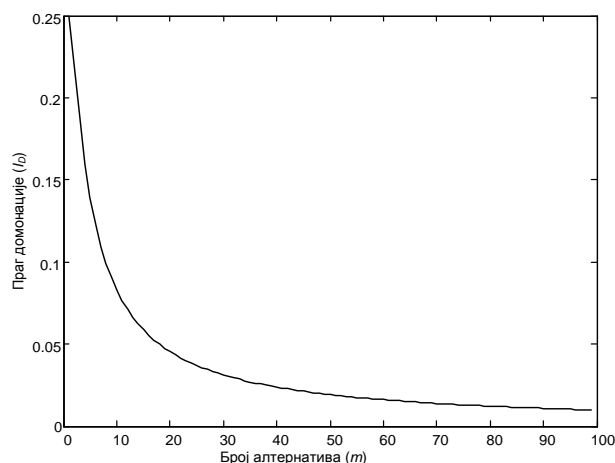
$$A_{D,1-j} = \frac{Q_j - Q_1}{Q_n}, \quad j = 2, 3, \dots, m \quad (144)$$

gde Q_1 predstavlja kriterijumsku funkciju prvorangirane alternative, Q_n predstavlja kriterijumsku funkciju alternative koja je poslednja po rang, Q_j predstavlja kriterijumsku funkciju alternative sa kojom se prvorangirana alternativa poredi, m predstavlja ukupan broj alterantiva, a j predstavlja rang alternative sa kojom se prvorangirana alternativa poredi.

Nakon određivanja indeksa dominacije, primenom izraza (145) određuje se prag dominacije I_D (Slika 4.5)

$$I_D = \frac{m-1}{m^2} \quad (145)$$

gde m predstavlja ukupan broj alternativa.



Slika 4.5. Zavisnost praga dominacije od broja alternativa (Pamučar i dr., 2014)

U slučaju izbora između dve alternative, prvorangirana alternativa treba dovoljno da dominira u odnosu na drugorangiranu alternativu, odnosno prag dominacije treba da bude najmanje 0.25. Dalje se sa povećanjem broja alternativa, smanjuje vrednost praga dominacije prvorangirane alternative, slika 4.5.

Ukoliko je ispunjen uslov da je indeks dominacije $A_{D,1-j}$ veći ili jednak pragu dominacije I_D ($A_{D,1-j} \geq I_D$), tada se zadržava dobijeni rang. Međutim, ukoliko je indeks dominacije $A_{D,1-j}$ manji od praga dominacije I_D ($A_{D,1-j} < I_D$), ne možemo da kažemo da prvorangirana alternativa ima dovoljnu prednost nad alternativom sa kojom se poredi. Navedena ograničenja mogu da se prikažu sledećom relacijom:

$$R_{final,j} = \begin{cases} A_{D,1-j} \geq I_D & \Rightarrow R_{final,j} = R_{initial,j} \\ A_{D,1-j} < I_D & \Rightarrow R_{final,j} = R_{initial,1} \end{cases} \quad (146)$$

gde $R_{initial,j}$ predstavlja inicijalni rang alternative sa kojom se poredi prvorangirana alternativa, $R_{final,j}$ predstavlja konačan rang alternative sa kojom se poredi prvorangirana alternativa, I_D predstavlja prag dominacije, a $A_{D,1-j}$ indeks dominacije prvorangirane alternative u odnosu na posmatranu alternativu.

Kada je ispunjen uslov $A_{D,1-j} < I_D$, tada alternativu sa kojom se prvorangirana alternativa poredi korigujemo rang, tako da se dalje posmatra kao prvorangirana i dodeljujemo joj oznaku "1*". Time naglašavamo da prvorangirana alternativa ima manju prednost od dozvoljene uslovom u odnosu na posmatranu alternativu.

Pretpostavimo npr. da se prvorangirana alternativa poredi sa drugorangiranom alternativom i da je $A_{D,1-2} < I_D$, tada drugorangirana alternativa dobija rang "1*". Zatim nastavljamo poređenje sa trećerangiranom alternativom. Ako i za treću alternativu važi da je $A_{D,1-3} < I_D$, tada trećerangirana alternativa dobija rang "1**" i tako dalje nastavljamo izvršimo poređenje ostalih alternativa.

Na kraju opisanog postupka izvršice se korekcije inicijalnih rangova ($R_{initial}$) za sve alternative za koje je ispunjen uslov $A_{D,1-j} < I_D$, dok se rangovi alternativa koje ispunjavaju uslov $A_{D,1-j} \geq I_D$ ne menjaju. Tako dobijamo konačan rang alternativa (R_{final}) koji se po pravilu predstavlja uporedo sa inicijalnim rangom alternativa ($R_{initial}$) iz koraka 6.

4.15. Grubi MAIRCA

Osnovna postavka metode Grube MAIRCA ogleda se u određivanju jaza između idealnih i empirijskih procena (engl. assesment). Sumiranjem jaza po svakom kriterijumu dobija se ukupan jaz za svaku posmatranu alternativu. Na kraju se vrši rangiranje alterantiva, gde se za najbolje rangiranu alternativu uzima ona koja ima najmanju vrednost ukupnog jaza. Alternativa sa najmanjim ukupnim jazom predstavlja alternativu koja je po najvećem borju kriterijuma imala vrednosti koje su bile najbliže idealnim procenama (idealnim vrednostima kriterijuma). Metoda MAIRCA sprovodi se kroz 7 koraka (Pamučar i dr., 2014; Gigović i dr., 2016):

Korak 1. *Formiranje početne matrice odlučivanja (X)*. U početnoj matrici odlučivanja (147), na osnovu izraza (19)-(24) određuju se vektori $A_i = (RN(x_{i1}), RN(x_{i2}), \dots, RN(x_{in}))$, gde $RN(x_{ij}) = [\underline{Lim}(x_{ij}), \overline{Lim}(x_{ij})]$ predstavlja vrednost i -te alternative po j -tom kriterijumu $i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$.

$$X = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \dots \\ A_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} RN(x_{11}) & RN(x_{12}) & \dots & RN(x_{1n}) \\ RN(x_{21}) & RN(x_{22}) & & RN(x_{2n}) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ RN(x_{m1}) & RN(x_{m2}) & \dots & RN(x_{mn}) \end{bmatrix} \end{matrix}_{m \times n} \quad (147)$$

Elementi matrice (147) predstavljaju grube brojeve i određuju se na osnovu preferencija donosioca odluke ili agregacijom ekspertskih odluka, izrazi (19)-(30).

Korak 2. *Određivanje preferencije prema izboru alternativa* P_{A_i} . Prilikom izbora alternativa donosilac odluke (DO) je neutralan prema izboru alternativa, odnosno nema preferencije prema nekoj od ponuđenih alternativa. Tada može da posmatra alternative kao da će svaka alternativa da se izabere sa pod jednakom verovatnoćom, pa tako i preferencija prema izboru jedne od m mogućih alternativa iznosi

$$P_{A_i} = \frac{1}{m}; \sum_{i=1}^m P_{A_i} = 1, i = 1, 2, \dots, m \quad (148)$$

gde m predstavlja ukupan broj alternativa koje se biraju.

Korak 3. *Proračun elemenata matrice teorijskih procena* (T_p). Formira se matrica teorijskih procena (T_p) formata $n \times m$ (n predstavlja ukupan broj kriterijuma, m predstavlja ukupan broj alternativa). Elementi matrice teorijskih procena (t_{pij}) su grubi brojevi i proračunavaju se kao proizvod preferencija prema izboru alternativa P_{A_i} i težinskih koeficijenata kriterijuma ($w_i, i = 1, 2, \dots, n$) koji se dobijaju primenom G'DEMATEL metode

$$T_p = \begin{matrix} & RN(w_1) & RN(w_2) & \dots & RN(w_n) \\ \begin{matrix} P_{A_1} \\ P_{A_2} \\ \dots \\ P_{A_m} \end{matrix} & \begin{bmatrix} RN(t_{p11}) & RN(t_{p12}) & \dots & RN(t_{p1n}) \\ RN(t_{p21}) & RN(t_{p22}) & & RN(t_{p2n}) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ RN(t_{pm1}) & RN(t_{pm2}) & \dots & RN(t_{pmn}) \end{bmatrix} \end{matrix}_{m \times n} \quad (149)$$

gde P_{A_i} predstavlja preferencije prema izboru alternativa, $RN(w_i)$ težinske koeficijente kriterijuma evaluacije, a $RN(t_{pij})$ teorijsku procenu alternative za posmatrani kriterijum evaluacije. Elementi matrice T_p određuju se primenom izraza (150)

$$RN(t_{pij}) = P_{A_i} \cdot RN(w_i) = P_{A_i} \cdot [\underline{Lim}(w_i), \overline{Lim}(w_i)] \quad (150)$$

Pošto je DO neutralan u odnosu na početni izbor alternative, tada su preferencije (P_{A_i}) iste za sve alternative. Pošto su preferencije (P_{A_i}) iste za sve alternative, tada matricu (149) možemo da prikazemo i u formatu $n \times 1$ (n predstavlja ukupan broj kriterijuma).

$$T_p = P_A \left[P_{A_i} \cdot \left[\underline{Lim}(w_1), \overline{Lim}(w_1) \right] \quad P_{A_i} \cdot \left[\underline{Lim}(w_2), \overline{Lim}(w_2) \right] \quad \dots \quad P_{A_i} \cdot \left[\underline{Lim}(w_n), \overline{Lim}(w_n) \right] \right]_{n \times 1} \quad (151)$$

gde n predstavlja ukupan broj kriterijuma, P_{A_i} preferencije prema izboru alternativa, $RN(w_i)$ težinske koeficijente kriterijuma evaluacije.

Korak 4. *Određivanje elemenata matrice stvarnih procena (T_r).* Proračun elemenata matrice stvarnih procena (T_r) vrši se množenjem elemenata matrice teorijskih procena (T_p) i elemenata početne matrice odlučivanja (X) prema izrazu:

$$RN(t_{rij}) = RN(t_{pij}) \cdot RN(x_{nij}) = \left[\underline{Lim}(x_{pij}) \cdot \underline{Lim}(x_{nij}), \overline{Lim}(t_{pij}) \cdot \overline{Lim}(x_{nij}) \right] \quad (152)$$

gde $RN(t_{pij})$ predstavlja elemente matrice teorijskih procena, a $RN(x_{nij})$ predstavlja normalizovane elemente početne matrice odlučivanja (147). Normalizacija elemenata početne matrice odlučivanja (147) vrši se primenom izraza (153) i (154)

- Za kriterijume „benefit“ tipa (veća vrednost kriterijuma poželjnija)

$$RN(x_{nij}) = \left[\underline{Lim}(x_{nij}), \overline{Lim}(x_{nij}) \right] = \left[x_{nij}^L, x_{nij}^U \right] = \left[\frac{x_{ij}^L - x_j^-}{x_j^+ - x_j^-}, \frac{x_{ij}^U - x_j^-}{x_j^+ - x_j^-} \right] \quad (153)$$

- Za kriterijume „cost“ tipa (manja vrednost kriterijuma poželjnija)

$$RN(x_{nij}) = \left[\underline{Lim}(x_{nij}), \overline{Lim}(x_{nij}) \right] = \left[\frac{x_{ij}^U - x_j^+}{x_j^- - x_j^+}, \frac{x_{ij}^L - x_j^+}{x_j^- - x_j^+} \right] \quad (154)$$

gde x_j^- i x_j^+ predstavljaju predstavlja minimalne i maksimalne vrednosti graničnih intervala posmatranog kriterijuma, respektivno:

$$x_j^- = \min_j \{ \underline{Lim}(x_{ij}) \} = \min_j \{ x_{ij}^L \} \quad (155)$$

$$x_j^+ = \max_j \{ \overline{Lim}(x_{ij}) \} = \max_j \{ x_{ij}^U \} \quad (156)$$

Korak 5. *Proračun matrice ukupnog jaza (G).* Elementi matrice G dobijaju se kao razlika (jaz) između teorijskih (t_{pij}) i stvarnih procena (t_{rij}), odnosno oduzimanjem elemenata matrice teorijskih pondera (T_p) i elemenata matrice stvarnih pondera (T_r):

$$G = T_p - T_r = \begin{bmatrix} RN(g_{11}) & RN(g_{12}) & \dots & RN(g_{1n}) \\ RN(g_{21}) & RN(g_{22}) & \dots & RN(g_{2n}) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ RN(g_{m1}) & RN(g_{m2}) & \dots & RN(g_{mn}) \end{bmatrix}_{m \times n} \quad (157)$$

gde n predstavlja ukupan broj kriterijuma, m predstavlja ukupan broj alternativa koje se biraju, a $RN(g_{ij})$ predstavlja dobijeni jaz alternative i po kriterijumu j . Jaz $RN(g_{ij})$ predstavlja grubi broj i dobija se primenom izraza (158):

$$RN(g_{ij}) = RN(t_{pij}) - RN(t_{rij}) = \left[\underline{Lim}(x_{pij}) - \overline{Lim}(t_{rij}), \overline{Lim}(t_{pij}) - \underline{Lim}(t_{rij}) \right] \quad (158)$$

Poželjno je da vrednost $RN(g_{ij})$ teži nuli ($RN(g_{ij}) \rightarrow 0$) pošto biramo alternativu koja ima najmanju razliku između teorijskih (t_{pij}) i stvarnih procena (t_{rij}). Ukoliko alternativa A_i za kriterijum C_i ima vrednost teorijskih pondera koja je jednaka vrednosti stvarnih pondera ($t_{pij} = t_{rij}$) tada jaz za alternativu A_i po kriterijumu C_i teži nuli. Odnosno alternativa A_i po kriterijumu C_i je najbolja (idealna) alternativa.

Ukoliko alternativa A_i za kriterijum C_i ima vrednost teorijskih pondera koja iznosi t_{pij} i vrednost stvarnih pondera koja teži nuli, tada jaz za alternativu A_i po kriterijumu C_i iznosi $RN(g_{ij}) \approx RN(t_{pij})$. To znači da je alternativa A_i po kriterijumu C_i najlošija (anti-idealna) alternativa.

Korak 6. *Proračun konačnih vrednosti kriterijumskih funkcija (Q_i) po alternativama.* Vrednosti kriterijumskih funkcija dobijaju se sumiranjem jaza iz matrice (157) za svaku alternativu po kriterijumima evaluacije, odnosno sumiranjem elemenata matrice (G) po kolonama, izraz (159)

$$RN(Q_i) = \sum_{j=1}^n RN(g_{ij}), \quad j=1,2,\dots,n; \quad i=1,2,\dots,m \quad (159)$$

gde n predstavlja ukupan broj kriterijuma, a m predstavlja ukupan broj alternativa koje se biraju.

Rangiranje alternativa može da se izvrši primenom pravila za rangiranje grubih brojeva ili pretvaranjem grubih brojeva u realne brojeve.

Pretvaranje grubog broja $RN(Q_i) = [\underline{Lim}(Q_i), \overline{Lim}(Q_i)]$ u realan broj Q_i vrši se primenom izraza (160) i (161). Primenom izraza (24) za svaki grubi broj određuje se grubi granični interval (engl. rough boundary interval). Grubi granični interval $IRBnd(Q_i)$ predstavlja interval između donje i gornje granice (engl. limit). Grubi granični interval koristi se za određivanje indikatora μ_i ($0 \leq \mu_i \leq 1$):

$$\mu_i = \frac{IRBnd(Q_i)}{\underline{Lim}(Q_i) + \overline{Lim}(Q_i)} \quad (160)$$

i prevođenje grubog broja $RN(Q_i)$ u realan broj

$$Q_i = \mu_i \cdot \underline{Lim}(Q_i) + (1 - \mu_i) \cdot \overline{Lim}(Q_i) \quad (161)$$

Korak 7. *Određivanje indeksa dominacije prvorangirane alternative ($A_{D,1-j}$).* Indeks dominacije prvorangirane alternative definiše njenu prednost u odnosu na ostale alternative. Indeks dominacije određuje se primenom izraza (162).

$$A_{D,1-j} = \frac{Q_j - Q_1}{Q_n}, \quad j = 2, 3, \dots, m \quad (162)$$

gde Q_1 predstavlja kriterijumsku funkciju prvorangirane alternative, Q_n predstavlja kriterijumsku funkciju alternative koja je poslednja po rang, Q_j predstavlja kriterijumsku funkciju alternative sa kojom se prvorangirana alternativa poredi i m predstavlja ukupan broj alterantiva.

Nakon određivanja indeksa dominacije, primenom izraza (163) određuje se prag dominacije I_D .

$$I_D = \frac{m-1}{m^2} \quad (163)$$

gde m predstavlja ukupan broj alterantiva.

Ukoliko je ispunjen uslov da je indeks dominacije $A_{D,1-j}$ veći ili jednak pragu dominacije I_D ($A_{D,1-j} \geq I_D$), tada se zadržava dobijeni rang. Ukoliko je indeks dominacije $A_{D,1-j}$ manji od praga dominacije I_D ($A_{D,1-j} < I_D$), ne možemo sa sigurnošću da kažemo da prvorangirana alternativa ima dovoljnu prednost nad posmatranom alternativom. Navedena ograničenja mogu da se prikažu sledećom relacijom

$$R_{final,j} = \begin{cases} A_{D,1-j} \geq I_D & \Rightarrow R_{final,j} = R_{initial,j} \\ A_{D,1-j} < I_D & \Rightarrow R_{final,j} = R_{initial,1} \end{cases} \quad (164)$$

gde $R_{initial,j}$ predstavlja inicijalni rang alternative sa kojom se poredi prvorangirana alternativa, $R_{final,j}$ predstavlja konačan rang alternative sa kojom se poredi prvorangirana alternativa, I_D predstavlja prag dominacije, a $A_{D,1-j}$ indeks dominacije prvorangirane alternative u odnosu na posmatranu alternativu.

Kada je ispunjen uslov $A_{D,1-j} < I_D$, tada alternativu sa kojom je prvorangirana alternativa poređena korigujemo rang tako što se dalje posmatra kao prvorangirana i dodeljujemo joj oznaku "1*". Time naglašavamo da prvorangirana alternativa ima manju prednost od dozvoljene uslovom (163) u odnosu na posmatranu alternativu.

Pretpostavimo npr. da se prvorangirana alternativa poredi sa drugorangiranom alternativom i da je $A_{D,1-2} < I_D$, tada drugorangirana alternativa dobija rang "1*". Zatim nastavljamo poređenje sa trećerangiranom alternativom. Ako i za treću alternativu važi da je $A_{D,1-3} < I_D$, tada trećerangirana alternativa dobija rang "1**" i tako nastavljamo postupak do alternative koja je poslednja po inicijalnom rang.

Na kraju opisanog postupka izvršiće se korekcije inicijalnih rangova ($R_{initial}$) za sve alternative za koje je ispunjen uslov $A_{D,1-j} < I_D$, dok se rangovi alternativa koje ispunjavaju uslov $A_{D,1-j} \geq I_D$ ne menjaju. Tako dobijamo konačan rang alternativa (R_{final}) koji se po pravilu predstavlja uporedo sa inicijalnim rangom alternativa ($R_{initial}$) iz koraka 6.

4.16. Crisp MABAC

MABAC (**M**ulti-**A**ttributive **B**order **A**pproximation area **C**omparison) metoda spada u metode novijeg datuma. MABAC metodu razvio je Dragan Pamučar u Centru za istraživanja u oblasti logistike odbrane Univerziteta odbrane u Beogradu i prvi put je predstavljena naučnoj javnosti 2015. godine (Pamučar i Ćirović, 2015). Do danas je našla veoma široku primenu i modifikacije u cilju rešavanja brojnih problema iz oblasti višekriterijumskog odlučivanja.

Osnovna postavka metode MABAC ogleda se u definisanju udaljenosti kriterijumske funkcije svake posmatrane alternative od granične aproksimativne oblasti. U narednom delu prikazan je postupak sprovođenja metode MABAC koji se sastoji iz 6 koraka.

Korak 1. *Formiranje početne matrice odlučivanja (X)*. Kao prvi korak vrši se evaluacija m alternativa po n kriterijuma. Alternative prikazujemo vektorima $A_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in})$, gde je x_{ij} vrednost i -te alternative po j -tom kriterijumu ($i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$).

$$X = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \dots \\ A_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (165)$$

gde m označava broj alternative, a n označava ukupan broj kriterijuma.

Korak 2. *Normalizacija elemenata početne matrice (X)*.

$$N = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \dots \\ A_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} t_{11} & t_{12} & \dots & t_{1n} \\ t_{21} & t_{22} & & t_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ t_{m1} & t_{m2} & \dots & t_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (166)$$

Elementi normalizovane matrice (N) određuju se primenom izraza:

- Za kriterijume "benefit" tipa (veća vrednost kriterijuma poželjnija)

$$t_{ij} = \frac{x_{ij} - x_i^-}{x_i^+ - x_i^-} \quad (167)$$

- Za kriterijume "cost" tipa (manja vrednost kriterijuma poželjnija)

$$t_{ij} = \frac{x_{ij} - x_i^+}{x_i^- - x_i^+} \quad (168)$$

gde x_{ij} , x_i^+ i x_i^- predstavljaju elemente početne matrice odlučivanja (X), pri čemu se x_i^+ i x_i^- definišu kao:

$x_i^+ = \max(x_1, x_2, \dots, x_m)$ i predstavlja maksimalne vrednosti posmatranog kriterijuma po alternativama.

$x_i^- = \min(x_1, x_2, \dots, x_m)$ i predstavlja minimalne vrednosti posmatranog kriterijuma po alternativama.

Korak 3. *Proračun elemenata otežane matrice (V)*. Elementi otežane matrice (V) računaju se na osnovu izraza (169):

$$v_{ij} = w_i \cdot t_{ij} + w_i \quad (169)$$

gde t_{ij} predstavljaju elemente normalizovane matrice (N), a w_i predstavlja težinske koeficijente kriterijuma. Primenom izraza (169) dobijamo otežanu matricu V

$$V = \begin{bmatrix} v_{11} & v_{12} & \dots & v_{1n} \\ v_{21} & v_{22} & & v_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ v_{m1} & v_{m2} & \dots & v_{mn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_1 \cdot t_{11} + w_1 & w_2 \cdot t_{12} + w_2 & \dots & w_n \cdot t_{1n} + w_n \\ w_1 \cdot t_{21} + w_1 & w_2 \cdot t_{22} + w_2 & \dots & w_n \cdot t_{2n} + w_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_1 \cdot t_{m1} + w_1 & w_2 \cdot t_{m2} + w_2 & \dots & w_n \cdot t_{mn} + w_n \end{bmatrix}$$

gde n predstavlja ukupan broj kriterijuma, a m predstavlja ukupan broj alternativa.

Korak 4. *Određivanje matrice graničnih aproksimativnih oblasti (G)*. Granična aproksimativna oblast (GAO) određuje se prema izrazu (170):

$$g_i = \left(\prod_{j=1}^m v_{ij} \right)^{1/m} \quad (170)$$

gde v_{ij} predstavljaju elemente otežane matrice (V), a m predstavlja ukupan broj alternativa.

Nakon proračuna vrednosti g_i po kriterijumima formira se matrica graničnih aproksimativnih oblasti G (171) formata $n \times 1$ (n predstavlja ukupan broj kriterijuma po kojima se vrši izbor ponuđenih alternativa).

$$G = \begin{bmatrix} C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ g_1 & g_2 & \dots & g_n \end{bmatrix} \quad (171)$$

Korak 5. *Proračun elemenata matrice udaljenosti alternativa od granične aproksimativne oblasti (Q)*

$$Q = \begin{bmatrix} q_{11} & q_{12} & \dots & q_{1n} \\ q_{21} & q_{22} & & q_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ q_{m1} & q_{m2} & \dots & q_{mn} \end{bmatrix} \quad (172)$$

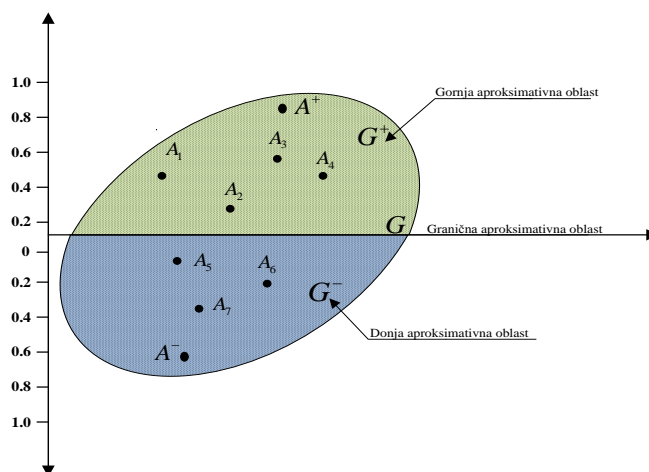
Udaljenost alternativa od granične aproksimativne oblasti (q_{ij}) određuje se kao razlika elemenata otežane matrice (V) i vrednosti graničnih aproksimativnih oblasti (G).

$$Q = V - G = \begin{bmatrix} v_{11} & v_{12} & \dots & v_{1n} \\ v_{21} & v_{22} & & v_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ v_{m1} & v_{m2} & \dots & v_{mn} \end{bmatrix} - [g_1 \quad g_2 \quad \dots \quad g_n] \quad (173)$$

$$Q = \begin{bmatrix} v_{11} - g_1 & v_{12} - g_2 & \dots & v_{1n} - g_n \\ v_{21} - g_1 & v_{22} - g_2 & \dots & v_{2n} - g_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ v_{m1} - g_1 & v_{m2} - g_2 & \dots & v_{mn} - g_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} q_{11} & q_{12} & \dots & q_{1n} \\ q_{21} & q_{22} & & q_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ q_{m1} & q_{m2} & \dots & q_{mn} \end{bmatrix} \quad (174)$$

gde g_i predstavlja graničnu aproksimativnu oblast za kriterijum C_i , v_{ij} predstavlja elemente otežane matrice (V), n predstavlja broj kriterijuma, m predstavlja broj alternativa.

Alternativa A_i može da pripada graničnoj aproksimativnoj oblasti (G), gornjoj aproksimativnoj oblasti (G^+) ili donjoj aproksimativnoj oblasti (G^-), odnosno $A_i \in \{G \vee G^+ \vee G^-\}$. Gornja aproksimativna oblast (G^+) predstavlja oblast u kojoj se nalazi idealna alternativa (A^+), dok donja aproksimativna oblast (G^-) predstavlja oblast u kojoj se nalazi anti-idealna alternativa (A^-) (Slika 4.6).



Slika 4.6. Prikaz gornje, donje i granične aproksimativne oblasti (Pamučar i Ćirović, 2015)

Pripadnost alternative A_i aproksimativnoj oblasti (G , G^+ ili G^-) određuje se na osnovu izraza (175):

$$A_i \in \begin{cases} G^+ & \text{if } q_{ij} > g_i \\ G & \text{if } q_{ij} = g_i \\ G^- & \text{if } q_{ij} < g_i \end{cases} \quad (175)$$

Da bi alternativa A_i bila izabrana kao najbolja iz skupa potrebno je da po što većem broju kriterijuma pripada gornjoj aproksimativnoj oblasti (G^+). Ukoliko npr. alternativa A_i po 5 kriterijuma (od ukupno 6 kriterijuma) pripada gornjoj aproksimativnoj oblasti, a po jednom kriterijumu pripada donjoj aproksimativnoj oblasti (G^-) to znači da je po 5 kriterijuma alternativa bliska ili jednaka idealnoj alternativni, dok je po jednom kriterijumu bliska ili jednaka anti-idealnoj alternativni. Ukoliko je vrednost $q_{ij} > 0$, odnosno $q_{ij} \in G^+$, tada je alternativa A_i bliska ili jednaka idealnoj alternativni. Vrednost $q_{ij} < 0$, odnosno $q_{ij} \in G^-$, pokazuje da je alternativa A_i bliska ili jednaka anti-idealnoj alternativni.

Korak 6. *Rangiranje alternativa*. Proračun vrednosti kriterijumskih funkcija po alternativama (176) dobija se kao suma rastojanja alternativa od graničnih aproksimativnih oblasti (q_i). Sumiranjem elemenata matrice Q po redovima dobijamo konačne vrednosti kriterijumskih funkcija alternativa:

$$S_i = \sum_{j=1}^n q_{ij}, \quad j=1,2,\dots,n, \quad i=1,2,\dots,m \quad (176)$$

gde n predstavlja broj kriterijuma, a m predstavlja broj alternativa.

4.17. Grubi MABAC

MABAC (**M**ulti-**A**tributive **B**order **A**pproximation area **C**omparison) metoda spada u metode višekriterijumskog odlučivanja novijeg datuma (Gigović i dr., 2017). Do danas je našla široku primenu i modifikacije u cilju rešavanja brojnih problema iz oblasti višekriterijumskog odlučivanja (Yu i dr., 2016; Xue i dr., 2016; Peng i Dai, 2016; Roy i dr., 2016; Shia i dr., 2017).

U narednom delu prikazan je postupak sprovođenja metode Grubi MABAC koji se sastoji iz 6 koraka.

Korak 1. *Formiranje početne matrice odlučivanja (X)*. Kao prvi korak vrši se evaluacija m alternativa po n kriterijuma. Na osnovu izraza (19)-(25) određuju se vektori $A_i = (RN(x_{i1}), RN(x_{i2}), \dots, RN(x_{in}))$, gde je $RN(x_{ij}) = [\underline{Lim}(x_{ij}), \overline{Lim}(x_{ij})]$ predstavlja vrednost i -te alternative po j -tom kriterijumu ($i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n$).

$$X = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \dots \\ A_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} RN(x_{11}) & RN(x_{12}) & \dots & RN(x_{1n}) \\ RN(x_{21}) & RN(x_{22}) & & RN(x_{2n}) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ RN(x_{m1}) & RN(x_{m2}) & \dots & RN(x_{mn}) \end{bmatrix} \end{matrix}_{m \times n} \quad (177)$$

gde m označava broj alternativa, a n označava ukupan broj kriterijuma.

Korak 2. Normalizacija elemenata početne matrice (X).

$$N = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \dots \\ A_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} RN(t_{11}) & RN(t_{12}) & \dots & RN(t_{1n}) \\ RN(t_{21}) & RN(t_{22}) & & RN(t_{2n}) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ RN(t_{m1}) & RN(t_{m2}) & \dots & RN(t_{mn}) \end{bmatrix} \end{matrix}_{m \times n} \quad (178)$$

Elementi $RN(t_{ij})$ normalizovane matrice (N) određuju se primenom izraza:

- Za kriterijume „benefit“ tipa (veća vrednost kriterijuma poželjnija)

$$RN(t_{ij}) = \left[\underline{Lim}(t_{ij}), \overline{Lim}(t_{ij}) \right] = \left[x_{ij}^L, x_{ij}^U \right] = \left[\frac{x_{ij}^L - x_j^-}{x_j^+ - x_j^-}, \frac{x_{ij}^U - x_j^-}{x_j^+ - x_j^-} \right] \quad (179)$$

- Za kriterijume „cost“ tipa (manja vrednost kriterijuma poželjnija)

$$RN(t_{ij}) = \left[\underline{Lim}(t_{ij}), \overline{Lim}(t_{ij}) \right] = \left[\frac{x_{ij}^U - x_j^+}{x_j^- - x_j^+}, \frac{x_{ij}^L - x_j^+}{x_j^- - x_j^+} \right] \quad (180)$$

gde x_j^- i x_j^+ predstavljaju predstavlja minimalne i maksimalne vrednosti grubih graničnih intervala posmatranog kriterijuma, respektivno:

$$x_j^- = \min_j \left\{ \underline{Lim}(x_{ij}) \right\} = \min_j \left\{ x_{ij}^L \right\} \quad (181)$$

$$x_j^+ = \max_j \left\{ \overline{Lim}(x_{ij}) \right\} = \max_j \left\{ x_{ij}^U \right\} \quad (182)$$

Korak 3. Proračun elemenata otežane matrice $V = [RN(v_{ij})]_{m \times n} = [\underline{Lim}(v_{ij}), \overline{Lim}(v_{ij})]_{m \times n}$.

Elementi otežane matrice V računaju se na osnovu izraza (183):

$$RN(v_{ij}) = RN(w_i) \cdot RN(t_{ij}) + RN(w_j) \quad (183)$$

gde t_{ij} predstavljaju elemente normalizovane matrice (N), $RN(w_i)$ predstavlja težinske koeficijente kriterijuma. Primenom izraza (183) dobijamo otežanu matricu V :

$$V = \begin{bmatrix} RN(v_{11}) & RN(v_{12}) & \dots & RN(v_{1n}) \\ RN(v_{21}) & RN(v_{22}) & & RN(v_{2n}) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ RN(v_{m1}) & RN(v_{m2}) & \dots & RN(v_{mn}) \end{bmatrix}_{m \times n} \quad (184)$$

gde n predstavlja ukupan broj kriterijuma, a m predstavlja ukupan broj alternativa.

Korak 4. Određivanje matrice graničnih aproksimativnih oblasti (G). Granična aproksimativna oblast (GAO) određuje se prema izrazu (185):

$$RN(g_i) = \left(\prod_{j=1}^m RN(v_{ij}) \right)^{1/m} = \left[\left(\prod_{j=1}^m \underline{Lim}(v_{ij}) \right)^{1/m}, \left(\prod_{j=1}^m \overline{Lim}(v_{ij}) \right)^{1/m} \right] \quad (185)$$

gde $RN(v_{ij})$ predstavlja elemente otežane matrice (V), a m predstavlja ukupan broj alternativa.

Nakon proračuna vrednosti $RN(g_i)$ po kriterijumima formira se matrica graničnih aproksimativnih oblasti G (186) formata $1 \times n$ (n predstavlja ukupan broj kriterijuma po kojima se vrši izbor ponuđenih alternativa).

$$G = \begin{bmatrix} C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ RN(g_1) & RN(g_2) & \dots & RN(g_n) \end{bmatrix}_{1 \times n} \quad (186)$$

Korak 5. Proračun elemenata matrice udaljenosti alternativa od granične aproksimativne oblasti (Q). Udaljenost alternativa od granične aproksimativne oblasti $RN(q_{ij})$ određuje se kao razlika elemenata otežane matrice (V) i vrednosti graničnih aproksimativnih oblasti (G).

$$Q = V - G = \begin{bmatrix} RN(v_{11}) & RN(v_{12}) & \dots & RN(v_{1n}) \\ RN(v_{21}) & RN(v_{22}) & & RN(v_{2n}) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ RN(v_{m1}) & RN(v_{m2}) & \dots & RN(v_{mn}) \end{bmatrix}_{m \times n} - [RN(g_1) \quad RN(g_2) \quad \dots \quad RN(g_n)]_{1 \times n} \quad (187)$$

$$Q = \begin{bmatrix} RN(v_{11}) - RN(g_1) & RN(v_{12}) - RN(g_2) & \dots & RN(v_{1n}) - RN(g_n) \\ RN(v_{21}) - RN(g_1) & RN(v_{22}) - RN(g_2) & \dots & RN(v_{2n}) - RN(g_n) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ RN(v_{m1}) - RN(g_1) & RN(v_{m2}) - RN(g_2) & \dots & RN(v_{mn}) - RN(g_n) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} RN(q_{11}) & RN(q_{12}) & \dots & RN(q_{1n}) \\ RN(q_{21}) & RN(q_{22}) & & RN(q_{2n}) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ RN(q_{m1}) & RN(q_{m2}) & \dots & RN(q_{mn}) \end{bmatrix}_{m \times n} \quad (188)$$

gde $RN(g_i)$ predstavlja graničnu aproksimativnu oblast za kriterijum C_i , $RN(v_{ij})$ predstavlja elemente otežane matrice (V), n predstavlja broj kriterijuma, a m predstavlja broj alternativa.

Alternativa A_i može da pripada graničnoj aproksimativnoj oblasti (G), gornjoj aproksimativnoj oblasti (G^+) ili donjoj aproksimativnoj oblasti (G^-), odnosno $A_i \in \{G \vee G^+ \vee G^-\}$. Gornja aproksimativna oblast (G^+) predstavlja oblast u kojoj se nalazi

idealna alternativa (A^+), dok donja aproksimativna oblast (G^-) predstavlja oblast u kojoj se nalazi anti-idealna alternativa (A^-).

Ukoliko je vrednost $RN(q_{ij}) > RN(g_i)$, odnosno $RN(q_{ij}) \in G^+$, tada je alternativa A_i bliska ili jednaka idealnoj alternativni. Vrednost $RN(q_{ij}) < RN(g_i)$, odnosno $RN(q_{ij}) \in G^-$, pokazuje da je alternativa A_i bliska ili jednaka anti-idealnoj alternativni. Da bi alternativa A_i bila izabrana kao najbolja iz skupa potrebno je da po što većem broju kriterijuma pripada gornjoj aproksimativnoj oblasti (G^+).

Korak 6. *Rangiranje alternativa*. Vrednosti kriterijumskih funkcija po alternativama (189) dobijaju se kao suma rastojanja alternativa od graničnih aproksimativnih oblasti $RN(q_i)$. Sumiranjem elemenata matrice Q po redovima dobijamo konačne vrednosti kriterijumskih funkcija alternativa

$$RN(S_i) = \sum_{j=1}^n RN(q_{ij}), \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (189)$$

gde n predstavlja broj kriterijuma, m predstavlja broj alternativa.

Pretvaranje grubog broja $RN(S_i) = [\underline{Lim}(S_i), \overline{Lim}(S_i)]$ u realan broj S_i vrši se primenom izraza (190) i (191). Za svaki grubi broj određuje se grubi granični interval (engl. rough boundary interval). Grubi granični interval $IRBnd(S_i)$ predstavlja interval između donje i gornje granice (engl. limit). Grubi granični interval koristi se za određivanje indikatora μ_i ($0 \leq \mu_i \leq 1$)

$$\mu_i = \frac{IRBnd(S_i)}{\underline{Lim}(S_i) + \overline{Lim}(S_i)} \quad (190)$$

i prevođenje grubog broja $RN(S_i)$ u realan broj

$$S_i = \mu_i \cdot \underline{Lim}(S_i) + (1 - \mu_i) \cdot \overline{Lim}(S_i) \quad (191)$$

4.18. Crisp EDAS

EDAS metoda je razvijena od strane (Keshavarz Ghorabae, i dr., 2015) za višekriterijumsku klasifikacija zaliha. Koraci ove metode predstavljani su u nastavku:

Korak 1: *Izabрати најважніе критеріјуме који описују алтернативе.*

Korak 2: *Formirati početnu matricu odlučivanja kao što je prikazano:*

$$X = [x_{ij}]_{n \times m} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2m} \\ x_{31} & x_{32} & \dots & x_{3m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nm} \end{bmatrix} \quad (192)$$

gde x_{ij} označava vrednosti i -te alternative prema j -tom kriterijumu.

Korak 3: *Određivanje prosečnog rešenja prema svim kriterijuma kao što je prikazano:*

$$AV = [AV_j]_{1 \times m} \quad (193)$$

gde je

$$AV_j = \frac{\sum_{i=1}^n X_{ij}}{n} \quad (194)$$

Korak 4: *Proračunati pozitivno rastojanje od prosečnih (PDA) i negativno rastojanje od prosečnih (NDA) matrica u zavisnosti od tipa kriterijuma (korisni ili troškovni) prema sledećim izrazima:*

$$PDA = [PDA_{ij}]_{n \times m} \quad (195)$$

$$NDA = [NDA_{ij}]_{n \times m} \quad (196)$$

ako je kriterijum korisnog tipa (benefitni),

$$PDA_{ij} = \frac{\max(0, (X_{ij} - AV_j))}{AV_j} \quad (197)$$

$$NDA_{ij} = \frac{\max(0, (AV_j - X_{ij}))}{AV_j} \quad (198)$$

i ako se radi o troškovnom kriterijumu,

$$PDA_{ij} = \frac{\max(0, (AV_j - X_{ij}))}{AV_j} \quad (199)$$

$$NDA_{ij} = \frac{\max(0, (X_{ij} - AV_j))}{AV_j} \quad (200)$$

gde PDA_{ij} i NDA_{ij} označavaju pozitivnu i negativnu udaljenost i-te alternative od prosečnog rešenja u skladu sa j kriterijumom, respektivno.

Korak 5: *Određivanje otežane sume PDA i NDA za sve alternative kao što sledi:*

$$SP_i = \sum_{j=1}^m w_j PDA_{ij} \quad (201)$$

$$SN_i = \sum_{j=1}^m w_j NDA_{ij} \quad (202)$$

gde je w_j težina j-og kriterijuma.

Korak 6: *Normalizacija vrednosti SP i SN za sve alternative prema sledećim izrazima:*

$$NSP_i = \frac{SP_i}{\max_i(SP_i)} \quad (203)$$

$$NSN_i = 1 - \frac{SN_i}{\max_i(SN_i)} \quad (204)$$

Korak 7: *Proračun procene (AS) za sve alternative prema sledećem izrazu:*

$$AS_i = \frac{1}{2}(NSP_i + NSN_i) \quad (205)$$

gde je $0 \leq AS_i \leq 1$.

Korak 8: *Rangiranje alternativa prema opadajućim vrednostima (AS). Alternativa sa najvećim AS je najbolji izbor među potencijalnim alternativama.*

4.19. Fuzzy EDAS

U fuzzy obliku EDAS metode donosioci odluka izražavaju težine kriterijuma i procenu alternativa prema svakom kriterijumu koristeći lingvističke promenljive. Ove lingvističke promenljive kvantifikuju se primenom trapezoidnih fuzzy brojeva. Koraci proširene fuzzy EDAS metode predstavljani su u nastavku: (Keshavarz Ghorabae i dr., 2016).

Korak 1: *Formirati prosečnu matricu odlučivanja* kao što je prikazano:

$$X = [\tilde{x}_{ij}]_{n \times m} \quad (206)$$

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{1}{k} \oplus_{p=1}^k \tilde{x}_{ij}^p \quad (207)$$

gde \tilde{x}_{ij}^p označava vrednost alternative A_i ($1 \leq i \leq n$) prema kriterijumu c_j ($1 \leq j \leq m$) označenu od strane p donosioca odluke ($1 \leq p \leq k$).

Korak 2: *Formirati matricu težinskih vrednosti kriterijuma* prema sledećem izrazu:

$$W = [\tilde{w}_j]_{1 \times m} \quad (208)$$

$$\tilde{w}_j = \frac{1}{k} \oplus_{p=1}^k \tilde{w}_j^p \quad (209)$$

gde \tilde{w}_j^p označava težinsku vrednost kriterijuma c_j ($1 \leq j \leq m$) označen od strane p donosioca odluke ($1 \leq p \leq k$).

Korak 3: *Formiranje matrice prosečnih rešenja* prema jednačini:

$$AV = [\tilde{a}v_j]_{1 \times m} \quad (210)$$

$$\tilde{a}v_j = \frac{1}{n} \oplus_{i=1}^n \tilde{x}_{ij} \quad (211)$$

Elementi ove matrice av_j predstavljaju prosečna rešenja prema svakom kriterijumu. Zbog toga je dimenzija ove matrice jednaka dimenziji matrice relativnih težina kriterijuma.

Korak 4: Pretpostavimo da je B set benefitnih kriterijuma i N je set nebenefitnih kriterijuma. U ovom koraku *matrice pozitivne udaljenosti od proseka (PDA)* i *negativne udaljenosti od proseka (NDA)* su proračunate u zavisnosti tipa kriterijuma odnosno da li su kriterijumi korisni ili troškovni kao što je prikazano:

$$PDA = [p\tilde{d}a_{ij}]_{n \times m} \quad (212)$$

$$NDA = [n\tilde{d}a_{ij}]_{n \times m} \quad (213)$$

$$p\tilde{d}a_{ij} = \begin{cases} \frac{\psi(\tilde{x}_{ij} \ominus \tilde{a}v_j)}{k(\tilde{a}v_j)} & \text{if } j \in B \\ \frac{\psi(\tilde{a}v_j \ominus \tilde{x}_{ij})}{k(\tilde{a}v_j)} & \text{if } j \in N \end{cases} \quad (214)$$

$$n\tilde{d}a_{ij} = \begin{cases} \frac{\psi(\tilde{a}v_j \ominus \tilde{x}_{ij})}{k(\tilde{a}v_j)} & \text{if } j \in B \\ \frac{\psi(\tilde{x}_{ij} \ominus \tilde{a}v_j)}{k(\tilde{a}v_j)} & \text{if } j \in N \end{cases} \quad (215)$$

gde $\tilde{p}da_{ij}$ i $\tilde{n}da_{ij}$ označavaju vrednost pozitivne i negativne udaljenosti i -e alternative od prosečnog rešenja prema uslovima j kriterijuma, respektivno.

Korak 5: *Određivanje otežane sume PDA i NDA za sve alternative* kao što sledi:

$$\tilde{s}p_i = \oplus_{j=1}^m (\tilde{w}_j \otimes \tilde{p}da_{ij}) \quad (216)$$

$$\tilde{s}n_i = \oplus_{j=1}^m (\tilde{w}_j \otimes \tilde{n}da_{ij}) \quad (217)$$

Korak 6: *Normalizacija vrednosti SP i SN za sve alternative* prema sledećim izrazima:

$$\tilde{n}sp_i = \frac{\tilde{s}p_i}{\max_i (k(\tilde{s}p_i))} \quad (218)$$

$$\tilde{n}sn_i = 1 - \frac{\tilde{s}n_i}{\max_i (k(\tilde{s}n_i))} \quad (219)$$

Korak 7: *Proračun procene (AS) za sve alternative* prema sledećem izrazu:

$$\tilde{a}s_i = \frac{1}{2} (\tilde{n}sp_i \oplus \tilde{n}sn_i) \quad (220)$$

Korak 8: *Rangiranje alternativa prema opadajućim vrednostima $\tilde{a}s_i$* . Alternativa sa najvećim $\tilde{a}s_i$ je najbolji izbor među potencijalnim alternativama.

4.20. Razvoj novog pristupa - Grubi EDAS

Jedan od najbitnijih zadataka koji je izvršen u radu je razvoj novog pristupa za vrednovanje dobavljača u lancima snabdevanja koji omogućava smanjenje subjektivnosti i nepreciznosti koje se svakodnevno javljaju pri donošenju odluka. Pored toga pokazana je i dokazana primenljivost razvijenog integrisanog modela za vrednovanje dobavljača pri trenutnim uslovima koji vladaju u lancima snabdevanja. Novi integrisani model predstavlja doprinos u literaturi višekriterijumskog odlučivanja. Razvijeni novi integrisani model obezbeđuje objektivnu agregaciju ekspertskih odluka uz potpuno uvažavanje nepreciznosti i subjektivnosti koja vlada prilikom grupnog donošenja odluka. Razvojem ovih modela dodatno se unapređuje literatura koja razmatra teorijsku i praktičnu primenu višekriterijumskih tehnika. Pored opštih doprinosa koji se odnose na oblast VKO, predloženi model doprinosi i unapređenju oblasti izbora dobavljača u lancima snabdevanja.

EDAS (Evaluation based on Distance from Average Solution) metoda pripada grupi novijih metoda višekriterijumskog odlučivanja kao što je već naglašeno. Za veoma kratko vreme našla je široku primenu u rešavanju kako inženjerskih problema, tako i problema u oblasti poslovnog odlučivanja. Ova metoda ima veliki broj proširenja, a proširenje sa fuzzy logikom je izvršeno upravo u oblasti lanca snabdevanja odnosno na izboru dobavljača. Nekoliko radova je već objavljeno u različitim oblastima koji primenjuju ovu metodu bilo u njenom konvencionalnom ili drugim oblicima (Turskis i Juodagalvienė, 2016; Stević i dr., 2016a; Ghorabae i dr., 2017a; Kahraman i dr., 2017; Ghorabae i dr., 2017b; Ecer, 2017; Peng i Liu, 2017; Ghorabae i dr., 2017c; Zavadskas i dr., 2017; Trinkūnienė i dr., 2017). Predstavlja važnu podršku pri donošenju odluka u svakodnevnim konfliktnim situacijama. Procena alternativa u ovoj metodi se zasniva na merenju pozitivnih i negativnih rastojanja od prosečnog rešenja, koje se računa prema svim kriterijumima. U ovom radu izvršeno je

proširenje EDAS metode sa grubim brojevima. Nakon definisanja problema i formiranja višekriterijumskog modela koji se sastoji od n alternativa i m kriterijuma, potrebno je definisati skup od k eksperata koji će vršiti procenu alternativa u odnosu na svaki kriterijum. Posle formulisanja višekriterijumskog modela od n alternativa i m kriterijuma sa k eksperata Rough EDAS se sastoji iz sledećih koraka.

Korak 1. *Pretvaranje pojedinačnih matrica u grupnu grubu matricu.* Svaku pojedinačnu matricu eksperata k_1, k_2, \dots, k_n potrebno je pretvoriti u grubu grupnu matricu primenom jednačina (19)-(24):

$$RGM = \begin{bmatrix} [x_{11}^L, x_{11}^U] & [x_{12}^L, x_{12}^U] & \cdots & [x_{1m}^L, x_{1m}^U] \\ [x_{21}^L, x_{21}^U] & [x_{22}^L, x_{22}^U] & \cdots & [x_{2m}^L, x_{2m}^U] \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ [x_{n1}^L, x_{n1}^U] & [x_{n2}^L, x_{n2}^U] & \cdots & [x_{nm}^L, x_{nm}^U] \end{bmatrix} \quad (221)$$

Korak 2. *Pronaći prosečno rešenje u odnosu na sve kriterijume* kao što je prikazano:

$$RN(AV) = [AV_j^L; AV_j^U]_{1 \times m} \quad (222)$$

na osnovu sledeće jednačine (223)

$$\sum_{i=1}^n \frac{x_{ij}}{n} = \left[\frac{x_{ij}^L}{n}, \frac{x_{ij}^U}{n} \right] \quad (223)$$

Korak 3. *Odrediti pozitivno rastojanje $RN(PDA)$ i negativno rastojanje $RN(NDA)$ od prosečnog rešenja $RN(AV)$ prema svim kriterijuma primenom jednačina (224)-(225).*

$$RN(PDA) = [PDA_{ij}^L; PDA_{ij}^U]_{n \times m} \quad (224)$$

$$RN(NDA) = [NDA_{ij}^L; NDA_{ij}^U]_{n \times m} \quad (225)$$

Ukoliko kriterijum pripada benefitnoj grupi $RN(PDA)$ i $RN(NDA)$ se računa na sledeći način:

$$RN(PDA) = \frac{\max(0, [x_{ij}^L - AV_j^U; x_{ij}^U - AV_j^L])}{[AV_j^L; AV_j^U]} \quad (226)$$

$$RN(NDA) = \frac{\max(0, [AV_j^L - x_{ij}^U; AV_j^U - x_{ij}^L])}{[AV_j^L; AV_j^U]} \quad (227)$$

Ukoliko kriterijum pripada grupi troškovnih onda je:

$$RN(PDA) = \frac{\max(0, [AV_j^L - x_{ij}^U; AV_j^U - x_{ij}^L])}{[AV_j^L; AV_j^U]} \quad (228)$$

$$RN(NDA) = \frac{\max(0, [x_{ij}^L - AV_j^U; x_{ij}^U - AV_j^L])}{[AV_j^L; AV_j^U]} \quad (229)$$

Pošto se radi o grubim brojevima koji imaju donji i gornji limit, može se lako doći u situaciju da donji limit grubog broja ima negativnu vrednost, a gornji pozitivnu ili čak da su obe vrednosti manje od nule. Pošto je potrebno ove vrednosti svesti na nulu ili pozitivnu vrednost potrebno je primeniti sledeće jednačine (230)-(232):

$$\text{ako je } PDA_{ij}^L + PDA_{ij}^U \leq 0 \rightarrow RN(PDA) = 0 \quad (230)$$

$$\text{ako je } PDA_{ij}^L + PDA_{ij}^U > 0, i (PDA_{ij}^L > 0; PDA_{ij}^U > 0) \text{ onda } RN(PDA) = [PDA_{ij}^L; PDA_{ij}^U] \quad (231)$$

$$\text{ako je } PDA_{ij}^L + PDA_{ij}^U > 0, \text{ ali } (PDA_{ij}^L < 0; PDA_{ij}^U > 0) \text{ onda } RN(PDA) = |PDA_{ij}^L; PDA_{ij}^U| \quad (232)$$

Iste jednačine se primenjuju i za $RN(NDA)$.

Jednačine (230)-(232) podrazumevaju sledeće slučajeve. Ako je zbir donjeg i gornjeg limita (PDA) manji od nule, grubi broj dobija vrednost nula. Ukoliko je zbir ove dve vrednosti veći od nule i pritom i donji i gornji limit su veći od nule onda (PDA) ostaje nepromenjen (zadržava svoju vrednost). Kada je zbir ove dve vrednosti takođe veći od nule, ali donji limit ima negativnu vrednost onda grubi broj (PDA) uzima svoju apsolutnu vrednost odnosno donji limit postaje pozitivna vrednost.

Korak 4. Otežavanje matrice $RN(PDA)$ i $RN(NDA)$ primenom jednačine (233)-(234):

$$VP_i = [vp_{ij}^L; vp_{ij}^U]_{m \times n} \quad (233)$$

$$vp_{ij}^L = w_j^L \times pda_{ij}^L, i = 1, 2, \dots, m, j$$

$$vp_{ij}^U = w_j^U \times pda_{ij}^U, i = 1, 2, \dots, m, j$$

$$VN_i = [vn_{ij}^L; vn_{ij}^U]_{m \times n} \quad (234)$$

$$vn_{ij}^L = w_j^L \times nda_{ij}^L, i = 1, 2, \dots, m, j$$

$$vn_{ij}^U = w_j^U \times nda_{ij}^U, i = 1, 2, \dots, m, j$$

gde je w_j^L donja granica, a w_j^U gornja granica težine kriterijuma izražena kao grubi broj.

Korak 5. Određivanje sume prethodno otežane matrice.

$$RN(SP_i) = [sp_i^L; sp_i^U] = \sum_{j=1}^m [vp_{ij}^L; vp_{ij}^U] \quad (235)$$

$$RN(SN_i) = [sn_i^L; sn_i^U] = \sum_{j=1}^m [vn_{ij}^L; vn_{ij}^U] \quad (236)$$

Korak 6. Normalizacija vrednosti $RN(SP)$ i $RN(SN)$ za sve alternative.

$$RN(NSP_i) = \frac{[sp_i^L; sp_i^U]}{\max[sp_i^L; sp_i^U]} \quad (237)$$

$$RN(NSN_i) = 1 - \frac{[sn_i^L; sn_i^U]}{\max[sn_i^L; sn_i^U]} \quad (238)$$

Korak 7. Proračun vrednosti svih alternativa $RN(AS_i)$ i njihovo rangiranje.

$$RN(AS_i) = \frac{1}{2} [NSP_i + NSN_i] \quad (239)$$

LITERATURA

- [1] Anagnostopoulos, K. P., Gratziou, M., & Vavatsikos, A. P. (2007). Using the fuzzy analytic hierarchy process for selecting wastewater facilities at prefecture level. *European Water*, 19(20), 15-24.
- [2] Atanassov, K. T. (1986). Intuitionistic fuzzy sets. *Fuzzy sets and Systems*, 20(1), 87-96.
- [3] Chang, D. Y. (1996). Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. *European journal of operational research*, 95(3), 649-655.
- [4] Chen, C. T. (2000). Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment. *Fuzzy sets and systems*, 114(1), 1-9.
- [5] Chen, N., Xu, Z., & Xia, M. (2015). The ELECTRE I Multi-Criteria Decision-Making Method Based on Hesitant Fuzzy Sets. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 14(3): 621–657
- [6] Chen, S. J., & Hwang, C. L. (1992). Fuzzy multiple attribute decision making methods. In *Fuzzy multiple attribute decision making* (pp. 289-486). Springer Berlin Heidelberg.
- [7] Düntsch, I., & Gediga, G. (1997, August). The rough set engine GROBIAN. In *Proc. 15th IMACS World Congress, Berlin* (Vol. 4, pp. 613-618).
- [8] Ecer, F. (2017). Third-party logistics (3PLs) provider selection via Fuzzy AHP and EDAS integrated model. *Technological and Economic Development of Economy*, 1-20.
- [9] Fazlollahtabar, H., Eslami, H., & Salmani, H. (2010). Designing a fuzzy expert system to evaluate alternatives in fuzzy analytic hierarchy process. *Journal of Software Engineering and Applications*, 3(4), 409.
- [10] Fazlollahtabar, H., Vasiljević, M., Stević, Ž., Vesković, S., (2017). Evaluation of supplier criteria in automotive industry using rough AHP. *International Conference on Management, Engineering and Environment ICMNEE 2017*, 186-197
- [11] Ghorabae, K. M., Amiri, M., Olfat, L., & Khatami Firouzabadi, S. A. (2017a). Designing a multi-product multiperiod supply chain network with reverse logistics and multiple objectives under uncertainty. *Technological and Economic Development of Economy*, 23(3), 520-548.
- [12] Ghorabae, M. K., Amiri, M., Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. (2017b). Multi-criteria group decision-making using an extended EDAS method with interval type-2 fuzzy sets
- [13] Ghorabae, M. K., Amiri, M., Sadaghiani, J. S., & Goodarzi, G. H. (2014). Multiple criteria group decision-making for supplier selection based on COPRAS method with interval type-2 fuzzy sets. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 75(5-8), 1115-1130.
- [14] Ghorabae, M. K., Zavadskas, E. K., Amiri, M., & Turskis, Z. (2016). Extended EDAS method for fuzzy multi-criteria decision-making: an application to supplier selection. *International Journal of Computers Communications & Control*, 11(3), 358-371.
- [15] Gigović, Lj., Pamučar, D., Bajić, Z., Milićević, M. (2016). "The combination of expert judgment and GIS-MAIRCA analysis for the selection of sites for ammunition depot", *Sustainability*, 8(4), article No. 372 pp. 1-30.
- [16] Gigović, LJ., Pamučar, D., Božanić, D., Ljubojević, S. (2017). "Application of the GIS-DANP-MABAC multi-criteria model for selecting the location of wind farms: A case study of Vojvodina, Serbia". *Renewable Energy*, 103, pp 501-521.

- [17] Gigović, Lj., Pamučar, D., Lukić, D., Marković, S. (2016). Application of the GIS - Fuzzy DEMATEL MCDA model for ecotourism development site evaluation: A case study of „Dunavski ključ“, *Serbia, Land use policy*, 58, pp. 348–365.
- [18] Ginevičius, R. (2008). Normalization of quantities of various dimensions. *Journal of business economics and management*, 9(1), 79-86.
- [19] Hwang, C. L., & Yoon, K. (1981). Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems: Multiple Attribute Decision Making: Methods and Application. *Springer Verlag*.
- [20] Kahraman, C., Keshavarz Ghorabae, M., Zavadskas, E. K., Cevik Onar, S., Yazdani, M., & Oztaysi, B. (2017). Intuitionistic fuzzy EDAS method: an application to solid waste disposal site selection. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 25(1), 1-12.
- [21] Kaklauskas, A., Zavadskas, E. K., Raslanas, S., Ginevicius, R., Komka, A., & Malinauskas, P. (2006). Selection of low-e windows in retrofit of public buildings by applying multiple criteria method COPRAS: A Lithuanian case. *Energy and Buildings*, 38(5), 454-462.
- [22] Kauffman, A., & Gupta, M. M. (1991). Introduction to Fuzzy Arithmetic, *Theory and Application*.
- [23] Keshavarz Ghorabae, M., Zavadskas, E. K., Olfat, L., & Turskis, Z. (2015). Multi-criteria inventory classification using a new method of evaluation based on distance from average solution (EDAS). *Informatica*, 26(3), 435-451.
- [24] Khoo, L. P., & Zhai, L. Y. (2001). A prototype genetic algorithm-enhanced rough set-based rule induction system. *Computers in Industry*, 46(1), 95-106.
- [25] Kwong, C. K., & Bai, H. (2003). Determining the importance weights for the customer requirements in QFD using a fuzzy AHP with an extent analysis approach. *Iie Transactions*, 35(7), 619-626.
- [26] Lee, A. H., Chen, W. C., & Chang, C. J. (2008). A fuzzy AHP and BSC approach for evaluating performance of IT department in the manufacturing industry in Taiwan. *Expert systems with applications*, 34(1), 96-107.
- [27] Li, Y., Tang, J., Luo, X., & Xu, J. (2009). An integrated method of rough set, Kano's model and AHP for rating customer requirements' final importance. *Expert Systems with Applications*, 36(3), 7045-7053.
- [28] Liang, H., Ren, J., Gao, Z., Gao, S., Luo, X., Dong, L., Scipioni, A. (2016). Identification of critical success factors for sustainable development of biofuel industry in China based on grey decision-making trial and evaluation laboratory (DEMATEL), *Journal of Cleaner Production*, 131, pp. 500-508.
- [29] Meixner, O. (2009). Fuzzy AHP group decision analysis and its application for the evaluation of energy sources. *Institute of Marketing and Innovation. Vienna, Austria*.
- [30] Mentes, A., & Helvacioğlu, I. H. (2012). Fuzzy decision support system for spread mooring system selection. *Expert Systems with Applications*, 39(3), 3283-3297.
- [31] Mikhailov, L. (2003). Deriving priorities from fuzzy pairwise comparison judgements. *Fuzzy sets and systems*, 134(3), 365-385.
- [32] Morselli, A. (2015). The decision-making process between convention and cognition. *Economics and Sociology*, 8(1), 205–221.
- [33] Nayagam, V. L. G., Jeevaraj, S., & Sivaraman, G. (2016). Complete Ranking of Intuitionistic Fuzzy Numbers. *Fuzzy Information and Engineering*, 8(2), 237-254.

- [34] Ngan, S. C. (2017). A unified representation of intuitionistic fuzzy sets, hesitant fuzzy sets and generalized hesitant fuzzy sets based on their u-maps. *Expert Systems with Applications*, 69, 257-276.
- [35] Nguyen, H. (2016). A new interval-valued knowledge measure for interval-valued intuitionistic fuzzy sets and application in decision making. *Expert Systems with Applications*, 56, 143-155.
- [36] Olcer, A.Y.; Odabaşı A.Y. (2005); A new fuzzy multiple attributive group decision making methodology and its application to propulsion/manoeuvring system selection problem, *European Journal of Operational Research*, 166(1): 93-114.
- [37] Pamučar, D., Čirović, G., (2015) The selection of transport and handling resources in logistics centres using Multi-Attributive Border Approximation area Comparison (MABAC), *Expert Systems with Applications*, 42, pp 3016- 3028.
- [38] Pamučar, D., Vasin, L., & Lukovac, V. (2014, October). Selection of Railway Level Crossings for Investing in Security Equipment using Hybrid Dematel-Maric Model. In *Proceedings of the XVI International Scientific-expert Conference on Railways, Railcon, Niš, Serbia 9-10*.
- [39] Pawlak, Z. (1982). Rough sets. *International Journal of Computer & Information Sciences*, 11(5), 341–356.
- [40] Pawlak, Z. (1991). Rough sets: Theoretical aspects of reasoning about data. 1991. Dordrecht & Boston: Kluwer Academic Publishers.
- [41] Pawlak, Z. (1993). Anatomy of conflicts, *Bulletin of the European Association for Theoretical Computer Science*, 50, pp. 234-247.
- [42] Peng, X., & Dai, J. (2016). Approaches to single-valued neutrosophic MADM based on MABAC, TOPSIS and new similarity measure with score function. *Neural Computing and Applications*, 1-16.
- [43] Peng, X., & Liu, C. (2017). Algorithms for neutrosophic soft decision making based on EDAS, new similarity measure and level soft set. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 32(1), 955-968.
- [44] Roy, J., Chatterjee, K., Bandhopadhyay, A., Kar, S. (2016). Evaluation and selection of Medical Tourism sites: A rough AHP based MABAC approach, doi: arXiv:1606.08962.
- [45] Saaty, T.L. (1988). What is the analytic hierarchy process? *Springer Berlin Heidelberg*, 109-121.
- [46] Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*, Mc Graw-Hill, New York
- [47] Saaty, T. L. (1986). Axiomatic foundation of the analytic hierarchy process. *Management science*, 32(7), 841-855.
- [48] Saaty, T. L. (1990). How to make a decision: the analytic hierarchy process. *European journal of operational research*, 48(1), 9-26.
- [49] Saaty, T. L. (2003). Decision-making with the AHP: Why is the principal eigenvector necessary. *European journal of operational research*, 145(1), 85-91.
- [50] Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International journal of services sciences*, 1(1), 83-98.
- [51] Saaty, T. L., & Vargas, L. G. (2012). Models, methods, concepts & applications of the analytic hierarchy process (Vol. 175). *Springer Science & Business Media*.
- [52] Shi, H., Liu, H. C., Li, P., & Xu, X. G. (2017). An integrated decision making approach for assessing healthcare waste treatment technologies from a multiple stakeholder. *Waste Management*, 59, 508-517.

- [53] Sizong, G., & Tao, S. (2009). Interval-valued fuzzy number and its expression based on structured element. In *Fuzzy Information and Engineering Volume 2* (pp. 1417-1425). Springer, Berlin, Heidelberg.
- [54] Song, W., Ming, X., & Wu, Z. (2013). An integrated rough number-based approach to design concept evaluation under subjective environments. *Journal of Engineering Design*, 24(5), 320-341.
- [55] Song, W., Ming, X., Wu, Z., & Zhu, B. (2014). A rough TOPSIS approach for failure mode and effects analysis in uncertain environments. *Quality and Reliability Engineering International*, 30(4), 473-486.
- [56] Stević, Ž., Tanackov I., Vasiljević, M., & Vesković, S. (2016). Evaluation in logistics using combined AHP and EDAS method. In *XLIII international symposium on operational research, Serbia* pp. 309-313.
- [57] Stević, Ž., (2016). Supplier selection using AHP and COPRAS method, *Strategic management and decision support systems in strategic management, Subotica*, pp. 231-238
- [58] Tiwari, V., Jain, P.K., Tandon, P. Product design concept evaluation using rough sets and VIKOR method, *Advanced Engineering Informatics*, 30, (2016) pp. 16-25.
- [59] Triantaphyllou, E., & Mann, S. H. (1995). Using the analytic hierarchy process for decision making in engineering applications: some challenges. *International Journal of Industrial Engineering: Applications and Practice*, 2(1), 35-44.
- [60] Trinkūnienė, E., Podvezko, V., Zavadskas, E. K., Jokšienė, I., Vinogradova, I., & Trinkūnas, V. (2017). Evaluation of quality assurance in contractor contracts by multi-attribute decision-making methods. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 30(1), 1152-1180.
- [61] Turskis, Z., & Juodagalvienė, B. (2016). A novel hybrid multi-criteria decision-making model to assess a stairs shape for dwelling houses. *Journal of Civil Engineering and Management*, 22(8), 1078-1087.
- [62] Ustinovichius, L., Zavadskas, E. K., & Podvezko, V. (2007). Application of a quantitative multiple criteria decision making (MCDM-1) approach to the analysis of investments in construction. *Control and cybernetics*, 36(1), 251.
- [63] Vahdani, B., Tavakkoli-Moghaddam, R., Mousavi, S. M., & Ghodrathnama, A. (2013). Soft computing based on new interval-valued fuzzy modified multi-criteria decision-making method. *Applied Soft Computing*, 13(1), 165-172.
- [64] Vaidya, O. S., & Kumar, S. (2006). Analytic hierarchy process: An overview of applications. *European Journal of operational research*, 169(1), 1-29.
- [65] Vilutienė, T., & Zavadskas, E. K. (2003). The application of multi-criteria analysis to decision support for the facility management of a residential district. *Journal of Civil Engineering and Management*, 9(4), 241-252.
- [66] Wang, J., Wang, J. Q., Zhang, H. Y., & Chen, X. H. (2015). Multi-criteria decision-making based on hesitant fuzzy linguistic term sets: an outranking approach. *Knowledge-Based Systems*, 86, 224-236.
- [67] Wang, Y. J., & Lee, H. S. (2007). Generalizing TOPSIS for fuzzy multiple-criteria group decision-making. *Computers & Mathematics with Applications*, 53(11), 1762-1772.

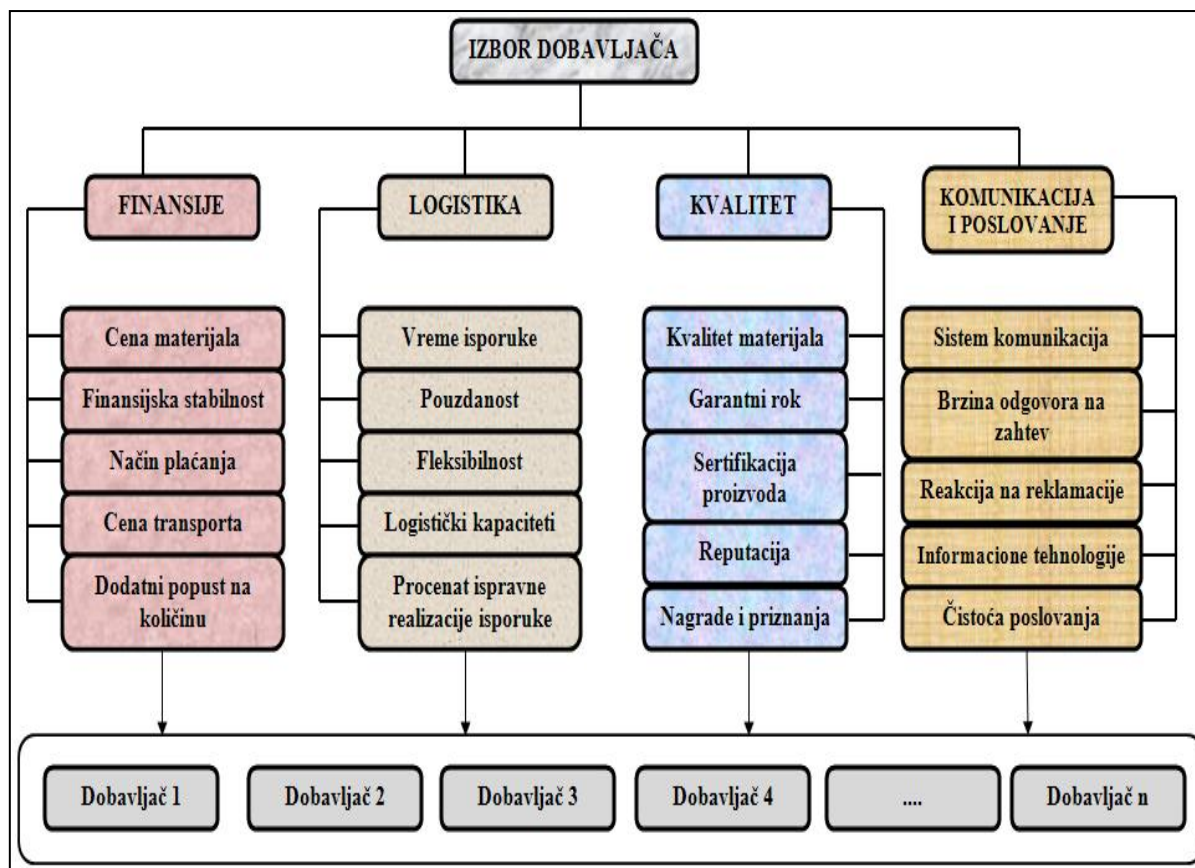
- [68] Wang, Y. M., & Chin, K. S. (2011). Fuzzy analytic hierarchy process: A logarithmic fuzzy preference programming methodology. *International Journal of Approximate Reasoning*, 52(4), 541-553.
- [69] Wang, Y. M., Luo, Y., & Hua, Z. (2008). On the extent analysis method for fuzzy AHP and its applications. *European Journal of Operational Research*, 186(2), 735-747.
- [70] Xu, Z., & Liao, H. (2014) *Intuitionistic fuzzy analytic hierarchy process*. Fuzzy Systems, IEEE Transactions on, Vol. 22, No. 4, pp. 749-761,
- [71] Xue, Y. X., You, J. X., Lai, X. D., & Liu, H. C. (2016). An interval-valued intuitionistic fuzzy MABAC approach for material selection with incomplete weight information. *Applied Soft Computing*, 38, 703-713.
- [72] Yu, S. M., Wang, J., & Wang, J. Q. (2017). An interval type-2 fuzzy likelihood-based MABAC approach and its application in selecting hotels on a tourism website. *International Journal of Fuzzy Systems*, 19(1), 47-61.
- [73] Yu, X., Guo, S., Guo, J., & Huang, X. (2011). Rank B2C e-commerce websites in e-alliance based on AHP and fuzzy TOPSIS. *Expert Systems with Applications*, 38(4), 3550-3557.
- [74] Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and control*, 8(3), 338-353.
- [75] Zavadskas, E. K., Cavallaro, F., Podvezko, V., Ubarte, I., & Kaklauskas, A. (2017). MCDM Assessment of a Healthy and Safe Built Environment According to Sustainable Development Principles: A Practical Neighborhood Approach in Vilnius. *Sustainability*, 9(5), 702.
- [76] Zavadskas, E. K., Kaklauskas, A., & Kvederytė, N. (2001). Multivariant design and multiple criteria analysis of a building life cycle. *Informatica*, 12(1), 169-188.
- [77] Zavadskas, E. K., Kaklauskas, A., & Sarka, V. (1994). The new method of multicriteria complex proportional assessment of projects. *Technological and economic development of economy*, 1(3), 131-139.
- [78] Zhai, L. Y., Khoo, L. P., & Zhong, Z. W. (2009). A rough set based QFD approach to the management of imprecise design information in product development. *Advanced Engineering Informatics*, 23(2), 222-228.
- [79] Zhai, L.Y., Khoo, L.P., & Zhong, Z.W. (2008). A rough set enhanced fuzzy approach to quality function deployment. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 37(5-6), pp. 613-624.
- [80] Zhang, Q., Xie, Q., & Wang, G. (2016). A survey on rough set theory and its applications. *CAAI Transactions on Intelligence Technology*.
- [81] Zhou, X., Shi, Y., Deng, X., Deng, Y. (2017). D-DEMATEL: A new method to identify critical success factors in emergency management. *Safety Science*, 91, pp. 93-104.
- [82] Zhu, G.N., Hu, J., Qi, J., Gu, C.C., Peng, J.H. (2015). An integrated AHP and VIKOR for design concept evaluation based on rough number, *Advanced Engineering Informatics*, 29, pp. 408-418.
- [83] Zhu, K. J., Jing, Y., & Chang, D. Y. (1999). A discussion on extent analysis method and applications of fuzzy AHP. *European journal of operational research*, 116(2), 450-456.
- [84] Zimmermann, H. J. (2010). Fuzzy set theory. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, 2(3), 317-332.
- [85] Żywica, P., Stachowiak, A., & Wygralak, M. (2016). An algorithmic study of relative cardinalities for interval-valued fuzzy sets. *Fuzzy Sets and Systems*, 294, 105-124.

5. RAZVOJ MODELA ZA VREDNOVANJE DOBAVLJAČA

„Neka tvoja ruka ne bude ispružena radi uzimanja, već neka radije bude ispružena radi davanja“.

Prepodobni Jefrem Sirin

Nakon izvršenog pregleda literature koji je pokazao aktuelnost istraživanja u ovoj oblasti, pregleda primenjenih metoda, razvoja Grubog EDAS i Grubog COPRAS pristupa što je jedan od doprinosa rada pristupa se dalje razvoju modela za vrednovanje dobavljača. Prvenstveno je izvršeno literarno istraživanje najčešće korišćenih kriterijuma za izbor dobavljača i formirana je lista od ukupno 20 kriterijuma prikazanih na slici 5.1. Model je predstavljen kroz hijerarhijsku strukturu. Na prvom nivou odnosno vrhu hijerarhije je cilj (izbor dobavljača), dok se glavni kriterijumi (finansije, logistika, kvalitet i komunikacija i poslovanje) nalaze na drugom nivou hijerarhije. Na kraju su prikazani i podkriterijumi na trećem nivou hijerarhije.



Slika 5.1. Hijerarhijska struktura kriterijuma za izbor dobavljača kao ulazni parametri modela (autor)

Na slici 5.1 prikazani su kriterijumi finansije, logistika, kvalitet i komunikacija i poslovanje i svaki od ovih kriterijuma sadrži po pet podkriterijuma. Svi kriterijumi su objašnjeni u nastavku.

- Cena materijala označava novčanu vrednost robe koju utvrdi dobavljač na osnovu ulaganja u obliku materijala, energije, rada i sl.

- Finansijska stabilnost podrazumeva likvidnost poslovanja kompanije odnosno mogućnost finansijskog odgovora na sve postavljene zahteve.
- Metod plaćanja predstavlja način ili oblik plaćanja za isporučenu robu između ugovornih strana. Tokom istraživanja utvrđeno je plaćanje može biti avansno u potpunom iznosu, odgođeno uz garanciju banke, procenat od ukupnog iznosa avansno, a ostatak odgođeno što se može izraziti na sledeće načine: loše, prihvatljivo, dobro i odlično.
- Cena transporta predstavlja novčanu vrednost koju je potrebno da naručilac isptlati izvršiocu, u ovom slučaju dobavljaču ili nekom trećem licu kojem je poveren transport. U istraživanju je utvrđeno da postoje sledeći slučajevi: transport se posebno naplaćuje kada isti izvršava dobavljač vlastitim transportnim sredstvima, transport se ne naplaćuje, tj. ulazi u cenu materijala ukoliko je reč o kraćim rastojanjima na koja treba dostaviti robu, transport se izvršava vozilima iz sopstvenog voznog parka naručioca robe i transport je poveren trećim licima.
- Dodatni popust na količinu predstavlja mogućnost dobijanja niže cene po jedinici proizvoda ukoliko se kupuje veća količina robe.
- Vreme isporuke podrazumeva vremenski interval između momenta davanja ponude za narudžbu i dostupnosti robe kod potrošača. Obično se izražava u danima, ali može i u drugim vremenskim jedinicama.
- Pod pouzdanosću se podrazumeva verovatnoća ostvarivanja utvrđenog vremena isporuke naručene robe. Svako nepoštovanje prethodno dogovorenih uslova isporuke može uzrokovati određenu pometnju kod kupca, na primer: prekid proizvodnje zbog nedostatka materijala, povećanja troškova itd. Može se izraziti kao zadovoljavajuća, dobra i odlična.
- Fleksibilnost označava sposobnost sistema isporuke da odgovori na posebne želje kupaca što obuhvata: količinu robe koju treba preuzeti, trenutak isporuke, način dostave, varijanta transporta, mogućnost isporuke po pozivu. Može se izraziti kao loša, prosečna i dobra.
- Logistički kapaciteti podrazumevaju sve aktivnosti i procese vezane za logističke podsisteme dobavljača, počev od organizacije proizvodnih procesa, zaliha materijala koje poseduju u svakom momentu, kao i primenjenih tehnologija.
- Procenat ispravne realizacije isporuke predstavlja broj slučajeva kada je isporuka izvršena u svim ugovorenim i dogovorenim normativima uključujući vreme, stanje, cenu i kompletnu prateću dokumentaciju.
- Kvalitet materijala predstavlja nivo ispunjenja zahteva propisa i standarda, s jedne strane i nivo ispunjenja očekivanja kupca s druge strane. Može se izraziti kao dobar, veoma dobar, odličan i izvanredan.
- Garantni rok je predstavlja vreme za koje dobavljač garantuje ispravnost odnosno kvalitet svog proizvoda.

- Sertifikacija proizvoda podrazumeva prateću dokumentaciju odnosno posedovanje sertifikata za dati proizvod.
- Reputacija predstavlja ugled odnosno opšte mišljenje o dobavljaču koje je formirano na osnovu prethodno izvršenih poslova i iskustva drugih sa datim dobavljačem.
- Nagrade i priznanja podrazumevaju dobijanje određenih priznanja od strane drugih institucija koje su verifikovane za davanje istih.
- Sistem komunikacija predstavlja ljubaznost osoblja, sposobnost pružanja potrebnih informacija i može se izraziti kao prihvatljiv, prosečan, dobar, veoma dobar i odličan.
- Brzina odgovora na zahtev predstavlja vremenski period od momenta dobijanja zahteva za određenom količinom robe do momenta odgovora na isti.
- Reakcije na reklamacije podrazumevaju odnos koji dobavljač ima prema svojim korisnicima sa aspekta rešavanja nastalih problema koji se tiču robe, vremena realizacije, potrebne dokumentacije itd.
- Informacione tehnologije podrazumevaju korišćenje određenih informacionih tehnologija u svom poslovanju, kvalitet web stranice i obim poslovanja koji se izvršava elektronski.
- Čistoća poslovanja podrazumeva poštovanje svih zakonskih propisa i odnos prema životnoj sredini.

U nastavku rada prikazan je tabelarni pregled navedenih kriterijuma za izbor dobavljača, koji predstavlja ulazne parametre u model. Razlog za prikazivanje tabele 5.1 u ovom poglavlju jeste upravo činjenica da predstavljaju potencijalne inpute u model. Tabela 5.1 daje pregled svih prethodno navedenih kriterijuma i studije u kojima su korišćeni.

Tabela 5.1. Pregled kriterijuma za izbor dobavljača kroz literaturu (autor)

Kriterijum	Podkriterijum	Referenca
Finansije	Cena materijala	Fallahpour i dr., 2017, Chan i Kumar, 2007, Dickson, 1966, Gencer i Gürpınar, 2007, Hruška i dr., 2014, Jamil i dr., 2013, Kilic, 2013, Lee, 2009, Özbek, 2015, Simpson i dr., 2002, Stević i dr., 2016, Ting i Cho, 2008, Uygun i dr., 2013, Wang i dr., 2004, Weber i dr., 1991, Wang, 2010, Sawik, 2010, Lam i dr., 2010, Guo i dr., 2009, Wang i dr., 2017, Yücenur i dr., 2011, Rezaei i dr., 2014, Balezentis i Balezentis, 2011, Büyüközkan i Göçer, 2017,
	Finansijska stabilnost	Çebi i Bayraktar, 2003, Chan i Kumar, 2007, Dickson, 1966, Ellram, 1990, Gencer i Gürpınar, 2007, Hruška i dr., 2014, Jamil i dr., 2013, Lee, 2009, Simpson i dr., 2002, Ting i Cho, 2008, Uygun i dr., 2013, Weber i dr., 1991, Wang, 2010, Lam i dr., 2010, Guo i dr., 2009, Yücenur i dr., 2011, Rezaei i dr., 2014, Büyüközkan i Göçer, 2017
	Način plaćanja	Hruška i dr., 2014, Hudymáčová i dr., 2010, Stević i dr., 2016, Ting i Cho, 2008, Lam i dr., 2010, Balezentis i Balezentis, 2011,
	Cena transporta	Chan i Kumar, 2007, Hruška i dr., 2014, Hudymáčová i dr., 2010, Jamil i dr., 2013, Kahraman i dr., 2003, Lee, 2009, Ting i Cho, 2008, Yücenur i dr., 2011
	Dodatni popust na količinu	Jamil i dr., 2013, Wang, 2010
Logistika	Vreme isporuke	Fallahpour i dr., 2017, Chan i Kumar, 2007, Dickson, 1966, Gencer i Gürpınar, 2007, Hruška i dr., 2014, Jamil i dr., 2013, Kilic, 2013, Lee, 2009, Lin i Chang, 2008, Özbek, 2015, Simpson i dr., 2002, Stević i dr., 2016, Uygun i dr., 2013, Wang i dr., 2004, Weber i dr., 1991, Sawik, 2010, Lam i dr., 2010, Guo i dr., 2009, Wang i dr., 2017, Yücenur i dr., 2011, Rezaei i dr., 2014, Balezentis i Balezentis, 2011, Büyüközkan i Göçer, 2017,
	Pouzdanost	Çebi i Bayraktar, 2003, Chan i Kumar, 2007, Gencer i Gürpınar, 2007, Hudymáčová i dr., 2010, Jamil i dr., 2013, Lee, 2009, Wang i dr., 2004, Yücenur i dr., 2011, Büyüközkan i Göçer, 2017
	Fleksibilnost	Fallahpour i dr., 2017, Çebi i Bayraktar, 2003, Chan i Kumar, 2007, Hudymáčová i dr., 2010, Jamil i dr., 2013, Kannan i Choon Tan, 2006, Uygun i dr., 2013, Wang i dr., 2004, Lam i dr., 2010, Wang i dr., 2017, Yücenur i dr., 2011, Rezaei i dr., 2014
	Logistički kapaciteti	Fallahpour i dr., 2017, Dickson, 1966, Ellram, 1990, Hruška i dr., 2014, Jamil i dr., 2013, Kahraman i dr., 2003, Kannan i Choon Tan, 2006, Lee, 2009, Lin i Chang, 2008, Simpson i dr., 2002, Uygun i dr., 2013, Weber i dr., 1991, Zeydan i dr., 2011, Sawik, 2010, Guo i dr., 2009, Yücenur i dr., 2011, Rezaei i dr., 2014
	Procenat ispravne realizacije isporuke	Jamil i dr., 2013, Ting i Cho, 2008, Uygun i dr., 2013, Wang i dr., 2004

Kvalitet	Kvalitet materijala	Fallahpour i dr., 2017, Chan i Kumar, 2007, Dickson, 1966, Gencer i Gürpınar, 2007, Hruška i dr., 2014, Jamil i dr., 2013, Kannan i Choon Tan, 2006, Kilic, 2013, Lee, 2009, Özbek, 2015, Simpson i dr., 2002, Stević i dr., 2016, Uygun i dr., 2013, Weber i dr., 1991, Zeydan i dr., 2011, Wang, 2010, Lam i dr., 2010, Guo i dr., 2009, Wang i dr., 2017, Balezentis i Balezentis, 2011
	Garantni rok	Dickson, 1966, Simpson i dr., 2002, Wang, 2010, Guo i dr., 2009
	Certifikacija proizvoda	Hudymáčová i dr., 2010, Jamil i dr., 2013, Simpson i dr., 2002, Ting i Cho, 2008, Uygun i dr., 2013, Çebi i Bayraktar, 2003, Chan i Kumar, 2007, Dickson, 1966, Ellram, 1990, Kilic, 2013, Lee, 2009, Lin i Chang, 2008, Özbek, 2015, Weber i dr., 1991, Wangi dr., 2017, Yücenur i dr., 2011, Rezaei i dr., 2014
	Reputacija	Jamil i dr., 2013
Komunikacija i poslovanje	Nagrade i priznanja	Çebi i Bayraktar, 2003, Chan i Kumar, 2007, Dickson, 1966, Kahraman i dr., 2003, Lee, 2009, Lin i Chang, 2008, Özbek, 2015, Simpson i dr., 2002, Uygun i dr., 2013, Wang, 2010, Lam i dr., 2010, Guo i dr., 2009, Yücenur i dr., 2011, Rezaei i dr., 2014
	Sistem komunikacija	Jamil i dr., 2013, Kahraman i dr., 2003, Özbek, 2015, Ting i Cho, 2008, Uygun i dr., 2013, Wang i dr., 2004, Büyüközkan i Göçer, 2017
	Brzina odgovora na zahtev	Özbek, 2015, Ting i Cho, 2008, Zeydan i dr., 2011
	Reakcije na reklamacije	Jamil i dr., 2013
	Informacione tehnologije	Jamil i dr., 2013, Lee, 2009, Zeydan i dr., 2011, Guo i dr., 2009, Wang i dr., 2017, Yücenur i dr., 2011
	Čistoća poslovanja	

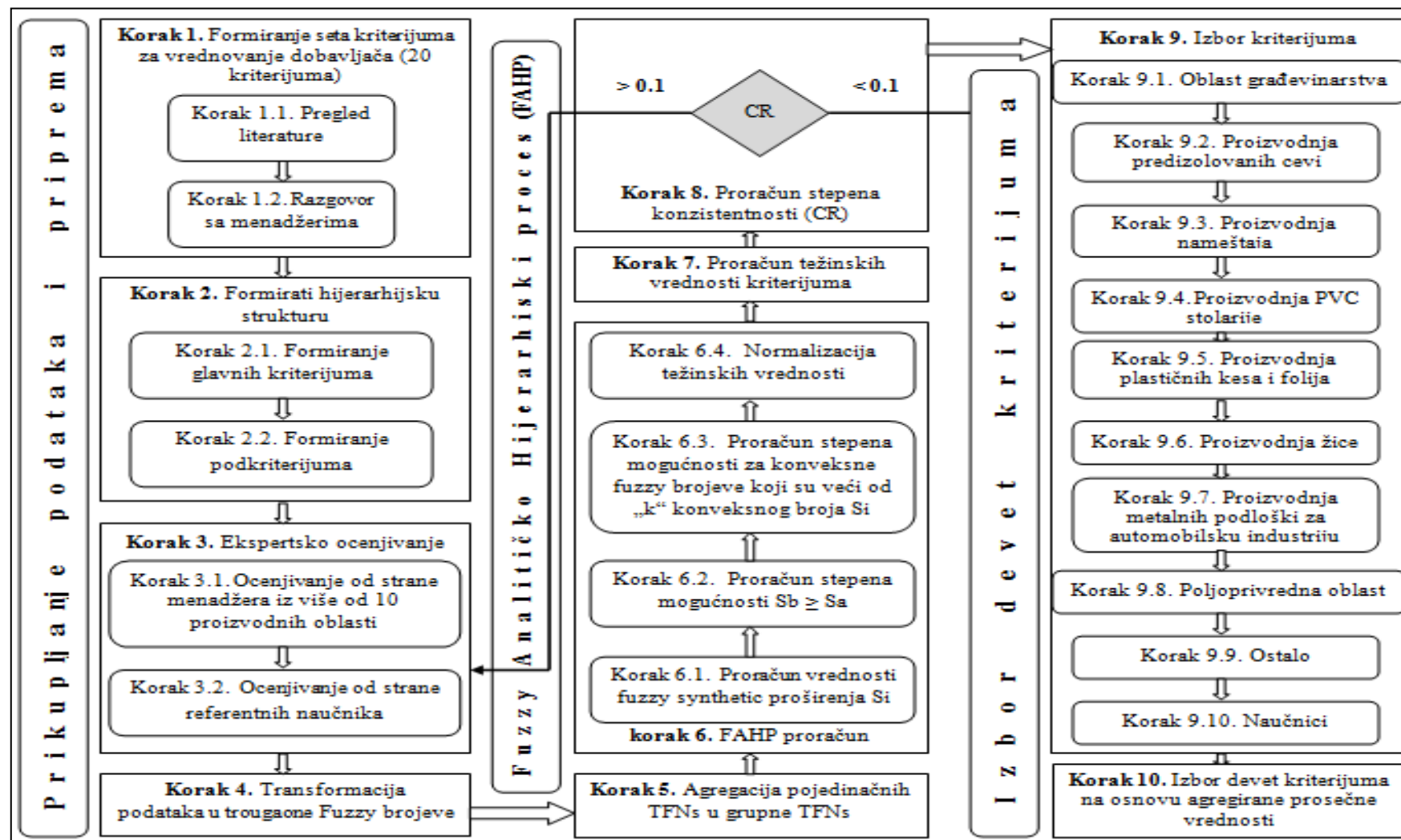
Iako se kvalitativni kriterijumi sve više primenjuju, na osnovu prikazanog u Tabeli 5.1, može se zaključiti da se kvantitativni kriterijumi i dalje u velikoj meri primenjuju u različitim istraživanjima. Cena materijala, kvalitet i vreme isporuke su najčešće korišćeni kriterijumi u razmatranim istraživanjima. Od ukupno 34 studije koliko je ovde razmatrano koriste se kao kriterijumi u 27, 26 i 22 publikacije respektivno. Finansijska stabilnost je predstavljena u 59% pregledanih studija, logistički kapacitetu 53%, dok su reputacija i sistem komunikacija kao kriterijumi primenjeni u približno 40% publikacija. Kriterijumi koji se najređe koriste su popust na dodatnu količinu, nagrade i priznanja, reakcije na reklamacije i informacione tehnologije.

Proces donošenja odluka je uvek praćen neizvesnostima, naročito kada se radi o primeni konfliktnih kriterijuma, što je danas praktično nemoguće izbeći. Stoga broj ulaznih parametara u model potrebno je smanjiti i izabrati samo one kriterijume koji imaju najveći uticaj na vrednovanje i izbor alternativa. Cilj kreiranja modela za izbor dobavljača je svesti ukupan broj kriterijuma koji se razmatra na devet i omogućiti primenu takvog modela u različitim proizvodnim oblastima lanca snabdevanja. Iz tog razloga pri kreiranju istog razmatrano je više od deset proizvodnih oblasti u kojima su menadžeri u podsistemu nabavke izvršavali ocenjivanje gore pomenutih kriterijuma. Uslov za ocenjivanje kriterijuma jeste dugogodišnje iskustvo na poslovima vezanim za proizvodnu oblast lanca snabdevanja i izvršavanje aktivnosti vezanih za dobavljače. Razmatrane su sledeće proizvodne oblasti:

- Građevinarstvo
- Proizvodnja predizolovanih cevi
- Proizvodnja nameštaja
- Proizvodnja PVC stolarije
- Proizvodnja plastičnih kesa i folija
- Proizvodnja žice
- Proizvodnja metalnih podloških za automobilsku industriju
- Poljoprivredna oblast
- Ostalo

U oblast ostalo spadaju kompanije koje se bave proizvodnjom toplotnih pumpi, ekspanzionih modula za grejanje i proizvodnjom saobraćajnih znakova.

Prva faza pri rešavanju zadataka iz oblasti donošenja odluka je kvalitetno prikupljanje podataka i njihova priprema, koja umnogome može uticati na krajnji rezultat. Na slici 5.2 prikazani su koraci razvrstani u faze za kreiranje modela za vrednovanje dobavljača. Model se sastoji od tri faze koje čine ukupno 10 koraka i veliki broj podkoraka.



Slika 5.2. Predloženi koraci za formiranje modela za vrednovanje dobavljača (autor)

5.1. Prva faza - prikupljanje podataka i priprema

Prva faza predloženog modela sastoji se od četiri koraka od kojih prvi predstavlja formiranje seta od dvadeset kriterijuma na osnovu pregleda literature što je prethodno detaljno predstavljeno i dodatnog podkoraka koji podrazumeva mišljenje menadžera u proizvodnim oblastima. Nakon toga drugi korak podrazumeva formiranje strukture koju čine glavni kriterijumi: finansije, logistika, kvalitet, komunikacije i poslovanje. Svaki od ova četiri kriterijuma se dalje deli na po pet podkriterijuma, a svaki od njih je prethodno detaljno objašnjen. Treći korak prve faze čine dva podkoraka koji podrazumevaju ocenjivanje svih kriterijuma od strane menadžera u više od 10 različitih proizvodnih delatnosti putem lingvističkih promenljivih. Nakon toga završni korak ove faze jeste transformacija podataka koji su predstavljeni lingvističkim promenljivama u trougaone fuzzy brojeve. Pored ocenjivanja menadžera, kako bi model bio validniji u ocenjivanje uključeni su naučnici eksperti u ovoj oblasti koji imaju veliki broj publikacija objavljenih na ovu temu i koji su godinama učestvovali u ovakvim istraživanjima. Ukupno osam eksperata iz Litvanije, Irana, Srbije, Bosne i Hercegovine, Velike Britanije, Indije, Slovenije vršili su procenu najvažnijih kriterijuma za izbor dobavljača u lancima snabdevanja što je prikazano u podpoglavlju 5.13.

5.2. Druga faza - primena Fuzzy AHP metode

Prvi korak druge faze odnosno peti korak modela podrazumeva agregiranje pojedinačnih odgovora eksperata predstavljene trougaonim fuzzy brojevima u grupne TFNs dobijene primenom geometrijske sredine. Šesti korak podrazumeva primenu fuzzy AHP metode, a podkoraci predstavljaju korake FAHP metode. Sedmi korak podrazumeva proračun težinskih vrednosti kriterijuma. Da bi se moglo pristupiti sledećem osmom koraku modela potrebno je izvršiti defazifikaciju vrednosti iz koraka pet. Zatim primenjujući korake klasične AHP metode vrši se provera konzistentnosti dobijenih vrednosti odnosno računa se stepen konzistentnosti. Ukoliko je CR u dozvoljenom opsegu prelazi se na sledeći korak odnosno u sledeću fazu. Ukoliko to nije slučaj potrebno je upitnik za ocenjivanje dobavljača vratiti menadžerima na ponovno popunjavanje. U tom slučaju potrebno je vratiti se na korak tri i nakon ponovnog ocenjivanja kriterijuma ponoviti sve dalje korake.

Kao što se može prethodno videti veliki je broj kriterijuma koji se koriste za vrednovanje i izbor dobavljača. Međutim u pojedinim slučajevima, naročito kada je u pitanju korišćenje određenih međusobno konfliktnih kriterijuma manji broj predstavlja bolje rešenje. Stoga u nastavku rada je predloženi model od dvadeset kriterijuma koji su prikazani u tabeli 5.1 smanjen na devet koristeći znanje menadžera proizvodnih kompanija, kao i stroge zahteve koje tržište postavlja pred njih.

5.3. Treća faza - izbor devet kriterijuma

Na isti način kao što je to prikazano u prethodnoj fazi primenjujući opisanu metodologiju u preko deset različitih proizvodnih oblasti dolazi se do rangiranja kriterijuma i izdvajanja najvažnijih devet koji se koriste dalje u radu. U nastavku rada prikazano je ocenjivanje kriterijuma i proračun za svaku proizvodnu oblast posebno.

5.4. Građevinarstvo

U oblasti građevinarstva izvršeno je istraživanje u kompanijama na teritoriji Bosne i Hercegovine i teritoriji Crne Gore. Mobilnost stanovništva, globalizacija i trend preseljenja iz manjih u veće gradove ima za posledicu intenzivno građenje i proširenje gradova. Stoga vrednovanje dobavljača u ovoj oblasti ima izuzetan značaj, jer konkurentnost je velika i najmanje greške mogu dovesti do primetnih gubitaka.

U nastavku rada je prikazan kompletan postupak proračuna težine kriterijuma primenom fuzzy AHP metode, uključujući drugi i treći nivo hijerarhije odnosno glavne kriterijume i podkriterijume. Prvo su u Tabeli 5.2 prikazane ocene glavnih kriterijuma.

Tabela 5.2. Ocenjivanje glavnih kriterijuma u oblasti građevinarstva (Stević i dr., 2017a)

	K₁	K₂	K₃	K₄	
K₁	E ₁	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)
	E ₂	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)
	E ₃	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₄	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₅	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(1, 3/2, 2)
K₂	E ₁	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₂	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₃	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)
	E ₄	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1, 1, 1)	(1, 3/2, 2)
	E ₅	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)
K₃	E ₁	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₂	(2/3, 1, 2)	(1, 1, 1)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₃	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₄	(2/3, 1, 2)	(1, 1, 1)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)
	E ₅	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)
K₄	E ₁	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)
	E ₂	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)
	E ₃	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)
	E ₄	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)
	E ₅	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)

Fuzzy težine za sve podkriterijume su proračunate primenom geometrijske sredine prema odgovorima donosioca odluka (Lee i dr., 2008) što je prikazano u Tabeli 5.3.

Tabela 5.3. Fuzzy težine kriterijuma u oblasti građevinarstva (Stević i dr., 2017a)

	K₁	K₂	K₃	K₄							
K₁	1,000	1,000	0,660	1,176	1,683	0,574	1,000	1,383	0,944	1,465	1,974
K₂	0,594	0,850	1,516	1,000	1,000	0,850	1,000	1,320	0,699	1,176	1,783
K₃	0,723	1,000	1,741	0,758	1,000	1,176	1,000	1,000	0,660	1,176	1,683
K₄	0,506	0,683	1,059	0,594	1,000	1,783	0,594	0,850	1,516	1,000	1,000

Da bi se odredilo fuzzy proširenje kombinacija za svaki kriterijum, prvo je potrebno proračunati $\sum_{j=1}^n M_{gi}^j$ vrednosti za svaki red matrice.

$$K_1=(1+0.660+0.574+0.944; 1+1.176+1+1.465; 1+1.683+1.383+1.974)=(3.178;4.641;6.040)$$

$$K_2=(0.594+1+0.850+0.699; 0.850+1+1+1.176; 1.516+1+1.320+1.783)=(3.143;4.026;5.618)$$

$$K_3=(0.723+0.758+1+0.660; 1+1+1+1.176; 1.741+1.176+1+1.683)=(3.141;4.176;5.600)$$

$$K_4=(0.506+0.594+0.594+1; 0.683+1+0.850+1; 1.059+1.783+1.516+1)=(2.695;3.533;5.358)$$

$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n M_{gi}^j$ vrednosti su izračunate na sledeći način:

$$(3.178;4.641;6.040)+(3.143;4.026;5.618)+(3.141;4.176;5.600)+(2.695;3.533;5.358)=(12.157; 16.376; 22.616)$$

Onda, $S_i = \sum_{j=1}^n M_{gi}^j \times \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n M_{gi}^j \right]^{-1}$:

$$S_1=(3.178;4.641;6.040) \times (1/22.616; 1/16.376; 1/12.157)=(0.141;0.283;0.497)$$

$$S_2=(3.143;4.026;5.618) \times (1/22.616; 1/16.376; 1/12.157)=(0.139;0.246;0.462)$$

$$S_3=(3.141;4.176;5.600) \times (1/22.616; 1/16.376; 1/12.157)=(0.139;0.255;0.461)$$

$$S_4=(2.695;3.533;5.358) \times (1/22.616; 1/16.376; 1/12.157)=(0.119;0.216;0.441)$$

Sada, vrednosti V (određivanje prioriteta) računaju se pomoću drugog koraka, tj. jednačine (44) i prikazano je u nastavku.

$$V(S_1 \geq S_2) = 1$$

$$V(S_1 \geq S_3) = 1$$

$$V(S_1 \geq S_4) = 1$$

$$V(S_2 \geq S_1) = \frac{0.141 - 0.462}{(0.246 - 0.462) - (0.283 - 0.141)} = 0.895$$

$$V(S_2 \geq S_3) = \frac{0.139 - 0.462}{(0.246 - 0.462) - (0.255 - 0.139)} = 0.972$$

$$V(S_2 \geq S_4) = 1$$

$$V(S_3 \geq S_1) = \frac{0.141 - 0.461}{(0.255 - 0.461) - (0.283 - 0.141)} = 0.919$$

$$V(S_3 \geq S_2) = 1$$

$$V(S_3 \geq S_4) = 1$$

$$V(S_4 \geq S_1) = \frac{0.141 - 0.441}{(0.216 - 0.441) - (0.283 - 0.141)} = 0.816$$

$$V(S_4 \geq S_2) = \frac{0.139 - 0.441}{(0.216 - 0.441) - (0.246 - 0.139)} = 0.909$$

$$V(S_4 \geq S_3) = \frac{0.139 - 0.441}{(0.216 - 0.441) - (0.255 - 0.139)} = 0.885$$

Prioriteti težina su izračunati na sledeći način:

$$d'=(C_1)\min(1; 1; 1)=1$$

$$d'=(C_2)\min(0.895; 0.972; 1)=0.895$$

$$d'=(C_3)\min(0.919; 1; 1)=0.919$$

$$d'=(C_4)\min(0.816; 0.909; 0.885)=0.816$$

Primenjujući jednačinu (47), dobijaju se težinske vrednosti, a iz jednačine (48) dobijaju se normalizovane težinske vrednosti kriterijuma:

$$W=(1; 0.895; 0.919; 0.816)$$

$$W=(0.275; 0.247; 0.253; 0.225)$$

Dobijene težinske vrednosti kriterijuma označavaju da je prvi kriterijum finansije najznačajniji, dok kvalitet predstavlja drugi najznačajniji kriterijum. Logistika ima nešto manju vrednost od kriterijuma kvalitet, dok je četvrti kriterijum komunikacija i poslovanje sa najmanjom vrednošću. Nakon proračuna težinskih vrednosti kriterijuma potrebno je proveriti stepen konzistentnosti. Prvenstveno je potrebno izvršiti defazifikaciju vrednosti iz prethodne tabele 5.3 koristeći jednačinu (37). Defazifikacija je prikazana u Tabeli 5.4.

Tabela 5.4. Defazifikacija vrednosti kriterijuma u oblasti građevinarstva (Stević i dr., 2017a)

	K₁	K₂	K₃	K₄
K₁	1.000	1.175	0.993	1.463
K₂	0.919	1.000	1.028	1.198
K₃	1.077	0.989	1.000	1.175
K₄	0.716	1.063	0.919	1.000

Nakon defazifikacije koja je prikazana u prethodnoj tabeli 5.4, primenjujući korake klasičnog AHP metoda, dobijaju se sledeće vrednosti: $\lambda_{\max} = 4.146$; $CI = 0.049$; $CR = 0.054$, što znači da je stepen konzistentnosti 0.054, koji je manji od maksimalnog dozvoljenog od 0.08 za ovu veličinu matrice. U Tabeli 5.5 prikazane su ocene podkriterijuma grupe finansije.

Tabela 5.5. Ocenjivanje podkriterijuma grupe finansije u oblasti građevinarstva (autor)

	K₁	K₂	K₃	K₄	K₅	
K₁	E ₁	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)	(1, 1, 1)
	E ₂	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₃	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)	(2/3, 1, 2)	(3/2, 2, 5/2)	(2/3, 1, 2)
	E ₄	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)	(1/2, 2/3, 1)	(1, 3/2, 2)	(2/3, 1, 2)
	E ₅	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)
K₂	E ₁	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 2/3, 1)
	E ₂	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(1, 1, 1)
	E ₃	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)	(1/3, 2/5, 1/2)	(1, 1, 1)	(1/3, 2/5, 1/2)
	E ₄	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)	(2/7, 1/3, 2/5)	(2/3, 1, 2)	(1/3, 2/5, 1/2)
	E ₅	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)	(1, 1, 1)	(3/2, 2, 5/2)	(1/2, 1, 3/2)
K₃	E ₁	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(2/3, 1, 2)
	E ₂	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)
	E ₃	(1/2, 1, 3/2)	(2, 5/2, 3)	(1,1,1)	(2, 5/2, 3)	(1, 1, 1)
	E ₄	(1, 3/2, 2)	(5/2, 3, 7/2)	(1,1,1)	(2, 5/2, 3)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₅	(1, 3/2, 2)	(1, 1, 1)	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)	(1/2, 1, 3/2)
K₄	E ₁	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(2/5, 1/2, 2/3)
	E ₂	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)
	E ₃	(2/5, 1/2, 2/3)	(1, 1, 1)	(1/3, 2/5, 1/2)	(1,1,1)	(1/3, 2/5, 1/2)
	E ₄	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1/3, 2/5, 1/2)	(1,1,1)	(2/5, 1/2, 2/3)
	E ₅	(2/3, 1, 2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)
K₅	E ₁	(1, 1, 1)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)	(1,1,1)
	E ₂	(2/3, 1, 2)	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)
	E ₃	(1/2, 1, 3/2)	(2, 5/2, 3)	(1, 1, 1)	(2, 5/2, 3)	(1,1,1)
	E ₄	(1/2, 1, 3/2)	(2, 5/2, 3)	(2/3, 1, 2)	(3/2, 2, 5/2)	(1,1,1)
	E ₅	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)

Fuzzy težine su prikazane u Tabeli 5.6.

Tabela 5.6. Fuzzy težine podkriterijuma grupe finansije (autor)

	K ₁		K ₂		K ₃		K ₄		K ₅						
K₁	1,000	1,000	1,000	0,891	1,320	1,797	0,608	0,922	1,431	1,110	1,644	2,159	0,683	1,000	1,644
K₂	0,556	0,758	1,122	1,000	1,000	1,000	0,502	0,668	0,903	0,871	1,246	1,719	0,488	0,639	0,822
K₃	0,699	1,084	1,644	1,108	1,623	2,290	1,000	1,000	1,000	1,246	1,797	2,322	0,644	1,000	1,552
K₄	0,463	0,608	0,901	0,582	0,803	1,149	0,431	0,556	0,803	1,000	1,000	1,000	0,422	0,536	0,740
K₅	0,608	1,000	1,465	1,217	1,565	2,048	0,644	1,000	1,552	1,351	1,864	2,371	1,000	1,000	1,000

Da bi se odredilo fuzzy proširenje kombinacija za svaki podkriterijum, prvo je potrebno proračunati $\sum_{j=1}^n M_{gi}^j$ vrednosti za svaki red matrice.

$$K_1=(1+0.891+0.608+1.110+0.683; 1+1.320+0.922+1.644+1; 1+1.797+1.431+2.159+1.644)=(4.293;5.885;8.031) \text{ itd.}$$

$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n M_{gi}^j$ vrednosti su izračunate na sledeći način:

$$(4.293;5.885;8.031)+(3.417;4.311;5.565)+(4.697;6.504;8.808)+(2.897;3.504;4.592)+(4.820;6.429;8.436)=(20.124;26.633;35.432)$$

Onda, $S_i = \sum_{j=1}^n M_{gi}^j \times \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n M_{gi}^j \right]^{-1}$:

$$S_1=(4.293;5.885;8.031) \times (1/35.432; 1/26.633; 1/20.124) = (0.121; 0.221; 0.399) \text{ itd.}$$

U tabeli 5.7 date su vrednosti dobijene primenom prvog koraka fuzzy AHP metode.

Tabela 5.7. Vrednosti dobijene nakon prvog koraka fuzzy AHP za podkriterijume grupe finansije (autor)

	l	m	u	$\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}$	$\frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}$	$\frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i}$
K₁	4,293	5,885	8,031	0,121	0,221	0,399
K₂	3,417	4,311	5,565	0,096	0,162	0,277
K₃	4,697	6,504	8,808	0,133	0,244	0,438
K₄	2,897	3,504	4,592	0,082	0,132	0,228
K₅	4,820	6,429	8,436	0,136	0,241	0,419
Σ	20,124	26,633	35,432			

Sada, vrednosti V (određivanje prioriteta) se računaju pomoću drugog koraka tj. jednačine (44) i prikazano je u Tabeli 5.8.

Tabela 5.8. Vrednosti nakon drugog koraka fuzzy AHP podkriterijuma grupe finansije (autor)

V(S _a ≥ S _b)			
V(S ₁ ≥ S ₂)	1.000	V(S ₂ ≥ S ₁)	0.724
V(S ₁ ≥ S ₃)	0.920	V(S ₂ ≥ S ₃)	0.636
V(S ₁ ≥ S ₄)	1.000	V(S ₂ ≥ S ₄)	1.000
V(S ₁ ≥ S ₅)	0.928	V(S ₂ ≥ S ₅)	0.639
V(S ₃ ≥ S ₁)	1.000	V(S ₄ ≥ S ₁)	0.545
V(S ₃ ≥ S ₂)	1.000	V(S ₄ ≥ S ₂)	0.813
V(S ₃ ≥ S ₄)	1.000	V(S ₄ ≥ S ₃)	0.459
V(S ₃ ≥ S ₅)	1.000	V(S ₄ ≥ S ₅)	0.456
V(S ₅ ≥ S ₁)	1.000	V(S ₅ ≥ S ₃)	0.990
V(S ₅ ≥ S ₂)	1.000	V(S ₅ ≥ S ₄)	1.000

Primer određivanja prioriteta je:

$$V(S_1 \geq S_2) = V(S_1 \geq S_4) = 1$$

$$V(S_1 \geq S_3) = \frac{0.133 - 0.399}{(0.221 - 0.399) - (0.244 - 0.133)} = 0.920$$

$$V(S_1 \geq S_5) = \frac{0.136 - 0.399}{(0.221 - 0.399) - (0.241 - 0.136)} = 0.928$$

Prioriteti težina su izračunati na sledeći način:

$$d'=(C_1)\min(1;0.920;1;0.928)=0.920$$

$$d'=(C_2)\min(0.724;0.636;1;0.639)=0.636$$

$$d'=(C_3)\min(1;1;1;1)=1$$

$$d'=(C_4)\min(0.545;0.813;0.459;0.456)=0.456$$

$$d'=(C_5)\min(1;1;0.990;1)=0.990$$

Primenjujući jednačinu (47), dobijaju se težinske vrednosti, a iz jednačine (48) dobijaju se normalizovane težinske vrednosti kriterijuma:

$$W'=(0.920;0.636;1;0.456;0.990)$$

$$W=(0.230;0.159;0.250;0.114;0.247)$$

Dobijene težinske vrednosti podkriterijuma grupe finansije označavaju da je treći podkriterijum način plaćanja najznačajniji. Nešto manju vrednost i značaj ima peti podkriterijum dodatni popust na količinu. Treći najznačajniji podkriterijum koji je veoma blizu prva dva je cena materijala, dok podkriterijumi finansijska stabilnost i cena transporta imaju najmanji značaj.

Nakon proračuna težinskih vrednosti kriterijuma potrebno je proveriti stepen konzistentnosti. Prvenstveno je potrebno izvršiti defazifikaciju vrednosti iz tabele 5.6 koristeći jednačinu (37).

Defazifikacija je prikazana u Tabeli 5.9.

Tabela 5.9. Defazifikacija vrednosti podkriterijuma grupe finansije (autor)

	K₁	K₂	K₃	K₄	K₅
K₁	1,000	1,328	0,955	1,641	1,054
K₂	0,785	1,000	0,680	1,262	0,644
K₃	1,113	1,648	1,000	1,793	1,033
K₄	0,633	0,824	0,577	1,000	0,551
K₅	1,012	1,587	1,033	1,863	1,000

Nakon defazifikacije koja je prikazana u prethodnoj tabeli 5.9, primenjujući korake konvencionalnog AHP metoda, dobijaju se sledeće vrednosti: $\lambda_{\max} = 5.107$; $CI = 0.027$; $CR = 0.024$, što znači da je stepen konzistentnosti 0.024, koji je manji od maksimalnog dozvoljenog ograničenja.

U Tabeli 5.10 prikazane su ocene podkriterijuma grupe logistika.

Tabela 5.10. Ocenjivanje podkriterijuma grupe logistika u oblasti građevinarstva (autor)

	K₁	K₂	K₃	K₄	K₅	
K₁	E ₁	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(2/3, 1, 2)
	E ₂	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(1, 1, 1)
	E ₃	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₄	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)	(1, 3/2, 2)	(1, 3/2, 2)
	E ₅	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 2)	(1, 3/2, 2)
K₂	E ₁	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)	(2, 5/2, 3)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₂	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₃	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)
	E ₄	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₅	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(3/2, 2, 5/2)
K₃	E ₁	(2/3, 1, 2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 2/3, 1)
	E ₂	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)
	E ₃	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(1, 3/2, 2)
	E ₄	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₅	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1, 3/2, 2)
K₄	E ₁	(1/2, 2/3, 1)	(1/3, 2/5, 1/2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)
	E ₂	(1/2, 2/3, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)
	E ₃	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)
	E ₄	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)	(1, 1, 1)
	E ₅	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)
K₅	E ₁	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)	(1, 3/2, 2)	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)
	E ₂	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)
	E ₃	(2/3, 1, 2)	(1, 1, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)
	E ₄	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1, 1, 1)	(1,1,1)
	E ₅	(1/2, 2/3, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)

Fuzzy težine za sve podkriterijume su proračunate primenom geometrijske sredine prema odgovorima donosioca odluka (Lee i dr., 2008) što je prikazano u Tabeli 5.11.

Tabela 5.11. Fuzzy težine podriterijuma grupe logistika (autor)

	K₁	K₂	K₃	K₄	K₅										
K₁	1,000	1,000	1,000	0,561	0,922	1,552	0,644	1,000	1,552	0,922	1,383	2,000	0,803	1,176	1,644
K₂	0,644	1,084	1,783	1,000	1,000	1,000	0,715	1,059	1,496	0,944	1,380	1,760	0,715	1,149	1,532
K₃	0,644	1,000	1,552	0,668	0,944	1,398	1,000	1,000	1,000	0,758	1,246	1,864	0,871	1,246	1,821
K₄	0,500	0,723	1,084	0,568	0,725	1,059	0,536	0,803	1,320	1,000	1,000	1,000	0,758	0,977	1,380
K₅	0,608	0,850	1,246	0,653	0,871	1,398	0,549	0,803	1,149	0,725	1,024	1,320	1,000	1,000	1,000

Da bi se odredilo fuzzy proširenje kombinacija za svaki podkriterijum, prvo je potrebno proračunati $\sum_{j=1}^n M_{gi}^j$ vrednosti za svaki red matrice.

$$K_2=(0.644+1+0.715+0.944+0.715; 1.084+1+1.059+1.380+1.149; 1.783+1+1.496+1.760+1.532)=(4.019;5.672;7.571) \text{ itd.}$$

$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n M_{gi}^j$ vrednosti su izračunate na sledeći način:

$$(3,930;5,481;7,747)+(4,019;5,672;7,571)+(3,941;5,436;7,634)+(3,363;4,227;5,843)+(3,535;4,547;6,112)=(18,789;25,364;34,907)$$

$$\text{Onda, } S_i = \sum_{j=1}^n M_{gi}^j \times \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n M_{gi}^j \right]^{-1} :$$

$$S_2=(4.019;5.672;7.571) \times (1/34.907; 1/25.364; 1/18.789) = (0.115; 0.224; 0.403) \text{ itd.}$$

U tabeli 5.12 date su vrednosti dobijene primenom prvog koraka fuzzy AHP metode.

Tabela 5.12. Vrednosti nakon prvog koraka fuzzy AHP za podkriterijume grupe logistika (autor)

	l	m	u	$\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}$	$\frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}$	$\frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i}$
K₁	3,930	5,481	7,747	0,113	0,216	0,412
K₂	4,019	5,672	7,571	0,115	0,224	0,403
K₃	3,941	5,436	7,634	0,113	0,214	0,406
K₄	3,363	4,227	5,843	0,096	0,167	0,311
K₅	3,535	4,547	6,112	0,101	0,179	0,325
Σ	18,789	25,364	34,907			

Sada, vrednosti V (određivanje prioriteta) računaju se pomoću drugog koraka, tj. jednačine (44) i prikazano je u Tabeli 5.13.

Tabela 5.13. Vrednosti nakon drugog koraka fuzzy AHP podkriterijuma grupe logistika (autor)

V(S_a ≥ S_b)			
V(S ₁ ≥ S ₂)	0.975	V(S ₂ ≥ S ₁)	1.000
V(S ₁ ≥ S ₃)	1.000	V(S ₂ ≥ S ₃)	1.000
V(S ₁ ≥ S ₄)	1.000	V(S ₂ ≥ S ₄)	1.000
V(S ₁ ≥ S ₅)	1.000	V(S ₂ ≥ S ₅)	1.000
V(S ₃ ≥ S ₁)	0.994	V(S ₄ ≥ S ₁)	0.800
V(S ₃ ≥ S ₂)	0.969	V(S ₄ ≥ S ₂)	0.775
V(S ₃ ≥ S ₄)	1.000	V(S ₄ ≥ S ₃)	0.806
V(S ₃ ≥ S ₅)	1.000	V(S ₄ ≥ S ₅)	0.943
V(S ₅ ≥ S ₁)	0.852	V(S ₅ ≥ S ₃)	0.858
V(S ₅ ≥ S ₂)	0.826	V(S ₅ ≥ S ₄)	1.000

Prioriteti težina su izračunati na sledeći način:

$$d'=(C_1)\min(0.975;1;1;1)=0.975$$

$$d'=(C_2)\min(1;1;1;1)=1$$

$$d'=(C_3)\min(0.994;0.969;1;1)=0.969$$

$$d'=(C_4)\min(0.800;0.775;0.806;0.943)=0.775$$

$$d'=(C_5)\min(1;1;0.806;0.943)=0.806$$

Primenjujući jednačinu (47), dobijaju se težinske vrednosti, a iz jednačine (48) dobijaju se normalizovane težinske vrednosti kriterijuma:

$$W'=(0.975;1;0.969;0.775;0.806)$$

$$W=(0.213;0.219;0.212;0.170;0.186)$$

Dobijene težinske vrednosti podkriterijuma grupe logistika označavaju da su tri podkriterijuma koji podjednako mogu konkurisati za najznačajniji logistički podkriterijum: vreme isporuke, pouzdanost i fleksibilnost, dok četvrti i peti kriterijum logistički kapaciteti i procenat ispravne realizacije isporuke imaju manje vrednosti od prethodno navedenih.

Nakon proračuna težinskih vrednosti kriterijuma potrebno je proveriti stepen konzistentnosti. Prvenstveno je potrebno izvršiti defazifikaciju vrednosti koristeći jednačinu (37).

Defazifikacija je prikazana u Tabeli 5.14

Tabela 5.14. Defazifikacija vrednosti podkriterijuma grupe logistika (autor)

	K₁	K₂	K₃	K₄	K₅
K₁	1,000	0,967	1,033	1,409	1,192
K₂	1,127	1,000	1,075	1,370	1,140
K₃	1,033	0,974	1,000	1,267	1,279
K₄	0,746	0,754	0,844	1,000	1,007
K₅	0,876	0,922	0,818	1,023	1,000

Nakon defazifikacije koja je prikazana u prethodnoj tabeli 5.14, primenjujući korake konvencionalnog AHP metoda, dobijaju se sledeće vrednosti: $\lambda_{\max} = 5.110$; $CI = 0.028$; $CR = 0.025$, što znači da je stepen konzistentnosti 0.025, koji je manji od maksimalnog dozvoljenog ograničenja. U Tabeli 5.15 prikazane su ocene podkriterijuma grupe kvalitet.

Tabela 5.15. Ocenjivanje podkriterijuma grupe kvalitet u oblasti građevinarstva (autor)

	K₁	K₂	K₃	K₄	K₅	
K₁	E ₁	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(1, 3/2, 2)	(1, 3/2, 2)	(5/2, 3, 7/2)
	E ₂	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(5/2, 3, 7/2)
	E ₃	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)	(1, 3/2, 2)	(2, 5/2, 3)
	E ₄	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)	(1, 3/2, 2)	(2, 5/2, 3)
	E ₅	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)
K₂	E ₁	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₂	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(1, 3/2, 2)
	E ₃	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(1, 3/2, 2)
	E ₄	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₅	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)
K₃	E ₁	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1, 1, 1)	(1, 3/2, 2)
	E ₂	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₃	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₄	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₅	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)
K₄	E ₁	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1, 1, 1)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)
	E ₂	(2/3, 1, 2)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(2, 5/2, 3)
	E ₃	(1/2, 2/3, 1)	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)
	E ₄	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)
	E ₅	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)
K₅	E ₁	(2/7, 1/3, 2/5)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)
	E ₂	(2/7, 1/3, 2/5)	(1/2, 2/3, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/3, 2/5, 1/2)	(1,1,1)
	E ₃	(1/3, 2/5, 1/2)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)
	E ₄	(1/3, 2/5, 1/2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)
	E ₅	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)

Fuzzy težine su proračunate na isti način kao i prethodne što je prikazano u Tabeli 5.16.

Tabela 5.16. Fuzzy težine podkriterijuma grupe kvalitet (autor)

	K₁	K₂	K₃	K₄	K₅									
K₁	1,000	1,000	0,822	1,351	1,864	1,176	1,552	1,904	0,871	1,383	1,888	2,064	2,572	3,077
K₂	0,536	0,740	1,217	1,000	1,000	0,644	1,084	1,783	0,574	0,922	1,275	1,176	1,683	2,187
K₃	0,525	0,644	0,850	0,561	0,922	1,552	1,000	1,000	0,784	1,084	1,741	0,891	1,431	1,949
K₄	0,530	0,723	1,149	0,784	1,084	1,741	0,574	0,922	1,275	1,000	1,000	1,149	1,661	2,169
K₅	0,325	0,389	0,484	0,457	0,594	0,850	0,513	0,699	1,122	0,461	0,602	0,871	1,000	1,000

Da bi se odredilo fuzzy proširenje kombinacija za svaki podkriterijum, prvo je potrebno proračunati $\sum_{j=1}^n M_{gi}^j$ vrednosti za svaki red matrice.

$$K_3=(0.525+0.561+1+0.784+0.891; 0.644+0.922+1+1.084+1.431; 0.850+1.552+1+1.741+1.949)=(3.762;5.082;7.092) \text{ itd.}$$

$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n M_{gi}^j$ vrednosti su izračunate na sledeći način:

$$(5,933;7,858;9,732)+(3,931;5,430;7,461)+(3.762;5.082;7.092)+(4,037;5,391;7,334)+(2,756;3,284;4,327)=(20,419;27,044;35,947)$$

Onda, $S_i = \sum_{j=1}^n M_{gi}^j \times \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n M_{gi}^j \right]^{-1}$:

$$S_3=(3.762;5.082;7.092) \times (1/35.947; 1/27.044; 1/20.419)=(0,105;0,188;0,347) \text{ itd.}$$

U tabeli 5.17 su vrednosti dobijene nakon primene prvog koraka fuzzy AHP metode.

Tabela 5.17. Vrednosti nakon prvog koraka fuzzy AHP za podkriterijume grupe kvalitet (autor)

	l	m	u	$\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}$	$\frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}$	$\frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i}$
K₁	5,933	7,858	9,732	0,165	0,291	0,477
K₂	3,931	5,430	7,461	0,109	0,201	0,365
K₃	3,762	5,082	7,092	0,105	0,188	0,347
K₄	4,037	5,391	7,334	0,112	0,199	0,359
K₅	2,756	3,284	4,327	0,077	0,121	0,212
Σ	20,419	27,044	35,947			

Sada, vrednosti V (određivanje prioriteta) računaju se pomoću drugog koraka, tj. jednačine (44) i prikazano je u Tabeli 5.18.

Tabela 5.18. Vrednosti nakon drugog koraka fuzzy AHP podkriterijuma grupe kvalitet (autor)

V(S_a ≥ S_b)			
V(S ₁ ≥ S ₂)	1.000	V(S ₂ ≥ S ₁)	0.691
V(S ₁ ≥ S ₃)	1.000	V(S ₂ ≥ S ₃)	1.000
V(S ₁ ≥ S ₄)	1.000	V(S ₂ ≥ S ₄)	1.000
V(S ₁ ≥ S ₅)	1.000	V(S ₂ ≥ S ₅)	1.000
V(S ₃ ≥ S ₁)	0.640	V(S ₄ ≥ S ₁)	0.680
V(S ₃ ≥ S ₂)	0.949	V(S ₄ ≥ S ₂)	0.994
V(S ₃ ≥ S ₄)	0.954	V(S ₄ ≥ S ₃)	1.000
V(S ₃ ≥ S ₅)	1.000	V(S ₄ ≥ S ₅)	1.000
V(S ₅ ≥ S ₁)	0.217	V(S ₅ ≥ S ₃)	0.617
V(S ₅ ≥ S ₂)	0.564	V(S ₅ ≥ S ₄)	0.561

Prioriteti težina su izračunati na sledeći način:

$$d'=(C_1)\min(1;1;1;1)=1$$

$$d'=(C_2)\min(0.691;1;1;1)=0.691$$

$$d'=(C_3)\min(0.640;0.949;0.954;1)=0.640$$

$$d'=(C_4)\min(0.680;0.994;1;1)=0.680$$

$$d'=(C_5)\min(0.217;0.564;0.617;0.561)=0.217$$

Primenjujući jednačinu (47), dobijaju se težinske vrednosti, a iz jednačine (48) dobijaju se normalizovane težinske vrednosti kriterijuma:

$$W'=(1;0.691;0.640;0.680;0.217)$$

$$W=(0.310;0.214;0.198;0.211;0.067)$$

Dobijene težinske vrednosti podkriterijuma grupe kvalitet označavaju da je prvi podkriterijum kvalitet materijala najvažniji, a drugi, treći i četvrti podkriterijumi garantni rok, sertifikacija proizvoda i reputacija imaju manje vrednosti, ali predstavljaju značajne podkriterijume ove grupe, dok je podkriterijum nagrade i priznanja praktično i beznačajan sa veoma malom vrednošću od 0.067. Defazifikacija je prikazana u Tabeli 5.19.

Tabela 5.19. Defazifikacija vrednosti podkriterijuma grupe kvalitet (autor)

	K₁	K₂	K₃	K₄	K₅
K₁	1,000	1,348	1,548	1,382	2,571
K₂	0,786	1,000	1,127	0,923	1,682
K₃	0,659	0,967	1,000	1,144	1,427
K₄	0,762	1,144	0,923	1,000	1,661
K₅	0,394	0,614	0,738	0,623	1,000

Nakon defazifikacije, primenjujući korake konvencionalnog AHP metoda, dobijaju se sledeće vrednosti: $\lambda_{\max}=5.107$, $CI=0.027$, $CR=0.024$, što znači da je stepen konzistentnosti 0,024, koji je manji od maksimalnog dozvoljenog ograničenja. U Tabeli 5.20 je prikazano ocenjivanje podkriterijuma grupe komunikacije i poslovanje

Tabela 5.20. Ocenjivanje podkriterijuma komunikacije i poslovanje u oblasti građevinarstva (autor)

	K₁	K₂	K₃	K₄	K₅	
K₁	E ₁	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1/3, 2/5, 1/2)
	E ₂	(1,1,1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 2/3, 1)
	E ₃	(1,1,1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)
	E ₄	(1,1,1)	(1/3, 2/5, 1/2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/3, 1, 2)	(1/3, 2/5, 1/2)
	E ₅	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(1, 1, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)
K₂	E ₁	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)	(2/3, 1, 2)
	E ₂	(3/2, 2, 5/2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(2, 5/2, 3)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₃	(3/2, 2, 5/2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₄	(2, 5/2, 3)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(1, 1, 1)
	E ₅	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(2/3, 1, 2)
K₃	E ₁	(1, 3/2, 2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)	(2/3, 1, 2)
	E ₂	(1, 3/2, 2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)	(1, 1, 1)
	E ₃	(1, 3/2, 2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)
	E ₄	(3/2, 2, 5/2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(2/3, 1, 2)
	E ₅	(1, 3/2, 2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(2/3, 1, 2)
K₄	E ₁	(2/3, 1, 2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)	(2/7, 1/3, 2/5)
	E ₂	(2/3, 1, 2)	(1/3, 2/5, 1/2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)	(2/5, 1/2, 2/3)
	E ₃	(3/2, 2, 5/2)	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)
	E ₄	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(2/5, 1/2, 2/3)
	E ₅	(1, 1, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(2/5, 1/2, 2/3)
K₅	E ₁	(2, 5/2, 3)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)	(5/2, 3, 7/2)	(1,1,1)
	E ₂	(1, 3/2, 2)	(2/3, 1, 2)	(1, 1, 1)	(3/2, 2, 5/2)	(1,1,1)
	E ₃	(1, 3/2, 2)	(2/3, 1, 2)	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)
	E ₄	(2, 5/2, 3)	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)	(1,1,1)
	E ₅	(3/2, 2, 5/2)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)	(1,1,1)

Fuzzy težine za sve podkriterijume ove grupe su prikazane u Tabeli 5.21.

Tabela 5.21. Fuzzy težine za podkriterijume grupe komunikacije i poslovanje u građevinarstvu (autor)

	K ₁		K ₂		K ₃		K ₄		K ₅					
K ₁	1,000	1,000	0,422	0,536	0,740	0,478	0,629	0,922	0,582	0,871	1,246	0,407	0,513	0,699
K ₂	1,351	1,864	2,371	1,000	1,000	0,500	1,000	1,500	1,246	1,623	1,974	0,644	1,000	1,552
K ₃	1,084	1,589	2,091	0,667	1,000	2,000	1,000	1,000	1,024	1,552	2,064	0,784	1,000	1,516
K ₄	0,803	1,149	1,719	0,506	0,616	0,803	0,484	0,644	0,977	1,000	1,000	1,000	0,414	0,530
K ₅	1,431	1,949	2,460	0,644	1,000	1,552	0,660	1,000	1,275	1,334	1,888	2,414	1,000	1,000

Da bi se odredilo fuzzy proširenje kombinacija za svaki podkriterijum, prvo je potrebno proračunati $\sum_{j=1}^n M_{gi}^j$ vrednosti za svaki red matrice.

$$K_4=(0.803+0.506+0.484+1+0.414; 1.149+0.616+0.644+1+0.530; 1.719+0.803+0.977+1+0.750)=(3.208;3.939;5.248) \text{ itd.}$$

$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n M_{gi}^j$ vrednosti su izračunate na sledeći način:

$$(2.888;3.550;4.607)+(4.741;6.487;8.398)+(4.559;6.141;8.671)+(3.208;3.393;5.248)+(5.069;6.837;8.701)=(20,465;26.953;35.625)$$

Onda, $S_i = \sum_{j=1}^n M_{gi}^j \times \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1}$:

$$S_4=(3.208;3.939;5.248) \times (1/35.625; 1/26.953; 1/20.465) = (0.090; 0.146; 0.256) \text{ itd.}$$

U tabeli 5.22 date su vrednosti dobijene primenom prvog koraka fuzzy AHP metode.

Tabela 5.22. Vrednosti dobijene nakon prvog koraka fuzzy AHP za podkriterijume grupe komunikacije i poslovanje (autor)

	l	m	u	$\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}$	$\frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}$	$\frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i}$
K ₁	2,888	3,550	4,607	0,081	0,132	0,225
K ₂	4,741	6,487	8,398	0,133	0,241	0,410
K ₃	4,559	6,141	8,671	0,128	0,228	0,424
K ₄	3,208	3,939	5,248	0,090	0,146	0,256
K ₅	5,069	6,837	8,701	0,142	0,254	0,425
Σ	20,465	26,953	35,625			

Sada, vrednosti V (određivanje prioriteta) računaju se pomoću drugog koraka, tj. jednačine (44) i prikazano je u Tabeli 5.23.

Tabela 5.23. Vrednosti dobijene nakon drugog koraka fuzzy AHP podkriterijuma grupe komunikacije i poslovanje (autor)

V(S _a ≥ S _b)			
V(S ₁ ≥ S ₂)	0.458	V(S ₂ ≥ S ₁)	1.000
V(S ₁ ≥ S ₃)	0.503	V(S ₂ ≥ S ₃)	1.000
V(S ₁ ≥ S ₄)	0.903	V(S ₂ ≥ S ₄)	1.000
V(S ₁ ≥ S ₅)	0.404	V(S ₂ ≥ S ₅)	0.954
V(S ₃ ≥ S ₁)	1.000	V(S ₄ ≥ S ₁)	1.000
V(S ₃ ≥ S ₂)	0.958	V(S ₄ ≥ S ₂)	0.566
V(S ₃ ≥ S ₄)	1.000	V(S ₄ ≥ S ₃)	0.611
V(S ₃ ≥ S ₅)	0.916	V(S ₄ ≥ S ₅)	0.515
V(S ₅ ≥ S ₁)	1.000	V(S ₅ ≥ S ₃)	1.000
V(S ₅ ≥ S ₂)	1.000	V(S ₅ ≥ S ₄)	1.000

Prioriteti težina su izračunati na sledeći način:

$$d'=(C_1)\min(0.458;0.503;0.903;0.404)=0.404$$

$$d'=(C_2)\min(1;1;1;0.954)=0.954$$

$$d'=(C_3)\min(1;0.958;1;0.916)=0.916$$

$$d'=(C_4)\min(1;0.566;0.611;0.515)=0.515$$

$$d'=(C_5)\min(1;1;1;1)=1$$

Primenjujući jednačinu (48) dobijaju se normalizovane težinske vrednosti kriterijuma:

$$W=(0.107;0.252;0.242;0.136;0.264)$$

Dobijene težinske vrednosti podkriterijuma grupe komunikacije i poslovanje označavaju da je peti podkriterijum čistoća poslovanja najvažniji, a drugi i treći podkriterijumi brzina odgovora na zahtev i reakcije na reklamacije imaju manje vrednosti, ali predstavljaju značajne podkriterijume ove grupe, dok su podkriterijumi sistem komunikacija i informacione tehnologije najmanje značajni.

Defazifikacija je prikazana u Tabeli 5.24.

Tabela 5.24. Defazifikacija vrednosti podkriterijuma komunikacije i poslovanje (autor)

	K₁	K₂	K₃	K₄	K₅
K₁	1,000	0,551	0,653	0,885	0,526
K₂	1,863	1,000	1,000	1,618	1,033
K₃	1,589	1,111	1,000	1,549	1,050
K₄	1,186	0,629	0,673	1,000	0,547
K₅	1,948	1,033	0,989	1,883	1,000

Nakon defazifikacije, primenjujući korake konvencionalnog AHP metoda, dobijaju se sledeće vrednosti:

$$\lambda_{\max}=5.097, CI=0.024, CR=0.022,$$

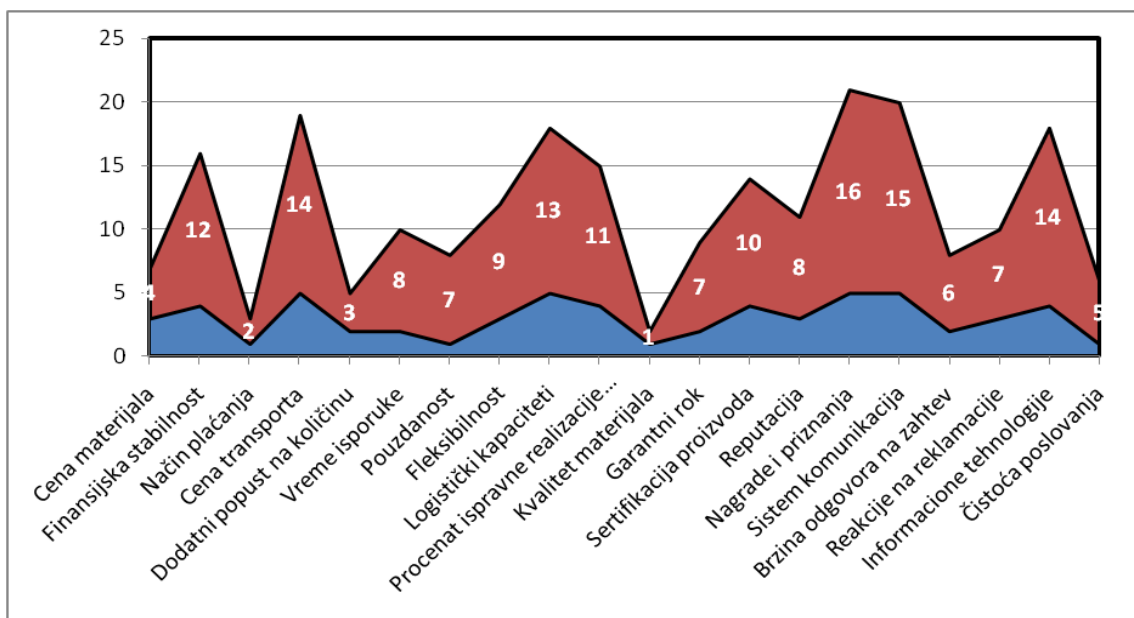
što znači da je stepen konzistentnosti 0.022, koji je manji od maksimalnog dozvoljenog ograničenja. Nakon kompletnog proračuna koji je izvršen i prethodno prikazan dobijaju se težinske vrednosti kriterijuma i podkriterijuma na osnovu kojih se može izvršiti rangiranje istih što je prikazano u Tabeli 5.25.

Tabela 5.25. Konačan rang kriterijuma i podkriterijuma u oblasti građevinarstva (Stević i dr., 2017a)

Kriterijumi	wj	Podkriterijumi	Lokalne težine	Globalne težine	Lokalni rang	Globalni rang
1. Finansije	0,275	1.1 Cena materijala	0,230	0,063	3	4
		1.2 Finansijska stabilnost	0,159	0,044	4	12
		1.3 Način plaćanja	0,250	0,069	1	2
		1.4 Cena transporta	0,114	0,031	5	14
		1.5 Dodatni popust na količinu	0,247	0,068	2	3
2. Logistika	0,247	2.1 Vreme isporuke	0,213	0,053	2	8
		2.2 Pouzdanost	0,219	0,054	1	7
		2.3 Fleksibilnost	0,212	0,052	3	9
		2.4 Logistički kapaciteti	0,170	0,042	5	13
		2.5 Procenat ispravne realizacije isporuke	0,186	0,046	4	11

3.	Kvalitet	0,253	3.1	Kvalitet materijala	0,310	0,078	1	1
			3.2	Garantni rok	0,214	0,054	2	7
			3.3	Sertifikacija proizvoda	0,198	0,050	4	10
			3.4	Reputacija	0,211	0,053	3	8
			3.5	Nagrade i priznanja	0,067	0,017	5	16
4.	Komunikacija i poslovanje	0,225	4.1	Sistem komunikacija	0,107	0,024	5	15
			4.2	Brzina odgovora na zahtev	0,252	0,057	2	6
			4.3	Reakcije na reklamacije	0,242	0,054	3	7
			4.4	Informacione tehnologije	0,136	0,031	4	14
			4.5	Čistoća poslovanja	0,264	0,059	1	5

U tabeli 5.25 prikazane su težine glavnih kriterijuma i okviru glavnih kriterijuma težine podkriterijuma što predstavlja njihove lokalne težine. Pored toga prikazane su i globalne težine koje podrazumevaju težine svih 20 kriterijuma posmatrano bez glavnih kriterijuma. Globalne težine podkriterijuma dobijaju se kada se lokalne težine podkriterijuma pomnože sa težinskim vrednostima glavnih kriterijuma kao npr.: težinska vrednost kriterijuma logistika je 0.247, a težine podkriterijuma vreme isporuke, pouzdanost, fleksibilnost, logistički kapaciteti i procenat ispravne realizacije isporuke 0.213, 0.219, 0.212, 0.170 i 0.186 respektivno. Sve navedene vrednosti množe se sa vrednošću 0.247 i dobijaju se globalne težine. Na osnovu lokalnih i globalnih težina formira se lokalni i globalni rang što je takođe prikazano u tabeli 5.25 i slici 5.3.



Slika 5.3. Prikaz rangova kriterijuma u oblasti građevinarstva (autor)

Na slici 5.3 može se videti da lokalni rang označen plavom bojom i globalni rang označen bordo bojom. Posmatrajući njihovo rangiranje može se uvideti da kada je u pitanju kriterijum finansije najveći značaj ima podkriterijum način plaćanja, jer pretežno se radi o odgođenom plaćanju u ovoj oblasti, zatim dodatni popust na količinu, obzirom da su u pitanju velike količine materijala koje se nabavljaju od jednog dobavljača. Tek na trećem mestu

dolazi cena materijala, a finansijska stabilnost i cena transporta koje u određenim slučajevima ulaze u samu cenu proizvoda tj. pada na teret dobavljača zauzimaju četvrto i peto mesto. Najvažniji logistički kriterijum jeste pouzdanost sa lokalnom težinom 0.219 i globalnom 0.054, a nakon njega kriterijum vreme isporuke koji su međusobno povezani i mogu imati značajan uticaj na kompletan tok izvršenja gradnje. Fleksibilnost predstavlja kriterijum koji je treći po važnosti i ima nešto manju globalnu težinu od prethodna dva, dok su procenat ispravne realizacije isporuke robe i logistički kapaciteti manje važniji. U okviru kriterijuma kvalitet, njegov prvi podkriterijum kvalitet materijala predstavlja naznačajniji podkriterijum posmatrajući njegovu lokalnu težinu, dok uzimajući globalnu težinu takođe predstavlja najznačajniji kriterijum u ukupnom poređenju svih 20 kriterijuma. Garantni rok i reputacija predstavljaju podkriterijume koje slede nakon kvaliteta materijala, dok su najmanje važni sertifikacija proizvoda i nagrade i priznanja. Kada je u pitanju kriterijum komunikacije i poslovanje podkriterijum čistoća poslovanja predstavlja najznačajniji kriterijum i u budućnosti je za očekivati sve širu primenu ovog pod/kriterijuma obzirom na ekološku svest današnjice, a naročito budućnosti i sve strožije kontrole u pogledu zakonskih propisa koji se moraju poštovati. Brzina odgovora na zahtev je drugi najznačajniji podkriterijum u okviru ove grupe. U većem broju slučajeva nijanse odlučuju o dobavljačima sa aspekta ovog kriterijuma, jer svi se trude u što kraćem roku odgovoriti na zahtev, zahvaljujući u dobroj meri i informacionim tehnologijama koje ipak u ovom slučaju zauzimaju četvrtu poziciju. Sistem komunikacija je najmanje važan kriterijum u okviru ove grupe, ali i u ukupnom rangiranju zajedno sa kriterijumom nagrade i priznanja. Kao što je već pomenuto kvalitet materijala je najvažniji kriterijum sa težinom 0.078, načina plaćanja drugi sa težinom 0.069, a dodatni popust na količinu treći sa 0.068. Prema izvršenom proračunu i sledeći kriterijumi pored tri navedena konkurišu za ulazne parametre modela, a oni su cena materijala, čistoća poslovanja, brzina odgovora na zahtev, reakcije na reklamacije, garantni rok, vreme isporuke i reputacija.

5.5. Proizvodnja predizolovanih cevi

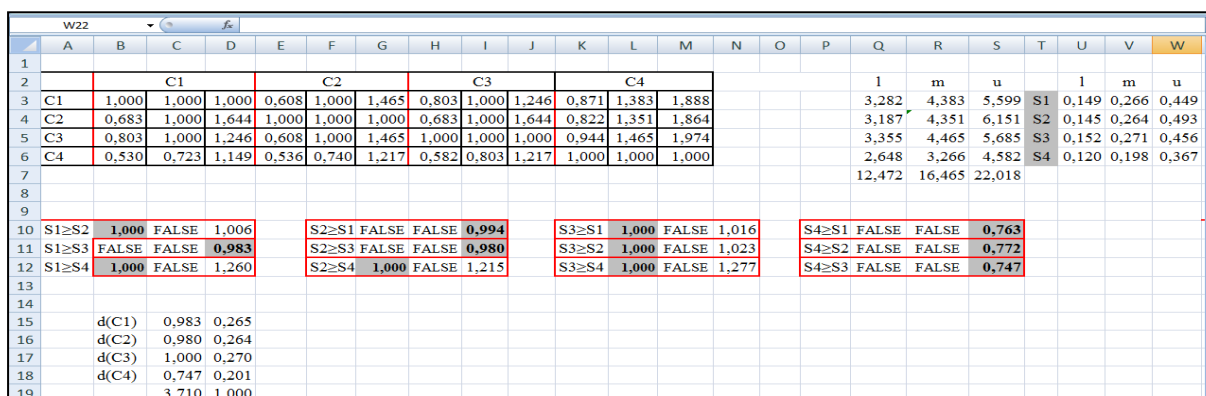
Pošto je u prethodnom poglavlju detaljno predstavljen proračun za sve kriterijume postupno u nastavku slede samo prikazi proračuna za glavne kriterijume. U skladu s tim samo su prikazane ocene koje se odnose na glavne kriterijume dok su ostale ocene prikazane u prilogu. Istraživanje u ovoj oblasti odnose se na teritoriju Bosne i Hercegovine.

Tabela 5.26. Ocenjivanje kriterijuma u oblasti proizvodnje predizolovanih cevi (autor)

	K₁	K₂	K₃	K₄	
K₁	E ₁	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(1, 3/2, 2)
	E ₂	(1,1,1)	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 2)	(1, 3/2, 2)
	E ₃	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1, 1, 1)	(1, 3/2, 2)
	E ₄	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)
	E ₅	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)
K₂	E ₁	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1, 3/2, 2)
	E ₂	(1, 1, 1)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1, 3/2, 2)
	E ₃	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₄	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₅	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)
K₃	E ₁	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)
	E ₂	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)

	E ₃	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)
	E ₄	(2/3, 1, 2)	(1, 1, 1)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₅	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)
	E ₁	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)
	E ₂	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)
K₄	E ₃	(1/2, 2/3, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)
	E ₄	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)
	E ₅	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)

Pošto se radi o identičnom proračunu i za ostale delatnosti kao što je detaljno prikazano u prethodnom delu u nastavku će biti prikazani rezultati na slikama koje podrazumevaju proračun izvršen u programu Microsoft Excel. Svi proračuni, kao i razvoj novih pristupa izvršen je u ovom programu preko nove kreirane aplikacije IMSES (**I**ntegrated **M**odel for **S**upplier **E**valuation in **S**upply chains). Aplikacija IMSES podrazumeva kompletan proračun svih metoda koje su korišćene tokom izrade ovog rada, a naziv proističe iz naslova doktorske disertacije na engleskom jeziku. Kreiranjem pomenute aplikacije omogućen je lakši i brži proračun i dobijanje rezultata. U prilogu II dati su prikazi pojedinih koraka svih metoda kroz aplikaciju IMSES.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
2		C1			C2			C3			C4						l	m	u		l	m	u
3	C1	1,000	1,000	1,000	0,608	1,000	1,465	0,803	1,000	1,246	0,871	1,383	1,888				3,282	4,383	5,599	S1	0,149	0,266	0,449
4	C2	0,683	1,000	1,644	1,000	1,000	1,000	0,683	1,000	1,644	0,822	1,351	1,864				3,187	4,351	6,151	S2	0,145	0,264	0,493
5	C3	0,803	1,000	1,246	0,608	1,000	1,465	1,000	1,000	1,000	0,944	1,465	1,974				3,355	4,465	5,685	S3	0,152	0,271	0,456
6	C4	0,530	0,723	1,149	0,536	0,740	1,217	0,582	0,803	1,217	1,000	1,000	1,000				2,648	3,266	4,582	S4	0,120	0,198	0,367
7																	12,472	16,465	22,018				
10	S1≥S2	1,000	FALSE	1,006		S2≥S1	FALSE	FALSE	0,994		S3≥S1	1,000	FALSE	1,016		S4≥S1	FALSE	FALSE	0,763				
11	S1≥S3	FALSE	FALSE	0,983		S2≥S3	FALSE	FALSE	0,980		S3≥S2	1,000	FALSE	1,023		S4≥S2	FALSE	FALSE	0,772				
12	S1≥S4	1,000	FALSE	1,260		S2≥S4	1,000	FALSE	1,215		S3≥S4	1,000	FALSE	1,277		S4≥S3	FALSE	FALSE	0,747				
15	d(C1)	0,983	0,265																				
16	d(C2)	0,980	0,264																				
17	d(C3)	1,000	0,270																				
18	d(C4)	0,747	0,201																				
19		3,710	1,000																				

Slika 5.4. Rezultati primene Fuzzy AHP metode za glavne kriterijume u oblasti proizvodnje predizolovanih cevi (autor)

Na slici 5.4 može se videti da je u oblasti proizvodnje predizolovanih cevi najvažniji kriterijum kvalitet koji za nijansu ima veću vrednost od kriterijuma logistika i finansije koji imaju skoro identične vrednosti. Najmanju vrednost ima kriterijum komunikacije i poslovanje.

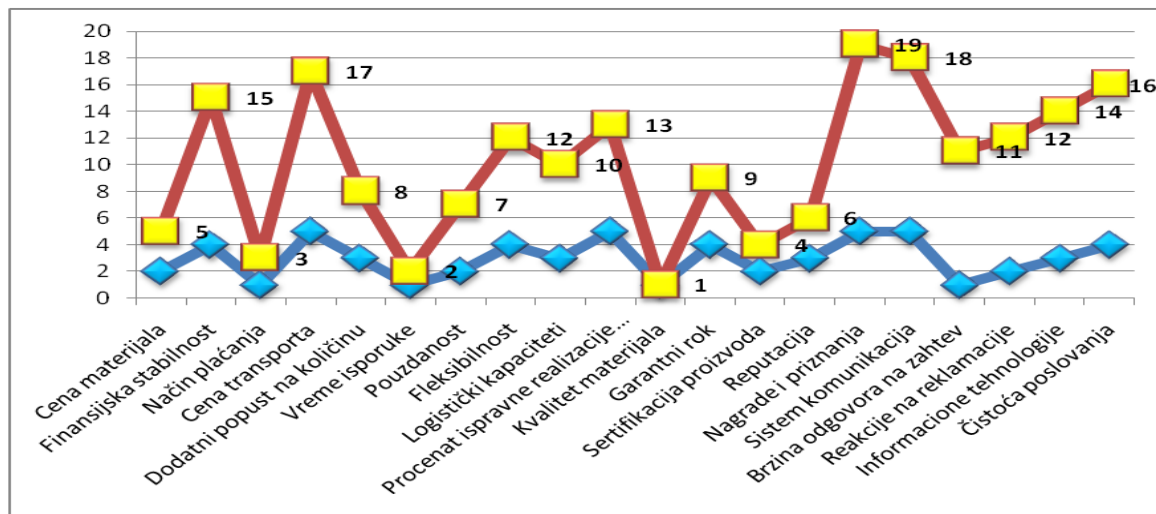
Nakon sprovedenog proračuna za kriterijume i podkriterijume prema prethodnoj tabeli 5.26 i tabelama u prilogu koje označavaju ocenjivanje podkriterijuma u ovoj oblasti dobijene su konačne vrednosti svih kriterijuma prikazane u Tabeli 5.27.

Tabela 5.27. Konačan rang u oblasti proizvodnje predizolovanih cevi (autor)

Kriterijumi	wj	Podkriterijumi	Lokalne težine	Globalne težine	Lokalni rang	Globalni rang
1. Finansije	0,265	1.1 Cena materijala	0,245	0,065	2	5
		1.2 Finansijska stabilnost	0,145	0,038	4	15
		1.3 Način plaćanja	0,270	0,072	1	3
		1.4 Cena transporta	0,131	0,035	5	17
		1.5 Dodatni popust na količinu	0,209	0,055	3	8

2.	Logistika	0,264	2.1	Vreme isporuke	0,277	0,073	1	2
			2.2	Pouzdanost	0,212	0,056	2	7
			2.3	Fleksibilnost	0,168	0,044	4	12
			2.4	Logistički kapaciteti	0,185	0,049	3	10
			2.5	Procenat ispravne realizacije isporuke	0,158	0,042	5	13
3.	Kvalitet	0,270	3.1	Kvalitet materijala	0,330	0,089	1	1
			3.2	Garantni rok	0,196	0,053	4	9
			3.3	Sertifikacija proizvoda	0,258	0,070	2	4
			3.4	Reputacija	0,216	0,058	3	6
			3.5	Nagrade i priznanja	0,000	0,000	5	19
4.	Komunikacija i poslovanje	0,201	4.1	Sistem komunikacija	0,159	0,032	5	18
			4.2	Brzina odgovora na zahtev	0,237	0,048	1	11
			4.3	Reakcije na reklamacije	0,220	0,044	2	12
			4.4	Informacione tehnologije	0,206	0,041	3	14
			4.5	Čistoća poslovanja	0,179	0,036	4	16

Tabela 5.27 je identična kao i tabela 5.25 koja predstavlja konačne rezultate u oblasti građevinarstva sa aspekta podataka koje prikazuje. Postupak dobijanja globalnih i lokalnih težina kriterijuma i podkriterijuma izvršen je na prethodno opisan način, odnosno kao i u prethodnoj oblasti. Stoga u nastavku nema potrebe za detaljnim objašnjenjem tabele konačnih rezultata težina kriterijuma i podkriterijuma. Na osnovu lokalnih i globalnih težina formira se lokalni i globalni rang što je takođe prikazano u tabeli 5.27. i slici 5.5.



Slika 5.5. Prikaz rangova kriterijuma u oblasti predizolovanih cevi (autor)

Na slici 5.5 može se videti da je lokalni rang označen plavom, a globalni rang bordo bojom. Posmatrajući njihovo rangiranje može se uvideti da kada je u pitanju kriterijum finansije najveći značaj ima podkriterijum način plaćanja, jer pretežno radi se o odgođenom plaćanju u ovoj oblasti, zatim cena materijala, te dodatni popust na količinu, s obzirom da su u pitanju velike količine materijala koje se nabavljaju od jednog dobavljača. Finansijska stabilnost i cena transporta zauzimaju četvrto i peto mesto. Najvažniji logistički kriterijum je vreme isporuke robe sa lokalnom težinom 0.277 i globalnom 0.073, dok je pouzdanost sa lokalnom težinom 0.212 i globalnom 0.056 na drugom mestu. Logistički kapaciteti

predstavljaju kriterijum koji je treći po važnosti i ima nešto manju globalnu težinu od prethodna dva, dok su fleksibilnost i procenat ispravne realizacije isporuke manje važni. U okviru kriterijuma kvalitet, njegov prvi podkriterijum kvalitet materijala predstavlja najznačajniji podkriterijum posmatrajući njegovu lokalnu težinu, dok uzimajući globalnu težinu, takođe, predstavlja najznačajniji kriterijum u ukupnom poređenju svih 20 kriterijuma sa težinom 0.089. Sertifikacija proizvoda i reputacija predstavljaju podkriterijume koje slede nakon kvaliteta materijala, dok su najmanje važni garantni rok i nagrade i priznanja. Kada je u pitanju kriterijum komunikacije i poslovanje podkriterijum brzina odgovora na zahtev predstavlja najznačajniji kriterijum sa lokalnom težinom 0.048. Reakcije na reklamacije i informacione tehnologije su nešto manjeg značaja i zauzimaju drugo i treće mesto respektivno, dok preostala dva podkriterijuma čistoća poslovanja i sistem komunikacija predstavljaju najmanje značajne kriterijume u okviru kriterijuma komunikacije i poslovanje. Prema izvršenom proračunu sledeći kriterijumi konkurišu za ulazne parametre modela: kvalitet materijala, vreme isporuke robe, način plaćanja, sertifikacija proizvoda, cena materijala, reputacija, pouzdanost, dodatni popust na količinu i garantni rok.

5.6. Proizvodnja nameštaja

Proizvodnja nameštaja predstavlja oblast koja je doživela veliku ekspanziju, te se na današnjem tržištu može naći veliki broj kompanija koje se bave ovom vrstom proizvodnje. Stoga vrednovanje dobavljača u ovoj oblasti ima izuzetan značaj, jer konkurentnost je velika o čemu svedoči i činjenica da nije redak slučaj da veći broj kompanija bude lociran na malom geografskom prostoru ili čak da kompanije budu locirane jedna pored druge. U okviru ove delatnosti pet donosilaca odluka je vršilo vrednovanje dobavljača, što se može videti u Tabeli 5.28 za glavne kriterijume.

Tabela 5.28. Ocenjivanje kriterijuma u oblasti proizvodnje nameštaja (autor)

	K₁	K₂	K₃	K₄	
K₁	E ₁	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₂	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₃	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)
	E ₄	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(1, 3/2, 2)
	E ₅	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)
K₂	E ₁	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)
	E ₂	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1, 3/2, 2)
	E ₃	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₄	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₅	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1, 1, 1)	(1, 3/2, 2)
K₃	E ₁	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₂	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₃	(2/3, 1, 2)	(1, 1, 1)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₄	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)
	E ₅	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)
K₄	E ₁	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)
	E ₂	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)
	E ₃	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)
	E ₄	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)
	E ₅	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)

Na slici 5.6 prikazan je postupak proračuna i rezultati, odnosno težinske vrednosti kriterijuma u ovoj oblasti. Sa slike se može uočiti da svi kriterijumi imaju značajnu ulogu u donošenju odluka u oblasti proizvodnje nameštaja. Čak, prvi i treći kriterijum finansije i kvalitet imaju identične vrednosti, dok je drugi kriterijum logistika samo za nijansu slabiji. Kriterijum komunikacije i poslovanje sa vrednošću 0.214 nalazi se na poslednjem mestu, ali ima velikog uticaja u procesu odlučivanja.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
1																						
2																						
3																						
4																						
5																						
6																						
7																						
8																						
9																						
10																						
11																						
12																						
13																						
14																						
15																						
16																						
17																						
18																						
19																						

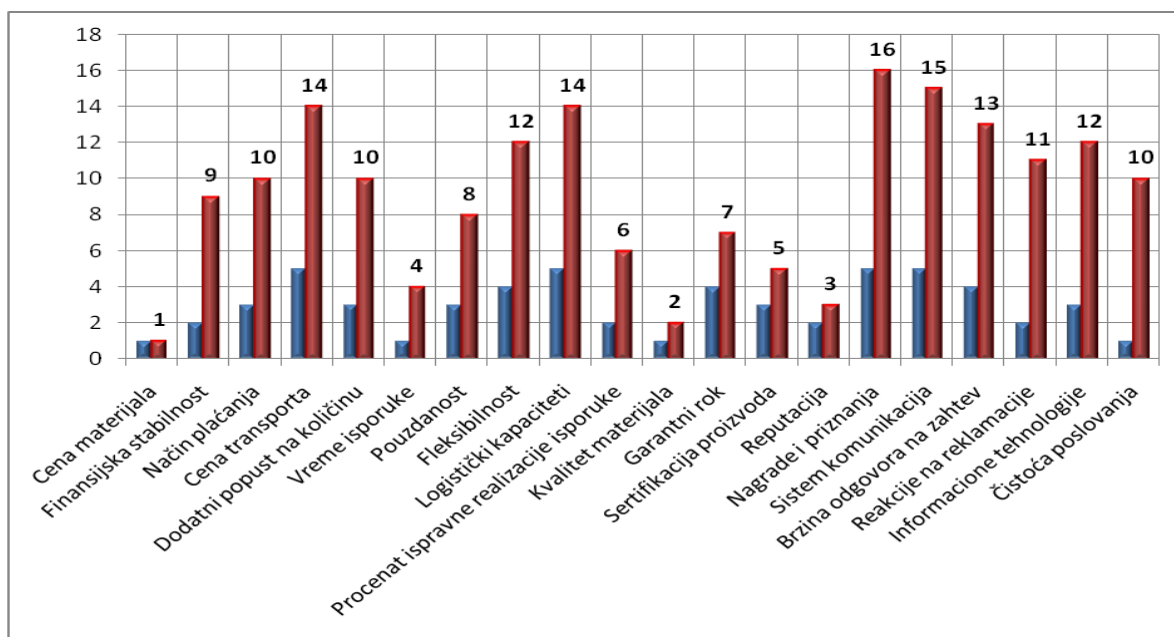
Slika 5.6. Rezultati proračuna kriterijuma u oblasti proizvodnje nameštaja (autor)

Nakon sprovedenog proračuna za kriterijume i podkriterijume prema prethodnoj tabeli 5.28 i tabelama u prilogu koje označavaju ocenjivanje podkriterijuma u ovoj oblasti dobijene su konačne vrednosti svih kriterijuma prikazane u Tabeli 5.29.

Tabela 5.29. Konačan rang kriterijuma i podkriterijuma u oblasti proizvodnje nameštaja (autor)

Kriterijumi	wj	Podkriterijumi	Lokalne težine	Globalne težine	Lokalni rang	Globalni rang
1. Finansije	0,263	1.1. Cena materijala	0,290	0,076	1	1
		1.2. Finansijska stabilnost	0,190	0,050	2	9
		1.3. Način plaćanja	0,183	0,048	3	10
		1.4. Cena transporta	0,155	0,041	5	14
		1.5. Dodatni popust na količinu	0,182	0,048	3	10
2. Logistika	0,260	2.1. Vreme isporuke	0,251	0,065	1	4
		2.2. Pouzdanost	0,195	0,051	3	8
		2.3. Fleksibilnost	0,168	0,044	4	12
		2.4. Logistički kapaciteti	0,158	0,041	5	14
		2.5. Procenat ispravne realizacije isporuke	0,229	0,060	2	6
3. Kvalitet	0,273	3.1. Kvalitet materijala	0,287	0,075	1	2
		3.2. Garantni rok	0,209	0,055	4	7
		3.3. Sertifikacija proizvoda	0,244	0,064	3	5
		3.4. Reputacija	0,261	0,069	2	3
		3.5. Nagrade i priznanja	0,000	0,000	5	16
4. Komunikacija i poslovanje	0,214	4.1. Sistem komunikacija	0,155	0,033	5	15
		4.2. Brzina odgovora na zahtev	0,198	0,042	4	13
		4.3. Reakcije na reklamacije	0,218	0,047	2	11
		4.4. Informacione tehnologije	0,205	0,044	3	12
		4.5. Čistoća poslovanja	0,225	0,048	1	10

Posmatrajući rangiranje glavnih kriterijuma u Tabeli 5.29 može se uočiti njihov rang: kvalitet materijala, finansije, logistika, komunikacije i poslovanje sa težinama 0.273, 0.263, 0.260 i 0.214 respektivno.



Slika 5.7. Prikaz rangova kriterijuma u oblasti nameštaja (autor)

Posmatrajući rangiranje podkriterijuma prikazano na slici 5.7 može se uočiti da kada je u pitanju kriterijum finansije najveći značaj ima podkriterijum cena materijala, a zatim finansijska stabilnost, dok način plaćanja i dodatni popust na količinu na trećem mestu sa jednakom lokalnom težinom. Cena transporta je najslabije rangiran podkriterijum u okviru navedene grupe. Najznačajniji logistički kriterijum je vreme isporuke robe, dok je na drugom mestu procenat uspešne realizacije isporuke. Pouzdanost se nalazi na trećem mestu, dok se fleksibilnost i logistički kapaciteti sa najmanjim vrednostima nalaze na poslednjim mestima. U okviru kriterijuma kvalitet, njegov prvi podkriterijum kvalitet materijala predstavlja najznačajniji podkriterijum posmatrajući njegovu lokalnu težinu, dok uzimajući globalnu težinu predstavlja drugi najznačajniji kriterijum u ukupnom poređenju svih 20 kriterijuma. Reputacija i sertifikacija proizvoda predstavljaju podkriterijume koje slede nakon kvaliteta materijala, dok je na četvrtom mestu garantni rok, a kao i u ostalim dosada posmatranim oblastima nagrade i priznanja su najslabije rangirani. Kada je u pitanju kriterijum komunikacije i poslovanje podkriterijum čistoća poslovanja predstavlja najznačajniji kriterijum i u budućnosti je za očekivati sve širu primenu ovog podkriterijuma s obzirom na ekološku svest današnjice, a naročito budućnosti i sve strožije kontrole u pogledu zakonskih propisa koji se moraju poštovati. Reakcije na reklamacije je drugi najznačajniji podkriterijum u okviru ove grupe. Informacione tehnologije se nalaze na trećoj poziciji, a brzina odgovora na zahtev na četvrtom mestu. Na poslednjoj poziciju u okviru ove grupe je podkriterijum sistem komunikacija. Prema izvršenom proračunu sledeći kriterijumi konkurišu za ulazne parametre modela: cena materijala, kvalitet materijala, reputacija, vreme isporuke, sertifikacija proizvoda, procenat ispravne realizacije isporuke, garantni rok, pouzdanost i finansijska stabilnost.

5.7. Proizvodnja PVC stolarije

Na tržištu egzistira veliki broj proizvođača PVC stolarije koje nude raznovrsnu ponudu iz svog širokog asortimana. Skoro svaki poslovni objekat poseduje PVC ili aluminijumsku stolariju. Kada se tome dodaju i privatni objekti potražnja za ovom vrstom robe je izuzetno velika s jedne strane, dok je i konkurencija takođe velika s druge strane. Korisnici žele kvalitetan proizvod po što nižoj ceni uz visok nivo usluge. Na tržištu postoje i kompanije koje vrše nabavku materijala po veoma niskim cenama i njihov konačan proizvod je u velikoj meri jeftiniji od ostalih. Međutim posledica toga je nekvalitetan proizvod koji nakon prvih tri do pet godina pokazuje svoje nedostatke. S druge strane kompanije koje koriste kvalitetniji materijal za svoju proizvodnju daju i duži garantni rok na svoje proizvode. U ovom istraživanju uzete su u obzir obe vrste kompanija. U Tabeli 5.30 prikazane su ocene kriterijuma u ovoj oblasti

Tabela 5.30. Ocenjivanje kriterijuma u oblasti proizvodnje PVC stolarije (autor)

		K ₁	K ₂	K ₃	K ₄
K ₁	E ₁	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(1, 3/2, 2)
	E ₂	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₃	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)
K ₂	E ₁	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₂	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1, 3/2, 2)
	E ₃	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1, 1, 1)	(1, 3/2, 2)
K ₃	E ₁	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)
	E ₂	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₃	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)
K ₄	E ₁	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)
	E ₂	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)
	E ₃	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)

Na slici 5.8 prikazani su svi koraci proračuna težinskih vrednosti kriterijuma u oblasti proizvodnje PVC stolarije. Slična je situacija kao i u prethodnoj oblasti gde kriterijumi imaju poprilično ujednačene vrednosti. U ovom slučaju najvažniji kriterijum je kvalitet sa vrednošću 0.286, dok je logistika na drugom mestu sa vrednošću 0.263. Treći kriterijum je finansije koji ima vrednost 0.248 i može bitno uticati u procesu donošenja odluka o izboru dobavljača u ovoj oblasti. Na kraju najmanje važan kriterijum je komunikacije i poslovanje sa vrednošću od 0.202.

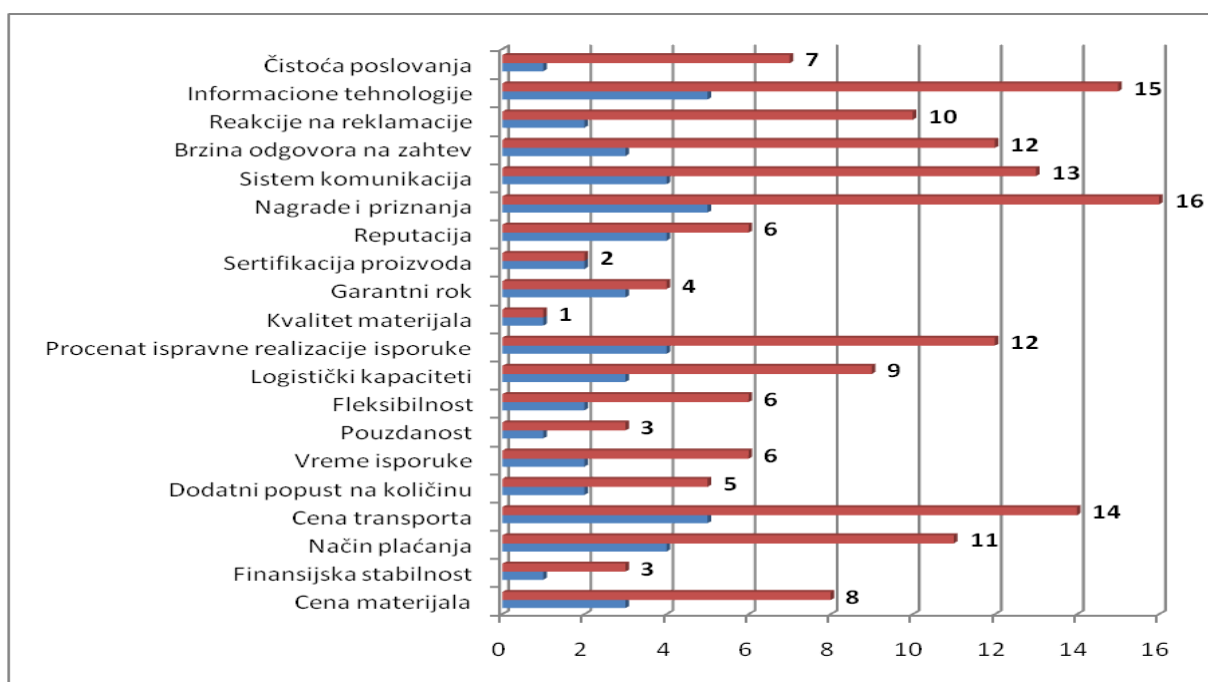
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
1																						
2																						
3	C1	1,000	1,000	1,000	0,606	1,000	1,817	0,693	0,874	1,260	0,630	1,145	1,651				l	m	u	S1	l	m
4	C2	0,550	1,000	1,651	1,000	1,000	1,000	0,763	1,000	1,587	0,794	1,310	1,817				3,107	4,310	6,055	S2	0,139	0,263
5	C3	0,794	1,145	1,442	0,630	1,000	1,310	1,000	1,000	1,000	1,145	1,651	2,154				3,568	4,796	5,907	S3	0,159	0,293
6	C4	0,606	0,874	1,587	0,550	0,763	1,260	0,464	0,606	0,874	1,000	1,000	1,000				2,620	3,242	4,721	S4	0,117	0,198
7																	12,225	16,367	22,411			
8																						
9																						
10	S1≥S2	FALSE	FALSE	0,949		S2≥S1	1,000	FALSE	1,051		S3≥S1	1,000	FALSE	1,156		S4≥S1	FALSE	FALSE	0,843			
11	S1≥S3	FALSE	FALSE	0,867		S2≥S3	FALSE	FALSE	0,919		S3≥S2	1,000	FALSE	1,094		S4≥S2	FALSE	FALSE	0,791			
12	S1≥S4	1,000	FALSE	1,156		S2≥S4	1,000	FALSE	1,208		S3≥S4	1,000	FALSE	1,350		S4≥S3	FALSE	FALSE	0,705			
13																						
14																						
15	d(C1)		0,867	0,248																		
16	d(C2)		0,919	0,263																		
17	d(C3)		1,000	0,286																		
18	d(C4)		0,705	0,202																		
19			3,491	1,000																		

Slika 5.8. Rezultati proračuna značaja kriterijuma u oblasti proizvodnje PVC stolarije (autor)

Nakon sprovedenog proračuna za kriterijume i podkriterijume prema prethodnoj tabeli 5.30 i tabelama u prilogu koje označavaju ocenjivanje podkriterijuma u ovoj oblasti dobijene su konačne vrednosti svih kriterijuma prikazane u Tabeli 31.

Tabela 5.31. Konačan rang kriterijuma i podkriterijuma u oblasti proizvodnje PVC stolarije (autor)

Kriterijumi	wj	Podkriterijumi	Lokalne težine	Globalne težine	Lokalni rang	Globalni rang
1. Finansije	0,248	1.1 Cena materijala	0,203	0,050	3	8
		1.2 Finansijska stabilnost	0,260	0,064	1	3
		1.3 Način plaćanja	0,187	0,046	4	11
		1.4 Cena transporta	0,114	0,028	5	14
		1.5 Dodatni popust na količinu	0,236	0,059	2	5
2. Logistika	0,263	2.1 Vreme isporuke	0,209	0,055	2	6
		2.2 Pouzdanost	0,243	0,064	1	3
		2.3 Fleksibilnost	0,211	0,055	2	6
		2.4 Logistički kapaciteti	0,181	0,048	3	9
		2.5 Procenat ispravne realizacije isporuke	0,157	0,041	4	12
3. Kvalitet	0,286	3.1 Kvalitet materijala	0,274	0,078	1	1
		3.2 Garantni rok	0,217	0,062	3	4
		3.3 Sertifikacija proizvoda	0,245	0,070	2	2
		3.4 Reputacija	0,193	0,055	4	6
		3.5 Nagrade i priznanja	0,072	0,021	5	16
4. Komunikacija i poslovanje	0,202	4.1 Sistem komunikacija	0,174	0,035	4	13
		4.2 Brzina odgovora na zahtev	0,201	0,041	3	12
		4.3 Reakcije na reklamacije	0,232	0,047	2	10
		4.4 Informacione tehnologije	0,127	0,026	5	15
		4.5 Čistoća poslovanja	0,266	0,054	1	7



Slika 5.9. Prikaz rangova kriterijuma u oblasti proizvodnje PVC stolarije (autor)

Na slici 5.9 posmatrajući rangiranje kriterijuma može se uvideti da prema izvršenom proračunu sledeći kriterijumi konkurišu za ulazne parametre modela: kvalitet materijala, sertifikacija proizvoda, pouzdanost, finansijska stabilnost, garantni rok, dodatni popust na količinu, vreme isporuke, fleksibilnost i čistoća poslovanja.

5.8. Proizvodnja plastičnih kesa i folija

Proizvodnja plastičnih kesa ili vrećica kao sirovinu koristi polietilen visoke gustine u različitim dimenzijama i bojama, sa mogućnošću štampe takođe u bojama. Koriste se u trgovačkim centrima i za reklamne svrhe. Zatim, kese i folije od polietilena niske gustine upotrebljavaju se za pakovanje industrijskih proizvoda i koje štite proizvod od vlage i ostalih vremenskih uticaja. Odlikuju se visokom čvrstoćom i prozirnošću. Izrađuju se u različitim dimenzijama, u zavisnosti od želje kupaca, sa mogućnošću štampe u šest boja. Pored toga proizvodnja folija namenjenih za pakovanje svih vrsta PET ambalaže, boca i limenki. Najviše se primenjuje u pakovanju pića. Ima zaštitnu ulogu od prašine, prljavštine i vremenskih uticaja. Štiti proizvode od oštećenja i omogućava lakše rukovanje prilikom transporta. Odlikuje se visokom čvrstoćom i prozirnošću.

Tabela 5.32. Ocenjivanje kriterijuma u oblasti proizvodnje plastičnih kesa i folija (autor)

		K₁	K₂	K₃	K₄
K₁	E ₁	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)	(1, 3/2, 2)
	E ₂	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(2/3, 1, 2)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₃	(1,1,1)	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 2)	(1, 3/2, 2)
K₂	E ₁	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₂	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₃	(1, 1, 1)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1, 3/2, 2)
K₃	E ₁	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₂	(1/2, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)	(1,1,1)	(2, 5/2, 3)
	E ₃	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)
K₄	E ₁	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)
	E ₂	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/3, 1, 2)	(1/3, 2/5, 1/2)	(1,1,1)
	E ₃	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)

Fuzzy težine za sve podkriterijume su proračunate primenom geometrijske sredine prema odgovorima donosioca odluka (Lee i dr., 2008) što je prikazano u Tabeli 5.33.

Tabela 5.33. Fuzzy težine kriterijuma u oblasti proizvodnje plastičnih kesa i folija (autor)

	K₁	K₂	K₃	K₄
K₁	1,000	0,794	0,667	0,630
K₂	0,693	1,000	0,511	0,630
K₃	0,500	0,909	1,000	1,000
K₄	0,464	0,606	0,376	1,000

Da bi se odredilo fazi proširenje kombinacija za svaki podkriterijum, prvo je potrebno proračunati $\sum_{j=1}^n M_{gi}^j$ vrednosti za svaki red matrice.

$$K_1=(1+0.794+0.667+1.145; 1+1.145+1.000+1.651; 1+1.442+2.000 +2.154)=(3.605; 4.796; 6.597) \text{ itd.}$$

$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n M_{gi}^j$ vrednosti su izračunate na sledeći način:

$$(3.605; 4.796; 6.597)+(2.834; 3.172; 5.012)+(4.060; 5.597; 7.114)+(2.446; 2.943; 4.067)=(12.945; 17.047; 22.789)$$

$$\text{Onda, } S_i = \sum_{j=1}^n M_{gi}^j \times \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} :$$

$$S_1=(3.605; 4.796; 6.597) \times (1/22.789; 1/17.047; 1/12.945)=(0.158; 0.281; 0.510) \text{ itd.}$$

U tabeli 5.34 prikazane su vrednosti dobijene nakon prvog koraka fuzzy AHP metode.

Tabela 5.34. Vrednosti dobijene nakon prvog koraka (autor)

	l	m	u	$\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}$	$\frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}$	$\frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i}$
K₁	3,605	4,796	6,597	0,158	0,281	0,510
K₂	2,834	3,712	5,012	0,124	0,218	0,387
K₃	4,060	5,597	7,114	0,178	0,328	0,550
K₄	2,446	2,943	4,067	0,107	0,173	0,314
Σ	12,945	17,047	22,789			

Sada, vrednosti V (određivanje prioriteta) računaju se pomoću drugog koraka, tj. jednačine (44) i prikazane su u Tabeli 5.35.

Tabela 5.35. Vrednosti dobijene nakon drugog koraka (autor)

V(S _a ≥ S _b)			
V(S ₁ ≥ S ₂)	1,000	V(S ₂ ≥ S ₁)	0.783
V(S ₁ ≥ S ₃)	0,876	V(S ₂ ≥ S ₃)	0.654
V(S ₁ ≥ S ₄)	1,000	V(S ₂ ≥ S ₄)	1.000
V(S ₃ ≥ S ₁)	1,000	V(S ₄ ≥ S ₁)	0.589
V(S ₃ ≥ S ₂)	1,000	V(S ₄ ≥ S ₂)	0.808
V(S ₃ ≥ S ₄)	1,000	V(S ₄ ≥ S ₃)	0.466

Primer određivanja prioriteta je:

$$V(S_1 \geq S_2) = 1$$

$$V(S_1 \geq S_3) = \frac{0.178 - 0.510}{(0.281 - 0.510) - (0.328 - 0.178)} = 0.876$$

$$V(S_1 \geq S_4) = 1;$$

Prioriteti težina su izračunati na sledeći način:

$$d'=(C_1)\min(1; 0.876; 1)=0.876$$

$$d'=(C_2)\min(0.783; 0.654; 1)=0.654$$

$$d'=(C_3)\min(1; 1; 1)=1$$

$$d'=(C_4)\min(0.589; 0.808; 0.466)=0.466$$

Primenjujući jednačinu (47), dobijaju se težinske vrednosti, a iz jednačine (48) dobijaju se normalizovane težinske vrednosti kriterijuma:

$$W'=(0.876; 0.654; 1; 0.466)$$

$$W=(0.292; 0.218; 0.334; 0.156)$$

Dobijene težinske vrednosti kriterijuma označavaju da je treći kriterijum kvalitet materijala najznačajniji, dok finansije predstavljaju drugi najznačajniji kriterijum. Logistika

ima nešto manju vrednost od kriterijuma finansije, dok je četvrti kriterijum komunikacija i poslovanje sa najmanjom vrednošću.

Nakon proračuna težinskih vrednosti kriterijuma potrebno je proveriti stepen konzistentnosti. Defazifikacija je prikazana u Tabeli 5.36.

Tabela 5.36. Defazifikacija vrednosti kriterijuma u oblasti proizvodnje plastičnih kesa i folija (autor)

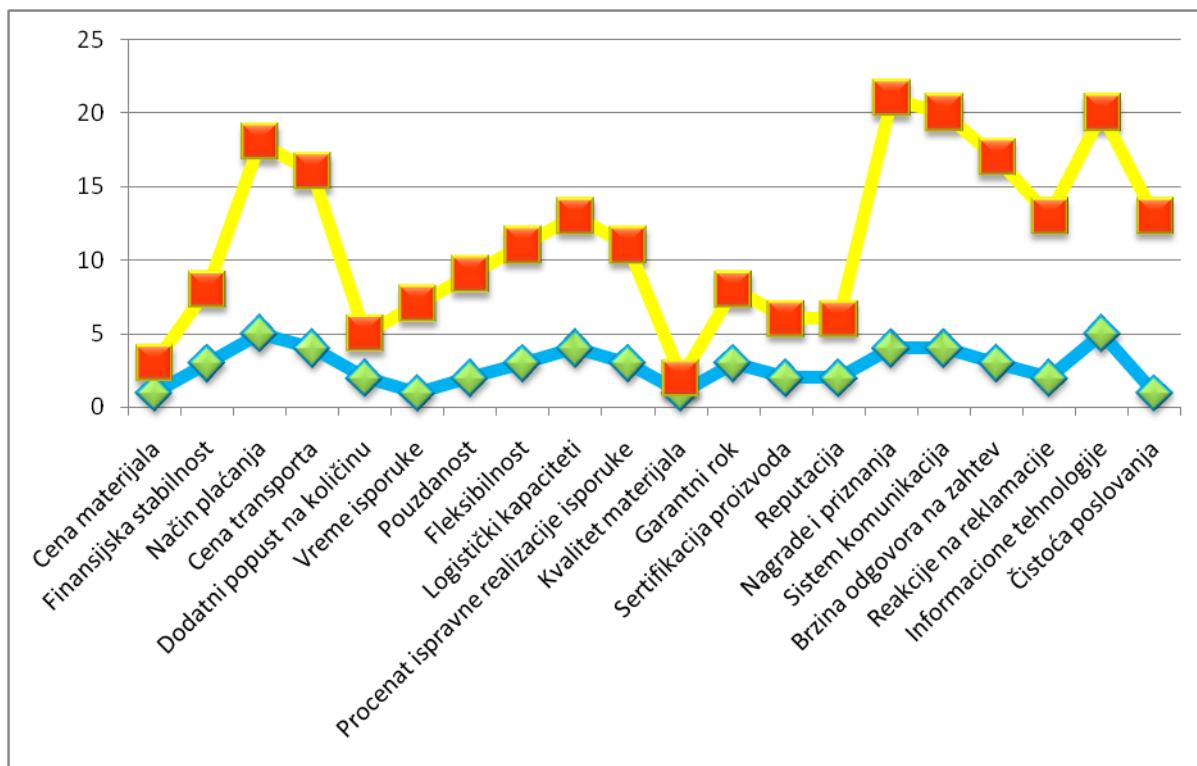
	K₁	K₂	K₃	K₄
K₁	1,000	1,136	1,111	1,651
K₂	0,908	1,000	0,731	1,143
K₃	1,000	1,439	1,000	2,154
K₄	0,627	0,948	0,473	1,000

Nakon defazifikacije koja je prikazana u prethodnoj tabeli 5.36, primenjujući korake konvencionalnog AHP metoda, dobijaju se sledeće vrednosti: $\lambda_{\max} = 4.105$; $CI = 0.035$; $CR = 0.039$, što znači da je stepen konzistentnosti 0.039, koji je manji od maksimalnog dozvoljenog ograničenja od 0.08 za ovu veličinu matrice. Nakon sprovedenog proračuna za kriterijume i podkriterijume dobijene su konačne vrednosti svih kriterijuma prikazane u Tabeli 5.37.

Tabela 5.37. Konačan rang kriterijuma i podkriterijuma u oblasti proizvodnje plastičnih kesa i folija (autor)

Kriterijumi	wj	Podkriterijumi	Lokalne težine	Globalne težine	Lokalni rang	Globalni rang
1. Finansije	0.292	1.1 Cena materijala	0,297	0,087	1	2
		1.2 Finansijska stabilnost	0,206	0,060	3	5
		1.3 Način plaćanja	0,117	0,034	5	13
		1.4 Cena transporta	0,119	0,035	4	12
		1.5 Dodatni popust na količinu	0,261	0,076	2	3
2. Logistika	0.218	2.1 Vreme isporuke	0,229	0,050	1	6
		2.2 Pouzdanost	0,203	0,044	2	7
		2.3 Fleksibilnost	0,194	0,042	3	8
		2.4 Logistički kapaciteti	0,183	0,040	4	9
		2.5 Procenat ispravne realizacije isporuke	0,192	0,042	3	8
3. Kvalitet	0.334	3.1 Kvalitet materijala	0,354	0,118	1	1
		3.2 Garantni rok	0,179	0,060	3	5
		3.3 Sertifikacija proizvoda	0,207	0,069	2	4
		3.4 Reputacija	0,206	0,069	2	4
		3.5 Nagrade i priznanja	0,054	0,018	4	17
4. Komunikacija i poslovanje	0.156	4.1 Sistem komunikacija	0,149	0,023	4	16
		4.2 Brzina odgovora na zahtev	0,196	0,031	3	14
		4.3 Reakcije na reklamacije	0,238	0,037	2	11
		4.4 Informacione tehnologije	0,172	0,027	5	15
		4.5 Čistoća poslovanja	0,246	0,038	1	12

U tabeli 5.37 prikazane su sve lokalne i globalne vrednosti svih kriterijuma, njihov lokalni i globalni rang i proračunati CR za sva izvršena poređenja. Svi proračunati CR se nalaze u dozvoljenim granicama, što znače da je u procesu donošenja odluke subjektivnost veoma mala što je u suštini i cilj.



Slika 5.10. Prikaz rangova kriterijuma u oblasti proizvodnje plastičnih kesa i folija (autor)

Na slici 5.10 posmatrajući rangiranje kriterijuma može se videti da prema izvršenom proračunu sledeći kriterijumi konkurišu za ulazne parametre modela: kvalitet materijala, cena materijala, dodatni popust na količinu, sertifikacija proizvoda, reputacija, finansijska stabilnost, garantni rok, vreme isporuke i pouzdanost.

5.9. Proizvodnja žice

Kada je u pitanju proizvodnja žice određivanje težinskih vrednosti kriterijuma je izvršeno primenom fuzzy AHP i Grube AHP metode što je prikazano u nastavku. U tabeli 5.38 prikazane su ocene kriterijuma u ovoj oblasti.

Tabela 5.38. Ocenjivanje kriterijuma u oblasti proizvodnje žice (autor)

		K₁	K₂	K₃	K₄
K₁	E ₁	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₂	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)
	E ₃	(1,1,1)	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 2)	(1, 3/2, 2)
K₂	E ₁	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(1, 3/2, 2)
	E ₂	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₃	(1, 1, 1)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1, 3/2, 2)
K₃	E ₁	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1, 1, 1)
	E ₂	(2/3, 1, 2)	(1, 1, 1)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₃	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)
K₄	E ₁	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(1, 1, 1)	(1,1,1)
	E ₂	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)
	E ₃	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)

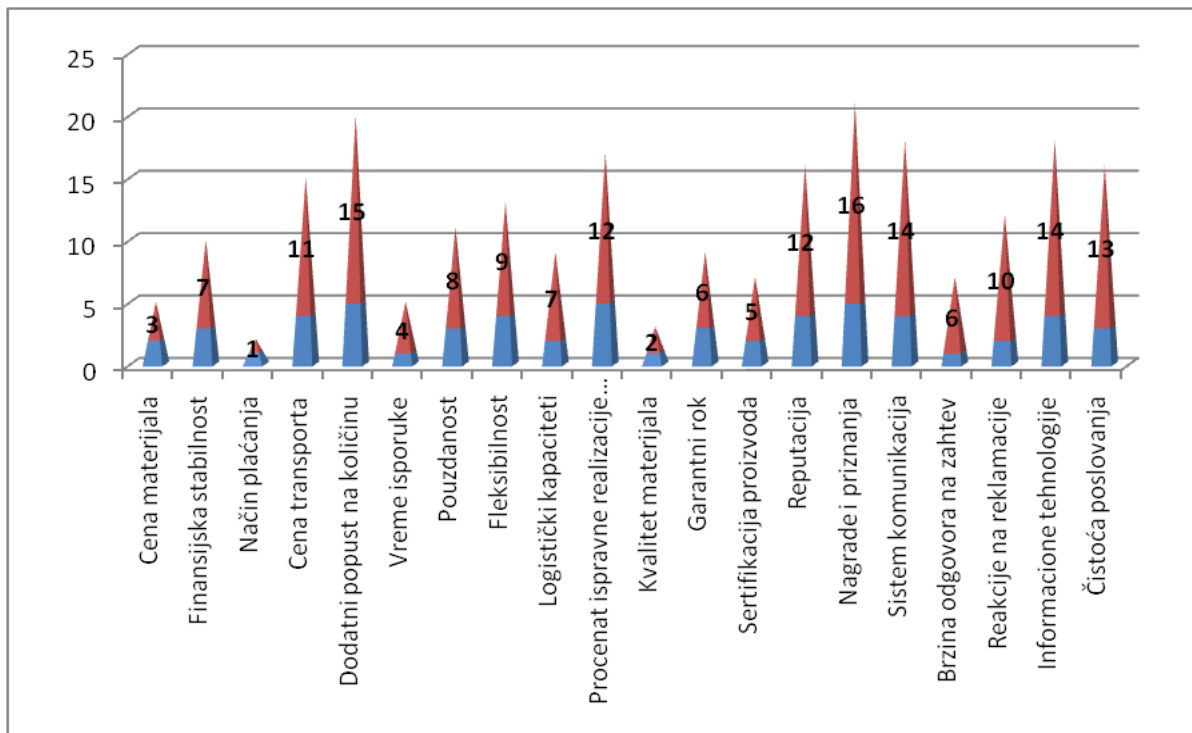
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
1																							
2		C1			C2			C3			C4						l	m	u		l	m	u
3	C1	1,000	1,000	1,000	0,693	1,000	1,442	0,550	1,000	1,651	0,794	1,310	1,817				3,037	4,310	5,910	S1	0,139	0,266	0,481
4	C2	0,693	1,000	1,442	1,000	1,000	1,000	0,874	1,145	1,587	0,794	1,310	1,817				3,361	4,455	5,847	S2	0,154	0,275	0,476
5	C3	0,606	1,000	1,817	0,630	0,874	1,145	1,000	1,000	1,000	0,909	1,260	1,554				3,144	4,134	5,515	S3	0,144	0,255	0,449
6	C4	0,550	0,763	1,260	0,550	0,763	1,260	0,644	0,794	1,101	1,000	1,000	1,000				2,744	3,320	4,620	S4	0,125	0,205	0,376
7																	12,287	16,219	21,893				
8																							
9																							
10	S1≥S2	FALSE	FALSE	0,973		S2≥S1	1,000	FALSE	1,027		S3≥S1	FALSE	FALSE	0,966		S4≥S1	FALSE	FALSE	0,795				
11	S1≥S3	1,000	FALSE	1,033		S2≥S3	1,000	FALSE	1,063		S3≥S2	FALSE	FALSE	0,937		S4≥S2	FALSE	FALSE	0,761				
12	S1≥S4	1,000	FALSE	1,207		S2≥S4	1,000	FALSE	1,249		S3≥S4	1,000	FALSE	1,183		S4≥S3	FALSE	FALSE	0,823				
13																							
14																							
15		d(C1)	0,973	0,265																			
16		d(C2)	1,000	0,272																			
17		d(C3)	0,937	0,255																			
18		d(C4)	0,761	0,207																			
19			3,671	1,000																			

Slika 5.11. Rezultati proračuna značaja kriterijuma u oblasti proizvodnje žice (autor)

Na slici 5.11 dat je proračun glavnih kriterijuma sa koje se može uočiti da je drugi kriterijum logistika najvažniji sa nešto većom vrednošću od prvog kriterijuma finansije, dok se kriterijum kvalitet nalazi na trećem, odnosno komunikacije i poslovanje na četvrtom mestu. Posle izvršenog kompletnog proračuna rangovi kriterijuma prikazani su u Tabeli 5.39.

Tabela 5.39. Konačan rang kriterijuma i podkriterijuma u oblasti proizvodnje žice (autor)

Kriterijumi	wj	Podkriterijumi	Lokalne težine	Globalne težine	Lokalni rang	Globalni rang
1. Finansije	0,265	1.1 Cena materijala	0,258	0,068	2	3
		1.2 Finansijska stabilnost	0,224	0,059	3	7
		1.3 Način plaćanja	0,293	0,078	1	1
		1.4 Cena transporta	0,158	0,042	4	11
		1.5 Dodatni popust na količinu	0,067	0,018	5	15
2. Logistika	0,272	2.1 Vreme isporuke	0,242	0,066	1	4
		2.2 Pouzdanost	0,200	0,054	3	8
		2.3 Fleksibilnost	0,190	0,052	4	9
		2.4 Logistički kapaciteti	0,217	0,059	2	7
		2.5 Procenat ispravne realizacije isporuke	0,151	0,041	5	12
3. Kvalitet	0,255	3.1 Kvalitet materijala	0,290	0,074	1	2
		3.2 Garantni rok	0,240	0,061	3	6
		3.3 Sertifikacija proizvoda	0,247	0,063	2	5
		3.4 Reputacija	0,162	0,041	4	12
		3.5 Nagrade i priznanja	0,061	0,016	5	16
4. Komunikacija i poslovanje	0,207	4.1 Sistem komunikacija	0,159	0,033	4	14
		4.2 Brzina odgovora na zahtev	0,296	0,061	1	6
		4.3 Reakcije na reklamacije	0,216	0,045	2	10
		4.4 Informacione tehnologije	0,159	0,033	4	14
		4.5 Čistoća poslovanja	0,169	0,035	3	13



Slika 5.12. Prikaz rangova kriterijuma u oblasti proizvodnje žice (autor)

Nakon proračuna težinskih vrednosti kriterijuma koji su prethodno prikazani i detaljno objašnjeni u nastavku prikazan je proračun njihovog značaja primenom grubog AHP metoda.

Prvo je potrebno izvršiti individualno poređenje i formirati grupnu matricu poređenja u parovima. Individualne matrice poređenja za podkriterijume grupe logistika su:

$$B_1 = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 4 & 1/3 & 4 \\ 1/3 & 1 & 3 & 1/4 & 3 \\ 1/4 & 1/3 & 1 & 1/5 & 1 \\ 3 & 4 & 5 & 1 & 5 \\ 1/4 & 1/3 & 1 & 1/5 & 1 \end{bmatrix}, CR = 0,046 < 0,10$$

$$B_2 = \begin{bmatrix} 1 & 4 & 4 & 3 & 5 \\ 1/4 & 1 & 1 & 1/3 & 3 \\ 1/4 & 1 & 1 & 1/3 & 3 \\ 1/3 & 3 & 3 & 1 & 4 \\ 1/5 & 1/3 & 1/3 & 1/4 & 1 \end{bmatrix}, CR = 0,045 < 0,10$$

$$B_3 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 3 & 4 & 5 \\ 1 & 1 & 3 & 4 & 5 \\ 1/3 & 1/3 & 1 & 3 & 4 \\ 1/4 & 1/4 & 1/3 & 1 & 3 \\ 1/5 & 1/5 & 1/4 & 1/3 & 1 \end{bmatrix}, CR = 0,047 < 0,10$$

Potrebno je izračunati stepen konzistentnosti za svakog donosioca odluke i nakon toga izvršiti integraciju individualnih matrica poređenja u grupnu matricu. Kao što se može videti iz prethodnog proračuna očigledno je da je stepen konzistentnosti za svakog donosioca odluke u željenom opsegu, odnosno manji od 0.10. Grupna matrica je prikazana u nastavku.

$$B = \begin{bmatrix} 1,1,1 & 3,4,1 & 4,4,3 & 1/3,3,4 & 4,5,5 \\ 1/3,1/4,1 & 1,1,1 & 3,1,3 & 1/4,1/3,4 & 3,3,5 \\ 1/4,1/3,1/3 & 1/3,1,1/3 & 1,1,1 & 1/5,1/3,3 & 1,3,4 \\ 3,1/3,1/4 & 4,3,1/4 & 5,3,1/3 & 1,1,1 & 5,4,3 \\ 1/4,1/5,1/5 & 1/3,1/3,1/5 & 1,1/3,1/4 & 1/5,1/4,1/3 & 1,1,1 \end{bmatrix}$$

Nakon integrisanja individualnih matrica u grupnu potrebno je izvršiti transformaciju elemenata matrice \tilde{B} u grube brojeve i to na sledeći način:

Na primer $\tilde{x}_{12} = \{3,4,1\}$

$$\underline{\text{Lim}}(1) = 1, \quad \overline{\text{Lim}}(1) = \frac{1}{3}(3 + 4 + 1) = 2,67$$

$$\underline{\text{Lim}}(3) = \frac{1}{2}(1 + 3) = 2, \quad \overline{\text{Lim}}(3) = \frac{1}{2}(3 + 4) = 3,5$$

$$\underline{\text{Lim}}(4) = \frac{1}{3}(3 + 4 + 1) = 2,67, \quad \overline{\text{Lim}}(4) = 4$$

Onda, x_{12}^e se može izraziti kao grubi broj:

$$RN(x_{12}^1) = RN(3) = [2; 3,5]$$

$$RN(x_{12}^2) = RN(4) = [2,67; 4]$$

$$RN(x_{12}^3) = RN(1) = [1; 2,67]$$

Prema jednačinama (53) - (55)

$$x_{12}^L = \frac{x_{12}^1 + x_{12}^2 + x_{12}^3}{3} = \frac{2 + 2,67 + 1}{3} = 1,89$$

$$x_{12}^U = \frac{x_{12}^1 + x_{12}^2 + x_{12}^3}{3} = \frac{3,5 + 4 + 2,67}{3} = 3,39$$

Onda gruba sekvenca \tilde{x}_{24} u \tilde{B} je transformisana u grubi broj $RN(x_{24}) = [1,59; 3,93]$.

Zatim, dobijena je gruba matrica poređenja:

$$M = \begin{bmatrix} [1,1,1] & [1,89; 3,39] & [3,45; 3,89] & [1,48; 3,31] & [4,45; 4,89] \\ [0,36; 0,76] & [1,1,1] & [1,89; 2,78] & [0,69; 2,23] & [3,22; 4,11] \\ [0,26; 0,30] & [0,40; 0,70] & [1,1,1] & [0,55; 1,95] & [1,89; 3,39] \\ [0,58; 1,95] & [1,43; 3,31] & [1,59; 3,93] & [1,1,1] & [3,5; 4,5] \\ [0,21; 0,23] & [0,26; 0,32] & [0,36; 0,73] & [0,23; 0,29] & [1,1,1] \end{bmatrix}$$

Nakon toga, potrebno je proračunati grube težine kriterijuma primenjujući jednačine (57) i (58).

$$w = \{[2,12; 2,92]; [1,09; 1,79]; [0,64; 1,07]; [1,36; 2,58]; [0,40; 0,44]\}$$

$$w' = \{[0,73; 1]; [0,37; 0,61]; [0,22; 0,37]; [0,47; 0,88]; [0,14; 0,15]\}$$

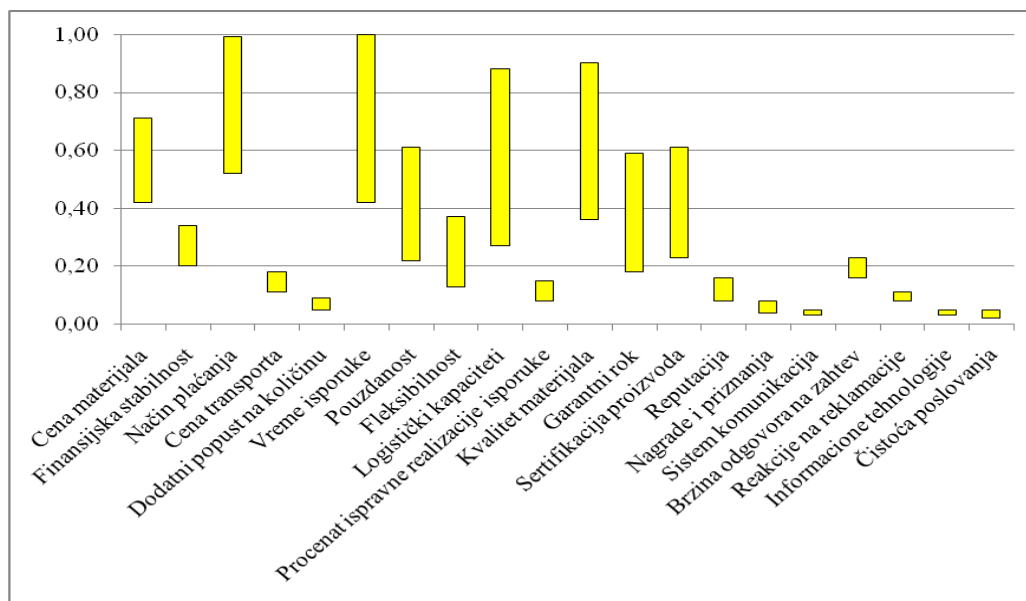
Grube težine glavnih kriterijuma su:

$$w' = \{[0,66; 0,99]; [0,58; 0,1]; [0,45; 0,90]; [0,18; 0,23]\}$$

pa težine podkriterijuma grupe logistika imaju sledeće konačne vrednosti:

$$w' = \{[0,42; 1]; [0,22; 0,61]; [0,13; 0,37]; [0,27; 0,88]; [0,08; 0,15]\}$$

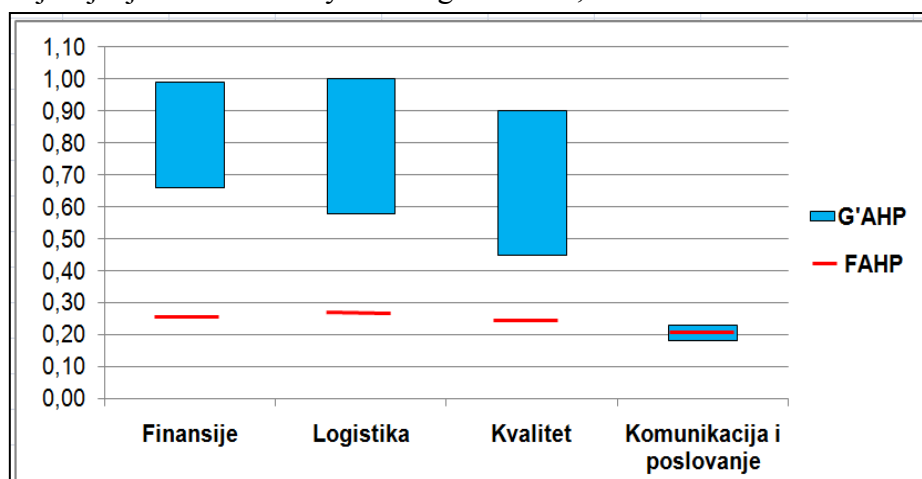
Nakon opisane metodologije proračunate su vrednosti za svih 20 kriterijuma što je prikazano na slici 5.13.



Slika 5.13. Vrednosti svih kriterijuma izražene u grubim brojevima (Stević i dr., 2017c)

Na slici 5.13 može se uočiti da su način plaćanja, vreme isporuke robe, kvalitet materijala i logistički kapaciteti najvažniji kriterijumi u ovoj oblasti. Objašnjenje za ovakvo rangiranje kriterijuma i njihovu važnost se može naći u činjenici da se radi o izvozu ove vrste proizvoda na međunarodno tržište. Na petom mestu je kriterijum cena materijala, dok se sertifikacija proizvoda, pouzdanost i garantni rok nalaze na šestom, sedmom i osmom mestu respektivno, dok su ostali kriterijuma manjeg značaja.

Nakon dobijenih rezultata izvršeno je poređenje značaja kriterijuma primenom dve prethodno objašnjene metode: fuzzy AHP i grubi AHP, Slika 5.14.



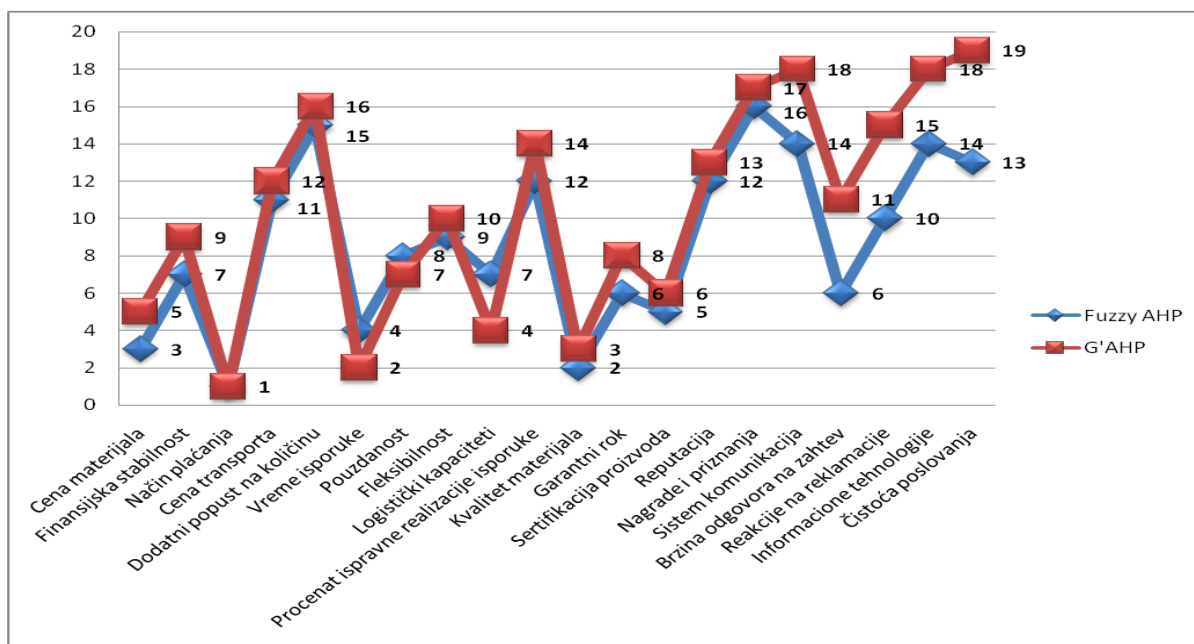
Slika 5.14. Vrednosti glavnih kriterijuma dobijenih primenom Fuzzy AHP i Grube AHP metode (Stević i dr., 2017c)

Na slici 5.14 prikazane su vrednosti glavnih kriterijuma koristeći navedene metode, dok je u tabeli 5.40 dat prikaz rezultata koji uključuje svih dvadeset kriterijuma.

Tabela 5.40. Težinske vrednosti svih kriterijuma primenom Fuzzy AHP i G'AHP (Stević i dr., 2017c)

Kriterijumi	Fuzzy AHP		Grubi AHP	
	Vrednost	Rang	Vrednost	Rang
Cena materijala	0,068	3	(0,42;0,71)	5
Finansijska stabilnost	0,059	7	(0,20;0,34)	9
Način plaćanja	0,078	1	(0,52;0,99)	1
Cena transporta	0,042	11	(0,11;0,18)	12
Dodatni popust na količinu	0,018	15	(0,05;0,09)	16
Vreme isporuke	0,066	4	(0,42;1)	2
Pouzdanost	0,054	8	(0,22;0,61)	7
Fleksibilnost	0,052	9	(0,13;0,37)	10
Logistički kapaciteti	0,059	7	(0,27;0,88)	4
Procenat ispravne realizacije isporuke	0,041	12	(0,08;0,15)	14
Kvalitet materijala	0,074	2	(0,36;0,90)	3
Garantni rok	0,061	6	(0,18;0,59)	8
Sertifikacija proizvoda	0,063	5	(0,23;0,61)	6
Reputacija	0,041	12	(0,08;0,16)	13
Nagrade i priznanja	0,016	16	(0,04;0,08)	17
Sistem komunikacija	0,033	14	(0,03;0,05)	18
Brzina odgovora na zahtev	0,061	6	(0,16;0,23)	11
Reakcije na reklamacije	0,045	10	(0,08;0,11)	15
Informacione tehnologije	0,033	14	(0,03;0,05)	18
Čistoća poslovanja	0,035	13	(0,02;0,05)	19

Način plaćanja je najvažniji kriterijum prema obe metode, kvalitet materijala je drugi po važnosti kada se primenjuje fuzzy AHP, dok je vreme isporuke robe prema primeni grubog AHP-a drugi najvažniji kriterijum. Kada su u pitanju lokalni rangovi kriterijuma odnosno podkriterijuma veoma bitno je napomenuti da svi kriterijumi zadržavaju svoje rangove primenom obe metode. Rangiranje svih kriterijuma od prvog do dvadesetog mesta je prikazano na Slici 5.15.



Slika 5.15. Rangiranje kriterijuma primenom Fuzzy AHP i Grube AHP metode (Stević i dr., 2017c)

5.10. Proizvodnja metalnih podloški za automobilsku industriju

Glavna aktivnost kompanije koja je predmet istraživanja i u ovom slučaju predstavnik oblasti proizvodnje delova za automobilsku industriju jeste proizvodnja metalnih podloški za automobilsku industriju. U svom proizvodnom asortimanu ima preko 3000 vrsta metalnih podloški i najveći deo se koristi za mehaničku transmisiju teških mašina, kranova, transportnih teretnih vozila i slično. Kompanija je fokusirana na proizvodnju i prodaju ravnih i elastičnih podloški. Sposobnost proizvodnje je preko 3500 tona gotovog proizvoda. Ocenjivanje glavnih kriterijuma prikazano je u tabeli 5.41.

Tabela 5.41. Ocenjivanje kriterijuma u oblasti automobilske industrije (autor)

		K ₁	K ₂	K ₃	K ₄
K ₁	E ₁	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₂	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₃	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)
K ₂	E ₁	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₂	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)
	E ₃	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 1, 3/2)
K ₃	E ₁	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)
	E ₂	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)
	E ₃	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)
K ₄	E ₁	(2/3, 1, 2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)
	E ₂	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)
	E ₃	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)

Na slici 5.16 predstavljeni su rezultati i značaj glavnih kriterijuma u automobilskoj industriji.

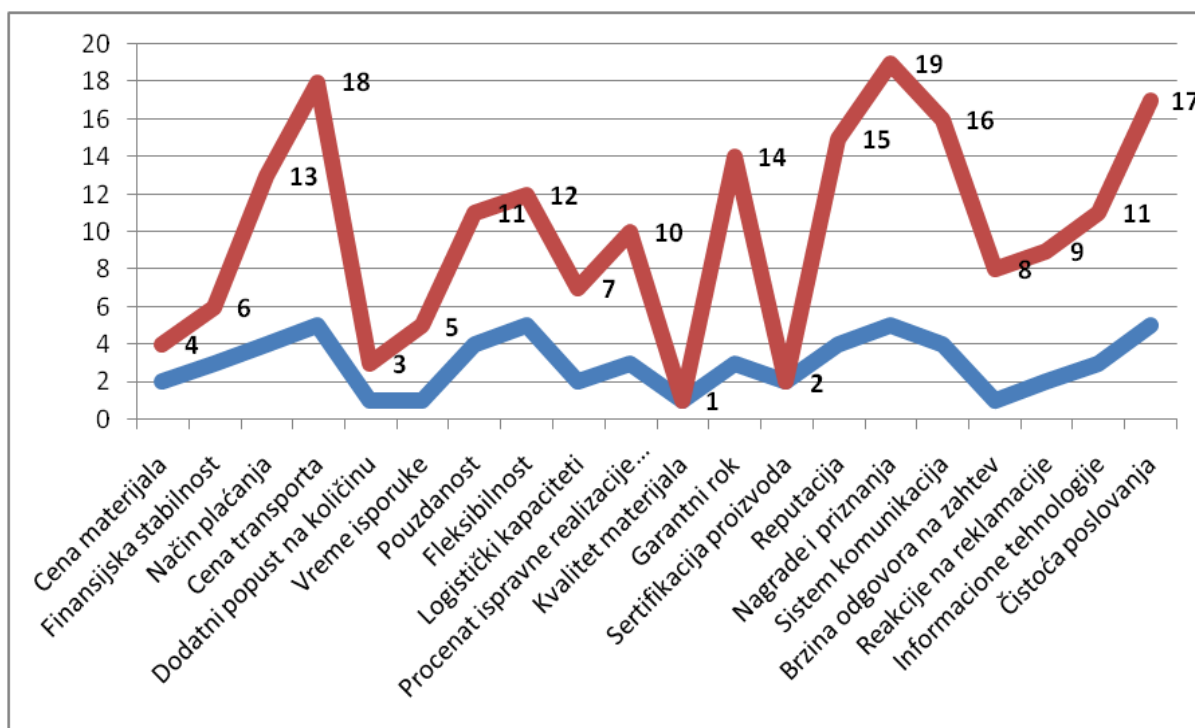
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
1																							
2			C1			C2			C3			C4					l	m	u		l	m	u
3	C1	1,000	1,000	1,000	0,794	1,145	1,587	0,874	1,000	1,260	0,630	1,145	1,651				3,297	4,289	5,498	S1	0,149	0,259	0,436
4	C2	0,630	0,874	1,260	1,000	1,000	0,500	0,763	1,145	0,794	1,260	1,957					2,924	3,897	5,362	S2	0,132	0,235	0,425
5	C3	0,794	1,145	1,442	0,874	1,310	2,000	1,000	1,000	1,000	1,145	1,651	2,154				3,812	5,106	6,597	S3	0,172	0,308	0,523
6	C4	0,606	0,874	1,587	0,511	0,794	1,260	0,464	0,606	0,874	1,000	1,000	1,000				2,581	3,273	4,721	S4	0,116	0,198	0,374
7																	12,614	16,565	22,178				
8																							
9																							
10	S1 ≥ S2	1,000	FALSE	1,085		S2 ≥ S1	FALSE	FALSE	0,921		S3 ≥ S1	1,000	FALSE	1,152		S4 ≥ S1	FALSE	FALSE	0,786				
11	S1 ≥ S3	FALSE	FALSE	0,843		S2 ≥ S3	FALSE	FALSE	0,776		S3 ≥ S2	1,000	FALSE	1,229		S4 ≥ S2	FALSE	FALSE	0,866				
12	S1 ≥ S4	1,000	FALSE	1,238		S2 ≥ S4	1,000	FALSE	1,139		S3 ≥ S4	1,000	FALSE	1,374		S4 ≥ S3	FALSE	FALSE	0,647				
13																							
14																							
15	d(C1)		0,843	0,258																			
16	d(C2)		0,776	0,238																			
17	d(C3)		1,000	0,306																			
18	d(C4)		0,647	0,198																			
19			3,266	1,000																			

Slika 5.16. Rezultati proračuna važnosti kriterijuma u automobilskoj industriji (autor)

Na slici 5.16 dat je proračun glavnih kriterijuma sa koje se može uočiti da je treći kriterijum kvalitet najvažniji, dok prvi kriterijum finansije zauzima drugu poziciju. Kriterijum logistika nalazi na trećem odnosno komunikacije i poslovanje na četvrtom mestu. Posle izvršenog kompletnog proračuna rangovi kriterijuma prikazani su u Tabeli 5.42.

Tabela 5.42. Konačan rang kriterijuma i podkriterijuma u oblasti automobilske industrije (autor)

Kriterijumi	wj	Podkriterijumi	Lokalne težine	Globalne težine	Lokalni rang	Globalni rang
1. Finansije	0,258	1.1 Cena materijala	0,262	0,068	2	4
		1.2 Finansijska stabilnost	0,200	0,052	3	6
		1.3 Način plaćanja	0,150	0,039	4	13
		1.4 Cena transporta	0,102	0,026	5	18
		1.5 Dodatni popust na količinu	0,286	0,074	1	3
2. Logistika	0,238	2.1 Vreme isporuke	0,236	0,056	1	5
		2.2 Pouzdanost	0,180	0,043	4	11
		2.3 Fleksibilnost	0,175	0,042	5	12
		2.4 Logistički kapaciteti	0,211	0,050	2	7
		2.5 Procenat ispravne realizacije isporuke	0,199	0,047	3	10
3. Kvalitet	0,306	3.1 Kvalitet materijala	0,372	0,114	1	1
		3.2 Garantni rok	0,120	0,037	3	14
		3.3 Sertifikacija proizvoda	0,332	0,102	2	2
		3.4 Reputacija	0,108	0,033	4	15
		3.5 Nagrade i priznanja	0,068	0,021	5	19
4. Komunikacija i poslovanje	0,198	4.1 Sistem komunikacija	0,164	0,032	4	16
		4.2 Brzina odgovora na zahtev	0,242	0,048	1	8
		4.3 Reakcije na reklamacije	0,222	0,044	2	9
		4.4 Informacione tehnologije	0,215	0,043	3	11
		4.5 Čistoća poslovanja	0,157	0,031	5	17



Slika 5.17. Prikaz rangova kriterijuma u oblasti automobilske proizvodnje (autor)

Nakon proračuna težinskih vrednosti kriterijuma koji su prethodno prikazani i detaljno objašnjeni u nastavku je prikazan proračun njihovog značaja primenom grubog AHP metoda. Prvo je potrebno izvršiti individualno poređenje i formirati grupnu matricu poređenja u parovima. Individualne matrice poređenja su:

$$B_1 = \begin{bmatrix} 1 & 1/4 & 1/3 & 3 \\ 4 & 1 & 3 & 5 \\ 3 & 1/3 & 1 & 4 \\ 1/3 & 1/5 & 1/4 & 1 \end{bmatrix}, CR = 0,068 < 0,10$$

$$B_2 = \begin{bmatrix} 1 & 4 & 1 & 3 \\ 1/4 & 1 & 1/4 & 1/3 \\ 1 & 4 & 1 & 4 \\ 1/3 & 3 & 1/3 & 1 \end{bmatrix}, CR = 0,047 < 0,10$$

$$B_3 = \begin{bmatrix} 1 & 4 & 1 & 4 \\ 1/4 & 1 & 1/4 & 3 \\ 1 & 4 & 1 & 5 \\ 1/4 & 1/3 & 1/5 & 1 \end{bmatrix}, CR = 0,049 < 0,10$$

Potrebno je izračunati stepen konzistentnosti za svakog donosioca odluke i nakon toga izvršiti integraciju individualnih matrica poređenja u grupnu matricu. Kao što se može videti iz prethodnog proračuna očigledno je da je stepen konzistentnosti za svakog donosioca odluke u željenom opsegu, odnosno manji od 0.10. Grupna matrica je prikazana u nastavku.

$$\tilde{B} = \begin{bmatrix} 1,1,1 & 1/4,4,4 & 1/3,1,1 & 3,3,4 \\ 4,1/4,1/4 & 1,1,1 & 3,1/4,1/4 & 5,1/3,3 \\ 3,1,1 & 1/3,4,4 & 1,1,1 & 4,4,5 \\ 1/3,1/4,1/4 & 1/5,3,1/3 & 1/4,1/3,1/5 & 1,1,1 \end{bmatrix}$$

Nakon integrisanja individualnih matrica u grupnu potrebno je izvršiti transformaciju elemenata matrice \tilde{B} u grube brojeve i to na sledeći način:

Na primer $\tilde{x}_{24} = \{5, 1/3, 3\}$

$$\underline{Lim}\left(\frac{1}{3}\right) = \frac{1}{3}, \quad \overline{Lim}\left(\frac{1}{3}\right) = \frac{1}{3}\left(5 + \frac{1}{3} + 3\right) = 2,78$$

$$\underline{Lim}(3) = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{3} + 3\right) = 1,67, \quad \overline{Lim}(3) = \frac{1}{2}(3 + 5) = 4$$

$$\underline{Lim}(5) = \frac{1}{3}\left(5 + \frac{1}{3} + 3\right) = 2,78, \quad \overline{Lim}(5) = 5$$

Onda, x_{24}^e se može izraziti kao grubi broj:

$$RN(x_{24}^1) = RN(5) = [2,78; 5]$$

$$RN(x_{24}^2) = RN\left(\frac{1}{3}\right) = [0,33; 2,78]$$

$$RN(x_{24}^3) = RN(3) = [1,67; 4]$$

Primenjujući jednačine (53) - (55)

$$x_{24}^L = \frac{x_{24}^1 + x_{24}^2 + x_{24}^3}{3} = \frac{2,78 + 0,33 + 1,67}{3} = 1,59$$

$$x_{24}^U = \frac{x_{24}^1 + x_{24}^2 + x_{24}^s}{S} = \frac{5 + 2,78 + 4}{3} = 3,93$$

Onda se gruba sekvenca \tilde{x}_{24} u matrici \tilde{B} transformiše u grubi broj $RN(x_{24}) = [1,59; 3,93]$. Transformacija svih drugih elemenata matrice \tilde{B} je izvršena na identičan način.

Dobijena gruba matrica je:

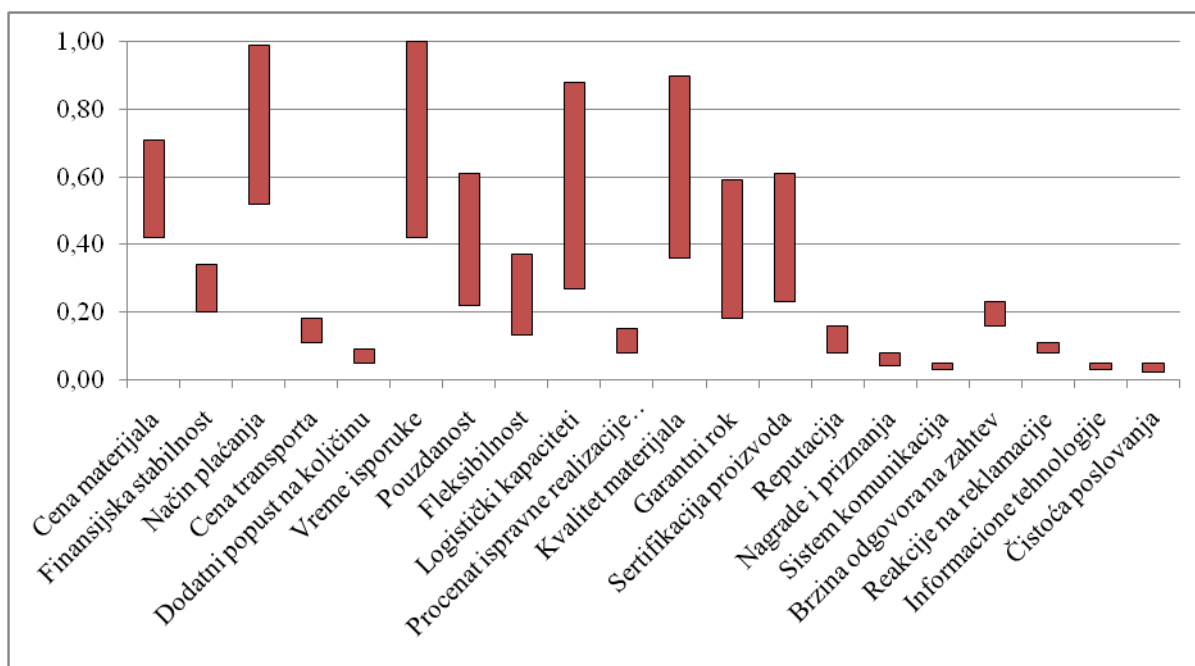
$$M = \begin{bmatrix} [1; 1] & [1,92; 3,58] & [0,63; 0,93] & [3,11; 3,55] \\ [0,67; 2,33] & [1; 1] & [0,56; 1,78] & [1,59; 3,93] \\ [1,22; 2,11] & [1,96; 3,59] & [1; 1] & [4,11; 4,55] \\ [0,28; 0,32] & [0,57; 1,95] & [0,22; 0,24] & [1; 1] \end{bmatrix}$$

Nakon toga, potrebno je proračunati grube težine kriterijuma primenjujući jednačine (57) i (58).

$$w = \{[1,39; 1,85]; [0,88; 2,01]; [1,77; 2,42]; [0,43; 0,62]\}$$

$$w' = \{[0,57; 0,76]; [0,36; 0,83]; [0,73; 1]; [0,18; 0,26]\}$$

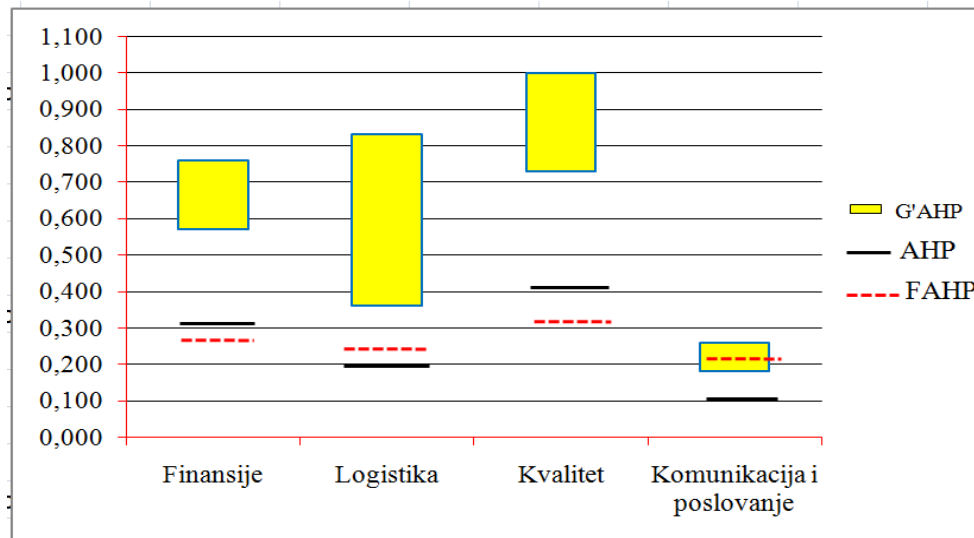
Nakon opisane metodologije vrednosti svih kriterijuma u obliku grubog broja prikazane su na slici 5.18.



Slika 5.18. Vrednosti svih kriterijuma u grubim brojevima u oblasti automobilske industrije (Fazlollahtabar i dr., 2017)

Na slici 5.18 može se videti da su sertifikacija proizvoda i kvalitet materijala najvažniji u automobilske industriji prema kompaniji koja je bila predmet istraživanja. Na trećem mestu je kriterijum dodatni popust na količinu, jer se radi o kompaniji koja je locirana na teritoriji Bosne i Hercegovine koja ipak pripada državama u tranziciji i dodatni popust u današnjem poslovanju našeg tržišta je veoma popularan. Sledeći kriterijumi po važnosti su logistički kriterijumi vreme isporuke robe i pouzdanost.

Za razliku od prethodne oblasti kada je izvršeno poređenje svih kriterijuma i njihovog značaja primenom fuzzy AHP i grubog AHP metoda, ovde je izvršen proračun i crisp AHP metodom. Rezultati glavnih kriterijuma primenom sve tri metode prikazani su na slici 5.19.



Slika 5.19. Vrednosti glavnih kriterijuma primenom AHP, FAHP i G'AHP (Fazlollahtabar i dr., 2017)

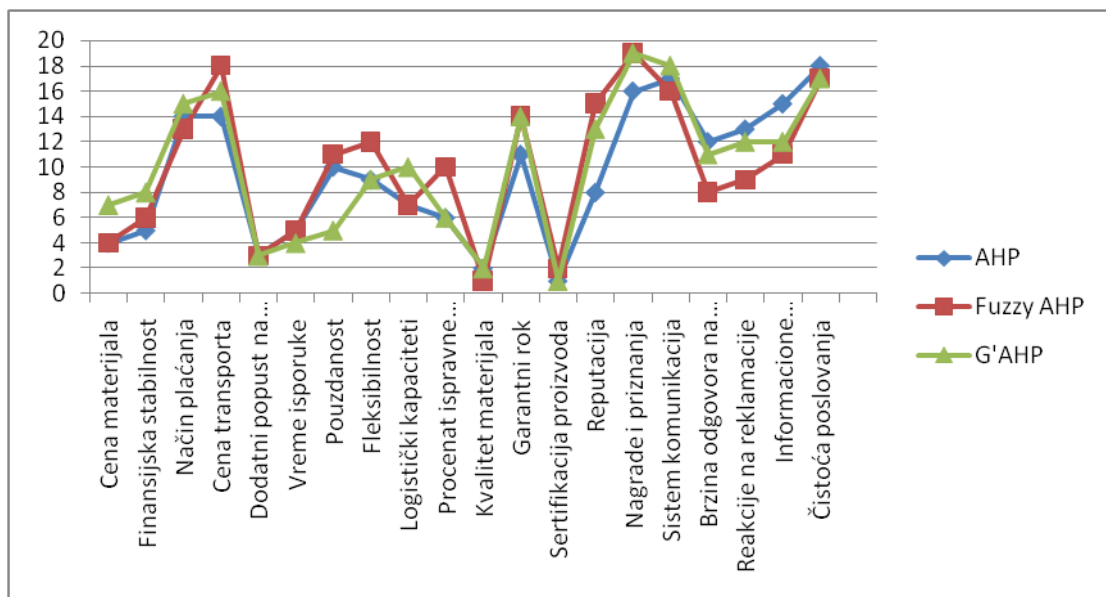
Na slici 5.19 su prikazane vrednosti glavnih kriterijuma proračunati primenom konvencionalnog tj. crisp AHP, fuzzy AHP i grubog AHP metoda, dok su u tabeli 5.43 predstavljeni svi rezultati koji uključuju svih dvadeset kriterijuma.

Tabela 5.43. Rezultati primenom tri različite metode (Fazlollahtabar i dr., 2017)

	AHP		FAHP		G'AHP	
	Vrednosti	Rang	Vrednosti	Rang	Vrednosti	Rang
Cena materijala	0,084	4	0,068	4	(0,28;0,53)	7
Finansijska stabilnost	0,047	5	0,052	6	(0,16;0,58)	8
Način plaćanja	0,025	14	0,039	13	(0,08;0,19)	14
Cena transporta	0,025	14	0,026	18	(0,08;0,17)	15
Dodatni popust na količinu	0,122	3	0,074	3	(0,42;0,76)	3
Vreme isporuke	0,047	5	0,056	5	(0,17;0,83)	4
Pouzdanost	0,033	10	0,043	11	(0,13;0,80)	5
Fleksibilnost	0,034	9	0,042	12	(0,11;0,61)	9
Logistički kapaciteti	0,039	7	0,050	7	(0,13;0,68)	10
Procenat ispravne realizacije isporuke	0,043	6	0,047	10	(0,15;0,74)	6
Kvalitet materijala	0,149	2	0,114	1	(0,46;0,90)	2
Garantni rok	0,032	11	0,037	14	(0,09;0,20)	13
Sertifikacija proizvoda	0,164	1	0,102	2	(0,50;1,00)	1
Reputacija	0,037	8	0,033	15	(0,10;0,21)	12
Nagrade i priznanja	0,017	16	0,021	19	(0,04;0,09)	18
Sistem komunikacija	0,012	17	0,032	16	(0,04;0,10)	17
Brzina odgovora na zahtev	0,029	12	0,048	8	(0,10;0,26)	11
Reakcije na reklamacije	0,027	13	0,044	9	(0,08;0,24)	11
Informacione tehnologije	0,021	15	0,043	11	(0,08;0,24)	11
Čistoća poslovanja	0,011	18	0,031	17	(0,04;0,14)	16

Sertifikacija proizvoda je najvažniji kriterijum primenom klasičnog i grubog AHP-a, dok primenjujući fuzzy AHP metod kvalitet materijala predstavlja najvažniji kriterijum. Jednak rang primenjujući sva tri oblika AHP metode je za dodatni popust na količinu koji se

nalazi na trećem mestu. Rezultati pokazuju da grubi AHP ima više sličnosti sa konvencionalnim u ovom konkretnom slučaju. Rangiranje svih kriterijuma od prvog do dvadesetog mesta prikazano je na slici 5.20.



Slika 5.20. Rangiranje kriterijuma primenom tri različita oblika AHP metode (Fazlollahtabar i dr., 2017)

5.11. Poljoprivredna oblast

U tabeli 5.44 prikazane su ocene glavnih kriterijuma u ovoj oblasti.

Tabela 5.44. Poređenje kriterijuma u poljoprivrednoj oblasti (autor)

		K₁	K₂	K₃	K₄
K₁	E ₁	(1,1,1)	(2,5/2,3)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1, 3/2, 2)
	E ₂	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₃	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)	(1/2, 2/3, 1)	(1, 3/2, 2)
K₂	E ₁	(1/3, 2/5, 1/2)	(1,1,1)	(2/7, 1/3, 2/5)	(2/3, 1, 2)
	E ₂	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)	(1, 3/2, 2)
	E ₃	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)	(1/3, 2/5, 1/2)	(2/3, 1, 2)
K₃	E ₁	(3/2, 2, 5/2)	(5/2, 3, 7/2)	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₂	(1, 3/2, 2)	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)	(2, 5/2, 3)
	E ₃	(1, 3/2, 2)	(2, 5/2, 3)	(1,1,1)	(2, 5/2, 3)
K₄	E ₁	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)
	E ₂	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(1/3, 2/5, 1/2)	(1,1,1)
	E ₃	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1/3, 2/5, 1/2)	(1,1,1)

Fuzzy težine za sve podkriterijume su proračunate primenom geometrijske sredine prema odgovorima donosioca odluka (Lee i dr., 2008) što je prikazano u Tabeli 5.45.

Tabela 5.45. Fuzzy težine za kriterijume u poljoprivrednoj oblasti (Stević, 2017)

	K₁	K₂	K₃	K₄								
K₁	1,000	1,000	1,000	1,260	1,710	2,466	0,464	0,606	0,874	1,310	1,817	2,321
K₂	0,405	0,585	0,794	1,000	1,000	1,000	0,362	0,446	0,585	0,763	1,145	2,000
K₃	1,145	1,651	2,154	1,710	2,241	2,759	1,000	1,000	1,000	1,817	2,321	2,823
K₄	0,464	0,606	0,874	0,500	0,874	1,310	0,354	0,431	0,550	1,000	1,000	1,000

Da bi se odredilo fazi proširenje kombinacija za svaki podkriterijum, prvo je potrebno proračunati $\sum_{j=1}^n M_{gi}^j$ vrednosti za svaki red matrice.

$$K_1=(1+1.260+0.464+1.310; 1+1.710+0.606+1.817; 1+2.466+0.874 +2.321)=(4.034; 5.133; 6.661) \text{ itd.}$$

$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n M_{gi}^j$ vrednosti su izračunate na sledeći način:

$$(4.034; 5.133; 6.661)+(2.531; 3.176; 4.379)+(5.672; 7.212; 8.736)+(2.318; 2.910; 3.734)=(14.555; 18.431; 23.510)$$

Onda, $S_i = \sum_{j=1}^n M_{gi}^j \times \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n M_{gi}^j \right]^{-1}$:

$$S_1=(4.034; 5.133; 6.661) \times (1/23.510; 1/18.431; 1/14.555)=(0.172; 0.278; 0.458) \text{ itd.}$$

Sada, vrednosti V (određivanje prioriteta) se računaju pomoću sledećih vektora.

$$V(S_1 \geq S_2) = 1$$

$$V(S_1 \geq S_3) = \frac{0.241 - 0.458}{(0.278 - 0.458) - (0.391 - 0.241)} = 0.657$$

$$V(S_1 \geq S_4) = 1$$

Težine prioriteta su izračunate:

$$d'=(C_1)\min(1; 0.657; 1)=0.657$$

$$d'=(C_2)\min(0.549; 0.214; 1)=0.214$$

$$d'=(C_3)\min(1; 1; 1)=1$$

$$d'=(C_4)\min(0.413; 0.912; 0.062)=0.062$$

Primenjujući jednačinu (47), dobijaju se težinske vrednosti, a iz jednačine (48) dobijaju se normalizovane težinske vrednosti kriterijuma:

$$W'=(0.657; 0.214; 1; 0.062)$$

$$W=(0.340; 0.111; 0.517; 0.032)$$

Dobijene težinske vrednosti kriterijuma označavaju da je treći kriterijum kvalitet materijala najznačajniji, dok finansije predstavljaju drugi najznačajniji kriterijum. Logistika ima nešto manju vrednost od kriterijuma finansije, dok je četvrti kriterijum komunikacija i poslovanje sa najmanjom vrednošću. Nakon proračuna težinskih vrednosti kriterijuma potrebno je proveriti stepen konzistentnosti. Defazifikacija je prikazana u Tabeli 5.46.

Tabela 5.46. Defazifikacija vrednosti kriterijuma u poljoprivrednoj oblasti (Stević, 2017)

	K₁	K₂	K₃	K₄
K₁	1,000	1,761	0,627	1,817
K₂	0,590	1,000	0,455	1,224
K₃	1,651	2,239	1,000	2,321
K₄	0,627	0,884	0,438	1,000

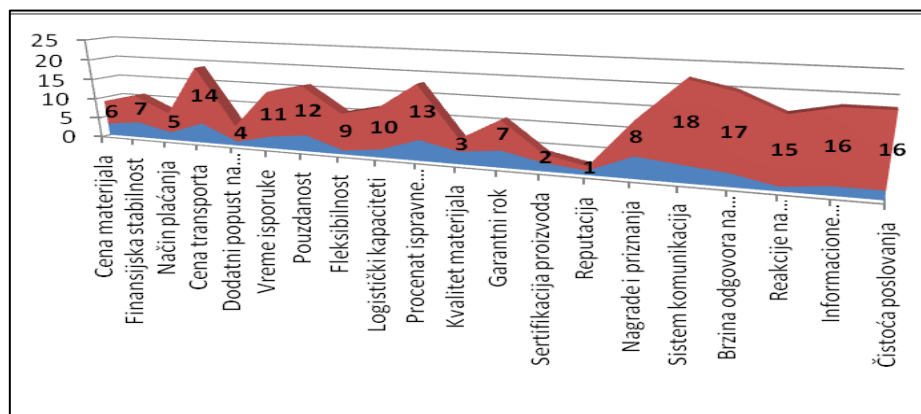
Nakon defazifikacije koja je prikazana u prethodnoj tabeli 5.46, primenjujući korake konvencionalnog AHP metoda, dobijaju se sledeće vrednosti: $\lambda_{\max} = 4.090$; $CI = 0.030$; $CR = 0.033$, što znači da je stepen konzistentnosti 0.033, koji je manji od maksimalnog dozvoljenog

ograničenja od 0.08 za ovu veličinu matrice. Nakon primene opisanih koraka Fuzzy AHP proračunate su težinske vrednosti za sve podkriterijume koji su prikazani u Tabeli 5.47.

Tabela 5.47. Konačne težine svih kriterijuma i podkriterijuma u oblasti poljoprivrede (Stević, 2017)

Kriterijumi	wj	Podkriterijumi	Lokalne težine	Globalne težine	Lokalni rang	Globalni rang
1. Finansije	0.340	1.1 Cena materijala	0,231	0,078	3	6
		1.2 Finansijska stabilnost	0,144	0,049	4	7
		1.3 Način plaćanja	0,287	0,097	2	5
		1.4 Cena transporta	0,029	0,010	5	14
		1.5 Dodatni popust na količinu	0,310	0,105	1	4
2. Logistika	0.111	2.1 Vreme isporuke	0,187	0,021	3	11
		2.2 Pouzdanost	0,178	0,020	4	12
		2.3 Fleksibilnost	0,252	0,028	1	9
		2.4 Logistički kapaciteti	0,244	0,027	2	10
		2.5 Procenat ispravne realizacije isporuke	0,139	0,015	5	13
3. Kvalitet	0.517	3.1 Kvalitet materijala	0,222	0,115	3	3
		3.2 Garantni rok	0,095	0,049	4	7
		3.3 Sertifikacija proizvoda	0,294	0,152	2	2
		3.4 Reputacija	0,320	0,165	1	1
		3.5 Nagrade i priznanja	0,069	0,036	5	8
4. Komunikacija i poslovanje	0.032	4.1 Sistem komunikacija	0,140	0,005	4	18
		4.2 Brzina odgovora na zahtev	0,177	0,006	3	17
		4.3 Reakcije na reklamacije	0,255	0,008	1	15
		4.4 Informacione tehnologije	0,206	0,007	2	16
		4.5 Čistoća poslovanja	0,221	0,007	2	16

Prema primenjenoj metodologiji, kao što se može videti iz Tabele 5.47, najvažniji kriterijumi za vrednovanje dobavljača u oblasti poljoprivrede su reputacija, sertifikacija proizvoda, kvalitet materijala, dodatni popust na količinu, način plaćanja, cena materijala, finansijska stabilnost, dok su ostali kriterijumi manje značajni. U poređenju sa određenim istraživanjima koja su izvršena u oblasti vrednovanja i izbora dobavljača, ovaj rad pokazuje da do sada manje primenjivani kriterijumi mogu imati značajan uticaj na vrednovanje dobavljača.



Slika 5.21. Prikaz rangova kriterijuma u poljoprivrednoj oblasti (autor)

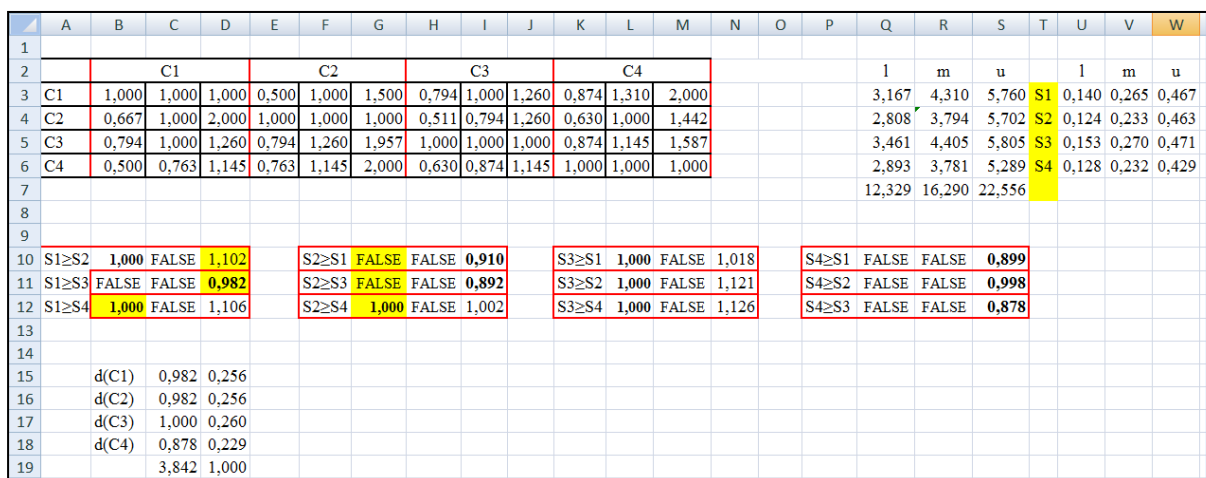
5.12. Ostalo

U oblast ostalo spadaju kompanije koje se bave proizvodnjom toplotnih pumpi, ekspanzionih modula za grejanje i proizvodnjom saobraćajnih znakova.

Tabela 5.48. Ocenjivanje kriterijuma u okviru oblasti ostalo (autor)

		K ₁	K ₂	K ₃	K ₄
K ₁	E ₁	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(1, 3/2, 2)
	E ₂	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)
	E ₃	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(1, 3/2, 2)
K ₂	E ₁	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1, 3/2, 2)
	E ₂	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)
	E ₃	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)
K ₃	E ₁	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)
	E ₂	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)
	E ₃	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1, 1, 1)
K ₄	E ₁	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)
	E ₂	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)
	E ₃	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1, 1, 1)	(1,1,1)

Na slici 5.22 dat je proračun glavnih kriterijuma sa koje se može uočiti da je treći kriterijum kvalitet najvažniji, dok prva dva kriterijuma finansije i logistika imaju identičnu vrednost i zauzimaju drugu poziciju. Komunikacije i poslovanje na se nalaze na poslednjem četvrtom mestu.



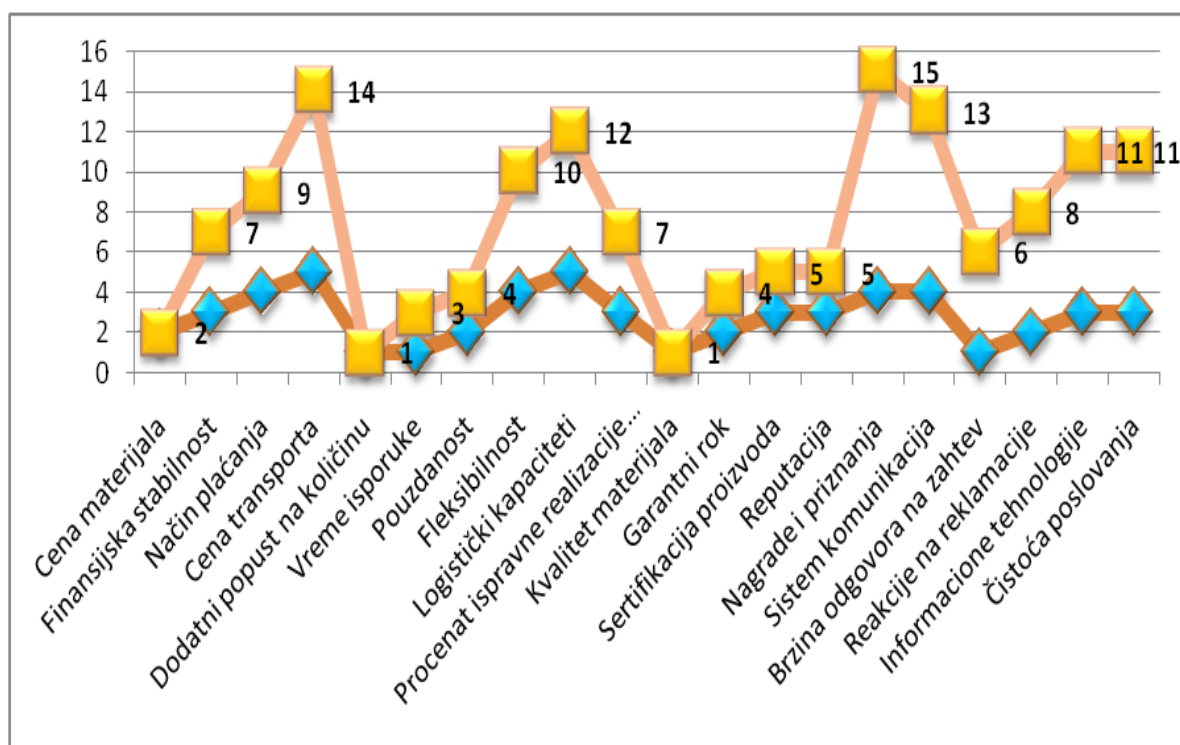
Slika 5.22. Rezultati značaja kriterijuma u oblasti ostalo (autor)

Posle izvršenog kompletnog proračuna rangovi kriterijuma prikazani su u Tabeli 5.49.

Tabela 5.49. Konačni rezultati i težine svih kriterijuma i podkriterijuma u oblasti ostalo (autor)

Kriterijumi	wj	Podkriterijumi	Lokalne težine	Globalne težine	Lokalni rang	Globalni rang
1. Finansije	0,256	1.1 Cena materijala	0,242	0,062	2	2
		1.2 Finansijska stabilnost	0,205	0,052	3	7
		1.3 Način plaćanja	0,183	0,047	4	9
		1.4 Cena transporta	0,098	0,025	5	14
		1.5 Dodatni popust na količinu	0,272	0,070	1	1

2.	Logistika	0.256	2.1	Vreme isporuke	0,239	0,061	1	3
			2.2	Pouzdanost	0,219	0,056	2	4
			2.3	Fleksibilnost	0,174	0,045	4	10
			2.4	Logistički kapaciteti	0,164	0,042	5	12
			2.5	Procenat ispravne realizacije isporuke	0,205	0,052	3	7
3.	Kvalitet	0.260	3.1	Kvalitet materijala	0,271	0,070	1	1
			3.2	Garantni rok	0,216	0,056	2	4
			3.3	Sertifikacija proizvoda	0,213	0,055	3	5
			3.4	Reputacija	0,210	0,055	3	5
			3.5	Nagrade i priznanja	0,090	0,023	4	15
4.	Komunikacija i poslovanje	0.229	4.1	Sistem komunikacija	0,157	0,036	4	13
			4.2	Brzina odgovora na zahtev	0,236	0,054	1	6
			4.3	Reakcije na reklamacije	0,222	0,051	2	8
			4.4	Informacione tehnologije	0,194	0,044	3	11
			4.5	Čistoća poslovanja	0,191	0,044	3	11



Slika 5.23. Prikaz rangova kriterijuma u oblasti ostalo (autor)

5.13. Vrednovanje prema referentnim naučnicima iz oblasti lanca snabdevanja

Pored ocenjivanja menadžera, kako bi model bio validniji u ocenjivanje uključeni su naučnici eksperti u ovoj oblasti koji imaju veliki broj publikacija objavljenih na ovu temu i koji su godinama učestvovali u ovakvim istraživanjima. Ukupno osam eksperata iz Litvanije, Irana, Srbije, Bosne i Hercegovine, Velike Britanije, Indije, Slovenije vršili su procenu najvažnijih kriterijuma za izbor dobavljača u lancima snabdevanja.

Tabela 5.50. Ocenjivanje kriterijuma u okviru oblasti ekspertske vrednovanje (autor)

		K ₁	K ₂	K ₃	K ₄
K ₁	E ₁	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1, 3/2, 2)
	E ₂	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1, 3/2, 2)
	E ₃	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₄	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₅	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₆	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₇	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₈	(1,1,1)	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)
K ₂	E ₁	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(2, 5/2, 3)
	E ₂	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₃	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)	(1, 1, 1)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₄	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₅	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)	(1, 1, 1)	(2, 5/2, 3)
	E ₆	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)
	E ₇	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₈	(1, 1, 1)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)
K ₃	E ₁	(3/2, 2, 5/2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(5/2, 3, 7/2)
	E ₂	(3/2, 2, 5/2)	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)	(5/2, 3, 7/2)
	E ₃	(1, 3/2, 2)	(1, 1, 1)	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₄	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)
	E ₅	(1, 3/2, 2)	(1, 1, 1)	(1,1,1)	(2, 5/2, 3)
	E ₆	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₇	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)
	E ₈	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)
K ₄	E ₁	(1/2, 2/3, 1)	(1/3, 2/5, 1/2)	(2/7, 1/3, 2/5)	(1,1,1)
	E ₂	(1/2, 2/3, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/7, 1/3, 2/5)	(1,1,1)
	E ₃	(2/3, 1, 2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)
	E ₄	(2/3, 1, 2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)
	E ₅	(2/3, 1, 2)	(1/3, 2/5, 1/2)	(1/3, 2/5, 1/2)	(1,1,1)
	E ₆	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)
	E ₇	(2/3, 1, 2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)
	E ₈	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)

Na slici 5.24 prikazan je postupak proračuna i finalne vrednosti kriterijuma prema ocenjivanju referentnih naučnika u oblasti lanaca snabdevanja.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W		
1																									
2			C1				C2				C3				C4										
3	C1	1,000	1,000	1,000	0,586	0,776	1,189	0,574	0,760	1,172	0,595	1,107	1,612				2,755	3,643	4,973	S1	0,123	0,215	0,386		
4	C2	0,841	1,288	1,707	1,000	1,000	1,000	0,586	0,951	1,456	1,336	1,871	2,387				3,762	5,110	6,550	S2	0,168	0,301	0,509		
5	C3	0,853	1,316	1,741	0,722	1,052	1,565	1,000	1,000	1,000	1,323	1,874	2,400				3,898	5,242	6,706	S3	0,174	0,309	0,521		
6	C4	0,620	0,904	1,682	0,419	0,535	0,749	0,417	0,534	0,756	1,000	1,000	1,000				2,456	2,972	4,186	S4	0,110	0,175	0,325		
7																	12,872	16,966	22,416						
8																									
9																									
10	S1≥S2	FALSE	FALSE	0,716		S2≥S1	1,000	FALSE	1,289		S3≥S1	1,000	FALSE	1,310		S4≥S1	FALSE	FALSE	0,837						
11	S1≥S3	FALSE	FALSE	0,693		S2≥S3	FALSE	FALSE	0,977		S3≥S2	1,000	FALSE	1,023		S4≥S2	FALSE	FALSE	0,555						
12	S1≥S4	1,000	FALSE	1,167		S2≥S4	1,000	FALSE	1,461		S3≥S4	1,000	FALSE	1,482		S4≥S3	FALSE	FALSE	0,531						
13																									
14																									
15		d(C1)	0,693	0,216																					
16		d(C2)	0,977	0,305																					
17		d(C3)	1,000	0,312																					
18		d(C4)	0,531	0,166																					
19			3,201	1,000																					

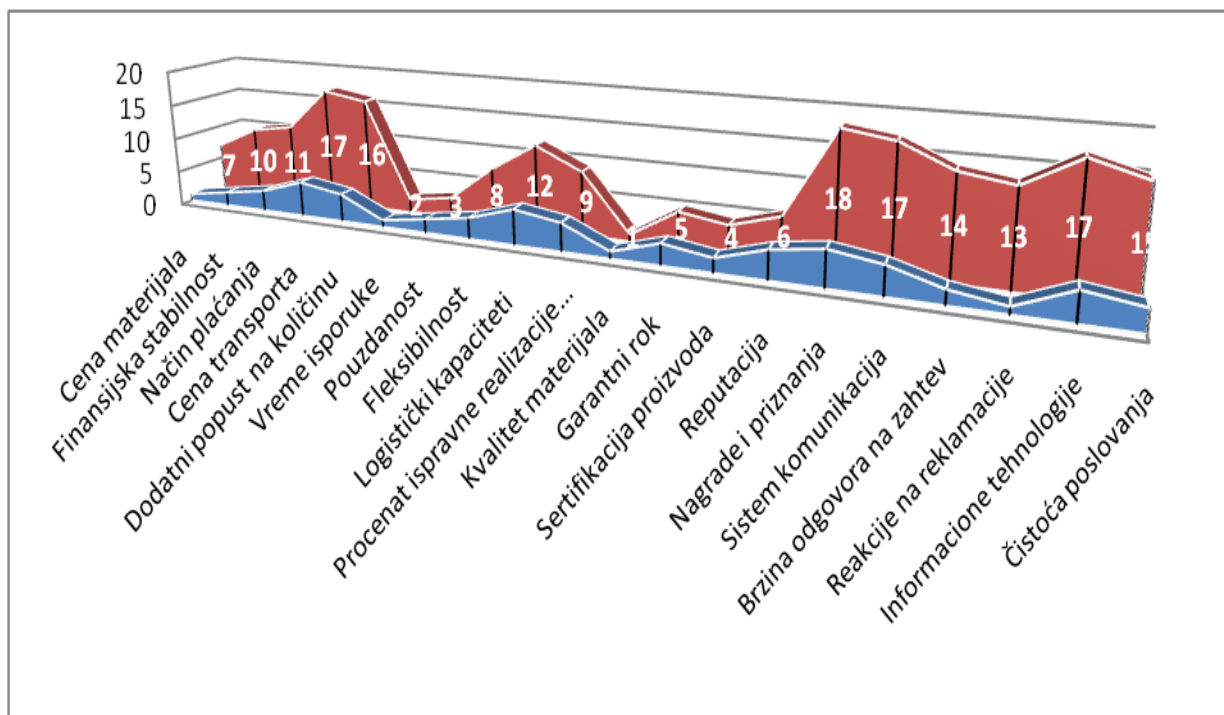
Slika 5.24. Proračun značaja kriterijuma prema referentnim naučnicima (autor)

Na slici 5.24 dat je proračun glavnih kriterijuma sa koje se može uočiti da je treći kriterijum kvalitet najvažniji, dok drugi kriterijum logistika ima nešto manju vrednost i zauzima drugu poziciju. Finansije su na trećem mestu sa nešto manjom vrednošću od prethodno dva navedena, dok je kriterijum komunikacije i poslovanje se nalazi na poslednjem četvrtom mestu.

Tabela 5.51. Konačne težine svih kriterijuma i podkriterijuma u oblasti ekspertskog vrednovanja (autor)

Kriterijumi	wj	Podkriterijumi	Lokalne težine	Globalne težine	Lokalni rang	Globalni rang
1. Finansije	0,216	1.1 Cena materijala	0,264	0,057	1	7
		1.2 Finansijska stabilnost	0,230	0,050	2	10
		1.3 Način plaćanja	0,223	0,048	3	11
		1.4 Cena transporta	0,132	0,029	5	17
		1.5 Dodatni popust na količinu	0,151	0,033	4	16
2. Logistika	0,305	2.1 Vreme isporuke	0,254	0,077	1	2
		2.2 Pouzdanost	0,242	0,074	2	3
		2.3 Fleksibilnost	0,177	0,054	3	8
		2.4 Logistički kapaciteti	0,151	0,046	5	12
		2.5 Procenat ispravne realizacije isporuke	0,175	0,053	4	9
3. Kvalitet	0,312	3.1 Kvalitet materijala	0,317	0,099	1	1
		3.2 Garantni rok	0,202	0,063	3	5
		3.3 Sertifikacija proizvoda	0,209	0,065	2	4
		3.4 Reputacija	0,185	0,058	4	6
		3.5 Nagrade i priznanja	0,087	0,027	5	18
4. Komunikacija i poslovanje	0,166	4.1 Sistem komunikacija	0,173	0,029	4	17
		4.2 Brzina odgovora na zahtev	0,219	0,036	2	14
		4.3 Reakcije na reklamacije	0,223	0,037	1	13
		4.4 Informacione tehnologije	0,173	0,029	4	17
		4.5 Čistoća poslovanja	0,212	0,035	3	15

Prema primenjenoj metodologiji kao što se može videti iz Tabele 5.51 i slike 5.25 najvažniji kriterijumi za vrednovanje dobavljača: kvalitet materijala, vreme isporuke, pouzdanost, sertifikacija proizvoda, garantni rok, reputacija, cena materijala, fleksibilnosti i procenat ispravne realizacije isporuke robe, dok su ostali kriterijumi manje značajni.



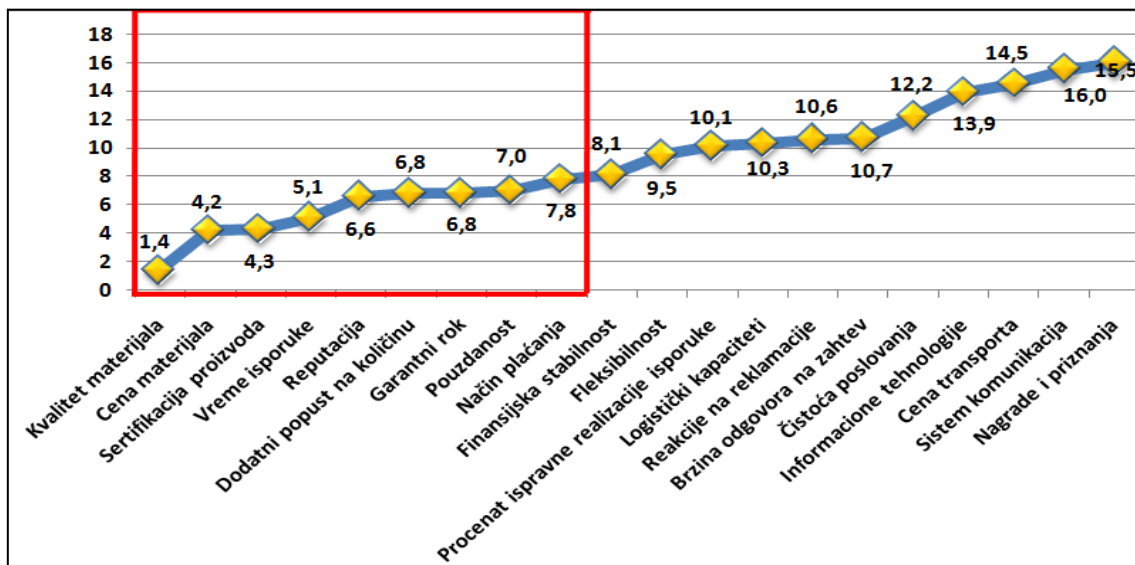
Slika 5.25. Prikaz rangova kriterijuma prema referentnim naučnicima (autor)

5.14. Formiranje modela

Na osnovu svih prethodnih proračuna u svim proizvodnim oblastima dolazi se do konačnih rezultata odnosno željenih devet kriterijuma koji će činiti model. Da bi se mogli izdvojiti kriterijumi potrebno je prikazati rangiranje istih u svim proizvodnim oblastima. Na osnovu prosečne vrednosti globalnih rangova koji su prikazani u Tabeli 5.52 izdvaja se devet kriterijuma.

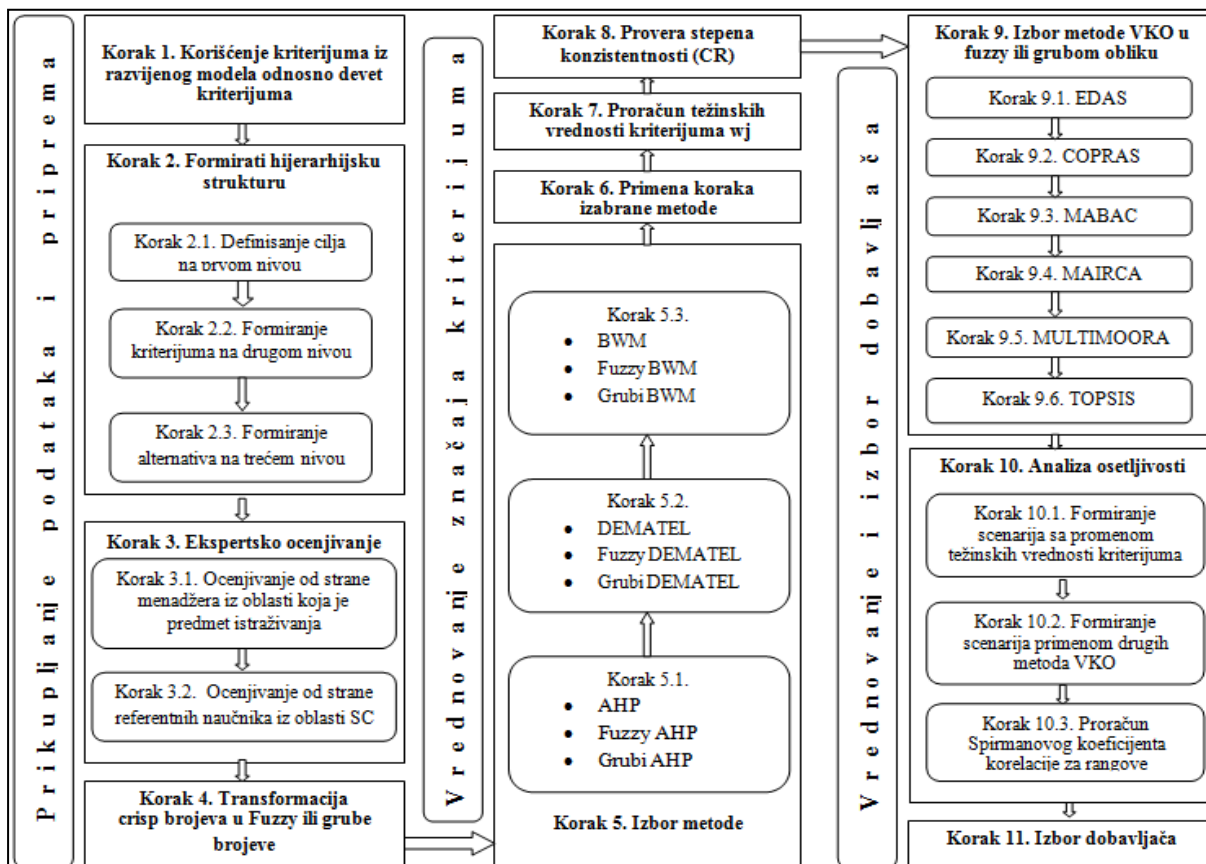
Tabela 5.52. Prosečne vrednosti svih kriterijuma u svim oblastima vrednovanja (autor)

Krit.	Žica		PVC		PKiF		Namestaj		Građevin		PPC.		Autom. ind.		Poljopriv.		Ostalo		Naučnici		AVL	AVG
	LR	GR	LR	GR	LR	GR	LR	GR	LR	GR	LR	GR	LR	GR	LR	GR	LR	GR	LR	GR		
K ₁	2,00	3,00	3,00	8,00	1,00	2,00	1,00	1,00	3,00	4,00	2,00	5,00	2,00	4,00	3,00	6,00	2,00	2,00	1,00	7,00	2,00	4,20
K ₂	3,00	7,00	1,00	3,00	3,00	5,00	2,00	9,00	4,00	12,00	4,00	15,00	3,00	6,00	4,00	7,00	3,00	7,00	2,00	10,00	2,90	8,10
K ₃	1,00	1,00	4,00	11,00	5,00	13,00	3,00	10,00	1,00	2,00	1,00	3,00	4,00	13,00	2,00	5,00	4,00	9,00	3,00	11,00	2,80	7,80
K ₄	4,00	11,00	5,00	14,00	4,00	12,00	5,00	14,00	5,00	14,00	5,00	17,00	5,00	18,00	5,00	14,00	5,00	14,00	5,00	17,00	4,80	14,50
K ₅	5,00	15,00	2,00	5,00	2,00	3,00	3,00	10,00	2,00	3,00	3,00	8,00	1,00	3,00	1,00	4,00	1,00	1,00	4,00	16,00	2,40	6,80
K ₆	1,00	4,00	2,00	6,00	1,00	6,00	1,00	4,00	2,00	8,00	1,00	2,00	1,00	5,00	3,00	11,00	1,00	3,00	1,00	2,00	1,40	5,10
K ₇	3,00	8,00	1,00	3,00	2,00	7,00	3,00	8,00	1,00	7,00	2,00	7,00	4,00	11,00	4,00	12,00	2,00	4,00	2,00	3,00	2,40	7,00
K ₈	4,00	9,00	2,00	6,00	3,00	8,00	4,00	12,00	3,00	9,00	4,00	12,00	5,00	12,00	1,00	9,00	4,00	10,00	3,00	8,00	3,30	9,50
K ₉	2,00	7,00	3,00	9,00	4,00	9,00	5,00	14,00	5,00	13,00	3,00	10,00	2,00	7,00	2,00	10,00	5,00	12,00	5,00	12,00	3,60	10,30
K ₁₀	5,00	12,00	4,00	12,00	3,00	8,00	2,00	6,00	4,00	11,00	5,00	13,00	3,00	10,00	5,00	13,00	3,00	7,00	4,00	9,00	3,80	10,10
K ₁₁	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	3,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,20	1,40
K ₁₂	3,00	6,00	3,00	4,00	3,00	5,00	4,00	7,00	2,00	7,00	4,00	9,00	3,00	14,00	4,00	7,00	2,00	4,00	3,00	5,00	3,10	6,80
K ₁₃	2,00	5,00	2,00	2,00	2,00	4,00	3,00	5,00	4,00	10,00	2,00	4,00	2,00	2,00	2,00	2,00	3,00	5,00	2,00	4,00	2,40	4,30
K ₁₄	4,00	12,00	4,00	6,00	2,00	4,00	2,00	3,00	3,00	8,00	3,00	6,00	4,00	15,00	1,00	1,00	3,00	5,00	4,00	6,00	3,00	6,60
K ₁₅	5,00	16,00	5,00	16,00	4,00	17,00	5,00	16,00	5,00	16,00	5,00	19,00	5,00	19,00	5,00	8,00	4,00	15,00	5,00	18,00	4,80	16,00
K ₁₆	4,00	14,00	4,00	13,00	4,00	16,00	5,00	15,00	5,00	15,00	5,00	18,00	4,00	16,00	4,00	18,00	4,00	13,00	4,00	17,00	4,30	15,50
K ₁₇	1,00	6,00	3,00	12,00	3,00	14,00	4,00	13,00	2,00	6,00	1,00	11,00	1,00	8,00	3,00	17,00	1,00	6,00	2,00	14,00	2,10	10,70
K ₁₈	2,00	10,00	2,00	10,00	2,00	11,00	2,00	11,00	3,00	7,00	2,00	12,00	2,00	9,00	1,00	15,00	2,00	8,00	1,00	13,00	1,90	10,60
K ₁₉	4,00	14,00	5,00	15,00	5,00	15,00	3,00	12,00	4,00	14,00	3,00	14,00	3,00	11,00	2,00	16,00	3,00	11,00	4,00	17,00	3,60	13,90
K ₂₀	3,00	13,00	1,00	7,00	1,00	12,00	1,00	10,00	1,00	5,00	4,00	16,00	5,00	17,00	2,00	16,00	3,00	11,00	3,00	15,00	2,40	12,20



Slika 5.26. Ukupno rangiranje kriterijuma na osnovu njihove prosečne vrednosti u svim proizvodnim oblastima (autor)

Crvena linija označava podelu kriterijuma koji su razmatrani u dosadašnjem toku istraživanja i onih koji se primenjuju u nastavku istog. Pošto je u pitanju rang kriterijuma to znači da najmanja vrednost predstavlja najbolje rešenje (rangiranje u okviru jedne proizvodne delatnosti je na osnovu maksimalne vrednosti).



Slika 5.27. Predloženi model za vrednovanje i izbor dobavljača za različite proizvodne lance snabdevanja (autor)

Na slici 5.27 je prikazan opšti model vrednovanja dobavljača koji može biti primenjiv u različitim proizvodnim oblastima lanca snabdevanja, ali i u njegovim različitim fazama. Sastoji se iz tri faze: prikupljanje i priprema podataka za vrednovanje, određivanje relativnih težina kriterijuma i vrednovanja i izbora dobavljača. Prva faza prikupljanja i pripreme podataka podrazumeva inicijalnu fazu vrednovanja dobavljača i sastoji se od četiri koraka. Prvi predstavlja korišćenje kriterijuma iz razvijenog modela, odnosno devet kriterijuma. Nakon toga, u drugom koraku potrebno je formirati hijerarhijsku strukturu sa ciljem, kriterijumima i alternativama od prvog do trećeg nivoa respektivno. U trećem koraku preporučuje se pored ocenjivanja menadžera iz oblasti koja je predmet istraživanja i konsultovanje sa referentnim naučnicima iz oblasti lanca snabdevanja koji su izvršili veliki broj istih ili sličnih istraživanja, te njihovo iskustvo može biti od izuzetnog značaja. Poslednji korak prve faze predstavlja transformacija ulaznih podataka, odnosno pretvaranje crisp brojeva u fuzzy ili grube brojeve u zavisnosti od primenjenih metoda. Druga faza sastoji se takođe od četiri koraka od kojih prvi podrazumeva izbor metode za određivanje relativnih težina kriterijuma. One se mogu odrediti primenom klasične AHP ili primenom AHP u fuzzy ili grubom obliku. Još jedna metoda čija je primena i kroz ovaj rad demonstrirana jeste DEMATEL u svim svojim oblicima. Pored njih preporučuje se i primena BWM metode, od kojih grubi BWM (Stević i dr., 2017b) oblik daje najbolje rezultate. Nakon izbora metode za određivanje težinskih vrednosti kriterijuma primenjuju se koraci izabrane metode što čini šesti korak predloženog modela. Zatim, potrebno je izračunati težine i proveriti stepen konzistentnosti ukoliko se koriste metode AHP ili BWM što predstavlja sedmi i osmi korak respektivno. Treća faza je vrednovanje i izbor dobavljača koju čine tri koraka, od kojih je prvi izbor metode u fuzzy ili grubom obliku za rangiranje alternativa. U model su implementirane metode koje su sastavni deo proračuna ovog rada, a to su EDAS, COPRAS, MABAC, MAIRCA, MULTIMOORA, TOPSIS. Model nije ograničen samo na primenu navedenih metoda, jer radi se o oblasti koja se veoma brzo razvija, pa u narednom periodu može se očekivati i razvoj nove metode koja se može primeniti za rangiranje alternativa. Deseti korak predstavlja analiza osetljivosti koja podrazumeva tri stavke: formiranje scenarija sa promenom težinskih vrednosti kriterijuma, formiranje scenarija za rangiranje primenom drugih metoda i proračun Spirmanovog koeficijenta korelacije rangova.

LITERATURA

- [1] Balezentis, A., and Balezentis, T. (2011), "An innovative multi-criteria supplier selection based on two-tuple MULTIMOORA and hybrid data", *Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research*, Vol. 45 No. 2, pp.37-56.
- [2] Büyüközkan, G., and Göçer, F. (2017), "Application of a new combined intuitionistic fuzzy MCDM approach based on axiomatic design methodology for the supplier selection problem", *Applied Soft Computing*, Vol. 52, pp.1222-1238.
- [3] Çebi, F., and Bayraktar, D. (2003), "An integrated approach for supplier selection", *Logistics information management*, Vol. 16 No. 6, pp. 395-400.
- [4] Chan, F. T., and Kumar, N. (2007), "Global supplier development considering risk factors using fuzzy extended AHP-based approach", *Omega*, Vol. 35 No. 4, pp. 417-431.
- [5] Dickson, G. W. (1966), "An analysis of vendor selection and the buying process", *Journal of Purchasing*, Vol. 2 No. 1, pp. 5-17.
- [6] Ellram, L. M. (1990). The supplier selection decision in strategic partnerships, *Journal of Purchasing and materials Management*, Vol. 26 No. 4, pp. 8-14.
- [7] Fallahpour, A., Olugu, E. U., and Musa, S. N. (2017), "A hybrid model for supplier selection: integration of AHP and multi expression programming (MEP)", *Neural Computing and Applications*, Vol. 28 No. 3, pp. 499-504.
- [8] Fazlollahtabar, H., Vasiljević, M., Stević, Ž., Vesković, S., (2017). Evaluation of supplier criteria in automotive industry using rough AHP. *International Conference on Management, Engineering and Environment ICMNEE 2017*, 186-197
- [9] Gencer, C., and Gürpınar, D. (2007). Analytic network process in supplier selection: A case study in an electronic firm. *Applied mathematical modelling*, Vol. 31 No 11, pp. 2475-2486.
- [10] Guo, X., Yuan, Z., and Tian, B. (2009), "Supplier selection based on hierarchical potential support vector machine", *Expert Systems with Applications*, Vol. 36 No. 3, pp.6978-6985.
- [11] Hruška, R., Průša, P., and Babić, D. (2014). The use of AHP method for selection of supplier. *Transport*, Vol 29 No. 2, pp. 195-203.
- [12] Hudymáčová, M., Benková, M., Pócsová, J., and Škovránek, T. (2010). Supplier selection based on multi-criterial AHP method. *Acta Montanistica Slovaca*, Vol. 15 No 3, pp. 249-255.
- [13] Jamil, N., Besar, R., and Sim, H. K. (2013). A Study of Multicriteria Decision Making for Supplier Selection in Automotive Industry. *Journal of Industrial Engineering*, vol. 2013, Article ID 841584, 22 pages.
- [14] Kahraman, C., Cebeci, U., and Ulukan, Z. (2003), "Multi-criteria supplier selection using fuzzy AHP", *Logistics information management*, Vol. 16 No. 6, pp. 382-394.
- [15] Kannan, V. R., and Choon Tan, K. (2006), "Buyer-supplier relationships: The impact of supplier selection and buyer-supplier engagement on relationship and firm performance", *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 36 No. 10, pp.755-775.
- [16] Kilic, H. S. (2013), "An integrated approach for supplier selection in multi-item/multi-supplier environment", *Applied Mathematical Modelling*, Vol. 37 No. 14, pp.7752-7763.
- [17] Lam, K. C., Tao, R., Lam, M. C. K. (2010), "A material supplier selection model for property developers using fuzzy principal component analysis", *Automation in Construction*, Vol. 19, pp.608-618.

- [18] Lee, A. H. (2009), "A fuzzy supplier selection model with the consideration of benefits, opportunities, costs and risks", *Expert systems with applications*, Vol. 36 No. 2, pp.2879-2893.
- [19] Lee, A. H., Chen, W. C., & Chang, C. J. (2008). A fuzzy AHP and BSC approach for evaluating performance of IT department in the manufacturing industry in Taiwan. *Expert systems with applications*, 34(1), 96-107.
- [20] Lin, H. T., and Chang, W. L. (2008), "Order selection and pricing methods using flexible quantity and fuzzy approach for buyer evaluation", *European Journal of Operational Research*, Vol. 187 No. 2, pp.415-428.
- [21] Özbek, A. (2015), "Supplier Selection with Fuzzy TOPSIS", *Journal of Economics and Sustainable Development*, Vol.6 No.18, 114-125
- [22] Rezaei, J., Fahim, P. B., and Tavasszy, L. (2014), "Supplier selection in the airline retail industry using a funnel methodology: Conjunctive screening method and fuzzy AHP", *Expert Systems with Applications*, Vol. 41 No. 18, pp.8165-8179.
- [23] Sawik, T. (2010), "Single VS. Multiple objective supplier selection in make to order environment", *Omega*, Vol. 38 No. 3-4, pp.203-212.
- [24] Simpson, P. M., Sigauw, J. A., and White, S. C. (2002), "Measuring the performance of suppliers: an analysis of evaluation processes", *Journal of Supply Chain Management*, Vol. 38, No. 4, pp. 29-41.
- [25] Stević Ž., Vasiljević M., Vesković S., Blagojević A., Đorđević Ž., (2017a) „Defining the most important criteria for suppliers evaluation in construction companies“ International conference Transport and Logistics Niš, Serbia, pp. 91-96
- [26] Stević, Ž., (2017), Evaluation of supplier selection criteria in agricultural company using fuzzy AHP method, 22th International Scientific Conference Strategic Management and Decision Support Systems in Strategic Management, 607-612
- [27] Stević, Ž., Pamučar, D., Kazimieras Zavadskas, E., Čirović, G., & Prentkovskis, O. (2017b). The Selection of Wagons for the Internal Transport of a Logistics Company: A Novel Approach Based on Rough BWM and Rough SAW Methods. *Symmetry*, 9(11), 264.
- [28] Stević, Ž., Tanackov, I., Vasiljević, M., Novarlić, B., & Stojić, G. (2016) An integrated fuzzy AHP and TOPSIS model for supplier evaluation. *Serbian Journal of Management*, 11(1), 15-27.
- [29] Stević, Ž.; Tanackov, I., Vasiljević, M., Rikalović, A., (2017c), Supplier evaluation criteria: AHP rough approach XVII International Scientific Conference on Industrial Systems, Novi Sad. 298-303
- [30] Ting, S. C., and Cho, D. I. (2008), "An integrated approach for supplier selection and purchasing decisions", *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol 13 No. 2, pp.116-127.
- [31] Uygun, Ö., Kaçamak, H., Ayşim, G., and Şimşir, F. (2013), "Supplier selection for automotive industry using multi-criteria decision making techniques", *TOJSAT: The Online Journal of Science and Technology*, Vol. 3 No. 4, pp.126-137.
- [32] Wang, G., Huang, S. H., and Dismukes, J. P. (2004), "Product-driven supply chain selection using integrated multi-criteria decision-making methodology", *International Journal of Production Economics*, Vol. 91 No. 1, pp.1-15.
- [33] Wang, T. K., Zhang, Q., Chong, H. Y., and Wang, X. (2017), "Integrated Supplier Selection Framework in a Resilient Construction Supply Chain: An Approach via Analytic Hierarchy Process (AHP) and Grey Relational Analysis (GRA)", *Sustainability*, Vol. 9 No. 2, pp.289.

- [34] Wang, W. P. (2010), "A Fuzzy linguistic computing approach to supplier selection", *Applied Mathematical Modeling*, Vol. 34, pp.3130-3141.
- [35] Weber, C. A., Current, J. R., and Benton, W. C. (1991), "Vendor selection criteria and methods", *European journal of operational research*, Vol. 50 No. 1, pp.2-18.
- [36] Yücenur, G. N., Vayvay, Ö., and Demirel, N. Ç. (2011), "Supplier selection problem in global supply chains by AHP and ANP approaches under fuzzy environment", *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 56 No. 5-8, pp.823-833.
- [37] Zeydan, M., Çolpan, C., and Çobanoğlu, C. (2011), "A combined methodology for supplier selection and performance evaluation", *Expert Systems with Applications*, Vol. 38 No. 3, pp.2741-2751.

6. TESTIRANJE MODELA NA PRAKTIČNIM PRIMERIMA

„*Obrazovan je onaj koji ima obraza*“.
Vladika Nikolaj Velemirović

Nakon kompletnog proračuna u različitim proizvodnim delatnostima i izdvajanja željenog broja kriterijuma koje čine model za vrednovanje dobavljača u lancima snabdevanja potrebno je na konkretnim primerima izvršiti njegovu verifikaciju. U nastavku prikazana su tri praktična primera koja se odnose na sledeće:

- kompanija za proizvodnju nameštaja,
- kompanija za proizvodnju plastičnih kesa i folija i
- kompanija u oblasti građevinarstva.

6.1. Vrednovanje dobavljača u kompaniji za proizvodnju nameštaja

Vrednovanje dobavljača u ovom poglavlju izvršeno je u kompaniji koja se bavi proizvodnjom nameštaja. Ulazni parametri odnosno kriterijumi na osnovu kojih se vrši vrednovanje su: kvalitet materijala, cena materijala, sertifikacija proizvoda, vreme isporuke robe, reputacija, dodatni popust na količinu, garantni rok, pouzdanost i način plaćanja. Objašnjenja navedenih kriterijuma su već data prethodno u radu u poglavlju Razvoj modela za vrednovanje dobavljača, a objašnjenja se mogu naći i u (Stević, 2017). Drugi i četvrti kriterijum pripadaju grupi troškovnih kriterijuma, dok su ostali benefitni kriterijumi.

6.1.1. Određivanje težinskih vrednosti kriterijuma primenom grubog AHP metoda

Kada je u pitanju primenjena metodologija za vrednovanje i izbor dobavljača u ovoj kompaniji, radi se o kombinaciji grubog AHP metoda i grube TOPSIS metode. Kao što je već i napomenuto u prethodnom delu rada prvo je potrebno izvršiti pojedinačna poređenja svakog donosioca odluke i proračunati stepen konzistentnosti za svaku matricu. Nakon toga potrebno je formirati grupnu matricu poređenja u parovima.

U nastavku su prikazane pojedinačne matrice poređenja za svakog DO. Pored toga prikazani su izračunati CR za svaku matricu.

$$DM_1 \begin{bmatrix} 1 & 1/3 & 3 & 1 & 4 & 7 & 4 & 5 & 7 \\ 3 & 1 & 4 & 3 & 4 & 9 & 5 & 7 & 9 \\ 1/3 & 1/4 & 1 & 1 & 1/3 & 5 & 3 & 4 & 5 \\ 1 & 1/3 & 1 & 1 & 1 & 5 & 4 & 4 & 5 \\ 1/4 & 1/4 & 3 & 1 & 1 & 7 & 5 & 7 & 7 \\ 1/7 & 1/9 & 1/5 & 1/5 & 1/7 & 1 & 1/4 & 1/3 & 1 \\ 1/4 & 1/5 & 1/3 & 1/4 & 1/5 & 4 & 1 & 4 & 4 \\ 1/5 & 1/7 & 1/4 & 1/4 & 1/7 & 3 & 1/4 & 1 & 3 \\ 1/7 & 1/9 & 1/5 & 1/5 & 1/7 & 1 & 1/4 & 1/3 & 1 \end{bmatrix}, CR = 0,074$$

$$DM_2 \begin{bmatrix} 1 & 1/3 & 3 & 3 & 1 & 7 & 5 & 9 & 5 \\ 3 & 1 & 4 & 4 & 3 & 7 & 7 & 9 & 7 \\ 1/3 & 1/4 & 1 & 1/3 & 1/4 & 4 & 3 & 3 & 4 \\ 1/3 & 1/4 & 3 & 1 & 1/3 & 5 & 4 & 4 & 5 \\ 1 & 1/3 & 4 & 3 & 1 & 5 & 4 & 5 & 5 \\ 1/7 & 1/7 & 1/4 & 1/5 & 1/5 & 1 & 1/4 & 1/3 & 1 \\ 1/5 & 1/7 & 1/3 & 1/4 & 1/4 & 4 & 1 & 3 & 4 \\ 1/9 & 1/9 & 1/3 & 1/4 & 1/5 & 3 & 1/3 & 1 & 3 \\ 1/5 & 1/7 & 1/4 & 1/5 & 1/5 & 1 & 1/4 & 1/3 & 1 \end{bmatrix}, CR = 0,076$$

$$DM_3 \begin{bmatrix} 1 & 1 & 5 & 5 & 3 & 9 & 5 & 7 & 9 \\ 1 & 1 & 5 & 5 & 3 & 9 & 5 & 7 & 9 \\ 1/5 & 1/5 & 1 & 1/3 & 1/4 & 5 & 3 & 4 & 5 \\ 1/5 & 1/5 & 3 & 1 & 1/3 & 5 & 3 & 4 & 5 \\ 1/3 & 1/3 & 4 & 3 & 1 & 7 & 4 & 4 & 7 \\ 1/9 & 1/9 & 1/5 & 1/5 & 1/7 & 1 & 1/5 & 1/3 & 1 \\ 1/5 & 1/5 & 1/3 & 1/3 & 1/4 & 5 & 1 & 3 & 5 \\ 1/7 & 1/7 & 1/4 & 1/4 & 1/4 & 3 & 1/3 & 1 & 3 \\ 1/9 & 1/9 & 1/5 & 1/5 & 1/7 & 1 & 1/5 & 1/3 & 1 \end{bmatrix}, CR = 0,073$$

Pošto je $CR_e < 0,1$ ($e=1,2,3$), sva poređenja su zadovoljena i može se formirati grupna matrica poređenja \tilde{E} primenjujući jednačinu (50).

$$\tilde{E} \begin{bmatrix} 1,1,1 & \frac{1}{3}, \frac{1}{3}, 1 & 3,3,5 & 1,3,5 & 4,1,3 & 7,7,9 & 4,5,5 & 5,9,7 & 7,5,9 \\ 3,3,1 & 1,1,1 & 4,4,5 & 3,4,5 & 4,3,3 & 9,7,9 & 5,7,5 & 7,9,7 & 9,7,9 \\ 1,1,1 & 1,1,1 & 1,1,1 & 1,1,1 & 1,1,1 & 1,1,1 & 1,1,1 & 1,1,1 & 1,1,1 \\ \frac{3}{3}, \frac{3}{3}, \frac{5}{5} & \frac{4}{4}, \frac{4}{4}, \frac{5}{5} & 1,1,1 & \frac{3}{3}, \frac{3}{3}, 1 & \frac{3}{3}, \frac{4}{4}, \frac{4}{4} & 5,4,5 & 3,3,3 & 4,3,4 & 5,4,5 \\ 1, \frac{1}{3}, \frac{1}{5} & \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \frac{1}{5} & 1,3,3 & 1,1,1 & 1, \frac{1}{3}, \frac{1}{3} & 5,5,5 & 4,4,3 & 4,4,4 & 5,5,5 \\ \frac{1}{4}, 1, \frac{1}{3} & \frac{1}{4}, \frac{1}{3}, \frac{1}{3} & 3,4,4 & 1,3,3 & 1,1,1 & 7,5,7 & 5,4,4 & 7,5,4 & 7,5,7 \\ 1,1,1 & 1,1,1 & 1,1,1 & 1,1,1 & 1,1,1 & 1,1,1 & 1,1,1 & 1,1,1 & 1,1,1 \\ \frac{7}{7}, \frac{7}{7}, \frac{9}{9} & \frac{9}{9}, \frac{7}{7}, \frac{9}{9} & \frac{5}{5}, \frac{4}{4}, \frac{5}{5} & \frac{5}{5}, \frac{5}{5}, \frac{5}{5} & \frac{7}{7}, \frac{5}{5}, \frac{7}{7} & 1,1,1 & \frac{4}{4}, \frac{4}{4}, \frac{5}{5} & \frac{3}{3}, \frac{3}{3}, \frac{3}{3} & 1,1,1 \\ 1,1,1 & 1,1,1 & 1,1,1 & 1,1,1 & 1,1,1 & 1,1,1 & 1,1,1 & 1,1,1 & 1,1,1 \\ \frac{4}{4}, \frac{5}{5}, \frac{5}{5} & \frac{5}{5}, \frac{7}{7}, \frac{5}{5} & \frac{3}{3}, \frac{3}{3}, \frac{3}{3} & \frac{4}{4}, \frac{4}{4}, \frac{3}{3} & \frac{5}{5}, \frac{4}{4}, \frac{4}{4} & 4,4,5 & 1,1,1 & 4,3,3 & 4,4,5 \\ 1,1,1 & 1,1,1 & 1,1,1 & 1,1,1 & 1,1,1 & 1,1,1 & 1,1,1 & 1,1,1 & 1,1,1 \\ \frac{5}{5}, \frac{9}{9}, \frac{7}{7} & \frac{7}{7}, \frac{7}{7}, \frac{9}{9} & \frac{4}{4}, \frac{3}{3}, \frac{4}{4} & \frac{4}{4}, \frac{4}{4}, \frac{4}{4} & \frac{7}{7}, \frac{5}{5}, \frac{4}{4} & 3,3,3 & \frac{4}{4}, \frac{3}{3}, \frac{3}{3} & 1,1,1 & 3,3,3 \\ 1,1,1 & 1,1,1 & 1,1,1 & 1,1,1 & 1,1,1 & 1,1,1 & 1,1,1 & 1,1,1 & 1,1,1 \\ \frac{7}{7}, \frac{5}{5}, \frac{9}{9} & \frac{9}{9}, \frac{7}{7}, \frac{9}{9} & \frac{5}{5}, \frac{4}{4}, \frac{5}{5} & \frac{5}{5}, \frac{5}{5}, \frac{5}{5} & \frac{7}{7}, \frac{5}{5}, \frac{7}{7} & 1,1,1 & \frac{4}{4}, \frac{4}{4}, \frac{5}{5} & \frac{3}{3}, \frac{3}{3}, \frac{3}{3} & 1,1,1 \end{bmatrix}$$

Kako bi se izračunala matrica potrebno je izvršiti proračun koristeći jednačine iz trećeg koraka Grube AHP metode, odnosno jednačine (51)-(56).

Primer proračuna elementa matrice M je sledeći:

$$\tilde{x}_{19} = \{7,5,9\}$$

$$\underline{Lim}(5) = 5, \quad \overline{Lim}(5) = \frac{1}{3}(5 + 7 + 9) = 7$$

$$\underline{Lim}(7) = \frac{1}{2}(5 + 7) = 6; \quad \overline{Lim}(7) = \frac{1}{2}(7 + 9) = 8$$

$$\underline{Lim}(9) = \frac{1}{3}(5 + 7 + 9) = 7, \quad \overline{Lim}(9) = 9$$

$$RN(x_{19}^1) = RN(7) = [6; 8]$$

$$RN(x_{19}^2) = RN(5) = [5; 7]$$

$$RN(x_{19}^3) = RN(9) = [7; 9]$$

Prema jednačinama (53) - (55)

$$x_{19}^L = \frac{x_{19}^1 + x_{19}^2 + x_{19}^3}{3} = \frac{6 + 5 + 7}{3} = 6$$

$$x_{19}^U = \frac{x_{19}^1 + x_{19}^2 + x_{19}^3}{3} = \frac{8 + 7 + 9}{3} = 8$$

Onda se gruba sekvenca \tilde{x}_{19} u \tilde{E} transformiše u grubi broj $RN(x_{19}) = [6; 8]$. Nakon proračuna za sve elemente prethodne matrice može se formirati grupna gruba matrica:

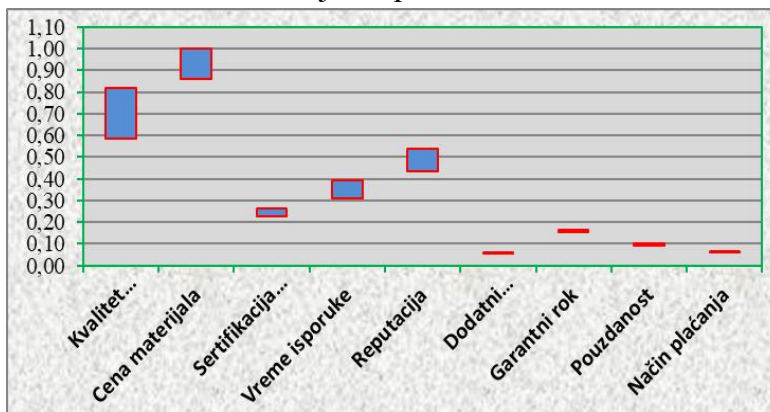
$$M = \begin{bmatrix} [1; 1] & [0.44; 0.78][3.22; 4.11] & [2; 4] & [1.89; 3.89][7.33; 8.33] & [7.33; 8.33] & [7.33; 8.33] & [7.33; 8.33] & [7.33; 8.33] \\ [1.89; 2.78] & [1; 1] & [4.11; 4.56] & [3.5; 4.5] & [3.11; 3.56][7.89; 8.78] & [5.22; 6.11] & [7.33; 8.33] & [7.89; 8.78] \\ [0.26; 0.32][0.22; 0.24] & [1; 1] & [0.44; 0.78] & [0.26; 0.30][4.45; 4.89] & [3; 3] & [3.45; 3.89] & [4.45; 4.89] \\ [0.33; 0.73][0.23; 0.29] & [1.89; 2.78] & [1; 1] & [0.44; 0.78] & [5; 5] & [3.45; 3.89] & [4; 4] & [5; 5] \\ [0.36; 0.73][0.28; 0.31] & [3.45; 3.89] & [1.89; 2.78] & [1; 1] & [5.89; 6.78] & [4.11; 4.55] & [4.61; 6.11] & [5.89; 6.78] \\ [0.12; 0.14][0.12; 0.13] & [0.21; 0.23] & [0.2; 0.2] & [0.15; 0.17] & [1; 1] & [0.22; 0.24] & [0.33; 0.33] & [1; 1] \\ [0.21; 0.23][0.17; 0.19] & [0.33; 0.33] & [0.26; 0.30] & [0.22; 0.24] & [4.11; 4.55] & [1; 1] & [3.11; 3.55] & [4.11; 4.55] \\ [0.13; 0.17][0.12; 0.14] & [0.26; 0.30] & [0.25; 0.25] & [0.17; 0.23] & [3; 3] & [0.28; 0.31] & [1; 1] & [3; 3] \\ [0.13; 0.17][0.12; 0.13] & [0.21; 0.23] & [0.2; 0.2] & [0.15; 0.17] & [1; 1] & [0.22; 0.24] & [0.33; 0.33] & [1; 1] \end{bmatrix}$$

Nakon toga, potrebno je proračunati grube težine kriterijuma primenjujući jednačine (57) i (58).

$$w = \left\{ \begin{array}{l} [2.65; 3.70]; [3.88; 4.52]; [1.03; 1.20]; [1.41; 1.78]; [1.96; 2.45]; [0.27; 0.28]; \\ [0.69; 0.75]; [0.27; 0.28]; [0.27; 0.28] \end{array} \right\}$$

$$w' = \left\{ \begin{array}{l} [0.58; 0.82]; [0.86; 1.00]; [0.23; 0.26]; [0.31; 0.39]; [0.43; 0.54]; [0.06; 0.06]; \\ [0.15; 0.17]; [0.09; 0.10]; [0.06; 0.06] \end{array} \right\}$$

Proračunate vrednosti za sve kriterijume prikazane su na slici 6.1.



Slika 6.1. Vrednosti svih kriterijuma izražene u grubim brojevima (autor)

6.1.2. Vrednovanje dobavljača primenom grube TOPSIS metode

Posle izračunatih težinskih vrednosti kriterijuma za vrednovanje dobavljača, primenjena je gruba TOPSIS metoda za rangiranje alternativa. Proces transformacije individualnih matrica poređenja u grupnu je identičan kao što je kod grubog AHP metoda i prikazan je u Tabeli 6.1.

Tabela 6.1. Grupna matrica poređenja (autor)

	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅					
Dobavljač 1	3.45	3.89	4.00	4.00	5.11	5.55	3.22	4.11	6.11	6.55
Dobavljač 2	5.22	5.78	3.45	3.89	5.22	5.78	3.11	3.55	6.22	6.78
Dobavljač 3	4.00	4.00	4.45	4.89	5.11	5.55	6.11	6.55	4.00	4.00
Dobavljač 4	3.45	3.89	5.55	5.89	3.22	4.11	6.22	6.78	5.11	5.55
Dobavljač 5	3.11	3.55	3.45	3.89	5.22	5.79	3.45	3.89	5.11	5.55
	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉						
Dobavljač 1	4.89	6.39	4.00	4.00	6.22	6.78	3.45	3.89		
Dobavljač 2	4.45	4.89	5.11	5.55	6.00	6.00	7.00	7.00		
Dobavljač 3	3.00	3.00	5.00	5.00	3.11	3.55	5.22	5.78		
Dobavljač 4	3.45	3.89	3.45	3.89	5.00	5.00	4.22	5.11		
Dobavljač 5	5.11	5.55	4.11	4.55	5.11	5.55	4.45	4.89		

Primenjujući jednačine (24)-(26) dobijena je otežana normalizovana gruba matrica koja je prikazana u Tabeli 6.2, a primenjujući jednačine (27) i (28), određene su PIS i NIS takođe prikazane u Tabeli 6.2.

Tabela 6.2. Otežana normalizovana gruba matrica sa PIS i NIS (autor)

	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅					
Dobavljač 1	0.35	0.55	0.58	0.68	0.20	0.25	0.15	0.24	0.39	0.52
Dobavljač 2	0.53	0.82	0.50	0.66	0.21	0.26	0.14	0.21	0.40	0.54
Dobavljač 3	0.40	0.57	0.65	0.83	0.20	0.25	0.28	0.38	0.26	0.32
Dobavljač 4	0.35	0.55	0.81	1.00	0.13	0.19	0.29	0.39	0.33	0.44
Dobavljač 5	0.31	0.50	0.50	0.66	0.21	0.26	0.16	0.23	0.33	0.44
PIS	0.82	0.50	0.26	0.14	0.54					
NIS	0.31	1.00	0.13	0.39	0.26					
	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉						
Dobavljač 1	0.04	0.06	0.11	0.12	0.09	0.10	0.03	0.04		
Dobavljač 2	0.04	0.05	0.14	0.17	0.08	0.09	0.06	0.06		
Dobavljač 3	0.03	0.03	0.14	0.15	0.04	0.05	0.04	0.05		
Dobavljač 4	0.03	0.04	0.09	0.12	0.07	0.08	0.04	0.05		
Dobavljač 5	0.05	0.05	0.11	0.14	0.07	0.09	0.04	0.04		
PIS	0.06	0.17	0.10	0.06						
NIS	0.03	0.09	0.04	0.04						

Primenjujući peti korak ove metode dobijaju se konačni rezultati prikazani u tabeli 6.3.

Tabela 6.3. Relativne bliskosti alternativa i njihov rang (autor)

	d _i *	d _i ⁻	CC _i = $\frac{d_i^-}{d_i^* + d_i^-}$	Rank
D ₁	0.54	0.62	0.534	2
D ₂	0.37	0.82	0.688	1
D ₃	0.65	0.47	0.420	4
D ₄	0.78	0.38	0.328	5
D ₅	0.58	0.63	0.519	3

Posle dobijenih rezultata dobavljač dva predstavlja najpogodnije rešenje. Stabilnost rezultata i dobijeni rang su provereni u poglavlju diskusija i analiza osetljivosti.

6.2. Vrednovanje dobavljača u kompaniji za proizvodnju plastičnih kesa i folija

U odnosu na tabelu 5.37 gde su izdvojeni kriterijumi u oblasti proizvodnje plastičnih kesa i folija i izdvojenih kriterijuma na osnovu ocenjivanja menadžera iz svih proizvodnih oblasti može se zaključiti da ne postoje prevelike razlike. U suštini jedina razlika jeste da u ukupnom rangiranju kriterijum finansijska stabilnost koji je prema tabeli 5.37 delio petu poziciju nije u prvih devet, tako da se ne razmatra u nastavku modela.

Pošto postoji razlika između kriterijuma koji čine model i najznačajnijih kriterijuma u datoj oblasti potrebno je u izvršiti ponovno ocenjivanje kriterijuma. Nakon ponovnog ocenjivanja kriterijuma izvršen je proračun vrednosti kriterijuma primenjujući Fuzzy AHP metodu, a nakon toga provera CR i u završnom koraku primenjena je fuzzy EDAS metoda za vrednovanje i izbor dobavljača.

6.2.1. Proračun težinskih vrednosti kriterijuma primenom Fuzzy AHP metode

Tabela 6.4. Poređenje devet kriterijuma od strane tri donosioca odluke u kompaniji za proizvodnju plastičnih kesa i folija (autor)

		K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉																			
K ₁	E ₁	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	1,50	1,00	1,50	2,00	1,00	1,50	2,00	1,50	2,00	2,50	0,50	1,00	1,50	1,50	2,00	2,50	2,00	2,50	3,00	2,50	3,00	3,50	
	E ₂	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,50	2,00	2,50	1,00	1,50	2,00	1,50	2,00	2,50	0,50	1,00	1,50	1,00	1,50	2,00	1,50	2,00	2,50	2,00	2,50	3,00	
	E ₃	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,50	2,00	1,00	1,50	2,00	1,50	2,00	2,50	0,50	1,00	1,50	1,50	2,00	2,50	2,00	2,50	3,00	2,50	3,00	3,50	
K ₂	E ₁	0,67	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	1,50	0,50	1,00	1,50	1,00	1,50	2,00	1,00	1,00	1,00	1,50	2,00	1,50	2,00	2,50	2,00	2,50	3,00		
	E ₂	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,50	2,00	2,50	1,00	1,50	2,00	1,50	2,00	2,50	0,50	1,00	1,50	1,00	1,50	2,00	1,50	2,00	2,50	2,00	2,50	3,00	
	E ₃	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,50	2,00	1,00	1,50	2,00	1,50	2,00	2,50	0,50	1,00	1,50	1,50	2,00	2,50	2,00	2,50	3,00	2,50	3,00	3,50	
K ₃	E ₁	0,50	0,67	1,00	0,67	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	1,50	0,67	1,00	2,00	0,50	1,00	1,50	1,00	1,50	2,00	1,50	2,00	2,50	
	E ₂	0,40	0,50	0,67	0,40	0,50	0,67	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	1,50	0,67	1,00	2,00	0,50	1,00	1,50	0,50	1,00	1,50	0,50	1,00	1,50	
	E ₃	0,50	0,67	1,00	0,50	0,67	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	1,50	0,67	1,00	2,00	0,50	1,00	1,50	0,50	1,00	1,50	1,00	1,50	2,00	
K ₄	E ₁	0,50	0,67	1,00	0,67	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	1,50	0,67	1,00	2,00	0,50	1,00	1,50	1,00	1,50	2,00	1,50	2,00	2,50	
	E ₂	0,50	0,67	1,00	0,50	0,67	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	1,50	0,67	1,00	2,00	0,50	1,00	1,50	0,50	1,00	1,50	0,50	1,00	1,50	
	E ₃	0,50	0,67	1,00	0,50	0,67	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	1,50	0,67	1,00	2,00	0,50	1,00	1,50	0,50	1,00	1,50	1,00	1,50	2,00	
K ₅	E ₁	0,40	0,50	0,67	0,50	0,67	1,00	0,67	1,00	2,00	0,67	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,67	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	1,50	1,00	1,50	2,00	
	E ₂	0,40	0,50	0,67	0,40	0,50	0,67	0,67	1,00	2,00	0,67	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	0,67	1,00	2,00	0,67	1,00	2,00	0,50	1,00	1,50	0,50	1,00	1,50	
	E ₃	0,40	0,50	0,67	0,40	0,50	0,67	0,67	1,00	2,00	0,67	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,67	1,00	0,67	1,00	2,00	0,50	1,00	1,50	0,50	1,00	1,50	
K ₆	E ₁	0,67	1,00	2,00	1,00	1,00	0,50	1,00	1,50	0,50	1,00	1,50	1,00	1,50	1,00	1,50	1,00	1,00	1,00	1,50	2,00	1,50	2,00	2,50	2,00	2,50	3,00		
	E ₂	0,67	1,00	2,00	0,67	1,00	2,00	0,50	1,00	1,50	0,50	1,00	1,50	0,50	1,00	1,50	1,00	1,00	1,00	1,50	2,00	1,50	2,00	2,50	2,00	2,50	3,00		
	E ₃	0,67	1,00	2,00	0,67	1,00	2,00	0,50	1,00	1,50	0,50	1,00	1,50	1,00	1,50	2,00	1,00	1,00	1,00	1,50	2,00	1,50	2,00	2,50	2,00	2,50	3,00		
K ₇	E ₁	0,40	0,50	0,67	0,50	0,67	1,00	0,67	1,00	2,00	0,67	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,67	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	1,50	1,00	1,50	2,00	
	E ₂	0,50	0,66	1,00	0,50	0,67	1,00	0,67	1,00	2,00	0,67	1,00	2,00	0,50	1,00	1,50	0,67	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	1,50	0,50	1,00	1,50	
	E ₃	0,40	0,50	0,67	0,40	0,50	0,67	0,67	1,00	2,00	0,67	1,00	2,00	0,50	1,00	1,50	0,50	0,67	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	1,50	0,50	1,00	1,50	
K ₈	E ₁	0,33	0,40	0,50	0,40	0,50	0,67	0,50	0,67	1,00	0,50	0,67	1,00	0,67	1,00	2,00	0,40	0,50	0,67	0,67	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	1,50	
	E ₂	0,40	0,50	0,67	0,40	0,50	0,67	0,67	1,00	2,00	0,67	1,00	2,00	0,67	1,00	2,00	0,50	0,67	1,00	0,67	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	1,50	
	E ₃	0,33	0,40	0,50	0,33	0,40	0,50	0,67	1,00	2,00	0,67	1,00	2,00	0,67	1,00	2,00	0,33	0,40	0,50	0,67	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	1,50	
K ₉	E ₁	0,29	0,33	0,40	0,33	0,40	0,50	0,40	0,50	0,67	0,40	0,50	0,67	0,50	0,67	1,00	0,33	0,40	0,50	0,50	0,67	1,00	0,67	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	
	E ₂	0,33	0,40	0,50	0,33	0,40	0,50	0,67	1,00	2,00	0,67	1,00	2,00	0,67	1,00	2,00	0,50	0,67	1,00	0,67	1,00	2,00	0,67	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	
	E ₃	0,29	0,33	0,40	0,29	0,33	0,40	0,50	0,67	1,00	0,50	0,67	1,00	0,67	1,00	2,00	0,33	0,40	0,50	0,67	1,00	2,00	0,67	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	

Nakon ponovnog ocenivanja postupak dobijanja težinskih vrednosti je identičan postupku koji je detaljno opisan u prethodnim delovima rada, stoga se u tabeli 6.5 prikazuju agregirane vrednosti i vrednosti dobijene nakon prvog koraka primene fuzzy AHP metode. I na kraju su prikazane vrednosti kriterijuma.

Tabela 6.5. Vrednosti kriterijuma primenom geometrijske sredine i posle prvog koraka (autor)

	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉
K ₁	1,000	0,990	1,651	1,500	2,000	1,000	1,817	2,321	2,823
K ₂	1,022	1,000	1,439	1,309	1,817	0,990	1,651	2,154	2,657
K ₃	0,627	0,731	1,000	1,000	1,000	1,111	1,000	1,143	1,439
K ₄	0,694	0,810	1,000	1,000	1,000	1,111	1,000	1,143	1,439
K ₅	0,511	0,566	1,111	1,111	1,000	0,810	1,058	1,000	1,143
K ₆	1,111	1,058	1,000	1,000	1,309	1,000	1,309	1,817	2,107
K ₇	0,566	0,627	1,111	1,111	0,990	0,810	1,000	1,000	1,143
K ₈	0,438	0,473	0,948	0,948	1,111	0,524	1,111	1,000	1,000
K ₉	0,358	0,381	0,731	0,731	0,948	0,485	0,948	1,000	1,000
	l	m	u		l	m	u		
K ₁	11,387	15,112	18,768	S ₁	0,092	0,172	0,296		
K ₂	10,466	14,032	17,635	S ₂	0,084	0,159	0,278		
K ₃	6,180	8,886	12,583	S ₃	0,050	0,101	0,198		
K ₄	6,256	9,017	12,868	S ₄	0,050	0,102	0,203		
K ₅	5,608	7,958	12,428	S ₅	0,045	0,090	0,196		
K ₆	7,915	11,546	16,163	S ₆	0,064	0,131	0,255		
K ₇	5,539	8,064	12,358	S ₇	0,045	0,092	0,195		
K ₈	5,181	7,153	11,524	S ₈	0,042	0,081	0,182		
K ₉	4,899	6,339	9,901	S ₉	0,039	0,072	0,156		
Σ	63,430	88,107	124,228						

Težinske vrednosti kriterijuma su sledeće: C₁=0,177; C₂=0,166; C₃=0,106; C₄=0,109; C₅=0,099; C₆=0,142; C₇=0,100; C₈=0,088; C₉=0,013 što znači da je prvi kriterijum kvalitet materijala najznačajniji. Nešto manji značaj imaju kriterijumi cena materijala i dodatni popust na količinu. Posmatrajući dobijene vrednosti u odnosu na prethodno vrednovanje kriterijuma u datoj kompaniji može se uočiti da su rezultati približni što potvrđuje doslednost menadžera date kompanije i njihovo neosporno znanje i iskustvo koje poseduju. Subjektivnost pri ocenjivanju kriterijuma je neznatna što potvrđuju sledeće vrednosti ključnih parametara: λ_{max}=9.311; CI=0.039 i CR=0.027.

6.2.2. Izbor dobavljača primenom Fuzzy EDAS metode

Za izbor dobavljača koristi se jedna od novijih metoda MCDM odnosno fuzzy EDAS metoda koja je razvijena 2016. godine, dok je njen konvencionalni oblik razvijen godinu dana ranije. U tabeli 6.6 su prikazane ocene dobavljača od strane tri menadžera na osnovu lingvističke skale.

Tabela 6.6. Ocenjivanje dobavljača na osnovu lingvističke skale (autor)

Ekspert	Dob.	Kriterijum								
		K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉
E ₁	D ₁	H	H	H	H	VH	H	MH	H	VH
	D ₂	H	MH	H	VH	H	M	MH	H	VH
	D ₃	M	L	H	ML	M	L	MH	L	MH
	D ₄	L	ML	M	ML	MH	ML	M	M	M
	D ₅	ML	M	MH	M	L	M	MH	ML	M
	D ₆	MH	MH	M	MH	ML	VL	ML	ML	ML
E ₂	D ₁	H	MH	VH	H	H	H	MH	VH	H
	D ₂	MH	MH	H	VH	VH	MH	MH	H	VH
	D ₃	M	M	MH	M	M	ML	MH	L	H

E ₃	D ₄	L	M	ML	ML	MH	M	M	MH	M
	D ₅	L	M	H	M	ML	M	M	ML	MH
	D ₆	M	MH	ML	MH	ML	L	ML	M	ML
	D ₁	VH	MH	VH	MH	H	VH	H	VH	VH
	D ₂	H	H	MH	H	VH	MH	H	H	VH
	D ₃	M	ML	M	ML	M	ML	H	ML	MH
	D ₄	ML	M	ML	L	H	M	ML	MH	H
	D ₅	L	ML	H	ML	ML	MH	M	L	MH
	D ₆	M	MH	M	MH	M	ML	ML	M	L

U tabeli 6.7 prikazani su elementi prosečne matrice odlučivanja i prosečna matrica matrica rešenja koji su dobijeni primenom prvog odnosno trećeg koraka ove metode. Bitno je još jednom napomenuti da drugi kriterijum cena materijala i četvrti kriterijum vreme isporuke pripadaju troškovnim kriterijumima, dok ostali sedam pripadaju korisnim.

Tabela 6.7. Elementi prosečne matrice odlučivanja i prosečna matrica rešenja (autor)

	A ₁				A ₂				A ₃				A ₄			
K ₁	0,73	0,83	0,87	0,93	0,63	0,73	0,77	0,87	0,40	0,50	0,50	0,60	0,13	0,23	0,27	0,37
K ₂	0,57	0,67	0,73	0,83	0,57	0,67	0,73	0,83	0,23	0,33	0,37	0,47	0,33	0,43	0,47	0,57
K ₃	0,77	0,87	0,93	0,97	0,63	0,73	0,77	0,87	0,53	0,63	0,67	0,77	0,33	0,43	0,47	0,57
K ₄	0,63	0,73	0,77	0,87	0,77	0,87	0,93	0,97	0,27	0,37	0,43	0,53	0,17	0,27	0,33	0,43
K ₅	0,73	0,83	0,87	0,93	0,77	0,87	0,93	0,97	0,40	0,50	0,50	0,60	0,57	0,67	0,73	0,83
K ₆	0,73	0,83	0,87	0,93	0,47	0,57	0,63	0,73	0,17	0,27	0,33	0,43	0,33	0,43	0,47	0,57
K ₇	0,57	0,67	0,73	0,83	0,57	0,67	0,73	0,83	0,57	0,67	0,73	0,83	0,33	0,43	0,47	0,57
K ₈	0,77	0,87	0,93	0,97	0,70	0,80	0,80	0,90	0,13	0,23	0,27	0,37	0,47	0,57	0,63	0,73
K ₉	0,77	0,87	0,93	0,97	0,80	0,90	1,00	1,00	0,57	0,67	0,73	0,83	0,50	0,60	0,60	0,70
	A ₅				A ₆				AV							
K ₁	0,13	0,23	0,27	0,37	0,43	0,53	0,57	0,67	0,41	0,51	0,54	0,64				
K ₂	0,33	0,43	0,47	0,57	0,50	0,60	0,70	0,80	0,42	0,52	0,58	0,68				
K ₃	0,63	0,73	0,77	0,87	0,33	0,43	0,47	0,57	0,54	0,64	0,68	0,77				
K ₄	0,33	0,43	0,47	0,57	0,50	0,60	0,70	0,80	0,45	0,55	0,61	0,70				
K ₅	0,33	0,43	0,47	0,57	0,27	0,37	0,43	0,53	0,51	0,61	0,66	0,74				
K ₆	0,43	0,53	0,57	0,67	0,10	0,17	0,23	0,33	0,37	0,47	0,52	0,61				
K ₇	0,43	0,53	0,57	0,67	0,20	0,30	0,40	0,50	0,45	0,55	0,61	0,71				
K ₈	0,17	0,27	0,33	0,43	0,33	0,43	0,47	0,57	0,43	0,53	0,57	0,66				
K ₉	0,47	0,57	0,63	0,73	0,17	0,27	0,33	0,43	0,55	0,65	0,70	0,78				

Primenjujući fuzzy EDAS metod u tabeli 6.8 dobijeni su rezultati i konačan rang.

Tabela 6.8. Konačni rezultati i rang dobavljača (autor)

	\widetilde{sp}_i	\widetilde{sn}_i	\widetilde{nsp}_i
A ₁	(0.06, 0.31, 0.43, 0.64)	(-0.05, 0.05, 0.11, 0.20)	(0.17, 0.87, 1.21, 1.79)
A ₂	(-0.08, 0.17, 0.29, 0.54)	(-0.02, 0.08, 0.14, 0.22)	(-0.21, 0.49, 0.82, 1.51)
A ₃	(-0.06, 0.08, 0.15, 0.29)	(-0.12, 0.10, 0.17, 0.38)	(-0.16, 0.22, 0.43, 0.81)
A ₄	(-0.10, 0.06, 0.14, 0.30)	(-0.07, 0.12, 0.20, 0.39)	(-0.28, 0.16, 0.40, 0.85)
A ₅	(-0.14, 0.04, 0.13, 0.32)	(-0.04, 0.13, 0.21, 0.37)	(-0.40, 0.12, 0.36, 0.88)
A ₆	(-0.07, 0.00, 0.02, 0.09)	(-0.12, 0.17, 0.35, 0.63)	(-0.19, -0.01, 0.06, 0.25)
	\widetilde{nsn}_i	\widetilde{as}_i	$k(\widetilde{as}_i)$
A ₁	(0.021, 0.59, 0.80, 1.17)	(0.19, 0.73, 1.00, 1.48)	0.85
A ₂	(0.13, 0.47, 0.70, 1.07)	(-0.04, 0.48, 0.76, 1.29)	0.62
A ₃	(-0.49, 0.33, 0.63, 1.48)	(-0.33, 0.27, 0.53, 1.15)	0.41
A ₄	(-0.53, 0.21, 0.53, 1.29)	(-0.40, 0.19, 0.47, 1.07)	0.33
A ₅	(-0.43, 0.20, 0.49, 1.15)	(-0.42, 0.16, 0.43, 1.02)	0.30
A ₆	(-1.43, -0.37, 0.34, 1.46)	(-0.81, -0.19, 0.20, 0.85)	0.01

Prema dobijenim rezultatima rang alternativa je prema opadajućim vrednostima, pa dobavljač jedan predstavlja najbolje rešenje, dok ostali dobavljači zauzimaju pozicije kao što su i poredane u modelu, s tim što je bitno naglasiti da dobavljač šest ima vrednost blizu nule i predstavlja veoma loše rešenje.

6.3. Vrednovanje dobavljača u građevinskoj kompaniji

U ovom potpoglavlju izvršen je izbor dobavljača u građevinskoj kompaniji na osnovu novog pristupa u oblasti višekriterijumskog odlučivanja. Težinski koeficijenti kriterijuma određeni su primenom DEMATEL metode zasnovane na grubim brojevima. Vrednovanje i izbor dobavljača izvršen je primenom nove Grube EDAS metode koja predstavlja jednu od novijih metoda u ovoj oblasti. Kako bi se utvrdila stabilnost modela i primenjivost predložene Grube EDAS metode u radu je takođe izvršeno proširenje COPRAS i MULTIMOORA metoda grubim brojevima i prikazani su rezultati uporedne analize. Pored novih pristupa zasnovanih na proširenju grubim brojevima dobijeni rezultati su poređeni i sa Grubim MABAC i Grubom MAIRCA. Pored toga, u analizi osetljivosti formirano je ukupno 18 različitih scenarija u kojima kriterijumi menjaju svoju prvobitnu vrednost. Na kraju analize osetljivosti izvršen je SKK (Spearmanov koeficijent korelacije) dobijenih rangova koji potvrđuje primenjivost svih predloženih pristupa.

6.3.1. Značaj vrednovanja i izbora dobavljača u oblasti građevinarstva

Izbor dobavljača prema Soheilrad idr., (2017) predstavlja važnu stavku kada je u pitanju donošenje odluka o upravljanju koje razmatra nekoliko kvalitativnih i kvantitativnih kriterijuma. Značajnost ovog procesa u organizacijama ogleda se kroz formiranje konačne cene proizvoda, jer je cena sirovina kao glavnog proizvoda veoma bitna u finalnom proizvodu (Bai i Sarkis 2010; Ramanathan 2007). Izbor dobavljača je jedna od bitnijih stavki za upravljanje lancem snabdevanja (Zhong i Yao, 2017), dok upravljanje i razvoj odnosa sa dobavljačima je kritično pitanje za postizanje konkurentske prednosti (Bai i Sarkis, 2011). Uzimajući u obzir činjenicu da je izbor dobavljača u lancu snabdevanja grupno odlučivanje zasnovano na više kriterijuma, prema Zolfani i dr., (2012) potrebno je da menadžeri znaju najprikladniji metod koji će koristiti za izbor pravog dobavljača. To je neophodno, jer moderni lanci snabdevanja zahtevaju ispunjenje strogih zahteva, pa se pred menadžere postavlja veoma težak zadatak u pogledu pravilnog vrednovanja potencijalnih dobavljača koji će omogućiti efikasnu proizvodnju i formiranje konačne cene proizvoda sa kojom će kompanija biti konkurentna na tržištu. U cilju maksimiziranja poslovne vrednosti nabavljenih proizvoda i usluga, efikasna strategija upravljanja dobavljačima postala je ključna komponenta i za veliki broj krajnjih kupaca (Cox i Ireland, 2002).

Kada se posmatra efikasnost celokupnog lanca snabdevanja nemoguće je ne primetiti da ona u velikoj meri zavisi od adekvatnog izbora dobavljača, jer upravo ovaj proces predstavlja jedan od najznačajnijih faktora koji direktno utiču na performanse kompanije. Pravilnim vrednovanjem i izborom pravog dobavljača ovaj podsistem logistike može efikasno izvršiti zadatke koji se odnose na snabdevanje kompanije, jer pravi dobavljači mogu zadovoljiti zahteve i potrebe koji se postavljaju u podsistemu nabavke, a odnose se na kvalitet, cenu,

količinu robe, rokove isporuke robe i druge rokove, fleksibilnost, pouzdanost itd. Potraga za dobavljačima koji ovo ispunjavaju je permanentan i primaran zadatak. U svrhu omogućivanja prethodnog potrebno je neprekidno prikupljati i obrađivati podatke o dobavljačima, s njima uspostavljati i održavati adekvatne veze.

Planiranje procesa izgradnje i efektivno upravljanje su ekstremno važni za uspeh u poslovanju u oblasti građevinarstva (Zavadskas i dr., 2012). Izbor dobavljača upravo predstavlja element procesa planiranja koji utiče na efikasnost upravljanja u bilo kojoj građevinskoj kompaniji. Navedeno se potvrđuje u (Zolfani i dr., 2012) gde se naglašava da je izbor pravog dobavljača u bilo kom životnom ciklusu izgradnje veoma važna stavka u ovoj oblasti. Donošenje odluka u oblasti upravljanja građevinarstvom je prema Antuchevičiene i dr., (2010) uvek veoma složeno i komplikovano, naročito kada je u pitanju razmatranje više od jednog kriterijuma, što je često slučaj.

6.3.2. Stanje u oblasti građevinarstva sa aspekta primene metoda VKO

Stoga primena metoda VKO u oblasti građevinarstva je veoma popularna i pomaže u donošenju izuzetno važnih odluka. Tome svedoče i radovi (Zavadskas i dr., 2010; Tamošaitienė i dr., 2013) prema kojim je donošenje odluke u vezi procene rizika u građevinskim projektima, izvođačima i izboru dobavljača veoma važno u upravljanju ovom oblašću. Cilj je donositi odluke sa što manje subjektivnosti i eliminisati neizvesnosti, jer prema Yao i Minner, (2017) neizvesnost, ranjivost i poremećaj dobavljača je važan aspekt izbora dobavljača. Tamošaitienė i dr., (2017) su razvili hibridni model za izbor dobavljača u oblasti građevinarstva koji se sastoji od tri metode AHP, ARAS, and Multiplicative Utility function, dok se u (Izadikhah, 2012) koristi TOPSIS metoda za grupno donošenje odluka sa Atanasovim intervalnim intuitionistic fuzzy brojevima u iste svrhe. Vrednovanje i izbor dobavljača u oblasti građevinarstva u Iranu (Eshtehardian i dr., 2013) izvršen je kombinacijom AHP i ANP metoda. Izbor dobavljača građevinskog materijala primenom Fuzzy Principal Component analize izvršen je u (Lam i dr., 2010) gde se odluka donosi na bazi više kriterijuma od kojih su zajednički sa ovim istraživanjem kvalitet materijala, troškovi materijala koji prema Safa i dr., (2014) čine više od polovine troškova ukupnog projekta, vreme isporuke, pouzdanost, reputacija i uslovi plaćanja.

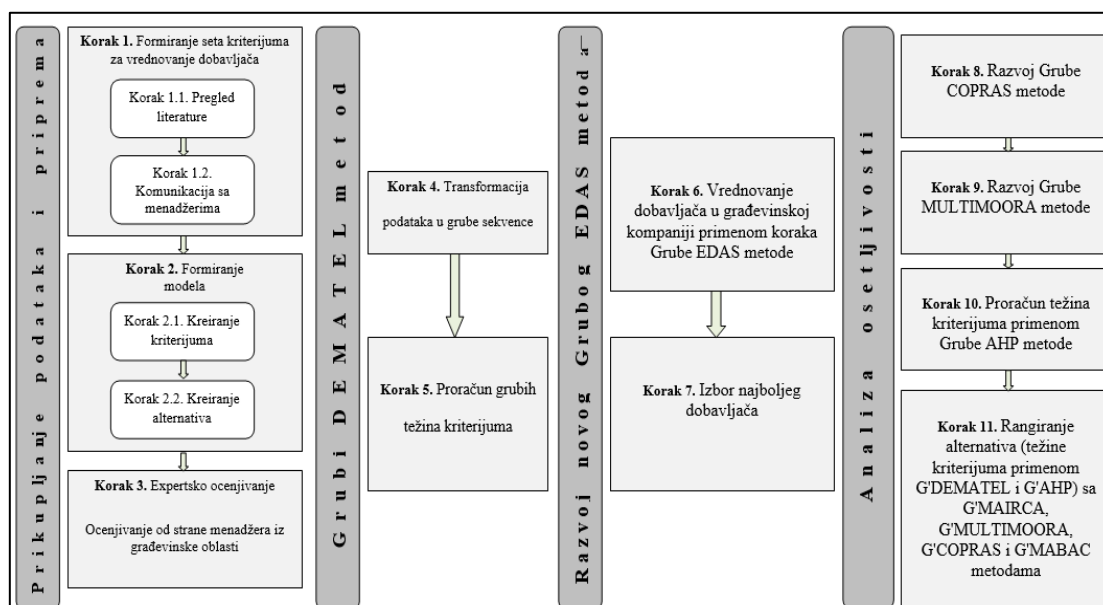
Autori u radu (Fouladgar i dr., 2012) koriste novi hibridni model za izbor najpovoljnije strategije poslovanja u građevinskoj kompaniji. Model podrazumeva primenu fuzzy ANP i fuzzy COPRAS metoda. Strategija upravljanja građevinskim kompanijama bila je predmet i u (Zavadskas i dr., 2011) gde se primenom SWOT analize i AHP metode bira adekvatno rešenje. Primenom klasične AHP metode u (Erdogan i dr., 2017) vrši se izbor izvođača rada za definisani projekat, dok se u (Turskis i dr., 2012) kombinacijom AHP i Fuzzy ARAS određuje građevinska lokacija. Kombinacija AHP i ARAS metode se takođe koristi za procenu menadžera projekta u ovoj oblasti (Zavadskas i dr., 2012), dok se za vrednovanje performansi projekta u građevinarstvu u (Zavadskas i dr., 2014b) koristi AHP za određivanje značaja kriterijuma i multiplicative exponential weighting (MEW) za određivanje najboljeg projekta.

U ovom delu rada koristi se DEMATEL metoda za određivanje težinskih vrednosti kriterijuma u svom grubom obliku. DEMATEL metoda u oblasti lanca snabdevanja korišćena je u različitim studijama (Raut i dr., 2011; Yang i Tzeng, 2011; Gharakhani, 2012; Ho i dr., 2012; Hsu i dr., 2013; Lin, 2013; Mangla i dr., 2014; Wu i dr., 2017). Određivanje težinskih koeficijenata primenom DEMATEL metode pokazalo je dobre rezultate, pa Chang i dr., (2011) u svojoj studiji predlažu i drugim istraživačima korišćenje ove metode sa proširenjima, jer je primenjiva za donošenje odluka koje uključuje kompleksne kriterijume koji se koriste kod grupnog odlučivanja. Identifikacija i vrednovanje najvažnijih kriterijuma za izbor dobavljača u zelenom lancu snabdevanja izvršeno je u (Iirajpour i dr., 2012), dok je vrednovanje kriterijuma za izbor dobavljača u (Sarkar i dr., 2017) izvršeno primenom kombinacija DEMATEL i ANP.

Popularizacija grubih skupova je u poslednje vreme evidentna i sve češće se koristi za donošenje odluka u različitim oblastima. Autori u svom radu (Song i dr., 2014) koriste grubi TOPSIS pristup za određivanje neuspeha i analize efekata u neizvesnom okruženju. Kombinacija grubog AHP i MABAC predložena je u (Roy i dr., 2016) za određivanje lokacije za medicinski turizam. Kombinacija intervalnog AHP i GIS predložena je za mapiranje urbanih zona u poplavama (Gigović i dr., 2017a). Grubi AHP i grubi TOPSIS pristup je takođe primenjen u (Song i dr., 2013). Autori u radu (Bai i Sarkis, 2011) koriste grey teoriju baziranu na grubim skupovima. Izbor dobavljača može biti vrednovan i primenom grubog pristupa koji je razvijen u (Chai i Liu, 2014) i prema kreatorima obezbeđuje stabilne rezultate.

6.3.3. Model za izbor dobavljača u građevinskoj kompaniji

Na slici 6.2 prikazan je predloženi model za izbor dobavljača u ovoj oblasti.



Slika 6.2. Predloženi model za izbor dobavljača u građevinskoj kompaniji (Stević i dr., 2017)

Na slici 6.2 prikazan je model za izbor dobavljača u građevinskoj kompaniji koji se sastoji od ukupno četiri faze i 11 koraka. Prva faza podrazumeva prikupljanje i pripremu

podataka koju čine tri koraka. Prvi korak je formiranje seta kriterijuma za vrednovanje dobavljača na osnovu pregleda drugih studija u oblasti i razgovora sa menadžerima koji imaju dugogodišnje iskustvo u obavljanju rukovodećih funkcija u podsystemu nabavke. Nakon toga formiran je višekriterijumski model od devet kriterijuma i šest alternativa koji je vrednovan od strane sedam eksperata. Druga faza modela podrazumeva primenu Grube DEMATEL metode za određivanje relativnih težina kriterijuma. Koraci ove metode predstavljeni su detaljno u poglavlju metode, a postupak proračuna težina kriterijuma prikazan je u nastavku rada. Treća i centralna faza ovog rada podrazumeva razvoj nove Grube EDAS metode koja koristi za vrednovanje i izbor najboljeg dobavljača. Poslednja, četvrta faza podrazumeva analizu osetljivosti u kojoj su proširene još dve metode višekriterijumskog odlučivanja COPRAS i MULTIMORA. Poređenje dobijenih rezultata i rangova alternativa vrši se pored navedene dve metode i sa Grubom MAIRCA i Grubim MABAC koje su ranije proširene grubim brojevima.

6.3.4. Proračun težina kriterijuma primenom Grube DEMATEL metode

U istraživanju, u procesu određivanja težinskih koeficijenata kriterijuma, učestvovalo je sedam eksperata. Identifikovani su eksperti koji imaju minimum petogodišnje iskustvo u upravljanju lancima snabdevanja i izboru dobavljača. Nakon anketiranja eksperata, obrađeni su prikupljeni podaci i izvršena je agregacija ekspertskih mišljenja.

Korak 1. Ekspertska analiza faktora

U prvom koraku primene DEMATEL metode eksperti su za evaluaciju kriterijuma koristili skalu: : 0 - Nema uticaja; 1 - Veoma mali uticaj; 2 - Mali uticaj; 3 - Srednji uticaj; 4 - Veliki uticaj; 5 - Veoma veliki uticaj. Nakon ekspertске evaluacije dobijeno je sedam matrica poređenja u parovima kriterijuma dimenzija 9x9 koje su prikazane u Tabeli 6.9.

Tabela 6.9. Ekspertska poređenje kriterijuma evaluacije (Stević i dr., 2017)

	E ₁									E ₂								
	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉
K ₁	0	5	5	5	2	4	4	4	3	0	5	5	4	3	5	4	4	3
K ₂	4	0	4	2	2	3	5	4	3	4	0	4	4	1	5	5	3	3
K ₃	4	3	0	3	3	4	2	4	3	4	1	0	5	3	5	3	4	3
K ₄	4	3	5	0	2	3	3	3	5	4	2	5	0	2	5	3	3	5
K ₅	5	4	5	4	0	4	5	5	3	5	3	5	5	0	5	5	5	3
K ₆	4	4	3	3	1	0	2	4	4	4	2	4	4	1	0	2	4	4
K ₇	4	4	3	4	2	4	0	5	5	4	2	4	5	2	5	0	5	5
K ₈	3	3	4	2	1	2	2	0	3	4	2	5	4	1	4	2	0	3
K ₉	3	3	4	2	2	2	3	3	0	3	1	4	3	2	4	3	3	0

	E ₆									E ₇								
	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉
K ₁	0	5	4	4	3	5	5	5	2	0	5	5	4	4	4	4	5	3
K ₂	4	0	3	2	1	3	4	3	3	4	0	3	4	1	5	5	4	2
K ₃	5	3	0	3	3	3	2	3	3	4	3	0	5	4	5	2	4	2
K ₄	3	3	4	0	2	4	3	3	4	3	3	5	0	3	5	3	4	5
K ₅	3	4	4	4	0	3	4	3	4	5	4	5	5	0	5	5	4	3
K ₆	4	3	3	3	1	0	2	3	5	3	3	3	4	2	0	2	4	4
K ₇	5	3	3	4	2	3	0	3	5	4	3	3	5	2	4	0	5	4
K ₈	4	3	4	2	1	3	1	0	4	3	3	4	4	1	5	2	0	3
K ₉	3	3	4	2	1	3	3	5	0	2	3	5	3	1	5	3	4	0

Korak 2: Određivanje matrice prosečnih odgovora eksperata.

Na osnovu matrica odgovora eksperata (Tabela 6.9) formira se matrica agregiranih sekvenci eksperata (115)

Primenom izraza (19)-(24) svaka od prikazanih sekvenci transformiše se u grubu sekvencu. Tako za sekvencu $x_{12} = \{5;5;4;4;4;5;5\}$ dobijamo:

$$\underline{Lim}(5) = \frac{1}{7}(5 + 5 + 4 + 5 + 5 + 4 + 4) = 4.57, \quad \overline{Lim}(5) = 5.00 ;$$

$$\underline{Lim}(4) = 4.00, \quad \overline{Lim}(4) = \frac{1}{7}(5 + 5 + 4 + 5 + 5 + 4 + 4) = 4.57$$

Na osnovu dobijenih vrednosti, svaka sekvenca $x_{12} = \{5;5;4;4;4;5;5\}$ transformiše se u grubu sekvencu:

$$RN(x_{12}^1) = [4.57, 5.00];$$

$$RN(x_{12}^2) = [4.57, 5.00];$$

$$RN(x_{12}^3) = [4.00, 4.57];$$

$$RN(x_{12}^4) = [4.00, 4.57];$$

$$RN(x_{12}^5) = [4.00, 4.57];$$

$$RN(x_{12}^6) = [4.57, 5.00];$$

$$RN(x_{12}^7) = [4.57, 5.00].$$

Dobijene grube sekvence predstavljaju nepreciznosti grupe eksperata, koje su nastale kao posledica neusaglašenih vrednovanja kriterijuma.

Primenom izraza (116) vrši se osrednjavanje grubih sekvenci i tako dobijamo osrednjene grube sekvence:

$$RN(z_{12}) = [\underline{Lim}(z_{12}), \overline{Lim}(z_{12})] = \begin{cases} \underline{Lim}(z_{12}) = \frac{4.57 + 4.57 + 4 + 4 + 4 + 4.57 + 4.57}{7} = 4.33 \\ \overline{Lim}(z_{12}) = \frac{5 + 5 + 4.57 + 4.57 + 4.57 + 5 + 5}{7} = 4.82 \end{cases}$$

Konačna gruba sekvenca je: $RN(z_{12}) = [4.33, 4.82]$. Primenom opisanog postupka za ostale elemente matrice agregiranih sekvenci eksperata (115) dobijamo osrednjenu grubu matricu prosečnih odgovora (117):

$$Z = \begin{bmatrix} [0.00, 0.00] & [4.33, 4.82] & [4.33, 4.82] & [4.25, 4.76] & \dots & [2.33, 2.82] \\ [3.74, 3.98] & [0.00, 0.00] & [3.18, 3.67] & [2.92, 4.08] & \dots & [2.51, 2.92] \\ [4.18, 4.67] & [2.04, 3.43] & [0.00, 0.00] & [3.59, 4.65] & \dots & [2.74, 2.98] \\ [3.25, 3.76] & [2.56, 3.19] & [4.67, 4.97] & [0.00, 0.00] & \dots & [4.67, 4.97] \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \ddots & \dots \\ [2.51, 2.92] & [2.01, 3.13] & [4.08, 4.49] & [2.55, 3.89] & \dots & [0.00, 0.00] \end{bmatrix}$$

Korak 3: Normalizacija grupne matrice direktnih uticaja.

Na osnovu matrice z izračunavaju se elementi normalizovane matrice prosečne percepcije (engl. initial direct-relation matrix) (118):

$$Z = \begin{bmatrix} [0.00, 0.00] & [0.12, 0.16] & [0.12, 0.15] & [0.12, 0.15] & \dots & [0.06, 0.09] \\ [0.09, 0.12] & [0.00, 0.00] & [0.09, 0.12] & [0.08, 0.13] & \dots & [0.07, 0.09] \\ [0.11, 0.15] & [0.06, 0.11] & [0.00, 0.00] & [0.10, 0.15] & \dots & [0.07, 0.09] \\ [0.09, 0.12] & [0.07, 0.10] & [0.13, 0.16] & [0.00, 0.00] & \dots & [0.13, 0.16] \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \ddots & \dots \\ [0.07, 0.09] & [0.06, 0.1] & [0.11, 0.14] & [0.07, 0.12] & \dots & [0.00, 0.00] \end{bmatrix}$$

Elemente matrice Z dobijamo primenom izraza (119):

$$RN(d_{12}) = \frac{RN(z_{12})}{s} = \left[\frac{4.56}{36.71}, \frac{4.94}{36.71} \right] = [0.12, 0.16]$$

gde vrednost s dobijamo primenom izraza (120):

$$\begin{aligned} s &= \max \left[\max \left(\sum_{j=1}^n \underline{Lim}(z_{ij}) \right), \max \left(\sum_{j=1}^n \overline{Lim}(z_{ij}) \right) \right] = \\ &= \max \left[\max (30.74; 24.13; 24.88; 27.06; 31.66; \dots; 21.31), \max (35.10; 28.76; 30.37; 30.55; 36.71; \dots; 27.72) \right] = \\ &= \max [31.66; 36.71] = 36.71 \end{aligned}$$

Korak 4: Izračunati matricu ukupnih uticaja.

Primenom izraza (121) i (122) izračunava se matrica ukupnih uticaja T (123) ranga 9×9 :

$$Z = \begin{bmatrix} [0.242, 2.903] & [0.306, 2.814] & [0.368, 3.210] & [0.344, 3.313] & \dots & [0.293, 2.851] \\ [0.277, 2.519] & [0.156, 2.225] & [0.290, 2.662] & [0.266, 2.757] & \dots & [0.255, 2.387] \\ [0.303, 2.689] & [0.219, 2.461] & [0.219, 2.717] & [0.289, 2.935] & \dots & [0.261, 2.527] \\ [0.294, 2.655] & [0.237, 2.444] & [0.346, 2.841] & [0.211, 2.795] & \dots & [0.320, 2.568] \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \ddots & \dots \\ [0.234, 2.4] & [0.191, 2.226] & [0.286, 2.582] & [0.235, 2.648] & \dots & [0.165, 2.210] \end{bmatrix}$$

Korak 5: Izračunavanje sume redova i kolona matrice ukupnih uticaja T .

U matrici ukupnih uticaja T suma redova i suma kolona predstavljena je vektorima R i C , izrazi (124) i (125):

$$RN(R_i) = \begin{bmatrix} [2.740, 25.844] \\ [2.190, 21.469] \\ [2.278, 22.797] \\ [2.424, 22.705] \\ [2.841, 27.027] \\ [2.122, 20.699] \\ [2.522, 23.897] \\ [1.935, 19.686] \\ [1.939, 20.628] \end{bmatrix}; RN(C_i) = \begin{bmatrix} [2.551, 23.891] \\ [2.067, 22.051] \\ [2.779, 25.344] \\ [2.541, 26.193] \\ [1.387, 13.850] \\ [2.477, 26.275] \\ [2.171, 19.896] \\ [2.554, 24.467] \\ [2.464, 22.784] \end{bmatrix}$$

U cilju što verodostojnijeg definisanja uzočno-posledičnih odnosa između kriterijuma i efikasne izrade CERD-a grube vrednosti vektora R i C transformišemo u crisp vrednosti primenom izraza (126)-(128). Primenom izraza (126) vrši se normalizacija vrednosti vektora R .

$$RN(\hat{R}_1) = \left[\underline{Lim}(\hat{R}_1), \overline{Lim}(\hat{R}_1) \right] = \begin{cases} \underline{Lim}(\hat{R}_1) = \frac{2.740 - 1.935}{27.027 - 1.935} = 0.032 \\ \overline{Lim}(\hat{R}_1) = \frac{25.844 - 2.740}{27.027 - 1.935} = 0.953 \end{cases}$$

Nakon normalizacije, primenom izraza (127), dobijamo ukupne normalizovane crisp vrednosti.

$$\beta_1 = \frac{\underline{Lim}(\hat{R}_1) \cdot \left\{ 1 - \underline{Lim}(\hat{R}_1) \right\} + \overline{Lim}(\hat{R}_1) \cdot \overline{Lim}(\hat{R}_1)}{1 - \underline{Lim}(\hat{R}_1) + \overline{Lim}(\hat{R}_1)} = \frac{0.032 \cdot (1 - 0.032) + 0.953 \cdot 0.953}{1 - 0.032 + 0.953} = 0.489$$

Konačno, primenom izraza (128) dobijamo crisp vrednosti vektora R_i^{crisp} i to:

$$R_i^{crisp} = \min_i \{ \underline{Lim}(R_i) \} + \beta_1 \cdot \left[\max_i \{ \overline{Lim}(R_i) \} - \min_i \{ \underline{Lim}(R_i) \} \right] = 1.935 + 0.489 \cdot (27.027 - 1.935) = 14.201$$

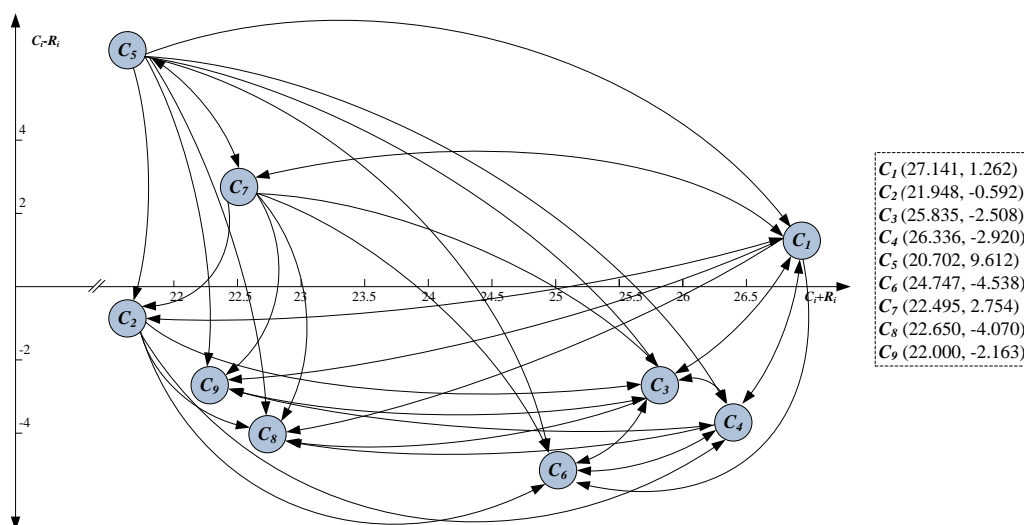
Na sličan način dobiju se crisp vrednosti ostalih vektora (R_i^{crisp} i C_i^{crisp}) koje su prikazane u tabeli 6.10.

Tabela 6.10. Crisp vrednosti vektora R_i^{crisp} i C_i^{crisp} (Stević i dr., 2017)

Kriterijum	R_i^{crisp}	C_i^{crisp}	$R_i^{crisp} + C_i^{crisp}$	$R_i^{crisp} - C_i^{crisp}$
K_1	14.201	12.939	27.141	1.262
K_2	10.678	11.270	21.948	-0.592
K_3	11.663	14.171	25.835	-2.508
K_4	11.708	14.628	26.336	-2.920
K_5	15.157	5.545	20.702	9.612
K_6	10.105	14.642	24.747	-4.538
K_7	12.624	9.870	22.495	2.754
K_8	9.290	13.360	22.650	-4.070
K_9	9.919	12.082	22.000	-2.163

Korak 6: Određivanje granične vrednosti (α) i izrada dijagrama uzočno-posledičnih odnosa.

Pre određivanja vrednosti α izvršeno je pretvaranje elemenata grube T matrice u crisp vrednosti. Pretvaranje grubih elemenata matrice T u crisp vrednosti izvršeno je primenom izraza (126)-(128). Nakon dobijanja crisp vrednosti, primenom izraza (129) dobijena je vrednost $\alpha=1.3935$. Vrednost α dalje je korišćena za određivanje uzročno posledičnih veza između kriterijuma evaluacije. Uzročno posledične veze prikazane su na CERD-u (Slika 6.3). Na CERD-u se vizuelno predstavljaju složeni odnosi i pružaju se informacije u cilju donošenja zaključka o tome koji su kriterijumi najvažniji i kako utiču jedni na druge. Kriterijumi čija je vrednost iz matrice T veća od granične vrednosti α , biraju se radi prikazivanja uzročno-posledičnih veza.



Slika 6.3. Uzročno-posledične veze između kriterijuma - CERD (Stević i dr., 2017)

Korak 7. Određivanje težinskih koeficijenata kriterijuma.

Težinski koeficijenti kriterijuma proračunavaju se na osnovu grubih vrednosti vektora $RN(R_i) + RN(C_i)$ i $RN(R_i) - RN(C_i)$ koje su definisane u tabeli 6.11.

Tabela 6.11. Grube vrednosti vektora $RN(R_i)$ i $RN(C_i)$ (Stević i dr., 2017)

Kriterijum	$RN(R_i)$	$RN(C_i)$	$RN(R_i) + RN(C_i)$	$RN(R_i) - RN(C_i)$
K₁	[2.740, 25.844]	[2.551, 23.891]	[5.292, 49.734]	[-21.150, 23.292]
K₂	[2.190, 21.469]	[2.067, 22.051]	[4.257, 43.521]	[-19.861, 19.402]
K₃	[2.278, 22.797]	[2.779, 25.344]	[5.057, 48.141]	[-23.067, 20.018]
K₄	[2.424, 22.705]	[2.541, 26.193]	[4.964, 48.898]	[-23.770, 20.164]
K₅	[2.841, 27.027]	[1.387, 13.850]	[4.228, 40.876]	[-11.008, 25.640]
K₆	[2.122, 20.699]	[2.477, 26.275]	[4.599, 46.975]	[-24.153, 18.223]
K₇	[2.522, 23.897]	[2.171, 19.896]	[4.693, 43.793]	[-17.374, 21.725]
K₈	[1.935, 19.686]	[2.554, 24.467]	[4.488, 44.153]	[-22.532, 17.133]
K₉	[1.939, 20.628]	[2.464, 22.784]	[4.403, 43.412]	[-20.845, 18.164]

Primenom izraza (130) i (131) dobijaju se vrednosti težinskih koeficijenata:

$$RN(W_1) = \begin{cases} \underline{Lim}(W_1) = \sqrt{(\underline{Lim}(R_1) + \underline{Lim}(C_1))^2 + (\underline{Lim}(R_1) - \underline{Lim}(C_1))^2} = \sqrt{(2.740 + 2.551)^2 + (2.740 - 2.551)^2} = 21.80 \\ \overline{Lim}(W_1) = \sqrt{(\overline{Lim}(R_1) + \overline{Lim}(C_1))^2 + (\overline{Lim}(R_1) - \overline{Lim}(C_1))^2} = \sqrt{(25.844 + 23.891)^2 + (25.844 - 2.551)^2} = 54.92 \end{cases}$$

Tako se dobijaju grubi težinski vektori:

$$RN(W_j) = \begin{bmatrix} [21.802, 54.918] \\ [20.313, 47.650] \\ [23.615, 52.138] \\ [24.282, 52.893] \\ [11.792, 48.253] \\ [24.587, 50.385] \\ [17.997, 48.885] \\ [22.975, 47.361] \\ [21.305, 47.059] \end{bmatrix}$$

Primenom izraza (131) vršimo aditivnu normalizaciju dobijenih grubih težinskih vektora, odnosno svodimo grube težinske koeficijente na interval [0,1]:

$$RN(w_1) = \left[\frac{\underline{Lim}(W_1)}{\max\{\underline{Lim}(W_j), \overline{Lim}(W_j)\}}, \frac{\overline{Lim}(W_1)}{\max\{\underline{Lim}(W_j), \overline{Lim}(W_j)\}} \right] = \left[\frac{21.80}{54.92}, \frac{54.92}{54.92} \right] = [0.397, 1.00]$$

Tako dobijamo grube normalizovane vrednosti težinskih koeficijenta kriterijuma $RN(w_j)$:

$$RN(w_j) = \begin{bmatrix} [0.397, 1.000] \\ [0.370, 0.868] \\ [0.430, 0.949] \\ [0.442, 0.963] \\ [0.215, 0.879] \\ [0.448, 0.917] \\ [0.328, 0.890] \\ [0.418, 0.862] \\ [0.388, 0.857] \end{bmatrix}$$

6.3.5. Izbor dobavljača primenom grube EDAS metode

Nakon dobijenih težinskih vrednosti kriterijuma ekspertski tim je izvršio ocenjivanje alternativa što je prikazano u tabeli 6.12.

Tabela 6.12. Ocene alternativa prema kriterijumima od strane sedam eksperata (Stević i dr., 2017)

	E ₁									E ₂								
	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉
A ₁	7	1	3	9	1	3	5	3	3	9	1	3	7	9	7	5	9	7
A ₂	7	3	7	9	3	5	5	5	3	7	3	9	5	7	7	5	7	5
A ₃	5	7	7	5	7	7	7	5	7	3	9	7	1	5	5	7	5	5
A ₄	5	3	3	5	7	3	9	5	5	3	7	3	1	5	3	7	5	5
A ₅	5	9	9	3	7	5	9	5	7	3	9	9	1	5	5	9	5	5
A ₆	3	7	7	3	5	3	3	3	3	5	7	7	3	5	5	3	5	3

	E ₃									E ₄								
	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉
A ₁	3	1	1	9	1	3	3	1	3	5	3	3	9	3	1	3	1	1
A ₂	3	3	5	9	3	5	5	3	1	5	1	5	7	5	3	1	1	3
A ₃	5	3	3	7	7	3	5	3	3	7	5	5	7	5	5	3	3	5
A ₄	5	5	1	7	5	5	3	3	5	7	3	3	5	5	3	3	3	3
A ₅	5	5	5	5	9	7	5	5	5	3	5	7	5	7	7	3	5	5
A ₆	3	7	3	5	3	3	3	3	7	5	5	5	5	3	5	3	5	7

	E ₅									E ₆								
	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉
A ₁	7	1	1	9	3	7	5	7	7	5	3	3	9	1	5	3	5	5
A ₂	7	3	7	9	5	7	5	9	5	5	3	7	9	1	3	5	5	5
A ₃	5	7	5	5	9	9	7	9	7	5	5	7	7	9	7	5	7	3
A ₄	5	5	1	5	9	9	9	9	9	3	3	3	7	7	5	3	5	5
A ₅	5	9	9	1	9	5	9	9	9	7	5	9	7	9	7	5	7	3
A ₆	3	7	7	3	7	7	3	7	3	5	5	7	7	1	5	3	5	5

	E ₇								
	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉
A ₁	5	3	3	9	1	5	3	5	7
A ₂	5	3	7	9	1	7	5	5	5
A ₃	5	5	7	7	9	7	5	7	5
A ₄	5	3	3	7	7	5	3	5	7
A ₅	5	5	9	7	9	3	5	7	7
A ₆	5	5	7	7	1	5	3	5	7

Korak 1. Pretvaranje pojedinačnih matrica u grupnu grubu matricu.

Nakon izvršenih vrednovanja alternativa od strane ekspertskog tima i pretvaranje lingvističkih vrednosti u numeričke potrebno je izvršiti pretvaranje pojedinačne matrice svih eksperata u grupnu matricu primenjujući jednačine (19)-(24). Primer proračuna elemenata grupne matrice predstavljene u tabeli 6.13 je:

$$\tilde{x}_{11} = \{7,9,3,5,7,5,5\}$$

$$\underline{Lim}(3) = 3.00, \quad \overline{Lim}(3) = \frac{1}{7}(7 + 9 + 3 + 5 + 7 + 5 + 5) = 5.86$$

$$\underline{Lim}(5) = \frac{1}{4}(3 + 5 + 5 + 5) = 4.50, \quad \overline{Lim}(5) = \frac{1}{6}(7 + 9 + 5 + 7 + 5 + 5) = 6.33$$

$$\underline{Lim}(7) = \frac{1}{6}(7 + 3 + 5 + 7 + 5 + 5) = 5.33, \quad \overline{Lim}(7) = \frac{1}{3}(7 + 9 + 7) = 7.67$$

$$\underline{Lim}(9) = \frac{1}{7}(7 + 9 + 3 + 5 + 7 + 5 + 5) = 5.86, \quad \overline{Lim}(9) = 9.00$$

$$RN(x_{11}^1) = RN(x_{11}^5) = [5.33; 7.67]$$

$$RN(x_{11}^2) = [5.86; 9.00]$$

$$RN(x_{11}^3) = [3.00; 5.86]$$

$$RN(x_{11}^4) = RN(x_{11}^6) = RN(x_{11}^7) = [4.50; 6.33];$$

$$x_{11}^L = \frac{x_{11}^1 + x_{11}^2 + x_{11}^3 + x_{11}^4 + x_{11}^5 + x_{11}^6 + x_{11}^7}{7}$$

$$= \frac{5.33 + 5.86 + 3.00 + 4.50 + 5.33 + 4.50 + 4.50}{7} = 4.72$$

$$x_{11}^U = \frac{x_{11}^1 + x_{11}^2 + x_{11}^3 + x_{11}^4 + x_{11}^5 + x_{11}^6 + x_{11}^7}{7}$$

$$= \frac{7.67 + 9.00 + 5.86 + 6.33 + 7.67 + 6.33 + 6.33}{7} = 7.03$$

Tabela 6.13. Grupna gruba matrica (Stević i dr., 2017)

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆
K ₁	[4.72, 7.03]	[4.74, 6.37]	[4.48, 5.52]	[4.00, 5.43]	[4.00, 5.43]	[3.65, 4.63]
K ₂	[1.37, 2.35]	[2.47, 2.96]	[4.72, 7.03]	[3.35, 4.99]	[5.73, 7.69]	[5.65, 6.63]
K ₃	[2.02, 2.84]	[6.00, 7.43]	[5.01, 6.65]	[2.02, 2.84]	[7.39, 8.83]	[5.39, 6.83]
K ₄	[8.47, 8.96]	[7.39, 8.83]	[4.37, 6.60]	[4.12, 6.33]	[2.56, 5.67]	[3.72, 5.73]
K ₅	[1.44, 4.26]	[2.22, 4.95]	[6.27, 8.28]	[5.63, 7.26]	[7.01, 8.65]	[3.05, 5.78]
K ₆	[3.05, 5.78]	[4.09, 5.91]	[4.97, 7.28]	[3.67, 5.88]	[4.74, 6.37]	[4.00, 5.43]
K ₇	[3.37, 4.35]	[3.94, 4.92]	[4.74, 6.37]	[3.77, 6.78]	[5.11, 7.78]	[3.00, 3.00]
K ₈	[2.54, 6.38]	[3.39, 6.61]	[4.22, 6.95]	[4.05, 6.03]	[5.35, 6.99]	[4.00, 5.43]
K ₉	[3.26, 6.12]	[3.01, 4.65]	[4.09, 5.91]	[4.57, 6.65]	[4.72, 7.03]	[3.93, 6.07]

Korak 2. Određivanje prosečnog rešenja u odnosu na sve kriterijume.

Prosečno rešenje prema svim kriterijumima dobijeno je primenom jednačine (223).

$$RN(AV) \begin{bmatrix} [3.66, 5.74] \\ [3.33, 5.28] \\ [3.98, 5.90] \\ [4.38, 7.02] \\ [3.66, 6.53] \\ [3.50, 6.11] \\ [3.42, 5.53] \\ [3.36, 6.40] \\ [3.37, 6.07] \end{bmatrix}$$

Korak 3. Odrediti pozitivno rastojanje RN(PDA) i negativno rastojanje RN(NDA) od prosečnog rešenja RN(AV) prema svim kriterijuma.

Da bi se mogle odrediti vrednosti pozitivnog rastojanja RN(PDA) (224) koje je prikazano u tabeli 6.14 i negativno rastojanje RN(NDA) (225) od prosečnog rešenja RN(AV) koje je prikazano u tabeli 6.15 prema svim kriterijuma potrebno je primeniti jednačine (226-232) pritom vodeći računa da li kriterijum pripada troškovnom ili benfitnom tipu. Postupak proračuna za benfitni kriterijum je sledeći:

Prvo je potrebno primeniti jednačinu (226). Pošto se radi o prvom kriterijumu koji pripada benefitnim i prvoj alternativni neophodno je izračunati razliku vrednosti alternative jedan po kriterijumu jedan i prosečnog rešenja za prvi kriterijum:

$$[X_{ij}^L - AV_j^U; X_{ij}^U - AV_j^L] = [4.72 - 5.74; 7.03 - 3.66] = [-1.02; 3.37]$$

U ovom slučaju donja vrednost dobijenog grubog broja ima negativnu vrednost i potrebno je primeniti jednačinu (232) i grubi broj $[-1.02; 3.37]$ prelazi u svoju apsolutnu vrednost $[1.02; 3.37]$. Nakon toga dobijenu apsolutnu vrednost broja potrebno je podeliti sa prosečnim rešenjem po prvom kriterijumu, jednačina (226):

$$\frac{[1.02; 3.37]}{[3.66; 5.74]} = \left[\frac{1.02}{5.74}; \frac{3.37}{3.66} \right] = [0.18; 0.92]$$

Kada je npr. u pitanju vrednost alternative jedan prema trećem kriterijumu računajući razliku te vrednosti i prosečnog rešenja, dobijaju se obe negativne vrednosti grubog broja (donji i gornji limit). Primenjujući jednačinu (230) vrednosti grubog broja biće jednake nuli.

Kada je slučaj kao u ovom primeru pete alternative po trećem kriterijumu da donji i gornji limit grubog broja imaju pozitivne vrednosti onda prema jednačini (231) zadržavaju iste vrednosti.

Proračun vrednosti $RN(PDA)$ prema troškovnim kriterijumima računa se na isti način, s tim što se na samom početku utvrđuje razlika između vrednosti prosečnog rešenja i vrednosti alternative prema kriterijuma koji se posmatra što je prikazano u jednačini (228).

Proračun vrednosti $RN(NDA)$ tabela 6.15 se računa na isti način kao što je prethodno opisano, s tim što se koriste jednačine (227) i (229) i jednačine (230-232).

Tabela 6.14. Vrednosti pozitivnog rastojanja od prosečnog rešenja (Stević i dr., 2017)

PDA	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆						
K ₁	0.18	0.92	0.17	0.74	0.22	0.51	0.30	0.49	0.30	0.49	0.00	0.00
K ₂	0.19	1.17	0.07	0.84	0.00	0.00	0.32	0.58	0.00	0.00	0.00	0.00
K ₃	0.00	0.00	0.02	0.87	0.15	0.67	0.00	0.00	0.25	1.22	0.09	0.72
K ₄	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32	0.61	0.28	0.66	0.18	1.02	0.19	0.75
K ₅	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	1.26	0.14	0.98	0.07	1.36	0.00	0.00
K ₆	0.00	0.00	0.33	0.69	0.19	1.08	0.00	0.00	0.22	0.82	0.00	0.00
K ₇	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.86	0.32	0.98	0.08	1.28	0.00	0.00
K ₈	0.00	0.00	0.47	0.96	0.34	1.07	0.37	0.79	0.16	1.08	0.00	0.00
K ₉	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.75	0.25	0.97	0.22	1.09	0.35	0.80

Tabela 6.15. Vrednosti negativnog rastojanja od prosečnog rešenja (Stević i dr., 2017)

NDA	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆						
K ₁	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.57
K ₂	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	1.11	0.00	0.00	0.09	1.31	0.07	0.99
K ₃	0.19	0.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.98	0.00	0.00	0.00	0.00
K ₄	0.21	1.05	0.05	1.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K ₅	0.09	1.39	0.20	1.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32	0.95
K ₆	0.37	0.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.39	0.70	0.00	0.00	0.32	0.60
K ₇	0.17	0.63	0.27	0.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.74
K ₈	0.47	1.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32	0.71
K ₉	0.45	0.83	0.21	0.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Korak 4. Otežavanje matrice RN(PDA) i RN(NDA)

Primenjujući četvrti korak Grube EDAS metode, odnosno jednačinu (233) dobija se otežana matrica za pozitivno rastojanje od prosečnog rešenja VPI predstavljena u tabeli 6.16.

Tabela 6.16. Otežana matrica VPI za pozitivno rastojanje (Stević i dr., 2017)

VPI	A1	A2	A3	A4	A5	A6
K₁	0,07	0,92	0,07	0,74	0,09	0,51
K₂	0,07	1,02	0,03	0,73	0,00	0,00
K₃	0,00	0,00	0,01	0,82	0,07	0,64
K₄	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,58
K₅	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	1,11
K₆	0,00	0,00	0,15	0,63	0,08	0,99
K₇	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,77
K₈	0,00	0,00	0,20	0,83	0,14	0,92
K₉	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,65

Primenjujući jednačinu (234) dobija se otežana matrica za negativno rastojanje od prosečnog rešenja koja je prikazana u tabeli 6.17.

Tabela 6.17. Otežana matrica VNI za negativno rastojanje (Stević i dr., 2017)

VNI	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆
K₁	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,97
K₃	0,08	0,93	0,00	0,00	0,00	0,00
K₄	0,09	1,01	0,02	0,98	0,00	0,00
K₅	0,02	1,22	0,04	1,03	0,00	0,00
K₆	0,17	0,80	0,00	0,00	0,00	0,17
K₇	0,06	0,56	0,09	0,41	0,00	0,00
K₈	0,20	0,99	0,00	0,00	0,00	0,00
K₉	0,18	0,72	0,08	0,78	0,00	0,00

Korak 5. Određivanje sume prethodno otežane matrice

Primenjujući korak pet, šest i sedam odnosno jednačine (235-239) dobijaju se konačni rezultati predstavljeni u tabeli 6.18.

Peti korak predstavljaju sumirane vrednosti prethodno otežanih matrica, odnosno RN(SPi) primenjujući jednačinu (235) i RN(SNi) primenjujući jednačinu (236).

$$RN(SPi) = \begin{bmatrix} [0.14, 1.94] \\ [0.45, 3.76] \\ [0.70, 6.16] \\ [0.74, 4.88] \\ [0.61, 7.57] \\ [0.26, 2.10] \end{bmatrix}$$

$$RN(SNi) = \begin{bmatrix} [0.79, 6.23] \\ [0.24, 3.21] \\ [0.04, 0.97] \\ [0.26, 1.57] \\ [0.03, 1.14] \\ [0.46, 4.09] \end{bmatrix}$$

Korak 6. Normalizacija vrednosti RN(SP) i RN(SN) za sve alternative

Primenjujući jednačinu (237)

$$RN(NSP_1) = \frac{[sp_1^L; sp_1^U]}{\max[sp_5^L; sp_5^U]} = \left[\frac{0.14}{7.67}; \frac{1.94}{0.61} \right] = [0.02; 3.20]$$

i jednačinu (238)

$$RN(NSN_1) = 1 - \frac{[sn_1^L; sn_1^U]}{\max[sn_1^L; sn_1^U]} = 1 - \left[\frac{0.79}{6.23}; \frac{6.23}{0.79} \right] = [0.87; -6.89]$$

dobijaju se normalizovane vrednosti prikazane u tabeli 6.18.

Korak 7. Proračun vrednosti svih alternativa RN(ASi) i njihovo rangiranje

Primenjujući jednačinu (239) dobijaju se vrednosti RN(ASi) prikazane u tabeli 6.18. U završnom sedmom koraku takođe vrši se rangiranje prema opadajućem nizu, gde najveća vrednost predstavlja najbolje rešenje, a najmanja najlošije.

Tabela 6.18. Rezultati i rangiranje alternativa (Stević i dr., 2017)

	Spi	Sni	NSPi	NSNi	Asi	Rank
A₁	[0.14, 1.94]	[0.79, 6.23]	[0.02, 3.20]	[0.87, -6.89]	-1.40	5
A₂	[0.45, 3.76]	[0.24, 3.21]	[0.06, 6.21]	[0.96, -3.07]	2.08	4
A₃	[0.70, 6.16]	[0.04, 0.97]	[0.09, 10.17]	[0.99, -0.22]	5.52	2
A₄	[0.74, 4.88]	[0.26, 1.57]	[0.10, 8.06]	[0.96, -0.99]	4.07	3
A₅	[0.61, 7.57]	[0.03, 1.14]	[0.08, 12.49]	[0.99, -0.44]	6.56	1
A₈	[0.26, 2.10]	[0.46, 4.09]	[0.03, 0.28]	[0.93, -4.19]	-1,48	6

Alternativa pet prema dobijenim rezultatima predstavlja najprihvatljivije rešenje.

Predloženi model predstavljen u ovom podpoglavlju čini integracija grube DEMATEL i Grube EDAS metode, gde se Grubi DEMATEL koristi za proračun težinskih vrednosti kriterijuma, a Grubi EDAS za vrednovanje i izbor dobavljača. Rezultati koji su dobijeni primenom navedenog modela pokazuju da dobavljač pet predstavlja najbolje rešenje, u svim scenarijima koji podrazumevaju različite vrednosti kriterijuma, osim u 15. scenariju kada su pojedini kriterijumi eliminisani i tada zauzima drugu poziciju. U poređenju sa hibridnim modelima dobavljač pet u svim scenarijima zadržava prvu poziciju. Analiza rezultata pokazala je da su dobijeni rangovi alternativa Grubog DEMATEL-Grubog EDAS algoritma u potpunoj korelaciji sa dobijenim rangovima što je detaljnije predstavljeno u poglavlju diskusija i analiza osetljivosti.

LITERATURA

- [1] Antuchevičiene, J., Zavadskas, E. K., & Zakarevičius, A. (2010). Multiple criteria construction management decisions considering relations between criteria. *Technological and economic development of economy*, 16(1), 109-125.
- [2] Bai, C., & Sarkis, J. (2010). Integrating sustainability into supplier selection with grey system and rough set methodologies. *International Journal of Production Economics*, 124(1), 252-264.
- [3] Bai, C., & Sarkis, J. (2011). Evaluating supplier development programs with a grey based rough set methodology. *Expert Systems with Applications*, 38(11), 13505-13517.
- [4] Chai, J., & Liu, J. N. (2014). A novel believable rough set approach for supplier selection. *Expert Systems with Applications*, 41(1), 92-104.
- [5] Chang, B., Chang, C. W., & Wu, C. H. (2011). Fuzzy DEMATEL method for developing supplier selection criteria. *Expert systems with Applications*, 38(3), 1850-1858.
- [6] Cox, A., & Ireland, P. (2002). Managing construction supply chains: the common sense approach. *Engineering Construction and Architectural Management*, 9(5-6), 409-418.
- [7] Erdogan, S. A., Šaparauskas, J., & Turskis, Z. (2017). Decision Making in Construction Management: AHP and Expert Choice Approach. *Procedia Engineering*, 172, 270-276.
- [8] Eshtehardian, E., Ghodousi, P., & Bejanpour, A. (2013). Using ANP and AHP for the supplier selection in the construction and civil engineering companies; case study of Iranian company. *KSCCE Journal of Civil Engineering*, 17(2), 262-270.
- [9] Fouladgar, M. M., Yazdani-Chamzini, A., Zavadskas, E. K., & Haji Moini, S. H. (2012). A new hybrid model for evaluating the working strategies: case study of construction company. *Technological and Economic Development of Economy*, 18(1), 164-188.
- [10] Gharakhani, D. (2012). The evaluation of supplier selection criteria by fuzzy DEMATEL method. *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, 2(4), 3215-3224.
- [11] Gigović, L., Pamučar, D., Bajić, Z., & Drobnjak, S. (2017a). Application of GIS-Interval Rough AHP Methodology for Flood Hazard Mapping in Urban Areas. *Water*, 9(6), 360.
- [12] Ho, L. H., Feng, S. Y., Lee, Y. C., & Yen, T. M. (2012). Using modified IPA to evaluate supplier's performance: Multiple regression analysis and DEMATEL approach. *Expert Systems with Applications*, 39(8), 7102-7109.
- [13] Hsu, C. W., Kuo, T. C., Chen, S. H., & Hu, A. H. (2013). Using DEMATEL to develop a carbon management model of supplier selection in green supply chain management. *Journal of cleaner production*, 56, 164-172.
- [14] Iirajpour, A., Hajimirza, M., Alavi, M. G., & Kazemi, S. (2012). Identification and evaluation of the most effective factors in green supplier selection using DEMATEL method. *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, 2(5), 4485-4493.
- [15] Izadikhah, M. (2012). Group decision making process for supplier selection with TOPSIS method under interval-valued intuitionistic fuzzy numbers. *Advances in Fuzzy Systems*, 2012, 2.
- [16] Lam, K. C., Tao, R., Lam, M. C. K. (2010). A material supplier selection model for property developers using fuzzy principal component analysis. *Automation in Construction*, 19, 608-618.
- [17] Lin, R. J. (2013). Using fuzzy DEMATEL to evaluate the green supply chain management practices. *Journal of Cleaner Production*, 40, 32-39.

- [18] Mangla, S., Kumar, P., & Barua, M. K. (2014). An evaluation of attribute for improving the green supply chain performance via DEMATEL method. *International Journal of Mechanical Engineering & Robotics Research*, 1(1), 30-35.
- [19] Ramanathan, R. (2007). Supplier selection problem: Integrating DEA with the approaches of total cost of ownership and AHP. *Supply Chain Management: An International Journal*, 12(4), 258–261.
- [20] Raut, R. D., Bhasin, H. V., & Kamble, S. S. (2011). Evaluation of supplier selection criteria by combination of AHP and fuzzy DEMATEL method. *International Journal of Business Innovation and Research*, 5(4), 359-392.
- [21] Roy, J., Chatterjee, K., Bandhopadhyay, A., & Kar, S. (2016). Evaluation and selection of Medical Tourism sites: A rough AHP based MABAC approach. *arXiv preprint arXiv:1606.08962*.
- [22] Safa, M., Shahi, A., Haas, C. T., & Hipel, K. W. (2014). Supplier selection process in an integrated construction materials management model. *Automation in Construction*, 48, 64-73.
- [23] Sarkar, S., Lakha, V., Ansari, I., & Maiti, J. (2017). Supplier Selection in Uncertain Environment: A Fuzzy MCDM Approach. In *Proceedings of the First International Conference on Intelligent Computing and Communication*(pp. 257-266). Springer Singapore.
- [24] Soheilrad, S., Govindan, K., Mardani, A., Zavadskas, E. K., Nilashi, M., & Zakuan, N. (2017). Application of data envelopment analysis models in supply chain management: a systematic review and meta-analysis. *Annals of Operations Research*, 1-55.
- [25] Song, W., Ming, X., & Wu, Z. (2013). An integrated rough number-based approach to design concept evaluation under subjective environments. *Journal of Engineering Design*, 24(5), 320-341.
- [26] Song, W., Ming, X., Wu, Z., & Zhu, B. (2014). A rough TOPSIS approach for failure mode and effects analysis in uncertain environments. *Quality and Reliability Engineering International*, 30(4), 473-486.
- [27] Stević, Ž., (2017). Criteria for supplier selection: A literature review, *International Journal of Engineering, Business and Enterprise Applications*, 19(1), December 2016-February 2017, pp. 23-27
- [28] Stević, Ž., Pamučar, D., Vasiljević, M., Stojić, G., & Korica, S. (2017). Novel Integrated Multi-Criteria Model for Supplier Selection: Case Study Construction Company. *Symmetry*, 9(11), 279.
- [29] Tamošaitienė, J., Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. (2013). Multi-criteria risk assessment of a construction project. *Procedia Computer Science*, 17, 129-133.
- [30] Turskis, Z., Lazauskas, M., & Zavadskas, E. K. (2012). Fuzzy multiple criteria assessment of construction site alternatives for non-hazardous waste incineration plant in Vilnius city, applying ARAS-F and AHP methods. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 20(2), 110-120.
- [31] Wu, K. J., Tseng, M. L., Chiu, A. S., & Lim, M. K. (2016). Achieving competitive advantage through supply chain agility under uncertainty: A novel multi-criteria decision-making structure. *International Journal of Production Economics*.
- [32] Yang, J. L., & Tzeng, G. H. (2011). An integrated MCDM technique combined with DEMATEL for a novel cluster-weighted with ANP method. *Expert Systems with Applications*, 38(3), 1417-1424.

- [33] Yao, M., & Minner, S. (2017). Review of multi-supplier inventory models in supply chain management: An update.
- [34] Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Tamosaitiene, J. (2011). Selection of construction enterprises management strategy based on the SWOT and multi-criteria analysis. *Archives of civil and mechanical engineering*, 11(4), 1063-1082.
- [35] Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Tamošaitiene, J. (2010). Risk assessment of construction projects. *Journal of civil engineering and management*, 16(1), 33-46.
- [36] Zavadskas, E. K., Vainiūnas, P., Turskis, Z., & Tamošaitienė, J. (2012). Multiple criteria decision support system for assessment of projects managers in construction. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 11(02), 501-520.
- [37] Zavadskas, E. K., Vilutienė, T., Turskis, Z., & Šaparauskas, J. (2014b). Multi-criteria analysis of Projects' performance in construction. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 14(1), 114-121.
- [38] Zhong, L., & Yao, L. (2017). An ELECTRE I-based multi-criteria group decision making method with interval type-2 fuzzy numbers and its application to supplier selection. *Applied Soft Computing*, 57, 556-576.
- [39] Zolfani, S. H., Chen, I. S., Rezaeiniya, N., & Tamošaitienė, J. (2012). A hybrid MCDM model encompassing AHP and COPRAS-G methods for selecting company supplier in Iran. *Technological and economic development of economy*, 18(3), 529-543.

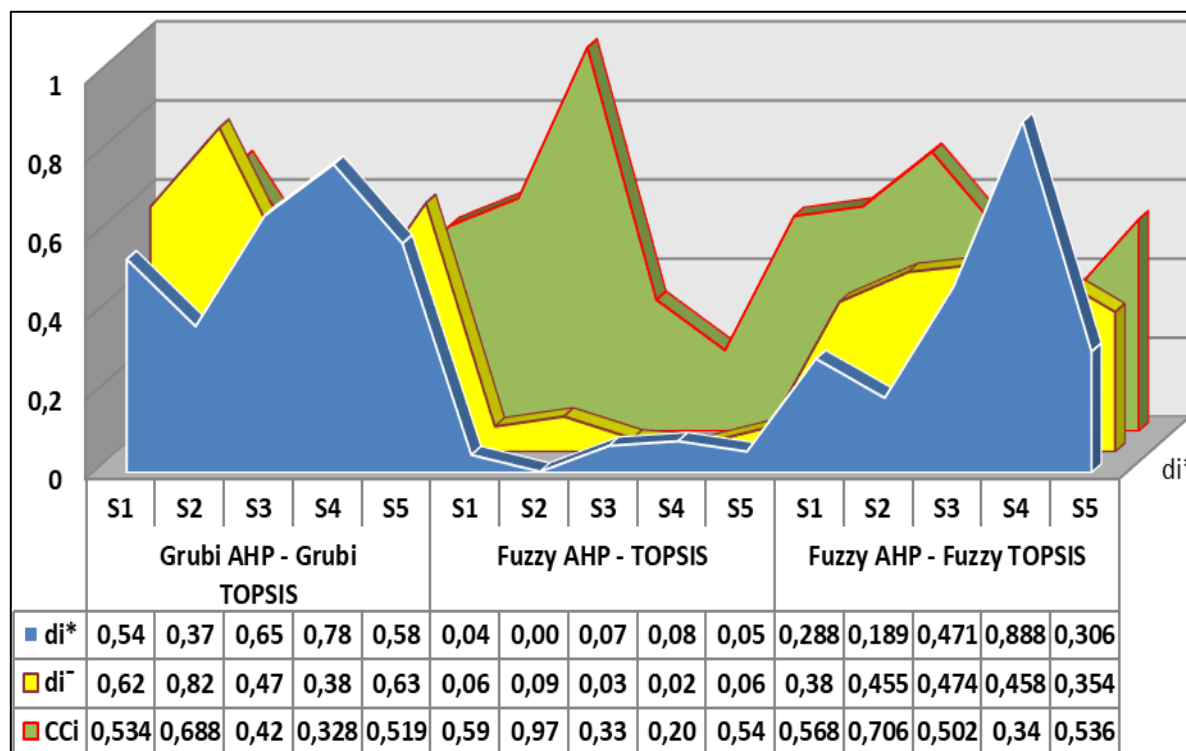
7. DISKUSIJA I ANALIZA OSETLJIVOSTI

*„Znanje je proces nakupljanja činjenica, mudrost je njihovo pojednostavljenje“
Martin H. Fisher*

Kako bi dobijeni rezultati predstavljali validne vrednosti koji se mogu implementirati u realan sistem, potrebno je proveriti stabilnost konačnih rezultata. U analizu osetljivosti i proveru stabilnosti dobijenih rezultata uključene su i druge metode u zavisnosti od područja primene. Pored toga sastavni deo ove analize su i promene težinskih vrednosti kriterijuma kako bi se utvrdilo na koji način i koliko utiče njihov značaj na rezultate.

7.1. Analiza osetljivosti u kompaniji za proizvodnju nameštaja

Analiza osetljivosti koja je primenjena za proveru dobijenih rezultata u kompaniji za proizvodnju nameštaja sastoji se od primene fuzzy AHP metode (Chang 1996) za proračun težinskih vrednosti kriterijuma i TOPSIS (Hwang i Yoon, 1981) odnosno fuzzy TOPSIS metoda (Chen, 2000) za rangiranje alternativa. Na slici 7.1 prikazani su rezultati analize osetljivosti koja predstavlja rezultate poslednjeg koraka TOPSIS metode u svim njenim oblicima.



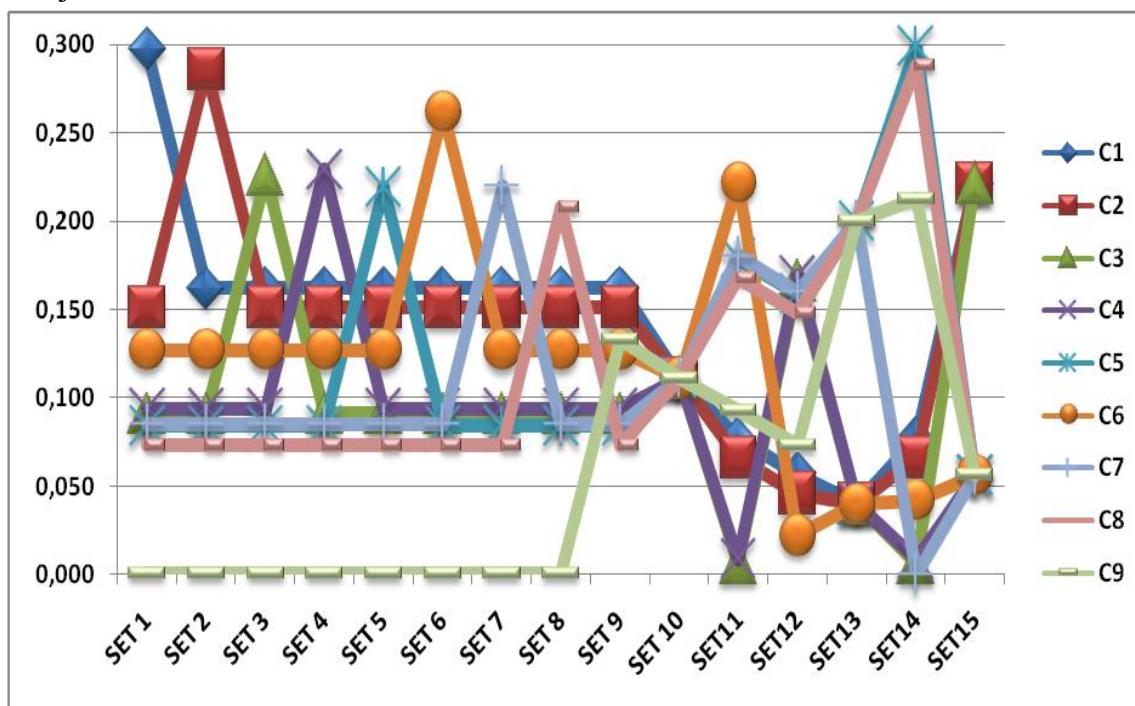
Slika 7.1. Rezultati analize osetljivosti u kompaniji za proizvodnju nameštaja (autor)

Slika 7.1 pokazuje da su dobijeni rezultati veoma stabilni, jer se primenjujući tri različite kombinacije metoda dobijaju identični rezultati sa aspekta rangiranja dobavljača. Kod primene klasične TOPSIS metode CCI najboljeg dobavljača je 0.97 i veoma je blizu idealnog rešenja, odnosno jedinici. Međutim, primenjujući druge kombinacije koje

podrazumevaju fuzzy i grubi oblik može se primetiti C_i vrednosti u suštini mnogo manje i mnogo realnije.

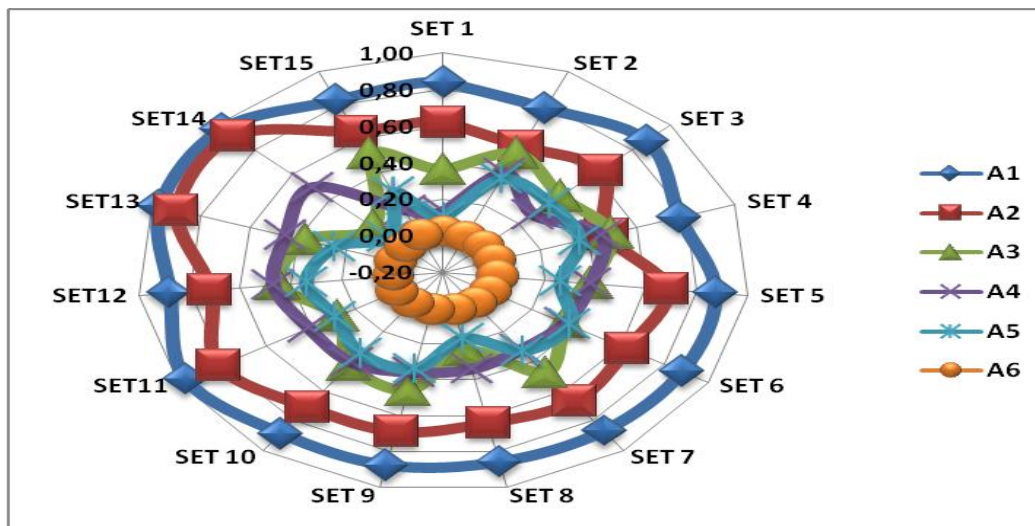
7.2. Analiza osetljivosti u kompaniji za proizvodnju plastičnih kesa i folija

Nakon predstavljenih rezultata, kao što je već napomenuto, potrebno je utvrditi stabilnost modela i osetljivost rezultata na promenu značaja pojedinih kriterijuma. Stoga je izvršena analiza osetljivosti koja je prikazana kroz tri dela. Na slici 7.2 prikazane su simulirane vrednosti svih kriterijuma u 15 različitih setova. Na slici 7.3 prikazane su vrednosti svih dobavljača kroz različita scenarija, dok je na slici 7.4 prikazan rang alternativa u svim scenarijima.



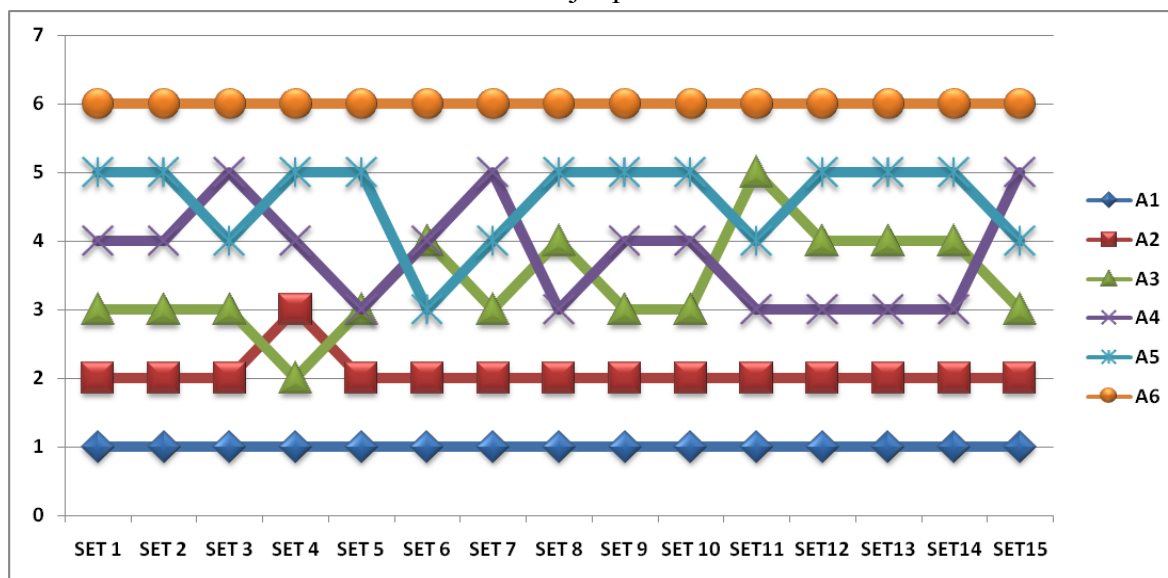
Slika 7.2. Simulirane vrednosti kriterijuma kroz formirane setove analize osetljivosti (autor)

Na slici 7.2 prikazani su setovi analize osetljivosti i simulirane vrednosti kriterijuma kroz svaki set. U prvih devet setova po jedan kriterijum počev od prvog se povećava za 12%, dok se ostali kriterijumi smanjuju za 1,5% kako bi ostao zadovoljen uslov da zbir vrednosti svih kriterijuma i dalje bude jedan. U setu 10 svi kriterijumi imaju jednaku vrednost, dok se u setu 11 prva četiri kriterijuma smanjuju za 10%, a ostali pet kriterijuma povećava za 8%. Najznačajniji kriterijumi K₁, K₂ i K₆ u setu 12 su smanjeni za 12%, dok se vrednost ostalih šest kriterijuma povećava za 6%. U setu 13 najmanje značajnim kriterijumima K₅, K₇, K₈ i K₉ dodeljene su vrednosti 0,200, dok su ostali kriterijumi dobili vrednost 0,040. U setu 14 je takođe najmanje značajnim kriterijumima K₅, K₈ i K₉ povećana vrednost za čak 20%, dok je ostalim smanjena za 10% i u poslednjem 15. setu prva tri kriterijuma imaju vrednost 0,221, a ostali 0,056.



Slika 7.3. Rezultati analize osetljivosti u kompaniji za proizvodnju plastičnih kesa i folija (autor)

Slika 7.3 prikazuje rezultate analize osetljivosti i vrednosti koje svaki dobavljač ima u formiranim setovima. Sa povećanjem vrednosti prvog kriterijuma dobavljači četiri, pet i šest imaju veoma male vrednosti i praktično u tom slučaju se mogu odmah eliminisati kao nepoželjni. Povećanjem drugog kriterijuma vrednost trećeg dobavljača raste i približava se vrednosti drugog, dok su vrednosti četvrtog i petog dobavljača takođe približne. Sertifikacija proizvoda kao treći kriterijum bitno utiče na dobavljača pet i četiri koji su u ovom setu zamenili pozicije koje zauzimaju. Pri rastu značaja kriterijuma vreme isporuke dobavljač tri dobija najviše na značaju i zauzima drugu poziciju u ukupnom rangui. U setovima pet i šest dobavljači tri i četiri imaju identične vrednosti, dok se u setu sedam povećava značaj petog dobavljača. U sledećem setu povećava se vrednost četvrtog dobavljača koji menja poziciju sa trećim. U setovima devet i 10 ne dolazi do bitnijih promena i rezultati su skoro identični kao u modelu. Smanjenjem značaja prva četiri kriterijuma, a povećanjem ostalih alternativa četiri raste i zauzima treću poziciju, dok je alternativa pet na četvrtom, a tri na petoj poziciji. U preostalim setovima takođe ne dolazi do bitnijih promena.

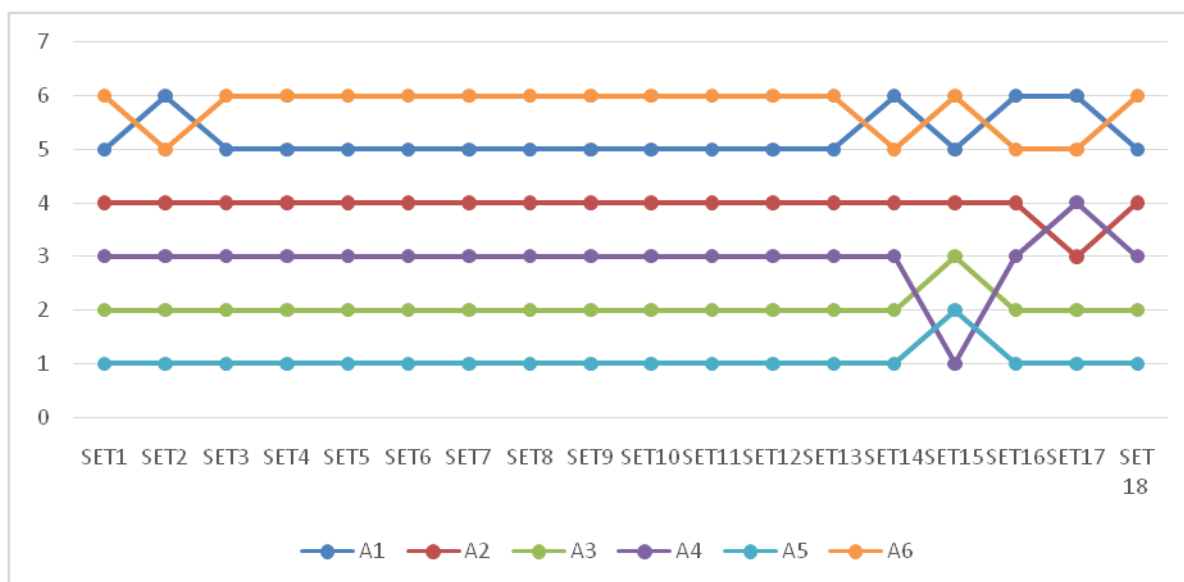


Slika 7.4. Rang dobavljača u analizi osetljivosti (autor)

Kao što se može videti sa slike 7.4 stabilnost modela ne dolazi u pitanje, jer dobavljač jedan u svim formiranim setovima predstavlja najbolje rešenje i njegova vrednost kroz setove se kreće u opsegu 0.78-0.97. Dobavljač dva je samo u setu četiri izgubio drugu poziciju, što dodatno potvrđuje validnost, odnosno stabilnost modela. Dobavljač šest se pokazao kao najnepoželjniji i uvek predstavlja najlošije rešenje. Bitnije promene u analizi osetljivosti nisu vidljive, jer i kada dolazi do promene ranga ne radi se o drastičnim promenama. Dobavljač tri je u više od 50% slučajeva na poziciji tri, dok se jednom nalazi na drugoj odnosno petoj poziciji, a u ostalih pet setova je na četvrtom mestu. Dobavljači četiri i pet se uglavnom menjaju na pozicijama četiri i pet.

7.3. Analiza osetljivosti u građevinskoj kompaniji

Kako bi se utvrdila stabilnost dobijenih rezultata izvršena je analiza osetljivosti koja u svom prvom delu podrazumeva promenu težine kriterijuma kroz 18 različitih setova.



Slika 7.5. Rangiranje alternativa kroz scenarija (Stević i dr., 2017)

U prvih devet setova vrednost svakog kriterijuma se smanjuje za 16%, dok se vrednost ostalih povećava za 2% respektivno. U desetom setu prvi, treći i četvrti kriterijum se smanjuju za 12%, a ostali se povećavaju za 6%, dok se u 11. setu vrednosti istih kriterijuma smanjuju za 24%, a ostali povećavaju za 12%. Kako se rangovi alternativa značajno ne menjaju kroz prethodno formirane setove, naredni setovi predstavljaju procentualno veću promenu vrednosti težina kriterijuma. Tako u 12. setu prvi, treći, četvrti i šesti kriterijum se smanjuju za 20%, dok se ostalih pet povećava za 16%, dok se u narednom 13. setu prvi i četvrti kriterijum smanjuju za čak 35%, a ostali povećavaju za 10%. Drugi i sedmi kriterijum u 14. setu se smanjuju za 28%, dok se ostali povećavaju za 8%. Petnaesti set se zasniva na ukupno pet kriterijuma, jer se prvom, trećem, četvrtom i šestom dodeljuju vrednosti nula, a vrednosti ostalih kriterijuma ostaju nepromenjene. U 16. setu svi kriterijumi imaju podjednaku važnost, s tim što je donji i gornji limit grubog broja takođe izjednačen. Zatim drugom, petom i sedmom kriterijumu u 17. setu su dodeljene vrednosti nule, a ostali nepromenjeni i poslednji

18. set čine jednake vrednosti svih kriterijuma (dodeljena maksimalna vrednost koju ima prvi kriterijum u osnovnom proračunu).

Na slici 7.5 je prikazan rang alternativa kroz formirane setove i kao što se može videti alternativa pet predstavlja najbolje rešenje u 17 od ukupno 18 formiranih scenarija. Jedino u 15. setu kada su pojedini kriterijumi eliminisani zauzima drugu poziciju. Sve alternative u većini setova zadržavaju svoje prvobitne pozicije. Alternativa tri je samo u 15. setu na trećem mestu, dok u svim ostalim situacijama zauzima drugu poziciju. Isti slučaj je i sa alternativom dva koja samo u 17. setu zauzima treće mesto, a u ostalim scenarijima je na četvrtoj poziciji.

Pored stabilnosti koju pokazuje prvi deo analize osetljivosti izvršeno je poređenje predloženog modela sa drugim hibridnim višekriterijskim modelima. Hibridni modeli koji su korišćeni za poređenje rezultata prikazani su u tabeli 7.3. U cilju validacije predloženog modela za određivanje težina kriterijuma, pored Grube DEMATEL metode, korišćena je Gruba AHP metoda (Zhai i dr., 2009). AHP model izabran je za poređenje pošto se radi o metodi koja se u literaturi najčešće koristi za određivanje težina kriterijuma (Zhu i dr., 2015).

Za ekspertsko poređenje u parovima kriterijuma u Gruboj AHP metodi korišćeni su isti eksperti kao u Gruboj DEMATEL metodi. Nakon ekspertske evaluacije kriterijuma, primenom Saaty-jeve skale, dobijeno je sedam matrica poređenja u parovima kriterijuma dimenzija 9×9 koje su prikazane u Tabeli 7.1.

Tabela 7.1. Poređenje kriterijuma od strane eksperata (Stević i dr., 2017)

	E ₁									E ₂								
	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉
K₁	1	4	9	7	8	3	6	5	2	1	3	8	6	7	2	5	4	2
K₂	0.25	1	5	3	4	0.50	3	2	0.33	0.33	1	5	3	4	0.50	3	2	0.33
K₃	0.11	0.20	1	0.33	0.50	0.16	0.25	0.33	0.12	0.12	0.20	1	0.33	0.50	0.16	0.25	0.33	0.12
K₄	0.14	0.33	3	1	2	0.25	0.50	0.33	0.16	0.16	0.33	3	1	2	0.25	0.50	0.33	0.16
K₅	0.12	0.25	2	0.50	1	0.20	0.33	0.25	0.14	0.14	0.25	2	0.50	1	0.20	0.33	0.25	0.14
K₆	0.333	2	6	4	5	1	3	3	0.50	0.50	2	6	4	5	1	3	3	0.50
K₇	0.16	0.33	4	2	3	0.33	1	0.50	0.25	0.20	0.33	4	2	3	0.33	1	0.50	0.25
K₈	0.20	0.50	3	3	4	0.33	2	1	0.33	0.25	0.50	3	3	4	0.33	2	1	0.33
K₉	0.50	3	8	6	7	2	4	3	1	0.50	3	8	6	7	2	4	3	1
...																		
	E ₆									E ₇								
	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉
K₁	1	4	9	5	8	3	6	5	2	1	3	8	5	7	2	5	4	3
K₂	0.25	1	5	2	4	0.50	3	2	0.33	0.33	1	6	3	4	0.50	4	2	1
K₃	0.11	0.20	1	0.25	0.50	0.16	0.25	0.33	0.12	0.12	0.16	1	0.25	0.50	0.16	0.33	0.25	0.20
K₄	0.20	0.50	4	1	4	0.33	2	1	0.25	0.20	0.33	4	1	3	0.33	1	0.50	0.33
K₅	0.12	0.25	2	0.25	1	0.20	0.33	0.25	0.14	0.14	0.25	2	0.33	1	0.20	0.33	0.25	0.25
K₆	0.33	2	6	3	5	1	3	3	0.50	0.50	2	6	3	5	1	3	2	2
K₇	0.16	0.33	4	0.50	3	0.33	1	0.50	0.25	0.20	0.25	3	1	3	0.33	1	0.50	0.33
K₈	0.20	0.50	3	1	4	0.33	2	1	0.33	0.25	0.50	0.25	2	4	0.50	2	1	0.50
K₉	0.50	3	8	4	7	2	4	3	1	0.33	1	5	3	4	0.50	3	2	1

Primenom izraza (19)-(24) svaka od prikazanih sekvenci transformiše se u grubu sekvencu. Tako za sekvencu $\tilde{x}_{12} = \{4,3,2,3,3,4,3\}$ dobijamo:

$$\underline{Lim}(2) = 2.00, \quad \overline{Lim}(2) = \frac{1}{7}(4 + 3 + 2 + 3 + 3 + 4 + 3) = 3.14$$

$$\underline{Lim}(3) = \frac{1}{5}(3 + 2 + 3 + 3 + 3) = 2.80, \quad \overline{Lim}(3) = \frac{1}{6}(4 + 3 + 3 + 3 + 4 + 3) = 3.33$$

$$\underline{Lim}(4) = \frac{1}{7}(4 + 3 + 2 + 3 + 3 + 4 + 3) = 3.14, \quad \overline{Lim}(4) = 4.00$$

$$RN(x_{12}^1) = RN(x_{12}^6) = [3.14; 4.00]$$

$$RN(x_{12}^2) = RN(x_{12}^4) = RN(x_{12}^5) = RN(x_{12}^7) = [2.80; 3.33]$$

$$RN(x_{12}^3) = [2.00; 3.14]$$

$$\begin{aligned} x_{12}^L &= \frac{x_{12}^1 + x_{12}^2 + x_{12}^3 + x_{12}^4 + x_{12}^5 + x_{12}^6 + x_{12}^7}{S} \\ &= \frac{3.14 + 2.80 + 2.00 + 2.80 + 2.80 + 3.14 + 2.80}{7} = 2.78 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_{12}^U &= \frac{x_{12}^1 + x_{12}^2 + x_{12}^3 + x_{12}^4 + x_{12}^5 + x_{12}^6 + x_{12}^7}{S} \\ &= \frac{4.00 + 3.33 + 3.14 + 3.33 + 3.33 + 4.00 + 3.33}{7} = 3.49 \end{aligned}$$

Tabela 7.2. Grupna gruba matrica (Stević i dr., 2017)

	A₁	A₂	A₃	A₄	A₅	A₆
K₁	[1, 1]	[2,78, 3,49]	[7,78, 8,49]	[5,51, 6,22]	[7,08, 7,49]	[2,08, 2,49]
K₂	[0,3, 0,38]	[1, 1]	[5,18, 5,99]	[2,78, 3,83]	[4,18, 4,99]	[0,42, 0,63]
K₃	[0,12, 0,13]	[0,17, 0,19]	[1, 1]	[0,29, 0,33]	[0,51, 0,63]	[0,16, 0,17]
K₄	[0,16, 0,18]	[0,28, 0,38]	[3,08, 3,49]	[1, 1]	[2,18, 2,99]	[0,23, 0,29]
K₅	[0,14, 0,14]	[0,2, 0,24]	[1,74, 1,98]	[0,36, 0,47]	[1, 1]	[0,18, 0,20]
K₆	[0,42, 0,49]	[1,78, 2,49]	[6,04, 6,53]	[3,53, 4,51]	[5,06, 5,8]	[1, 1]
K₇	[0,19, 0,22]	[0,26, 0,32]	[3,74, 3,98]	[1,35, 1,92]	[3,02, 3,26]	[0,31, 0,33]
K₈	[0,23, 0,29]	[0,39, 0,49]	[2,27, 2,94]	[2,19, 2,91]	[3,74, 3,98]	[0,34, 0,38]
K₉	[0,50, 1,08]	[2,19, 3,52]	[7,17, 8,22]	[4,66, 6,15]	[6,19, 7,45]	[1,34, 2,23]

Nakon definisanja grube grupne matrice Tabela 7.2 potrebno je odrediti geometrijsku sredinu donjeg i gornjeg limita grupne matrice po kriterijumima odnosno računa se geometrijska sredina po redovima. Iz tako dobijene matrice bira se maksimalna vrednost gornjeg limita i sve ostale vrednosti se dele sa tom vrednošću. Tako dobijamo konačne vrednosti težina kriterijuma:

$$w_j = \begin{bmatrix} [0.837, 1.000] \\ [0.354, 0.462] \\ [0.066, 0.073] \\ [0.132, 0.176] \\ [0.083, 0.093] \\ [0.495, 0.610] \\ [0.173, 0.196] \\ [0.229, 0.269] \\ [0.636, 0.880] \end{bmatrix}$$

Za rangiranje alternativa korišćene su sledeće metode: Gruba MAIRCA (Pamučar idr., 2017b), Gruba MULTIMOORA (Stević i dr., 2017), Grubi COPRAS (Stević i dr., 2017),

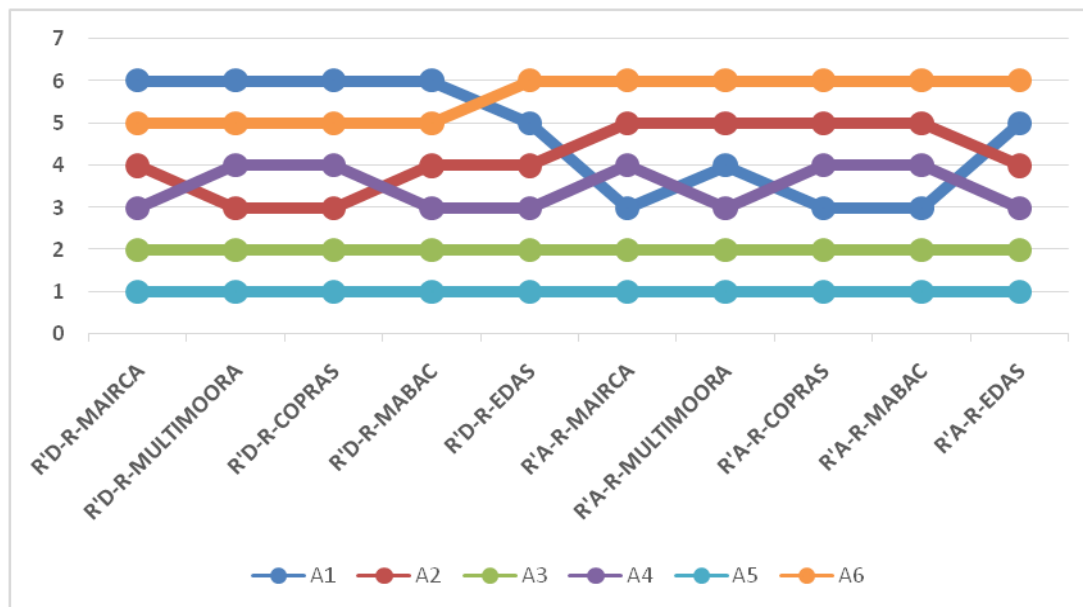
Grubi MABAC (Roy i dr., 2016). Kombinovanjem Grube AHP i Grube DEMATEL metode, koje su korišćene za određivanje težina kriterijuma, sa Grubom MAIRCA, Grubom MULTIMOORA, Grubom COPRAS, Grubim MABAC i Grubim EDAS modelima dobijeno je ukupno deset hibridnih modela koji su prikazani u Tabeli 7.3. Isti ulazni podaci su korišćeni za sve modele što podrazumeva težine kriterijuma dobijenih Grubom DEMATEL i Grubom AHP i iste vrednosti iz grupne matrice kod Grube EDAS metode Tabela 6.13.

Tabela 7.3. Uporedna analiza rangova primenom različitih pristupa (Stević i dr., 2017)

Altern ative	G'D-G-MAIRCA			G'D-G- MULTIMOORA			G'D-G-COPRAS			G'D-G-MABAC			G'D-G-EDAS		
	Vrednost		Rang	Vrednost		Rang	Vrednost		Rang	Vrednost		Rang	Vrednost		Rang
A1	-0,243	1,540	6	0,778	4,055	6	63,32	83,67	6	-9,508	8,469	6	0,892	-3,690	5
A2	-0,324	1,449	4	0,962	4,392	3	79,70	87,89	3	-9,053	8,875	4	1,021	3,139	4
A3	-0,543	1,394	2	1,059	5,080	2	88,60	93,74	2	-8,779	9,968	2	1,086	9,949	2
A4	-0,402	1,454	3	0,858	4,406	4	78,93	88,10	4	-9,079	9,263	3	1,057	7,073	3
A5	-0,696	1,332	1	1,150	5,402	1	100,00	100,00	1	-8,470	10,73	1	1,075	12,053	1
A6	-0,170	1,463	5	0,933	4,137	5	77,23	78,93	5	-9,123	8,106	5	0,960	-3,913	6
Altern ative	G'A-G-MAIRCA			G'A-G- MULTIMOORA			G'A-G-COPRAS			G'A-G-MABAC			G'A-G-EDAS		
	Vrednost		Rang	Vrednost		Rang	Vrednost		Rang	Vrednost		Rang	Vrednost		Rang
A1	0,024	0,628	3	0,711	2,103	4	90,72	100,00	3	-2,638	2,919	3	0,759	0,255	5
A2	0,115	0,595	5	0,796	1,991	5	93,58	91,70	5	-2,470	2,466	5	1,056	2,312	4
A3	0,064	0,568	2	0,928	2,320	2	98,60	92,26	2	-2,334	2,721	2	1,205	4,461	2
A4	0,075	0,599	4	0,810	2,151	3	94,25	92,67	4	-2,489	2,668	4	1,148	3,928	3
A5	0,034	0,560	1	0,966	2,420	1	100,00	95,39	1	-2,295	2,872	1	1,195	4,844	1
A6	0,225	0,650	6	0,820	1,982	6	83,13	80,28	6	-2,746	1,915	6	0,879	-1,461	6

*G'D-G-MAIRCA (Grubi DEMATEL Grubi MAIRCA); G'D-G-MULTIMOORA (Grubi DEMATEL Grubi MULTIMOORA); G'D-G-COPRAS (Grubi DEMATEL Grubi COPRAS); G'D-G-EDAS (Grubi DEMATEL Grubi EDAS); G'A-G-MAIRCA (Grubi AHP Grubi MAIRCA); G'A-G-MULTIMOORA (Grubi AHP Grubi MULTIMOORA); G'A-G-COPRAS (Grubi AHP Grubi COPRAS); G'A-G-MABAC (Grubi AHP Grubi MABAC); G'A-G-EDAS (Grubi AHP Grubi EDAS).

Rangovi alternativa i vrednosti kriterijumskih funkcija hibridnih modela prikazani su u tabeli 7.3 i na slici 7.6. Na slici 7.6 grafički su prikazane promene rangova hibridnih modela.



Slika 7.6. Rangovi alternativa u kombinaciji sa G'DEMATE i G'AHP (Stević i dr., 2017)

Na osnovu slike 7.6 uočavamo da alternativa pet predstavlja najbolje rešenje u svih 10 modela, što predstavlja adekvatnu verifikaciju predloženog modela. Alternativa A3 je takođe u svim formiranim modelima na jednakoj poziciji, odnosno na drugom mestu. Kod ostalih alternativa dolazi do određenih promena i zavisnosti od primene modela. Alternativa jedan ima najveću varijaciju od svih, jer se četiri puta nalazi na poslednjem mestu, dva puta na pretposlednjem petom, tri puta na trećem i jednom na četvrtom mestu. Alternativa šest se nalazi u svim modelima na petom ili na šestom mestu. Alternativa dva varira od trećeg do petog mesta, a alternativa četiri je u polovini slučajeva na trećem i polovini slučajeva na četvrtom mestu.

Za statističko poređenje rangova korišćen je Spirmanov koeficijent korelacije (r_k). Poređenje rangova izvršeno je kroz međusobno poređenje svih 10 hibridnih modela, tabela 7.4.

Iz table 7.4 uočavamo da postoji dobra korelacija rangova između razmatranih pristupa, pošto je u ukupna srednja vrednost $r_k=0.893$. Najmanje vrednosti korelacije dobijene su prilikom poređenja rangova G'A-G-MAIRCA modela sa G'D-G-MAIRCA, G'D-G-MULTIMOORA G'D-G-COPRAS i G'D-G-MABAC modelima, gde su dobijene vrednosti 0.657, 0.600, 0.600 i 0.657, respektivno. Slične vrednosti dobijene su i prilikom poređenja G'A-G-COPRAS i G'A-G-MABAC sa G'D-G-MAIRCA, G'D-G-MULTIMOORA G'D-G-COPRAS i G'D-G-MABAC modelima. Ovakve vrednosti r_k nastale su kao posledica primene različitih pristupa za određivanje težinskih koeficijenata (Grubi AHP i grubi DEMATEL), koji su imali za posledicu i dobijanje različitih vrednosti težinskih koeficijenata. Tako dobijene vrednosti težinskih koeficijenata dalje su uticale na promene u rangovima razmatranih modela. Zato su u daljoj analizi grupisani modele koji su koristili iste pristupe za definisanje težinskih koeficijenata (G'AHP i G'DEMATEL) i analizirana je njihova međusobna korelacija.

Tako se za G'AHP model dobija average $r_k=0.951$, dok se za G'DEMATEL model dobija $r_k=0.962$. Imajući u vidu da su sve vrednosti r_k u okviru istih pristupa (G'AHP i G'DEMATEL) značajno veće 0.8, kao i da srednja vrednost $r_k=0.893$ može se zaključiti da postoji veoma velika korelacija (bliskost) rangova i da je predloženi rang potvrđen i kredibilan.

Tabela 7.4. Korelacija rangova testiranih modela (Stević i dr., 2017)

Metode	G'D-G- MAIRCA	G'D-G- MULTIMOORA	G'D-G- COPRAS	G'D-G- MABAC	G'D- G- EDAS	G'A-G- MAIRCA	G'A-G- MULTIMOORA	G'A-G- COPRAS	G'A-G- MABAC	G'A-G- EDAS	Prosečna vrednost
G'D-G- MAIRCA	1.000	0.943	0.943	1.000	0.943	0.657	0.829	0.657	0.657	0.943	0.857
G'D-G- MULTIMOORA	-	1.000	1.000	0.943	0.886	0.600	0.714	0.600	0.600	0.886	0.803
G'D-G- COPRAS	-	-	1.000	0.943	0.886	0.600	0.714	0.600	0.600	0.886	0.779
G'D-G-MABAC	-	-	-	1.000	0.943	0.657	0.829	0.657	0.657	0.943	0.812
G'D-G-EDAS	-	-	-	-	1.000	0.829	0.943	0.829	0.829	1.000	0.905
G'A-G- MAIRCA	-	-	-	-	-	1.000	0.943	1.000	1.000	0.829	0.954
G'A-G- MULTIMOORA	-	-	-	-	-	-	1.000	0.943	0.943	0.943	0.957
G'A-G- COPRAS	-	-	-	-	-	-	-	1.000	1.000	0.829	0.943
G'A-G-MABAC	-	-	-	-	-	-	-	-	1.000	0.829	0.915
G'A-G-EDAS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.000	1.000
Ukupna prosečnost											0.893

LITERATURA

- [1] Chang, D. Y. (1996). Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. *European journal of operational research*, 95(3), 649-655.
- [2] Chen, C. T. (2000). Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment. *Fuzzy sets and systems*, 114(1), 1-9.
- [3] Hwang, C. L., & Yoon, K. (1981). Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems: Multiple Attribute Decision Making: Methods and Application. *Springer Verlag*.
- [4] Roy, J., Chatterjee, K., Bandhopadhyay, A., Kar, S. (2016). Evaluation and selection of Medical Tourism sites: A rough AHP based MABAC approach, doi: arXiv:1606.08962.
- [5] Stević, Ž., Pamučar, D., Vasiljević, M., Stojić, G., & Korica, S. (2017). Novel Integrated Multi-Criteria Model for Supplier Selection: Case Study Construction Company. *Symmetry*, 9(11), 279.
- [6] Zhai, L. Y., Khoo, L. P., & Zhong, Z. W. (2009). A rough set based QFD approach to the management of imprecise design information in product development. *Advanced Engineering Informatics*, 23(2), 222-228.
- [7] Zhu, G.N., Hu, J., Qi, J., Gu, C.C., Peng, J.H. (2015). An integrated AHP and VIKOR for design concept evaluation based on rough number, *Advanced Engineering Informatics*, 29, pp. 408–418.

8. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA I PRAVCI BUDUĆIH ISTRAŽIVANJA

„Ko je pobedio sebe taj je pobedio čitav svet“

Sveti oci

Istraživanje koje je prikazano u ovom radu trajalo je skoro dve godine i u istom je predložen model za vrednovanje dobavljača u proizvodnim kompanijama koji se u svojoj početnoj fazi sastoji od dvadeset kriterijuma. Primenjujući znanja menadžera iz navedenih oblasti set kriterijuma je primenom fuzzy AHP metode modifikovan na ukupno devet. Verifikacija modela je izvršena na praktičnim primerima u privredi. Pored toga razvijeni su novi pristupi za vrednovanje dobavljača koji smanjuju neizvesnosti i neodređenosti u oblasti odlučivanja.

8.1. Najvažniji zadaci koji su izvršeni u radu

U skladu sa postavkom problema, razvojem integrisanog modela za vrednovanje i izbor dobavljača, i svemu urađenom u prethodnim delovima rada može se izdvojiti nekoliko najvažnijih zadataka koji su izvršeni. Prvi je analiza trenutnog stanja i dosadašnjih istraživanja u oblasti sa osvrtom na stanje u našem okruženju. Izvršenim pregledom dobijeni su podaci koji pokazuju aktuelnost teme i potrebu za daljim istraživanjem. Drugi zadatak predstavlja potvrdu mogućnosti unapređenja proizvodnih delova lanca snabdevanja u pogledu vrednovanja i izbora najboljeg dobavljača primenom kombinacije metoda višekriterijumskog odlučivanja, teorije fuzzy skupova i teorije grubih skupova. Treći i možda najbitniji zadatak koji je izvršen u radu je razvoj novog pristupa za vrednovanje dobavljača u lancima snabdevanja koji omogućava smanjenje subjektivnosti i nepreciznosti koje se svakodnevno javljaju pri donošenju odluka. Pored toga pokazana je i dokazana primenjivost razvijenog integrisanog modela za vrednovanje dobavljača pri trenutnim uslovima koji vladaju u posmatranim lancima snabdevanja. Pored navedenih može se izdvojiti još zadatak, koji se odnosi na kreiranje aplikacije IMSES u Microsoft Excel-u u kojoj su izvršeni svi proračuni.

8.2. Potvrda postavljenih hipoteza

Obzirom na prethodno navedene ciljeve i mogućnosti unapređenja lanca snabdevanja kroz donošenje odluke o izboru dobavljača na osnovu kombinacije metoda višekriterijumskog odlučivanja, teorije fuzzy skupova i teorije grubih skupova koje na veoma dobar način vrše kvantifikaciju kvalitativnih kriterijuma izdvojene su sledeće hipoteze:

- *“Moguće je razviti model vrednovanja dobavljača koji će biti široko primenjiv u kompanijama koje se bave različitom proizvodnom delatnošću uz minimalnu modifikaciju njegovih elemenata”*. Prva hipoteza je dokazana i potvrđena, jer razvijeni integrisani model za vrednovanje dobavljača u lancima snabdevanja čine inputi iz više od deset različitih proizvodnih delatnosti. Pored toga, razvijeni model je bez ikakvih modifikacija uspešno primenjen u više različitih proizvodnih oblasti.
- *“Primena razvijenog modela pozitivno utiče na formiranje konačne cene gotovog proizvoda i povećava konkurentsku poziciju na tržištu”*. O tome koliki je značaj

adekvatnog izbora dobavljača diskutovano je više puta kroz rad, ali bitno je napomenuti činjenicu koja je kroz decenije potvrđena od strane različitih autora, a odnosi se na sledeće: Uloga i značaj dobavljača u lancima snabdevanja su uzuzetno veliki i bitni, jer njihov adekvatan izbor direktno utiče na cenu formiranja konačnog proizvoda, a pored toga i na zadovoljenje krajnjih korisnika kroz obezbeđenje svih bitnih elemenata kao što je kvalitet, vreme, usluga itd. Ova hipoteza je takođe potvrđena, naročito kada su u pitanju oblasti koje imaju veliku konkurenciju i kada je na malom geografskom području smešten veliki broj kompanija koje se bave istom proizvodnom delatnošću. U tom slučaju adekvatan dobavljač donosi prednost i omogućava sniženje konačne cene proizvoda i povećanje konkurentnosti na tržištu.

- “*Primenom fuzzy i grubih brojeva umesto crisp brojeva moguće je kreirati efikasniji i precizniji model za donošenje odluka u vezi sa vrednovanjem dobavljača*”. I treća postavljena hipoteza je dokazana, a prednosti primene fuzzy ili grubih brojeva u oblasti donošenja odluka su višestruke i detaljno su predstavljene u radu. Subjektivnost, neizvesnosti i neodređenosti su samo od nekih elemenata koji se eliminišu ili ublažuju primenom fuzzy ili grubih skupova. Tome svedoče i razvijeni novi pristupi u radu.

8.3. Naučni doprinos rada

Naučni doprinos doktorske disertacije može se izraziti kroz više elemenata, od kojih se mogu izdvojiti dva ključna. Prvi se odnosi na to da se razvijeni integrisani model uz određenu modifikaciju može primeniti u skoro svim proizvodnim oblastima bez obzira na tržište na kojem proizvođači i dobavljači egzistiraju. U svom izvornom obliku preporučljiv za tržišta zemalja u razvoju, jer u okviru istog postoje kriterijumi koji su karakteristični za navedena tržišta. Fleksibilnost modela se ogleda u tome što se njegova verifikacija može sprovesti integracijom bilo kojih metoda višekriterijumskog odlučivanja. Model je verifikovan na sledećim primerima. U kompaniji za proizvodnju plastičnih kesa i folija, gde predloženi model čini integracija fuzzy AHP i fuzzy EDAS metode, gde se fuzzy AHP koristi za dobijanje težinskih vrednosti, a fuzzy EDAS za izbor dobavljača. Rezultati koji su dobijeni primenom navedenog modela pokazuju da dobavljač jedan predstavlja najbolje rešenje, čak u svim scenarijima koji podrazumevaju različite vrednosti kriterijuma, što znači da je u potpunosti neosetljiv na značaj kriterijuma. Druga kompanija u kojoj je integrisani model primenjen je kompanija za proizvodnju nameštaja gde je određivanje težinskih vrednosti kriterijuma izvršeno Grubom AHP metodom, a izbor dobavljača Grubom TOPSIS metodom. Stabilnost modela i dobijenih rezultata je pokazana kroz primenu ove dve metode u konvencionalnom i fuzzy obliku. I poslednji primer verifikacije modela predstavljen je u građevinskoj kompaniji za čije svrhe su razvijeni novi pristupi u oblasti vrednovanja dobavljača i oblasti višekriterijumskog odlučivanja. Pored doprinosa koji se ogleda u primenjivosti razvijenog modela u različitim lancima snabdevanja, drugi ključni i veliki doprinos ovog rada je upravo razvoj novih pristupa u oblasti višekriterijumskog odlučivanja koji može biti primenjen u različitim proizvodnim oblastima lanca snabdevanja, naročito u

procesima u kojima vladaju neizvesnosti i nejasnoće. Stoga detaljnije objašnjenje naučnog doprinosa sa aspekta razvoja novih pristupa je prikazano u nastavku. Uvažavanje neizvesnosti i nepreciznosti u višekriterijumskom odlučivanju je veoma značajan aspekt za objektivno i nepristrasno donošenje odluka. Često se javljaju teškoće u predstavljanju informacija o atributima odluke putem tačnih (preciznih) numeričkih vrednosti. Te poteškoće su posledica nedoumica u procesu donošenja odluka, kao i zbog kompleksnosti i neodređenosti brojnih realnih pokazatelja. Pri verifikaciji modela u građevinskoj kompaniji prikazan je Grubi DEMATEL i Grubi EDAS model koji omogućava kvantifikaciju nepreciznosti u grupnom donošenju odluka kroz primenu grubih brojeva. Osnovna ideja primene algoritama za donošenje odluka koji su bazirani na grubom pristupu podrazumeva primenu grubih brojeva za prezentovanje vrednosti atributa odluke. Prednosti primene grubih brojeva su brojni. Grubi brojevi koriste isključivo interna znanja za prezentovanje vrednosti atributa odluke. Time se eliminišu subjektivnosti i pretpostavke koje u značajnoj meri mogu da utiču na vrednosti atributa i konačan izbor alternativa. U primeni grubih brojeva, umesto dodatnih/spoljnih parametara, koristi se isključivo struktura datih podataka. Time se koriste neizvesnosti koje već postoje u podacima što značajno utiče na objektivnost procesa odlučivanja. Još jedna od prednosti ovog pristupa je pogodnost grubih brojeva za primenu na skupovima koje karakteriše mali broj podataka, a za koje tradicionalni statistički modeli nisu pogodni. Ova studija pokazuje da grubi brojevi mogu efikasno da se primenjuju u modelima višekriterijumskog odlučivanja uz uvažavanje nedoumica u procesu donošenja odluka. Veoma važan segment ovog pristupa je uvođenje novih Grubi EDAS i Grubi COPRAS modela koji predstavljaju doprinos u literaturi višekriterijumskog odlučivanja. Razvijeni integrisani model obezbeđuje objektivnu agregaciju ekspertskih odluka uz potpuno uvažavanje nepreciznosti i subjektivnosti koja vlada prilikom grupnog donošenja odluka. Razvojem ovih modela dodatno se unapređuje literatura koja razmatra teorijsku i praktičnu primenu višekriterijumskih tehnika. Pored opštih doprinosa koji se odnose na oblast VKO, predloženi modeli doprinose i unapređenju oblasti izbora dobavljača u lancima snabdevanja. Pokazano je da Grubi DEMATEL i Grubi EDAS model omogućava evaluaciju dobavljača uprkos nepreciznostima i nedostatku kvantitativnih informacija u procesu donošenja odluka. Time se unapređuje metodologija evaluacije i izbora dobavljača u građevinarstvu, pošto, prema saznanjima autora, primena ovakvog ili sličnog pristupa u literaturi nije uočena.

8.4. Pravci budućih istraživanja

Buduća istraživanja vezana za ovaj rad odnose se na mogućnost formiranja sličnog modela uključujući i menadžere iz proizvodnih oblasti većeg broja zemalja koji funkcionišu na različitim kontinentima. U procesima odlučivanja primena fuzzy ili grubog oblika VKO metoda je preporučljiva, jer na mnogo bolji način tretiraju neizvesnosti koje su sastavni deo svake odluke. Pored navedenog, pošto se radi o novom pristupu koji je do sada nije primenjivan i VKO, pravci budućih istraživanja treba da se usmere na primenu grubih brojeva u tradicionalnim modelima za određivanje težinskih koeficijenata kriterijuma (npr. Grubi Best-Worst Method). Pored toga, pravci budućih istraživanja treba da se usmere u integraciju grubih brojeva u fuzzy brojeve i primenu fuzzy-grubih brojeva u VKO.

LITERATURA

- [1] Abu-Sarhan, Z. (2011). Application of analytic hierarchy process (AHP) in the evaluation and selection of an information system reengineering projects, *International Journal of Computer Science and Network Security*, 11(1): 172-177.
- [2] Acar, A. Z., Önden, İ., & Kara, K. (2015). Evaluating the location of regional return centers in reverse logistics through integration of GIS, AHP and integer programming. *International Journal of Industrial Engineering*, 22(4).
- [3] Aggarwal, R., & Singh, S. (2013). AHP and extent fuzzy AHP approach for prioritization of performance measurement attributes. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 73, 145-151.
- [4] Akkaya, G., Turanoğlu, B., & Öztaş, S. (2015). An integrated fuzzy AHP and fuzzy MOORA approach to the problem of industrial engineering sector choosing. *Expert Systems with Applications*, 42(24), 9565-9573.
- [5] Alimardani, M., Zolfani, S. H., Aghdaie, M. H., & Tamošaitienė, J. (2013). A novel hybrid SWARA and VIKOR methodology for supplier selection in an agile environment. *Technological and Economic Development of Economy*, 19(3), 533-548.
- [6] Anagnostopoulos, K. P., Gratziou, M., & Vavatsikos, A. P. (2007). Using the fuzzy analytic hierarchy process for selecting wastewater facilities at prefecture level. *European Water*, 19(20), 15-24.
- [7] Antuchevičienė, J., Zavadskas, E. K., & Zakarevičius, A. (2010). Multiple criteria construction management decisions considering relations between criteria. *Technological and economic development of economy*, 16(1), 109-125.
- [8] Asamoah, D., Annan, J., & Nyarko, S. (2012). AHP approach for supplier evaluation and selection in a pharmaceutical manufacturing firm in Ghana. *International Journal of Business and Management*, 7(10), 49.
- [9] Atanassov, K. T. (1986). Intuitionistic fuzzy sets. *Fuzzy sets and Systems*, 20(1), 87-96.
- [10] Ayhan, M. B. (2013). A Fuzzy AHP approach for supplier selection problem: a case study in a gear motor company. *International Journal of Managing Value and Supply Chains* 4(3), (2013), pp. 11-23.
- [11] Azar, A., Olfat, L., Khosravani, F., & Jalali, R. (2011). A BSC method for supplier selection strategy using TOPSIS and VIKOR: A case study of part maker industry. *Management Science Letters*, 1(4), 559-568.
- [12] Bai, C., & Sarkis, J. (2010). Integrating sustainability into supplier selection with grey system and rough set methodologies. *International Journal of Production Economics*, 124(1), 252-264.
- [13] Bai, C., & Sarkis, J. (2011). Evaluating supplier development programs with a grey based rough set methodology. *Expert Systems with Applications*, 38(11), 13505-13517.
- [14] Bal, M., Demirhan, A., (2013). Using rough set theory for supply chain management process in business. In *Proceedings of the XI Balkan conference on operational research (BALCOR 2013), Belgrade-Zlatibor, Serbia* (pp. 367-374).
- [15] Balezentis, A., and Balezentis, T. (2011), "An innovative multi-criteria supplier selection based on two-tuple MULTIMOORA and hybrid data", *Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research*, Vol. 45 No. 2, pp.37-56.

- [16] Ballı, S., & Korukoğlu, S. (2009). Operating system selection using fuzzy AHP and TOPSIS methods. *Mathematical and Computational Applications*, 14(2), 119-130.
- [17] Barbarosoglu, G., & Yazgac, T. (1997). An application of the analytic hierarchy process to the supplier selection problem. *Production and inventory management journal*, 38(1), 14.
- [18] Beamon, B. M. (1998). Supply chain design and analysis: Models and methods. *International journal of production economics*, 55(3), 281-294.
- [19] Benyoucef, M., & Canbolat, M. (2007). Fuzzy AHP-based supplier selection in e-procurement. *International Journal of Services and Operations Management*, 3(2), 172-192.
- [20] Bhutta, K. S., & Huq, F. (2002). Supplier selection problem: a comparison of the total cost of ownership and analytic hierarchy process approaches. *Supply Chain Management: An International Journal*, 7(3), 126-135.
- [21] Billesbach T. J, Harrison A., and Croom-Morgan S., (1991). "Supplier performance measures and practices in JIT companies in the US and UK," *International Journal of Purchasing and Materials Management*, 21(4), pp. 24–28,
- [22] Birch, D. (2001). Made for each other? *Supply Management*, pp.42-43.
- [23] Blanchard, D. (2007). Supply chains also work in reverse. *Industry Week*, 1, 48-49.
- [24] Bobar, V., Mandić, K., Delibašić, B., & Suknović, M. (2015). An Integrated Fuzzy Approach to Bidder Selection in Public Procurement: Serbian Government Case Study. *Acta Polytechnica Hungarica*, 12(2).
- [25] Boran, F. E., Genç, S., Kurt, M., & Akay, D. (2009). A multi-criteria intuitionistic fuzzy group decision making for supplier selection with TOPSIS method. *Expert Systems with Applications*, 36(8), 11363-11368.
- [26] Brans, J. P., & Vincke, P. (1985). Note—A Preference Ranking Organisation Method: (The PROMETHEE Method for Multiple Criteria Decision-Making). *Management science*, 31(6), 647-656.
- [27] Brauers, W. K. M., & Zavadskas, E. K. (2006). The MOORA method and its application to privatization in a transition economy. *Control and Cybernetics*, 35(2), 445.
- [28] Brauers, W. K. M., & Zavadskas, E. K. (2010). Project management by MULTIMOORA as an instrument for transition economies. *Technological and Economic Development of Economy*, (1), 5-24.
- [29] Bronja, H., & Bronja, H. (2015). Two-phase selection procedure of aluminized sheet supplier by applying fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methodology. *Tehnički vjesnik*, 22(4), 821-828.
- [30] Bucoń, R., & Sobotka, A. (2015). Decision-making model for choosing residential building repair variants. *Journal of Civil Engineering and Management*, 21(7), 893-901.
- [31] Büyüközkan, G., & Çifçi, G. (2011). A novel fuzzy multi-criteria decision framework for sustainable supplier selection with incomplete information. *Computers in Industry*, 62(2), 164-174.
- [32] Büyüközkan, G., and Göçer, F. (2017), "Application of a new combined intuitionistic fuzzy MCDM approach based on axiomatic design methodology for the supplier selection problem", *Applied Soft Computing*, Vol. 52, pp.1222-1238.
- [33] Cavinato, L. J.; Flynn, A. E.; Kauffman, R. G. (2006). The Supply Management Handbook. 7th edition. *McGraw-Hill*.

- [34] Çebi, F., and Bayraktar, D. (2003), "An integrated approach for supplier selection", *Logistics information management*, Vol. 16 No. 6, pp. 395-400.
- [35] Chai, J., & Liu, J. N. (2014). A novel believable rough set approach for supplier selection. *Expert Systems with Applications*, 41(1), 92-104.
- [36] Chamodrakas, I., Batis, D., & Martakos, D. (2010). Supplier selection in electronic marketplaces using satisficing and fuzzy AHP. *Expert Systems with Applications*, 37(1), 490-498.
- [37] Chan, F. T., and Kumar, N. (2007), "Global supplier development considering risk factors using fuzzy extended AHP-based approach", *Omega*, Vol. 35 No. 4, pp. 417-431.
- [38] Chang, B., Chang, C. W., & Wu, C. H. (2011). Fuzzy DEMATEL method for developing supplier selection criteria. *Expert systems with Applications*, 38(3), 1850-1858.
- [39] Chang, D. Y. (1996). Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. *European journal of operational research*, 95(3), 649-655.
- [40] Chatterjee, N., & Bose, G. (2013). Selection of vendors for wind farm under fuzzy MCDM environment. *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 4(4), 535-546.
- [41] Chen, C. T. (2000). Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment. *Fuzzy sets and systems*, 114(1), 1-9.
- [42] Chen, C. T., Lin, C. T., & Huang, S. F. (2006). A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management. *International journal of production economics*, 102(2), 289-301.
- [43] Chen, N., Xu, Z., & Xia, M. (2015). The ELECTRE I Multi-Criteria Decision-Making Method Based on Hesitant Fuzzy Sets. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 14(3): 621-657
- [44] Chen, S. J., & Hwang, C. L. (1992). Fuzzy multiple attribute decision making methods. In *Fuzzy multiple attribute decision making* (pp. 289-486). Springer Berlin Heidelberg.
- [45] Chen, Z., & Yang, W. (2011). An MAGDM based on constrained FAHP and FTOPSIS and its application to supplier selection. *Mathematical and Computer Modelling*, 54(11), 2802-2815.
- [46] Cheraghi, S. H., Dadashzadeh, M., & Subramanian, M. (2011). Critical success factors for supplier selection: an update. *Journal of Applied Business Research (JABR)*, 20(2).
- [47] Chiouy, C. Y., Chou, S. H., & Yeh, C. Y. (2011). Using fuzzy AHP in selecting and prioritizing sustainable supplier on CSR for Taiwan's electronics industry. *Journal of Information and Optimization Sciences*, 32(5), 1135-1153.
- [48] Chou, T. Y.; Hsu, C. L.; Chen, M. C. 2008. A fuzzy multi-criteria decision model for international tourist hotels location selection, *International journal of hospitality management*, 27(2): 293-301.
- [49] Chow, G., Heaver, T. D., & Henriksson, L. E. (1994). Logistics performance: definition and measurement. *International journal of physical distribution & logistics management*, 24(1), 17-28.
- [50] Christopher, M. (1992). Logistics and supply chain management: strategies for reducing costs and improving services. *Pitman, London*.
- [51] Christopher, M. (1994). Logistics and supply chain management. Financial Times, *Irwin Professional Publishing, New York*
- [52] Christopher, M. (2010). Logistics and Supply Chain Management. (4th ed.). *Prentice Hall*
- [53] Christopher, M. (2016). Logistics & supply chain management. *Pearson Higher Ed*.

- [54] Cox, A., & Ireland, P. (2002). Managing construction supply chains: the common sense approach. *Engineering Construction and Architectural Management*, 9(5-6), 409-418.
- [55] Cristea, C., & Cristea, M. (2017). A multi-criteria decision making approach for supplier selection in the flexible packaging industry. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 94, p. 06002). EDP Sciences.
- [56] Dalalah, D.; Al-Oqla, F.; Hayajneh, M. 2010. Application of the Analytic Hierarchy Process (AHP) in multi-criteria analysis of the selection of cranes, *Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering*, 4(5): 567-578.
- [57] Das, Manik Chandra, Bijan Sarkar, and Siddhartha Ray. (2012). "A framework to measure relative performance of Indian technical institutions using integrated fuzzy AHP and COPRAS methodology." *Socio-Economic Planning Sciences* 46.3 230-241.
- [58] Davis, T. (1993). Effective supply chain management. *Sloan management review*, 34(4), 35.
- [59] De Boer, L., Labro, E., & Morlacchi, P. (2001). A review of methods supporting supplier selection. *European journal of purchasing & supply management*, 7(2), 75-89.
- [60] Dickson, G. W. (1966), "An analysis of vendor selection and the buying process", *Journal of Purchasing*, Vol. 2 No. 1, pp. 5-17.
- [61] Dincer, H., Hacioglu, U., Tatoglu, E., & Delen, D. (2016). A fuzzy-hybrid analytic model to assess investors' perceptions for industry selection. *Decision Support Systems*, 86, 24-34.
- [62] Dulmin, R., & Mininno, V. (2003). Supplier selection using a multi-criteria decision aid method. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 9(4), 177-187.
- [63] Düntsch, I., & Gediga, G. (1997, August). The rough set engine GROBIAN. In *Proc. 15th IMACS World Congress, Berlin* (Vol. 4, pp. 613-618).
- [64] Ecer, F. (2017). Third-party logistics (3PLs) provider selection via Fuzzy AHP and EDAS integrated model. *Technological and Economic Development of Economy*, 1-20.
- [65] Ellram, L. M. (1990). The supplier selection decision in strategic partnerships, *Journal of Purchasing and materials Management*, Vol. 26 No. 4, pp. 8-14.
- [66] Eraslan, E., & Atalay, K. D. (2014). A Comparative Holistic Fuzzy Approach for Evaluation of the Chain Performance of Suppliers. *Journal of Applied Mathematics*,
- [67] Erdogan, S. A., Šaparauskas, J., & Turskis, Z. (2017). Decision Making in Construction Management: AHP and Expert Choice Approach. *Procedia Engineering*, 172, 270-276.
- [68] Ertugrul, I., & Karakasoglu, N. (2006). The fuzzy analytic hierarchy process for supplier selection and an application in a textile company. In *Proceedings of 5th international symposium on intelligent manufacturing systems* (pp. 195-207).
- [69] Ertuğrul, İ.; Karakaşoğlu, N. (2008). Comparison of fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methods for facility location selection, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 39(7-8): 783-795.
- [70] Eshtehardian, E., Ghodousi, P., & Bejanpour, A. (2013). Using ANP and AHP for the supplier selection in the construction and civil engineering companies; case study of Iranian company. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 17(2), 262-270.
- [71] Fallahpour, A., Olugu, E. U., and Musa, S. N. (2017), "A hybrid model for supplier selection: integration of AHP and multi expression programming (MEP)", *Neural Computing and Applications*, Vol. 28 No. 3, pp. 499-504.

- [72] Fazlollahtabar, H., Eslami, H., & Salmani, H. (2010). Designing a fuzzy expert system to evaluate alternatives in fuzzy analytic hierarchy process. *Journal of Software Engineering and Applications*, 3(4), 409.
- [73] Fazlollahtabar, H., Vasiljević, M., Stević, Ž., Vesković, S., (2017). Evaluation of supplier criteria in automotive industry using rough AHP. *International Conference on Management, Engineering and Environment ICMNEE 2017*, 186-197
- [74] Fouladgar, M. M., Yazdani-Chamzini, A., Zavadskas, E. K., & Haji Moini, S. H. (2012). A new hybrid model for evaluating the working strategies: case study of construction company. *Technological and Economic Development of Economy*, 18(1), 164-188.
- [75] Frazelle, E. (2002). Supply chain strategy: the logistics of supply chain management. *McGraw Hill*.
- [76] Gabus, A.; Fontela, E. (1972). World Problems an Invitation to Further Thought within the Framework of DEMATEL. *Battelle Geneva Research Centre, Switzerland, Geneva*.
- [77] Gencer, C., and Gürpınar, D. (2007). Analytic network process in supplier selection: A case study in an electronic firm. *Applied mathematical modelling*, Vol. 31 No 11, pp. 2475-2486.
- [78] Ghadikolaei, A. S., & Esbouei, S. K. (2014). Integrating Fuzzy AHP and Fuzzy ARAS for evaluating financial performance. *Boletim da Sociedade Paranaense de Matemática*, 32(2), 163-174.
- [79] Gharakhani, D. (2012). The evaluation of supplier selection criteria by fuzzy DEMATEL method. *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, 2(4), 3215-3224.
- [80] Ghodsypour, S. H., & O'Brien, C. (2001). The total cost of logistics in supplier selection, under conditions of multiple sourcing, multiple criteria and capacity constraint. *International journal of production economics*, 73(1), 15-27.
- [81] 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*, 56, 199-212.
- [82] Ghorabae, K. M., Amiri, M., Olfat, L., & Khatami Firouzabadi, S. A. (2017a). Designing a multi-product multiperiod supply chain network with reverse logistics and multiple objectives under uncertainty. *Technological and Economic Development of Economy*, 23(3), 520-548.
- [83] Ghorabae, M. K., Amiri, M., Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. (2017b). Multi-criteria group decision-making using an extended EDAS method with interval type-2 fuzzy sets, *Ekonomie a Management = Economics and Management*. 2017, č. 1, s. 48-68.
- [84] Ghorabae, M. K., Amiri, M., Sadaghiani, J. S., & Goodarzi, G. H. (2014). Multiple criteria group decision-making for supplier selection based on COPRAS method with interval type-2 fuzzy sets. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 75(5-8), 1115-1130.
- [85] Ghorabae, M. K., Zavadskas, E. K., Amiri, M., & Turskis, Z. (2016). Extended EDAS Method for Fuzzy Multi-criteria Decision-making: An Application to Supplier Selection. *International Journal of Computers Communications & Control*, 11(3), 358-371.
- [86] Ghorabae, M. K., Zavadskas, E. K., Amiri, M., & Turskis, Z. (2016). Extended EDAS method for fuzzy multi-criteria decision-making: an application to supplier selection. *International Journal of Computers Communications & Control*, 11(3), 358-371.

- [87] Ghorabae, M. K., Zavadskas, E. K., Olfat, L., & Turskis, Z. (2015). Multi-Criteria Inventory Classification Using a New Method of Evaluation Based on Distance from Average Solution (EDAS). *Informatica*, 26(3), 435-451.
- [88] Gigović, L., Pamučar, D., Bajić, Z., & Drobnjak, S. (2017a). Application of GIS-Interval Rough AHP Methodology for Flood Hazard Mapping in Urban Areas. *Water*, 9(6), 360.
- [89] Gigović, L., Pamučar, D., Bajić, Z., & Milićević, M. (2016). The Combination of Expert Judgment and GIS-MAIRCA Analysis for the Selection of Sites for Ammunition Depots. *Sustainability*, 8(4), 372.
- [90] Gigović, Lj., Pamučar, D., Bajić, Z., Milićević, M. (2016). "The combination of expert judgment and GIS-MAIRCA analysis for the selection of sites for ammunition depot", *Sustainability*, 8(4), article No. 372 pp. 1-30.
- [91] Gigović, Lj., Pamučar, D., Božanić, D., Ljubojević, S. (2017). "Application of the GIS-DANP-MABAC multi-criteria model for selecting the location of wind farms: A case study of Vojvodina, Serbia". *Renewable Energy*, 103, pp 501-521.
- [92] Gigović, Lj., Pamučar, D., Lukić, D., Marković, S. (2016). Application of the GIS - Fuzzy DEMATEL MCDA model for ecotourism development site evaluation: A case study of „Dunavski ključ“, Serbia, *Land use policy*, 58, pp. 348–365.
- [93] Ginevičius, R. (2008). Normalization of quantities of various dimensions. *Journal of business economics and management*, 9(1), 79-86.
- [94] Groznik, A., & Maslaric, M. (2009). Investigating The Impact Of Information Sharing In A Two-Level Supply Chain Using Business Process Modeling And Simulations: A Case Study. In *ECMS* (pp. 39-45).
- [95] Gul, M., Celik, E., Aydin, N., Gumus, A. T., & Guneri, A. F. (2016). A state of the art literature review of VIKOR and its fuzzy extensions on applications. *Applied Soft Computing*, 46, 60-89.
- [96] Gunasekaran, A., & Ngai, E. W. (2004). Information systems in supply chain integration and management. *European Journal of Operational Research*, 159(2), 269-295.
- [97] Guneri, A. F., Yucel, A., & Ayyildiz, G. (2009). An integrated fuzzy-lp approach for a supplier selection problem in supply chain management. *Expert Systems with Applications*, 36(5), 9223-9228.
- [98] Guo, X., Yuan, Z., and Tian, B. (2009), "Supplier selection based on hierarchical potential support vector machine", *Expert Systems with Applications*, Vol. 36No. 3, pp.6978-6985.
- [99] Gutiérrez, J. P.; Delgado, L. G.; Van Halem, D.; Wessels, P.; Rietveld, L. C. (2016). Multi-criteria analysis applied to the selection of drinking water sources in developing countries: a case study of Cali, Colombia, *Journal of Water Sanitation and Hygiene for Development*, washdev2016031.
- [100] Hashemian, S. M., Behzadian, M., Samizadeh, R., & Ignatius, J. (2014). A fuzzy hybrid group decision support system approach for the supplier evaluation process. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 73(5-8), 1105-1117.
- [101] Hayes, D. K. (2010). Purchasing: A guide for hospitality professionals. *Pearson Education India*.
- [102] Hensher, D. A., Brewer, A. M. (2004) Transport and economics and management perspective. *Oxford University Press*
- [103] Herva, M.; Roca, E., 2013. Ranking municipal solid waste treatment alternatives based on ecological footprint and multi-criteria analysis, *Ecological Indicators*, 25: 77-84.

- [104] Ho, L. H., Feng, S. Y., Lee, Y. C., & Yen, T. M. (2012). Using modified IPA to evaluate supplier's performance: Multiple regression analysis and DEMATEL approach. *Expert Systems with Applications*, 39(8), 7102-7109.
- [105] Ho, W., Xu, X., & Dey, P. K. (2010). Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: A literature review. *European Journal of Operational Research*, 202(1), 16-24.
- [106] Hruška, R., Průša, P., and Babić, D. (2014). The use of AHP method for selection of supplier. *Transport*, Vol 29 No. 2, pp. 195-203.
- [107] Hsu, C. W., Kuo, T. C., Chen, S. H., & Hu, A. H. (2013). Using DEMATEL to develop a carbon management model of supplier selection in green supply chain management. *Journal of cleaner production*, 56, 164-172.
- [108] Hudymáčová, M., Benková, M., Pócsová, J., and Škovránek, T. (2010). Supplier selection based on multi-criterial AHP method. *Acta Montanistica Slovaca*, Vol. 15 No 3, pp. 249-255.
- [109] Hwang, C. L., & Yoon, K. (1981). Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems: Multiple Attribute Decision Making: Methods and Application. *Springer Verlag*.
- [110] Irajpour, A., Hajimirza, M., Alavi, M. G., & Kazemi, S. (2012). Identification and evaluation of the most effective factors in green supplier selection using DEMATEL method. *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, 2(5), 4485-4493.
- [111] Ilangkumaran, M.; Kumanan, S. (2009). Selection of maintenance policy for textile industry using hybrid multi-criteria decision making approach, *Journal of Manufacturing Technology Management*, 20(7): 1009-1022.
- [112] Izadikhah, M. (2012). Group decision making process for supplier selection with TOPSIS method under interval-valued intuitionistic fuzzy numbers. *Advances in Fuzzy Systems*, 2012, 2.
- [113] Jafarnejad, A., & Salimi, M. (2013). Grey Topsis Method for Supplier Selection with Literature and Delphi Criteria in an Auto Company. *Academia Arena*, 5(12), 40-46.
- [114] Jamil, N., Besar, R., and Sim, H. K. (2013). A Study of Multicriteria Decision Making for Supplier Selection in Automotive Industry. *Journal of Industrial Engineering*, vol. 2013, Article ID 841584, 22 pages.
- [115] Jelokhani-Niaraki, M., & Malczewski, J. (2015). A group multicriteria spatial decision support system for parking site selection problem: A case study. *Land Use Policy*, 42, 492-508.
- [116] Junior, F. R. L., Osiro, L., & Carpinetti, L. C. R. (2014). A comparison between Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS methods to supplier selection. *Applied Soft Computing*, 21, 194-209.
- [117] Kabir, G., & Hasin, M. A. A. (2011). Comparative analysis of AHP and Fuzzy AHP models for multicriteria inventory classification. *International Journal of Fuzzy Logic Systems*, 1(1), 1-16.
- [118] Kagnicioglu, C. H. (2006). A fuzzy multiobjective programming approach for supplier selection in a supply chain. *The Business Review*, 6(1), 107-115.
- [119] Kahraman, C., Cebeci, U., & Ulukan, Z. (2003). Multi-criteria supplier selection using fuzzy AHP. *Logistics information management*, 16(6), 382-394.
- [120] Kahraman, C., Keshavarz Ghorabae, M., Zavadskas, E. K., Cevik Onar, S., Yazdani, M., & Oztaysi, B. (2017). Intuitionistic fuzzy EDAS method: an application to solid waste disposal site selection. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 25(1), 1-12.

- [121] Kahraman, C.; Çevik, S.; Ates, N. Y.; Gülbay, M. (2007). Fuzzy multi-criteria evaluation of industrial robotic systems, *Computers & Industrial Engineering*, 52(4): 414-433.
- [122] Kaklauskas, A., Zavadskas, E. K., Raslanas, S., Ginevicius, R., Komka, A., & Malinauskas, P. (2006). Selection of low-e windows in retrofit of public buildings by applying multiple criteria method COPRAS: A Lithuanian case. *Energy and Buildings*, 38(5), 454-462.
- [123] Kang, H. Y., Lee, A. H., & Yang, C. Y. (2012). A fuzzy ANP model for supplier selection as applied to IC packaging. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 23(5), 1477-1488.
- [124] Kannan, V. R., and Choon Tan, K. (2006), "Buyer-supplier relationships: The impact of supplier selection and buyer-supplier engagement on relationship and firm performance", *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 36 No. 10, pp.755-775.
- [125] Kar, A. K. (2014). Revisiting the supplier selection problem: An integrated approach for group decision support. *Expert systems with applications*, 41(6), 2762-2771.
- [126] Karpak, B., Kumcu, E., & Kasuganti, R. R. (2001). Purchasing materials in the supply chain: managing a multi-objective task. *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 7(3), 209-216.
- [127] Kauffman, A., & Gupta, M. M. (1991). Introduction to Fuzzy Arithmetic, *Theory and Application*.
- [128] Kayikci, Y. 2010. A conceptual model for intermodal freight logistics centre location decisions, *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2(3): 6297-6311.
- [129] Keshavarz Ghorabae, M., Zavadskas, E. K., Olfat, L., & Turskis, Z. (2015). Multi-criteria inventory classification using a new method of evaluation based on distance from average solution (EDAS). *Informatica*, 26(3), 435-451.
- [130] Khoo, L. P., & Zhai, L. Y. (2001). A prototype genetic algorithm-enhanced rough set-based rule induction system. *Computers in Industry*, 46(1), 95-106.
- [131] Khorasani, O., & Bafruei, M. K. (2011). A fuzzy AHP approach for evaluating and selecting supplier in pharmaceutical industry. *International Journal of Academic Research*, 3(1).
- [132] Kilic, H. S. (2013), "An integrated approach for supplier selection in multi-item/multi-supplier environment", *Applied Mathematical Modelling*, Vol. 37 No. 14, pp.7752-7763.
- [133] Kilincci, O., & Onal, S. A. (2011). Fuzzy AHP approach for supplier selection in a washing machine company. *Expert systems with Applications*, 38(8), 9656-9664.
- [134] Knezevic, B., Delic, M., & Lovric, S. (2012). Evaluation Of Suppliers As A Basis Of Strategic Procurement. *Business Logistics in Modern Management*, 12, 61-74.
- [135] Krause, D. R., Pagell, M., & Curkovic, S. (2001). Toward a measure of competitive priorities for purchasing. *Journal of Operations Management*, 19(4), 497-512.
- [136] Kwong, C. K., & Bai, H. (2003). Determining the importance weights for the customer requirements in QFD using a fuzzy AHP with an extent analysis approach. *Iie Transactions*, 35(7), 619-626.
- [137] Lam, K. C., Tao, R., Lam, M. C. K. (2010). A material supplier selection model for property developers using fuzzy principal component analysis. *Automation in Construction*, 19, 608-618.
- [138] Lambert, D. M., & Cooper, M. C. (2000). Issues in supply chain management. *Industrial marketing management*, 29(1), 65-83.

- [139] Lasch, R., & Janker, C. G. (2005). Supplier selection and controlling using multivariate analysis. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 35(6), 409-425.
- [140] Lee, A. H. (2009), "A fuzzy supplier selection model with the consideration of benefits, opportunities, costs and risks", *Expert systems with applications*, Vol. 36 No. 2, pp.2879-2893.
- [141] Lee, A. H., Chen, W. C., & Chang, C. J. (2008). A fuzzy AHP and BSC approach for evaluating performance of IT department in the manufacturing industry in Taiwan. *Expert systems with applications*, 34(1), 96-107.
- [142] Lee, H. L., & Billington, C. (1992). Managing supply chain inventory: pitfalls and opportunities. *Sloan management review*, 33(3), 65.
- [143] Lehmann, D. R., & O'shaughnessy, J. (1974). Difference in attribute importance for different industrial products. *The Journal of Marketing*, 36-42.
- [144] Li, Y., Tang, J., Luo, X., & Xu, J. (2009). An integrated method of rough set, Kano's model and AHP for rating customer requirements' final importance. *Expert Systems with Applications*, 36(3), 7045-7053.
- [145] Liang, H., Ren, J., Gao, Z., Gao, S., Luo, X., Dong, L., Scipioni, A. (2016). Identification of critical success factors for sustainable development of biofuel industry in China based on grey decision-making trial and evaluation laboratory (DEMATEL), *Journal of Cleaner Production*, 131, pp. 500-508.
- [146] Liao, C. N. (2010, July). Supplier selection project using an integrated Delphi, AHP and Taguchi loss function. In *Probst forum* (Vol. 3, pp. 118-134).
- [147] Liao, C. N., & Kao, H. P. (2011). An integrated fuzzy TOPSIS and MCGP approach to supplier selection in supply chain management. *Expert Systems with Applications*, 38(9), 10803-10811.
- [148] Liao, C. N., Fu, Y. K., & Wu, L. C. (2016). Integrated FAHP, ARAS-F and MSGP methods for green supplier evaluation and selection. *Technological and Economic Development of Economy*, 22(5), 651-669.
- [149] Lin, H. T., and Chang, W. L. (2008), "Order selection and pricing methods using flexible quantity and fuzzy approach for buyer evaluation", *European Journal of Operational Research*, Vol. 187 No. 2, pp.415-428.
- [150] Lin, R. J. (2013). Using fuzzy DEMATEL to evaluate the green supply chain management practices. *Journal of Cleaner Production*, 40, 32-39.
- [151] Lukoszová, X. (2004). *Nákup a jeho řízení: učebnice pro ekonomické a obchodně podnikatelské fakulty*. Computer Press.
- [152] Lummus, R. R., & Vokurka, R. J. (1999). Defining supply chain management: a historical perspective and practical guidelines. *Industrial Management & Data Systems*, 99(1), 11-17.
- [153] Lysons, K., & Farrington, B. (2006). *Purchasing and supply chain management*. Pearson Education.
- [154] MacCrimmon, K. R. (1968). Decision making among multiple-attribute alternatives: a survey and consolidated approach (No. RM-4823-ARPA). *rand corp santa monica ca*.
- [155] Macharis, C., & Bernardini, A. (2015). Reviewing the use of Multi-Criteria Decision Analysis for the evaluation of transport projects: Time for a multi-actor approach. *Transport Policy*, 37, 177-186.

- [156] Mahmoodzadeh, S., Shahrabi, J., Pariazar, M., & Zaeri, M. S. (2007). Project selection by using fuzzy AHP and TOPSIS technique. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 30, 333-338.
- [157] Mangla, S., Kumar, P., & Barua, M. K. (2014). An evaluation of attribute for improving the green supply chain performance via DEMATEL method. *International Journal of Mechanical Engineering & Robotics Research*, 1(1), 30-35.
- [158] Mardani, A., Jusoh, A., & Zavadskas, E. K. (2015). Multiple criteria decision-making techniques and their applications—a review of the literature from 2000 to 2014. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 28(1), 516-571.
- [159] Maslarić, M. (2014). Razvoj modela upravljanja logističkim rizicima u lancima snabdevanja. *Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, doktorska disertacija*
- [160] Mehralian, G., Rajabzadeh Gatari, A., Morakabati, M., & Vatanpour, H. (2012). Developing a suitable model for supplier selection based on supply chain risks: an empirical study from Iranian pharmaceutical companies. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 11(1), 209-219.
- [161] Meixner, O. (2009). Fuzzy AHP group decision analysis and its application for the evaluation of energy sources. *Institute of Marketing and Innovation. Vienna, Austria*.
- [162] Mentis, A., & Helvacioğlu, I. H. (2012). Fuzzy decision support system for spread mooring system selection. *Expert Systems with Applications*, 39(3), 3283-3297.
- [163] Mentzer, J. T., DeWitt, W., Keebler, J. S., Min, S., Nix, N. W., Smith, C. D., & Zacharia, Z. G. (2001). Defining supply chain management. *Journal of Business Logistics*, 22(2), 1-25.
- [164] Mikhailov, L. (2003). Deriving priorities from fuzzy pairwise comparison judgements. *Fuzzy sets and systems*, 134(3), 365-385.
- [165] Min, H., & Galle, W. P. (1999). Electronic commerce usage in business-to-business purchasing. *International Journal of Operations & Production Management*, 19(9), 909-921.
- [166] Min, H., & Zhou, G. (2002). Supply chain modeling: past, present and future. *Computers & industrial engineering*, 43(1), 231-249.
- [167] Mohaghar, A., Fathi, M. R., & Jafarzadeh, A. H. (2013). A Supplier Selection Method Using AR-DEA and Fuzzy VIKOR. *International Journal of Industrial Engineering: Theory, Applications and Practice*, 20(5-6).
- [168] Monczka, R. M., Handfield, R. B., Giunipero, L. C., & Patterson, J. L. (2015). Purchasing and supply chain management. *Cengage Learning*.
- [169] Morselli, A. (2015). The decision-making process between convention and cognition. *Economics and Sociology*, 8(1), 205-221.
- [170] Nayagam, V. L. G., Jeevaraj, S., & Sivaraman, G. (2016). Complete Ranking of Intuitionistic Fuzzy Numbers. *Fuzzy Information and Engineering*, 8(2), 237-254.
- [171] Ngan, S. C. (2017). A unified representation of intuitionistic fuzzy sets, hesitant fuzzy sets and generalized hesitant fuzzy sets based on their u-maps. *Expert Systems with Applications*, 69, 257-276.
- [172] Nguyen, H. (2016). A new interval-valued knowledge measure for interval-valued intuitionistic fuzzy sets and application in decision making. *Expert Systems with Applications*, 56, 143-155.

- [173] Nooramin, A. S., Kiani Moghadam, M., Moazen Jahromi, A. R., & Sayareh, J. (2012). Comparison of AHP and FAHP for selecting yard gantry cranes in marine container terminals. *Journal of the Persian Gulf*, 3(7), 59-70.
- [174] Nuuter, T., Lill, I., & Tupenaite, L. (2015). Comparison of housing market sustainability in European countries based on multiple criteria assessment. *Land Use Policy*, 42, 642-651.
- [175] Nydick, R. L., & Hill, R. P. (1992). Using the analytic hierarchy process to structure the supplier selection procedure. *Journal of supply chain management*, 28(2), 31.
- [176] Olcer, A.Y.; Odabaşı A.Y. (2005); A new fuzzy multiple attributive group decision making methodology and its application to propulsion/manoeuvring system selection problem, *European Journal of Operational Research*, 166(1): 93-114.
- [177] Olugu, E. U., & Wong, K. Y. (2009). Supply Chain Performance Evaluation: Trends and Challenges 1.
- [178] Önüt, S., Kara, S.S., and Işık, E, (2009) “Long Term Supplier Selection Using a Combined Fuzzy MCDM Approach: A Case Study for a Telecommunication Company”, *Expert Systems with Applications Vol. 36(2)*, 3887-3895.
- [179] Opricovic, S. (1998). Multicriteria optimization of civil engineering systems. *Faculty of Civil Engineering, Belgrade*, 2(1), 5-21.
- [180] Özbek, A. (2015), “Supplier Selection with Fuzzy TOPSIS”, *Journal of Economics and Sustainable Development*, Vol.6 No.18, 114-125
- [181] Özdağoğlu, A., & Özdağoğlu, G. (2007). Comparison of AHP and fuzzy AHP for the multi-criteria decision making processes with linguistic evaluations.
- [182] Pal Singh, A. (2012). Supplier selection using MCDM method in TV manufacturing organization. *Global Journal of Research In Engineering*, 12(1-G).
- [183] Pamučar, D., & Ćirović, G. (2015). The selection of transport and handling resources in logistics centers using Multi-Attributive Border Approximation area Comparison (MABAC). *Expert Systems with Applications*, 42(6), 3016-3028.
- [184] Pamučar, D., Vasin, L., & Lukovac, V. (2014, October). Selection of Railway Level Crossings for Investing in Security Equipment using Hybrid Dematel-Maric Model. In *Proceedings of the XVI International Scientific-expert Conference on Railways, Railcon, Niš, Serbia* 9-10.
- [185] Parthiban, P., Zubar, H. A., & Garge, C. P. (2012). A multi criteria decision making approach for suppliers selection. *Procedia Engineering*, 38, 2312-2328.
- [186] Pawlak, Z. (1982). Rough sets. *International Journal of Computer & Information Sciences*, 11(5), 341–356.
- [187] Pawlak, Z. (1991). Rough sets: Theoretical aspects of reasoning about data. 1991. *Dordrecht & Boston: Kluwer Academic Publishers*.
- [188] Pawlak, Z. (1993). Anatomy of conflicts, *Bulletin of the European Association for Theoretical Computer Science*, 50, pp. 234-247.
- [189] Peng, X., & Dai, J. (2016). Approaches to single-valued neutrosophic MADM based on MABAC, TOPSIS and new similarity measure with score function. *Neural Computing and Applications*, 1-16.
- [190] Peng, X., & Liu, C. (2017). Algorithms for neutrosophic soft decision making based on EDAS, new similarity measure and level soft set. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 32(1), 955-968.

- [191] Perreault, W. D., & Russ, F. A. (1976). Physical distribution service in industrial purchase decisions. *Journal of marketing*, 40(2), 3-10.
- [192] Petrovic, D., Xie, Y., Burnham, K., & Petrovic, R. (2008). Coordinated control of distribution supply chains in the presence of fuzzy customer demand. *European Journal of Operational Research*, 185(1), 146-158.
- [193] Pi, W. N., & Low, C. (2005). Supplier evaluation and selection using Taguchi loss functions. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 26(1-2), 155-160.
- [194] Pi, W. N., & Low, C. (2006). Supplier evaluation and selection via Taguchi loss functions and an AHP. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 27(5-6), 625-630.
- [195] Pooler, V. H., Pooler, D. J., & Farney, S. D. (2007). Global purchasing and supply management: Fulfill the vision. *Springer Science & Business Media*.
- [196] Prakash, C., & Barua, M. K. (2016). An analysis of integrated robust hybrid model for third-party reverse logistics partner selection under fuzzy environment. *Resources, Conservation and Recycling*, 108, 63-81.
- [197] Pushkina, J., Jansons, V., & Didenko, K. (2015). Applying Multi-Criteria Analysis Methods for Fire Risk Assessment. *Safety of Technogenic Environment*, 7(1): 42-47.
- [198] Ramanathan, R. (2007). Supplier selection problem: Integrating DEA with the approaches of total cost of ownership and AHP. *Supply Chain Management: An International Journal*, 12(4), 258-261.
- [199] Raut, R. D., Bhasin, H. V., & Kamble, S. S. (2011). Evaluation of supplier selection criteria by combination of AHP and fuzzy DEMATEL method. *International Journal of Business Innovation and Research*, 5(4), 359-392.
- [200] Rezaei, J. (2015). Best-worst multi-criteria decision-making method. *Omega*, 53, 49-57.
- [201] Rezaei, J., Fahim, P. B., and Tavasszy, L. (2014), "Supplier selection in the airline retail industry using a funnel methodology: Conjunctive screening method and fuzzy AHP", *Expert Systems with Applications*, Vol. 41No. 18, pp.8165-8179.
- [202] Rikalović, A.; Cosić, I.; Lazarević, D. 2014. GIS based multi-criteria analysis for industrial site selection, *Procedia Engineering*, 69: 1054-1063.
- [203] Roostae, R., Izadikhah, M., Lotfi, F. H., & Rostamy-Malkhalifeh, M. (2012). A multi-criteria intuitionistic fuzzy group decision making method for supplier selection with VIKOR method. *International Journal of Fuzzy System Applications (IJFSA)*, 2(1), 1-17.
- [204] Roy, B. (1991). The outranking approach and the foundations of ELECTRE methods. *Theory and decision*, 31(1), 49-73.
- [205] Roy, J., Chatterjee, K., Bandhopadhyay, A., & Kar, S. (2016). Evaluation and selection of Medical Tourism sites: A rough AHP based MABAC approach. *arXiv preprint arXiv:1606.08962*.
- [206] Saad, S. M., Kunhu, N., & Mohamed, A. M. (2016). A fuzzy-AHP multi-criteria decision-making model for procurement process. *International Journal of Logistics Systems and Management*, 23(1), 1-24.
- [207] Saaty, T.L. (1988). What is the analytic hierarchy process? *Springer Berlin Heidelberg*, 109-121.
- [208] Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*, Mc Graw-Hill, New York

- [209] Saaty, T. L. (1986). Axiomatic foundation of the analytic hierarchy process. *Management science*, 32(7), 841-855.
- [210] Saaty, T. L. (1990). How to make a decision: the analytic hierarchy process. *European journal of operational research*, 48(1), 9-26.
- [211] Saaty, T. L. (2003). Decision-making with the AHP: Why is the principal eigenvector necessary. *European journal of operational research*, 145(1), 85-91.
- [212] Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International journal of services sciences*, 1(1), 83-98.
- [213] Saaty, T. L., & Vargas, L. G. (2012). Models, methods, concepts & applications of the analytic hierarchy process (Vol. 175). *Springer Science & Business Media*.
- [214] Safa, M., Shahi, A., Haas, C. T., & Hipel, K. W. (2014). Supplier selection process in an integrated construction materials management model. *Automation in Construction*, 48, 64-73.
- [215] Sarkar, S., Lakha, V., Ansari, I., & Maiti, J. (2017). Supplier Selection in Uncertain Environment: A Fuzzy MCDM Approach. In *Proceedings of the First International Conference on Intelligent Computing and Communication* (pp. 257-266). Springer Singapore.
- [216] Sawik, T. (2010), "Single VS. Multiple objective supplier selection in make to order environment", *Omega*, Vol. 38 No. 3-4, pp.203-212.
- [217] Secundo, G., Secundo, G., Magarielli, D., Magarielli, D., Esposito, E., Esposito, E., & Passiante, G. (2017). Supporting decision-making in service supplier selection using a hybrid fuzzy extended AHP approach: A case study. *Business Process Management Journal*, 23(1), 196-222.
- [218] Shen, C. Y., & Yu, K. T. (2009). Enhancing the efficacy of supplier selection decision-making on the initial stage of new product development: A hybrid fuzzy approach considering the strategic and operational factors simultaneously. *Expert Systems with Applications*, 36(8), 11271-11281.
- [219] Shen, C. Y., & Yu, K. T. (2013). Strategic vender selection criteria. *Procedia Computer Science*, 17, 350-356.
- [220] Shi, H., Liu, H. C., Li, P., & Xu, X. G. (2017). An integrated decision making approach for assessing healthcare waste treatment technologies from a multiple stakeholder. *Waste Management*, 59, 508-517.
- [221] Shukla, R. K., Garg, D., & Agarwal, A. (2014). An integrated approach of Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS in modeling supply chain coordination. *Production & Manufacturing Research*, 2(1), 415-437.
- [222] Simchi-Levi, D., Simchi-Levi, E., & Kaminsky, P. (1999). Designing and managing the supply chain: Concepts, strategies, and cases. *New York: McGraw-Hill*.
- [223] Simpson, P. M., Siguaw, J. A., and White, S. C. (2002), "Measuring the performance of suppliers: an analysis of evaluation processes", *Journal of Supply Chain Management*, Vol. 38, No. 4, pp. 29-41.
- [224] Singh, R., Rajput, H., Chaturvedi, V., & Vimal, J. (2012). Supplier selection by technique of order preference by similarity to ideal solution (TOPSIS) method for automotive industry. *Int J Adv Technol Eng Res (IJATER)*, 2(2), 157-160.
- [225] Sivilevičius, H.; Maskeliūnaite, L. 2010. The criteria for identifying the quality of passengers' transportation by railway and their ranking using AHP method, *Transport*, 25(4): 368-381.

- [226] Sizong, G., & Tao, S. (2009). Interval-valued fuzzy number and its expression based on structured element. In *Fuzzy Information and Engineering Volume 2* (pp. 1417-1425). Springer, Berlin, Heidelberg.
- [227] Soheilrad, S., Govindan, K., Mardani, A., Zavadskas, E. K., Nilashi, M., & Zakuan, N. (2017). Application of data envelopment analysis models in supply chain management: a systematic review and meta-analysis. *Annals of Operations Research*, 1-55.
- [228] Soltani, A., Hewage, K., Reza, B., & Sadiq, R. (2015). Multiple stakeholders in multi-criteria decision-making in the context of municipal solid waste management: a review. *Waste Management*, 35, 318-328.
- [229] Song, W., Ming, X., & Wu, Z. (2013). An integrated rough number-based approach to design concept evaluation under subjective environments. *Journal of Engineering Design*, 24(5), 320-341.
- [230] Song, W., Ming, X., Wu, Z., & Zhu, B. (2014). A rough TOPSIS approach for failure mode and effects analysis in uncertain environments. *Quality and Reliability Engineering International*, 30(4), 473-486.
- [231] Stankevičienė, J.; Mencaitė, E. 2012. The evaluation of bank performance using a multicriteria decision making model: a case study on Lithuanian commercial banks, *Technological and Economic Development of Economy*, 18(1): 189-205.
- [232] Stevens, G. C. (1989). Integrating the supply chain. *International Journal of Physical Distribution & Materials Management*, 19(8), 3-8.
- [233] Stević Ž., Tanackov I., Ćosić I., Vesković S., Vasiljević M., (2015a). „Poređenje AHP i FUZZY AHP za procenu težine kriterijuma“ V *Međunarodni simpozijum Novi Horizonti saobraćaja i komunikacija*, str. 198-203
- [234] Stević Ž., Vasiljević M., Vesković S., Blagojević A., Đorđević Ž., (2017a) „Defining the most important criteria for suppliers evaluation in construction companies“ *International conference Transport and Logistics Niš, Serbia*, pp. 91-96
- [235] Stević, Ž., (2017). Criteria for supplier selection: A literature review, *International Journal of Engineering, Business and Enterprise Applications*, 19(1), December 2016-February 2017, pp. 23-27
- [236] Stević, Ž., (2017), Evaluation of supplier selection criteria in agricultural company using fuzzy AHP method, 22th *International Scientific Conference Strategic Management and Decision Support Systems in Strategic Management*, 607-612
- [237] Stević, Ž., Alihodžić, A., Božičković, Z., Vasiljević, M., & Vasiljević, Đ. (2015c). Application of combined AHP-TOPSIS model for decision making in management. In 5th International conference „Economics and Management-based On New Technologies“ *EMONT/Vrnjačka Banja, Serbia* (pp. 33-40).
- [238] Stević, Ž., Božičković, Z., & Mičić, B. (2015b). Optimization of the import of Chipboard-a case study. *International Journal of Engineering, Business and Enterprise Applications*, 14(1), 19-23.
- [239] Stević, Ž., Pamučar, D., Kazimieras Zavadskas, E., Čirović, G., & Prentkovskis, O. (2017). The Selection of Wagons for the Internal Transport of a Logistics Company: A Novel Approach Based on Rough BWM and Rough SAW Methods. *Symmetry*, 9(11), 264.

- [240] Stević, Ž., Pamučar, D., Vasiljević, M., Stojić, G., & Korica, S. (2017). Novel Integrated Multi-Criteria Model for Supplier Selection: Case Study Construction Company. *Symmetry*, 9(11), 279.
- [241] Stević, Ž., Tanackov I., Vasiljević, M., & Vesković, S. (2016a). Evaluation in logistics using combined AHP and EDAS method. In *XLIII international symposium on operational research, Serbia* pp. 309-313.
- [242] Stević, Ž., Tanackov, I., Vasiljević, M., Novarlić, B., & Stojić, G. (2016). An integrated fuzzy AHP and TOPSIS model for supplier evaluation. *Serbian Journal of Management*, 11(1), 15-27.
- [243] Stević, Ž., Vasiljević, M., & Sremac, S., (2016). Fuzzy AHP and ARAS model for decision making in logistics. In 6th International conference „Economics and Management-based On New Technologies “EMONT/Vrnjačka Banja, Serbia (pp. 34-43).
- [244] Stević, Ž., Vesković, S., Vasiljević, M., & Tepić, G. (2015e). The selection of the logistics center location using AHP method. *University of Belgrade, Faculty of Transport and Traffic Engineering, LOGIC, Belgrade*, 86-91.
- [245] Stević, Ž., (2016). Supplier selection using AHP and COPRAS method, *Strategic management and decision support systems in strategic management, Subotica*, pp. 231-238
- [246] Stević, Ž.; Tanackov, I., Vasiljević, M., Rikalović, A., (2017c), Supplier evaluation criteria: AHP rough approach, *XVII International Scientific Conference on Industrial Systems, Novi Sad*. 298-303
- [247] Stewart, G. (1995). Supply chain performance benchmarking study reveals keys to supply chain excellence. *Logistics Information Management*, 8(2), 38-44.
- [248] Štreimikienė, D., Šliogerienė, J., & Turskis, Z. (2016). Multi-criteria analysis of electricity generation technologies in Lithuania. *Renewable Energy*, 85: 148-156.
- [249] Sun, C. C. (2010). A performance evaluation model by integrating fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methods. *Expert systems with applications*, 37(12), 7745-7754.
- [250] Tam, M. C., & Tummala, V. R. (2001). An application of the AHP in vendor selection of a telecommunications system. *Omega*, 29(2), 171-182.
- [251] Tamošaitienė, J., Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. (2013). Multi-criteria risk assessment of a construction project. *Procedia Computer Science*, 17, 129-133.
- [252] Teeravaraprug, J. (2008). Outsourcing and vendor selection model based on Taguchi loss function. *W̄i ras̄i n Songkhl̄i Nakharin*, 30(4), 523.
- [253] Thomas, D. J., & Griffin, P. M. (1996). Coordinated supply chain management. *European journal of operational research*, 94(1), 1-15.
- [254] Ting, S. C., and Cho, D. I. (2008), “An integrated approach for supplier selection and purchasing decisions”, *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol 13 No. 2, pp.116-127.
- [255] Tiwari, V., Jain, P.K., Tandon, P. (2016). Product design concept evaluation using rough sets and VIKOR method, *Advanced Engineering Informatics*, 30, pp. 16-25.
- [256] Tomek, J., & Hofman, J. (1999). Moderní řízení nákupu podniku. *Management press*.
- [257] Triantaphyllou, E., & Mann, S. H. (1995). Using the analytic hierarchy process for decision making in engineering applications: some challenges. *International Journal of Industrial Engineering: Applications and Practice*, 2(1), 35-44.

- [258] Trinkūnienė, E., Podvezko, V., Zavadskas, E. K., Jokšienė, I., Vinogradova, I., & Trinkūnas, V. (2017). Evaluation of quality assurance in contractor contracts by multi-attribute decision-making methods. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 30(1), 1152-1180.
- [259] Turskis, Z., & Juodagalvienė, B. (2016). A novel hybrid multi-criteria decision-making model to assess a stairs shape for dwelling houses. *Journal of Civil Engineering and Management*, 22(8), 1078-1087.
- [260] Turskis, Z., & Zavadskas, E. K. (2010). A new fuzzy additive ratio assessment method (ARAS-F). Case study: The analysis of fuzzy multiple criteria in order to select the logistic centers location. *Transport*, 25(4), 423-432.
- [261] Turskis, Z., Lazauskas, M., & Zavadskas, E. K. (2012). Fuzzy multiple criteria assessment of construction site alternatives for non-hazardous waste incineration plant in Vilnius city, applying ARAS-F and AHP methods. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 20(2), 110-120.
- [262] Turskis, Z., Zavadskas, E. K., Antucheviciene, J., & Kosareva, N. (2015). A hybrid model based on fuzzy AHP and fuzzy WASPAS for construction site selection. *International Journal of Computers Communications & Control*, 10(6), 113-128.
- [263] Ulubeyli, S., & Kazaz, A. (2016). Fuzzy multi-criteria decision making model for subcontractor selection in international construction projects. *Technological and Economic Development of Economy*, 22(2), 210-234.
- [264] Ustinovichius, L., Zavadkas, E. K., & Podvezko, V. (2007). Application of a quantitative multiple criteria decision making (MCDM-1) approach to the analysis of investments in construction. *Control and cybernetics*, 36(1), 251.
- [265] Uygun, Ö., Kaçamak, H., Ayşim, G., and Şimşir, F. (2013), "Supplier selection for automotive industry using multi-criteria decision making techniques", *TOJSAT: The Online Journal of Science and Technology*, Vol. 3 No. 4, pp.126-137.
- [266] Vahdani, B., Tavakkoli-Moghaddam, R., Mousavi, S. M., & Ghodratnama, A. (2013). Soft computing based on new interval-valued fuzzy modified multi-criteria decision-making method. *Applied Soft Computing*, 13(1), 165-172.
- [267] Vaidya, O. S., & Kumar, S. (2006). Analytic hierarchy process: An overview of applications. *European Journal of operational research*, 169(1), 1-29.
- [268] Verma, R., & Pullman, M. E. (1998). An analysis of the supplier selection process. *Omega*, 26(6), 739-750.
- [269] Vilutienė, T., & Zavadskas, E. K. (2003). The application of multi-criteria analysis to decision support for the facility management of a residential district. *Journal of Civil Engineering and Management*, 9(4), 241-252.
- [270] Vinodh, S., Ramiya, R. A., & Gautham, S. G. (2011). Application of fuzzy analytic network process for supplier selection in a manufacturing organisation. *Expert Systems with Applications*, 38(1), 272-280.
- [271] Wang, G., Huang, S. H., and Dismukes, J. P. (2004), "Product-driven supply chain selection using integrated multi-criteria decision-making methodology", *International Journal of Production Economics*, Vol. 91 No. 1, pp.1-15.
- [272] Wang, J., Wang, J. Q., Zhang, H. Y., & Chen, X. H. (2015). Multi-criteria decision-making based on hesitant fuzzy linguistic term sets: an outranking approach. *Knowledge-Based Systems*, 86, 224-236.

- [273] Wang, T. K., Zhang, Q., Chong, H. Y., and Wang, X. (2017), "Integrated Supplier Selection Framework in a Resilient Construction Supply Chain: An Approach via Analytic Hierarchy Process (AHP) and Grey Relational Analysis (GRA)", *Sustainability*, Vol. 9 No. 2, pp.289.
- [274] Wang, W. P. (2010), "A Fuzzy linguistic computing approach to supplier selection", *Applied Mathematical Modeling*, Vol. 34, pp.3130-3141.
- [275] Wang, Y. J., & Lee, H. S. (2007). Generalizing TOPSIS for fuzzy multiple-criteria group decision-making. *Computers & Mathematics with Applications*, 53(11), 1762-1772.
- [276] Wang, Y. M., & Chin, K. S. (2011). Fuzzy analytic hierarchy process: A logarithmic fuzzy preference programming methodology. *International Journal of Approximate Reasoning*, 52(4), 541-553.
- [277] Wang, Y. M., Luo, Y., & Hua, Z. (2008). On the extent analysis method for fuzzy AHP and its applications. *European Journal of Operational Research*, 186(2), 735-747.
- [278] Weber, C. A., Current, J. R., and Benton, W. C. (1991), "Vendor selection criteria and methods", *European journal of operational research*, Vol. 50 No. 1, pp.2-18.
- [279] Wind, Y., Green P. E, and Robinson P. J., (1968). "The determinants of vendor selection: the evaluation function approach," *Journal of Purchasing*, vol. 4, no. 3, pp. 29-42,
- [280] Wong, J. K.; Li, H. 2008. Application of the analytic hierarchy process (AHP) in multi-criteria analysis of the selection of intelligent building systems, *Building and Environment*, 43(1): 108-125.
- [281] Wu, K. J., Tseng, M. L., Chiu, A. S., & Lim, M. K. (2016). Achieving competitive advantage through supply chain agility under uncertainty: A novel multi-criteria decision-making structure. *International Journal of Production Economics*.
- [282] Xu, Z., & Liao, H. (2014) Intuitionistic fuzzy analytic hierarchy process. *Fuzzy Systems, IEEE Transactions on*, Vol. 22, No. 4, pp. 749-761,
- [283] Xue, Y. X., You, J. X., Lai, X. D., & Liu, H. C. (2016). An interval-valued intuitionistic fuzzy MABAC approach for material selection with incomplete weight information. *Applied Soft Computing*, 38, 703-713.
- [284] Yang, J. L., & Tzeng, G. H. (2011). An integrated MCDM technique combined with DEMATEL for a novel cluster-weighted with ANP method. *Expert Systems with Applications*, 38(3), 1417-1424.
- [285] Yao, M., & Minner, S. (2017). Review of multi-supplier inventory models in supply chain management: *An update*.
- [286] Yazdani, M.; Hashemkhani Z. S, Zavadskas, E.K. (2016). New integration of MCDM methods and QFD in the selection of green suppliers, *Journal of Business Economics and Management*, 1-17.
- [287] Yazdani-Chamzini, A. (2014). An integrated fuzzy multi criteria group decision making model for handling equipment selection. *Journal of Civil Engineering and Management*, 20(5), 660-673.
- [288] Yazdani-Chamzini, A., Haji Yakchali, S., & Kazimieras Zavadskas, E. (2012). Using a integrated MCDM model for mining method selection in presence of uncertainty. *Ekonomika istraživanja*, 25(4), 869-904.
- [289] Yıldırım, B. F.; Önder, E. (2014). Evaluating potential freight villages In istanbul using multi criteria decision making techniques, *Journal of Logistics Management*, 3(1): 1-10

- [290] Yu, S. M., Wang, J., & Wang, J. Q. (2017). An interval type-2 fuzzy likelihood-based MABAC approach and its application in selecting hotels on a tourism website. *International Journal of Fuzzy Systems*, 19(1), 47-61.
- [291] Yu, X., Guo, S., Guo, J., & Huang, X. (2011). Rank B2C e-commerce websites in e-alliance based on AHP and fuzzy TOPSIS. *Expert Systems with Applications*, 38(4), 3550-3557.
- [292] Yücenur, G. N., Vayvay, Ö., and Demirel, N. Ç. (2011), "Supplier selection problem in global supply chains by AHP and ANP approaches under fuzzy environment", *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 56 No. 5-8, pp.823-833.
- [293] Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and control*, 8(3), 338-353.
- [294] Zavadskas, E. K., Antucheviciene, J., Turskis, Z., & Adeli, H. (2016). Hybrid multiple-criteria decision-making methods: A review of applications in engineering. *Scientia Iranica. Transaction A: Civil Engineering*, 23(1), 1-20.
- [295] Zavadskas, E. K., Cavallaro, F., Podvezko, V., Ubarte, I., & Kaklauskas, A. (2017). MCDM Assessment of a Healthy and Safe Built Environment According to Sustainable Development Principles: A Practical Neighborhood Approach in Vilnius. *Sustainability*, 9(5), 702.
- [296] Zavadskas, E. K., Kaklauskas, A., & Kvederytė, N. (2001). Multivariant design and multiple criteria analysis of a building life cycle. *Informatica*, 12(1), 169-188.
- [297] Zavadskas, E. K., Kaklauskas, A., & Sarka, V. (1994). The new method of multicriteria complex proportional assessment of projects. *Technological and Economic Development of Economy*, 1(3), 131-139.
- [298] Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Kildienė, S. (2014). State of art surveys of overviews on MCDM/MADM methods. *Technological and Economic Development of Economy*, 20(1):165–179.
- [299] Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Tamošaitiene, J. (2010). Risk assessment of construction projects. *Journal of civil engineering and management*, 16(1), 33-46.
- [300] Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Tamosaitiene, J. (2011). Selection of construction enterprises management strategy based on the SWOT and multi-criteria analysis. *Archives of civil and mechanical engineering*, 11(4), 1063-1082.
- [301] Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Vilutiene, T. (2010). Multiple criteria analysis of foundation instalment alternatives by applying Additive Ratio Assessment (ARAS) method. *Archives of civil and mechanical engineering*, 10(3), 123-141.
- [302] Zavadskas, E. K., Vainiūnas, P., Turskis, Z., & Tamošaitienė, J. (2012). Multiple criteria decision support system for assessment of projects managers in construction. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 11(02), 501-520.
- [303] Zavadskas, E. K.; Vilutienė, T.; Turskis, Z.; Šaparauskas, J. 2014. Multi-criteria analysis of Projects' performance in construction, *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 14(1): 114-121.
- [304] Zeydan, M., Çolpan, C., and Çobanoğlu, C. (2011), "A combined methodology for supplier selection and performance evaluation", *Expert Systems with Applications*, Vol. 38 No. 3, pp.2741-2751.
- [305] Zhai, L. Y., Khoo, L. P., & Zhong, Z. W. (2009). A rough set based QFD approach to the management of imprecise design information in product development. *Advanced Engineering Informatics*, 23(2), 222-228.

- [306] Zhai, L.Y., Khoo, L.P., & Zhong, Z.W. (2008). A rough set enhanced fuzzy approach to quality function deployment. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 37(5–6), pp. 613-624.
- [307] Zhang, L. (2010). Comparison of classical analytic hierarchy process (AHP) approach and fuzzy AHP approach in multiple-criteria decision making for commercial vehicle information systems and networks (CVISN) project.
- [308] Zhang, Q., Xie, Q., & Wang, G. (2016). A survey on rough set theory and its applications. *CAAI Transactions on Intelligence Technology*.
- [309] Zhong, L., & Yao, L. (2017). An ELECTRE I-based multi-criteria group decision making method with interval type-2 fuzzy numbers and its application to supplier selection. *Applied Soft Computing*, 57, 556-576.
- [310] Zhou, X., Shi, Y., Deng, X., Deng, Y. (2017). D-DEMATEL: A new method to identify critical success factors in emergency management. *Safety Science*, 91, pp. 93–104.
- [311] Zhu, G.N., Hu, J., Qi, J., Gu, C.C., Peng, J.H. (2015). An integrated AHP and VIKOR for design concept evaluation based on rough number, *Advanced Engineering Informatics*, 29, pp. 408–418.
- [312] Zhu, K. J., Jing, Y., & Chang, D. Y. (1999). A discussion on extent analysis method and applications of fuzzy AHP. *European journal of operational research*, 116(2), 450-456.
- [313] Zimmermann, H. J. (2010). Fuzzy set theory. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, 2(3), 317-332.
- [314] Zolfani, S. H., Chen, I. S., Rezaeiniya, N., & Tamošaitienė, J. (2012). A hybrid MCDM model encompassing AHP and COPRAS-G methods for selecting company supplier in Iran. *Technological and economic development of economy*, 18(3), 529-543.
- [315] Żywica, P., Stachowiak, A., & Wygralak, M. (2016). An algorithmic study of relative cardinalities for interval-valued fuzzy sets. *Fuzzy Sets and Systems*, 294, 105-124.

PRILOZI

Prilog I - Ocenjivanje kriterijuma i podkriterijuma u različitim oblastima

Tabela P.I.1. Ocenjivanje podkriterijuma grupe finansije u oblasti proizvodnje preizolovanih cevi

	K₁	K₂	K₃	K₄	K₅	
K₁	E ₁	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(2/3, 1, 2)	(1, 3/2, 2)	(2/3, 1, 2)
	E ₂	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 2/3, 1)	(3/2, 2, 5/2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₃	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₄	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)	(1, 3/2, 2)
	E ₅	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)	(2/3, 1, 2)	(3/2, 2, 5/2)	(2/3, 1, 2)
K₂	E ₁	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1, 1, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)
	E ₂	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1, 3/2, 2)	(1, 1, 1)
	E ₃	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)
	E ₄	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)
	E ₅	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)	(1/3, 2/5, 1/2)	(1, 1, 1)	(1/3, 2/5, 1/2)
K₃	E ₁	(1/2, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)	(1, 1, 1)
	E ₂	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)	(1,1,1)	(5/2, 3, 7/2)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₃	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₄	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₅	(1/2, 1, 3/2)	(2, 5/2, 3)	(1,1,1)	(2, 5/2, 3)	(1, 1, 1)
K₄	E ₁	(1/2, 2/3, 1)	(1, 1, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)	(2/5, 1/2, 2/3)
	E ₂	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(2/7, 1/3, 2/5)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)
	E ₃	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)
	E ₄	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)
	E ₅	(2/5, 1/2, 2/3)	(1, 1, 1)	(1/3, 2/5, 1/2)	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)
K₅	E ₁	(1/2, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)	(1, 1, 1)	(3/2, 2, 5/2)	(1,1,1)
	E ₂	(2/3, 1, 2)	(1, 1, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)
	E ₃	(2/3, 1, 2)	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)
	E ₄	(1/2, 2/3, 1)	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)
	E ₅	(1/2, 1, 3/2)	(2, 5/2, 3)	(1, 1, 1)	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)

Tabela P.I.2. Ocenjivanje podkriterijuma grupe logistika u oblasti proizvodnje preizolovanih cevi

	K₁	K₂	K₃	K₄	K₅	
K₁	E ₁	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₂	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₃	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₄	(1,1,1)	(1, 1, 1)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)	(1, 3/2, 2)
	E ₅	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(1, 1, 1)	(3/2, 2, 5/2)
K₂	E ₁	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₂	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)
	E ₃	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₄	(1, 1, 1)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)	(1, 3/2, 2)
	E ₅	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)	(1, 3/2, 2)
K₃	E ₁	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1, 1, 1)
	E ₂	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₃	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₄	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)
	E ₅	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 1, 3/2)
K₄	E ₁	(1/2, 2/3, 1)	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₂	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)
	E ₃	(1/2, 2/3, 1)	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₄	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)
	E ₅	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)
K₅	E ₁	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/3, 1, 2)	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)
	E ₂	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)
	E ₃	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)
	E ₄	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)
	E ₅	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)

Tabela P.I.3. Ocenjivanje podkriterijuma grupe kvalitet u oblasti proizvodnje preizolovanih cevi

	K₁	K₂	K₃	K₄	K₅	
K₁	E ₁	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(5/2, 3, 7/2)
	E ₂	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)	(5/2, 3, 7/2)
	E ₃	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(5/2, 3, 7/2)
	E ₄	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)	(5/2, 3, 7/2)
	E ₅	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(5/2, 3, 7/2)
K₂	E ₁	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1, 3/2, 2)
	E ₂	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₃	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(1, 3/2, 2)
	E ₄	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)	(2, 5/2, 3)
	E ₅	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1, 3/2, 2)
K₃	E ₁	(2/3, 1, 2)	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(2, 5/2, 3)
	E ₂	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(2, 5/2, 3)
	E ₃	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₄	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₅	(2/3, 1, 2)	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(2, 5/2, 3)
K₄	E ₁	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₂	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)
	E ₃	(2/3, 1, 2)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(2, 5/2, 3)
	E ₄	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)
	E ₅	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)
K₅	E ₁	(2/7, 1/3, 2/5)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/3, 2/5, 1/2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)
	E ₂	(2/7, 1/3, 2/5)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/3, 2/5, 1/2)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)
	E ₃	(2/7, 1/3, 2/5)	(1/2, 2/3, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/3, 2/5, 1/2)	(1,1,1)
	E ₄	(2/7, 1/3, 2/5)	(1/3, 2/5, 1/2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)
	E ₅	(2/7, 1/3, 2/5)	(1/2, 2/3, 1)	(1/3, 2/5, 1/2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)

Tabela P.I.4. Ocenjivanje podkriterijuma grupe komunikacije i poslovanje u oblasti proizvodnje preizolovanih cevi

	K₁	K₂	K₃	K₄	K₅	
K₁	E ₁	(1,1,1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1, 1, 1)
	E ₂	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)
	E ₃	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 2)
	E ₄	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)
	E ₅	(1,1,1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1, 1, 1)
K₂	E ₁	(3/2, 2, 5/2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₂	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₃	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₄	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)
	E ₅	(3/2, 2, 5/2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)
K₃	E ₁	(1, 3/2, 2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)
	E ₂	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1, 1, 1)
	E ₃	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)
	E ₄	(3/2, 2, 5/2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₅	(1, 3/2, 2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1, 3/2, 2)
K₄	E ₁	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₂	(1, 3/2, 2)	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₃	(1, 1, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)
	E ₄	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)
	E ₅	(3/2, 2, 5/2)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)
K₅	E ₁	(1, 1, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)
	E ₂	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)
	E ₃	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)
	E ₄	(1, 3/2, 2)	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)
	E ₅	(1, 1, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)

Tabela P.I.5. Ocenjivanje podkriterijuma grupe finansije u oblasti proizvodnje nameštaja

	K₁	K₂	K₃	K₄	K₅	
K₁	E ₁	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)	(1, 3/2, 2)	(2, 5/2, 3)	(1, 3/2, 2)
	E ₂	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₃	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)	(1, 3/2, 2)
	E ₄	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₅	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)	(1, 3/2, 2)
K₂	E ₁	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)
	E ₂	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₃	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1, 1, 1)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₄	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₅	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)
K₃	E ₁	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(1, 1, 1)
	E ₂	(1/2, 2/3, 1)	(1, 1, 1)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₃	(2/3, 1, 2)	(1, 1, 1)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₄	(1/2, 2/3, 1)	(1, 1, 1)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₅	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)
K₄	E ₁	(1/3, 2/5, 1/2)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)
	E ₂	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1, 1, 1)
	E ₃	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)
	E ₄	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1, 1, 1)
	E ₅	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)
K₅	E ₁	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)
	E ₂	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1, 1, 1)	(1,1,1)
	E ₃	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)
	E ₄	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1, 1, 1)	(1,1,1)
	E ₅	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)

Tabela P.I.6. Ocenjivanje podkriterijuma grupe logistika u oblasti proizvodnje nameštaja

	K₁	K₂	K₃	K₄	K₅	
K₁	E ₁	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(2, 5/2, 3)	(2/3, 1, 2)
	E ₂	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₃	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₄	(1,1,1)	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₅	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)	(3/2, 2, 5/2)	(3/2, 2, 5/2)
K₂	E ₁	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 2/3, 1)
	E ₂	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)
	E ₃	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)
	E ₄	(1, 1, 1)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)
	E ₅	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 2/3, 1)
K₃	E ₁	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(2/5, 1/2, 2/3)
	E ₂	(1/2, 2/3, 1)	(1, 1, 1)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)
	E ₃	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 2)
	E ₄	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)
	E ₅	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(2/5, 1/2, 2/3)
K₄	E ₁	(1/3, 2/5, 1/2)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(2/7, 1/3, 2/5)
	E ₂	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)
	E ₃	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1, 1, 1)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)
	E ₄	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)
	E ₅	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(2/7, 1/3, 2/5)
K₅	E ₁	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)	(5/2, 3, 7/2)	(1,1,1)
	E ₂	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)
	E ₃	(2/3, 1, 2)	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)
	E ₄	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)
	E ₅	(2/5, 1/2, 2/3)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)	(5/2, 3, 7/2)	(1,1,1)

Tabela P.I.7. Ocenjivanje podkriterijuma grupe kvalitet u oblasti proizvodnje nameštaja

	K₁	K₂	K₃	K₄	K₅	
K₁	E ₁	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 2)	(2, 5/2, 3)
	E ₂	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)	(5/2, 3, 7/2)
	E ₃	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)	(2, 5/2, 3)
	E ₄	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(5/2, 3, 7/2)
	E ₅	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(5/2, 3, 7/2)
K₂	E ₁	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1, 3/2, 2)
	E ₂	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₃	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1, 3/2, 2)
	E ₄	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(2, 5/2, 3)
	E ₅	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 2)	(1, 3/2, 2)
K₃	E ₁	(1, 1, 1)	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(2, 5/2, 3)
	E ₂	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1, 1, 1)	(2, 5/2, 3)
	E ₃	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1, 1, 1)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₄	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1, 1, 1)	(5/2, 3, 7/2)
	E ₅	(1/2, 2/3, 1)	(1, 1, 1)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1, 3/2, 2)
K₄	E ₁	(1/2, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(5/2, 3, 7/2)
	E ₂	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(1,1,1)	(2, 5/2, 3)
	E ₃	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₄	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(1,1,1)	(5/2, 3, 7/2)
	E ₅	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)
K₅	E ₁	(1/3, 2/5, 1/2)	(1/2, 2/3, 1)	(1/3, 2/5, 1/2)	(2/7, 1/3, 2/5)	(1,1,1)
	E ₂	(2/7, 1/3, 2/5)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/3, 2/5, 1/2)	(1/3, 2/5, 1/2)	(1,1,1)
	E ₃	(1/3, 2/5, 1/2)	(1/2, 2/3, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)
	E ₄	(2/7, 1/3, 2/5)	(1/3, 2/5, 1/2)	(2/7, 1/3, 2/5)	(2/7, 1/3, 2/5)	(1,1,1)
	E ₅	(2/7, 1/3, 2/5)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)

Tabela P.I.8. Ocenjivanje podkriterijuma grupe komunikacije i poslovanje u oblasti proizvodnje nameštaja

	K₁	K₂	K₃	K₄	K₅	
K₁	E ₁	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/3, 2/5, 1/2)
	E ₂	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(2/5, 1/2, 2/3)
	E ₃	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)
	E ₄	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)
	E ₅	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)
K₂	E ₁	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)
	E ₂	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)
	E ₃	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
	E ₄	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1, 1, 1)
	E ₅	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)
K₃	E ₁	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)
	E ₂	(1, 3/2, 2)	(1, 1, 1)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)
	E ₃	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)
	E ₄	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₅	(3/2, 2, 5/2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)
K₄	E ₁	(3/2, 2, 5/2)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)
	E ₂	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)
	E ₃	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1, 1, 1)
	E ₄	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₅	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)
K₅	E ₁	(2, 5/2, 3)	(3/2, 2, 5/2)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)
	E ₂	(3/2, 2, 5/2)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)
	E ₃	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(1,1,1)
	E ₄	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)
	E ₅	(1, 3/2, 2)	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)

Tabela P.I.9. Ocenjivanje podkriterijuma grupe finansije u oblasti proizvodnje PVC stolarije

		K₁	K₂	K₃	K₄	K₅
K₁	E ₁	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)
	E ₂	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(2/3, 1, 2)
	E ₃	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1, 3/2, 2)	(1, 3/2, 2)	(1, 1, 1)
K₂	E ₁	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)	(1, 1, 1)	(3/2, 2, 5/2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₂	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)	(2, 5/2, 3)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₃	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)	(1/2, 1, 3/2)
K₃	E ₁	(1, 3/2, 2)	(1, 1, 1)	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₂	(2/3, 1, 2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 2/3, 1)
	E ₃	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1, 1, 1)	(1/2, 2/3, 1)
K₄	E ₁	(2/3, 1, 2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)
	E ₂	(1/2, 2/3, 1)	(1/3, 2/5, 1/2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(2/5, 1/2, 2/3)
	E ₃	(1/2, 2/3, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1, 1, 1)	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)
K₅	E ₁	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)
	E ₂	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)	(1,1,1)
	E ₃	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 2)	(1, 3/2, 2)	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)

Tabela P.I.10. Ocenjivanje podkriterijuma grupe logistika u oblasti proizvodnje PVC stolarije

		K₁	K₂	K₃	K₄	K₅
K₁	E ₁	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 2)	(1, 3/2, 2)
	E ₂	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₃	(1,1,1)	(1, 1, 1)	(1, 3/2, 2)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)
K₂	E ₁	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₂	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₃	(1, 1, 1)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)
K₃	E ₁	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1, 3/2, 2)
	E ₂	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(1, 3/2, 2)
	E ₃	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 2)
K₄	E ₁	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₂	(2/3, 1, 2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1, 1, 1)
	E ₃	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(1, 1, 1)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)
K₅	E ₁	(1/2, 2/3, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)
	E ₂	(2/3, 1, 2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(1, 1, 1)	(1,1,1)
	E ₃	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)

Tabela P.I.11. Ocenjivanje podkriterijuma grupe kvalitet u oblasti proizvodnje PVC stolarije

		K₁	K₂	K₃	K₄	K₅
K₁	E ₁	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₂	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(2, 5/2, 3)
	E ₃	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)	(5/2, 3, 7/2)
K₂	E ₁	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)
	E ₂	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1, 1, 1)	(1, 3/2, 2)
	E ₃	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(3/2, 2, 5/2)
K₃	E ₁	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₂	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₃	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1, 1, 1)	(2, 5/2, 3)
K₄	E ₁	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)
	E ₂	(1/2, 2/3, 1)	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)
	E ₃	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(1,1,1)	(2, 5/2, 3)
K₅	E ₁	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)
	E ₂	(1/3, 2/5, 1/2)	(1/2, 2/3, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)
	E ₃	(5/2, 3, 7/2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/3, 2/5, 1/2)	(1/3, 2/5, 1/2)	(1,1,1)

Tabela P.I.12. Ocenjivanje podkriterijuma grupe komunikacije i poslovanje u oblasti proizvodnje PVC stolarije

		K₁	K₂	K₃	K₄	K₅
K₁	E ₁	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(1, 1, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)
	E ₂	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 2/3, 1)
	E ₃	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 2/3, 1)
K₂	E ₁	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(2/3, 1, 2)
	E ₂	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(2/5, 1/2, 2/3)
	E ₃	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1, 1, 1)	(1, 3/2, 2)	(2/3, 1, 2)
K₃	E ₁	(1, 3/2, 2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(2/3, 1, 2)
	E ₂	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)	(2/3, 1, 2)
	E ₃	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(2/3, 1, 2)
K₄	E ₁	(1, 1, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(2/5, 1/2, 2/3)
	E ₂	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)	(1/3, 2/5, 1/2)
	E ₃	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(2/5, 1/2, 2/3)
K₅	E ₁	(3/2, 2, 5/2)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)	(1,1,1)
	E ₂	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)	(1/2, 1, 3/2)	(2, 5/2, 3)	(1,1,1)
	E ₃	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)	(1,1,1)

Tabela P.I.13. Ocenjivanje podkriterijuma grupe finansije u oblasti proizvodnje plastičnih kesa i folija

		K₁	K₂	K₃	K₄	K₅
K₁	E ₁	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)	(2, 5/2, 3)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₂	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(2, 5/2, 3)	(3/2, 2, 5/2)	(2/3, 1, 2)
	E ₃	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(2, 5/2, 3)	(3/2, 2, 5/2)	(1/2, 1, 3/2)
K₂	E ₁	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(2/3, 1, 2)
	E ₂	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 2/3, 1)
	E ₃	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)	(1, 3/2, 2)	(1, 1, 1)
K₃	E ₁	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 2/3, 1)
	E ₂	(1/3, 2/5, 1/2)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1/3, 2/5, 1/2)
	E ₃	(1/3, 2/5, 1/2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)
K₄	E ₁	(1/3, 2/5, 1/2)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(2/5, 1/2, 2/3)
	E ₂	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(2/5, 1/2, 2/3)
	E ₃	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)
K₅	E ₁	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)	(1,1,1)
	E ₂	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(2, 5/2, 3)	(3/2, 2, 5/2)	(1,1,1)
	E ₃	(2/3, 1, 2)	(1, 1, 1)	(1, 3/2, 2)	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)

Tabela P.I.14. Ocenjivanje podkriterijuma grupe logistika u oblasti proizvodnje plastičnih kesa i folija

		K₁	K₂	K₃	K₄	K₅
K₁	E ₁	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₂	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)
	E ₃	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)	(1, 3/2, 2)
K₂	E ₁	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)
	E ₂	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
	E ₃	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)
K₃	E ₁	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)
	E ₂	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)
	E ₃	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)
K₄	E ₁	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)
	E ₂	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1,1,1)
	E ₃	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)
K₅	E ₁	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)
	E ₂	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1,1,1)
	E ₃	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)

Tabela P.I.15. Ocenjivanje podkriterijuma grupe kvalitet u oblasti proizvodnje plastičnih kesa i folija

		K₁	K₂	K₃	K₄	K₅
K₁	E ₁	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(2, 5/2, 3)
	E ₂	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)	(1, 3/2, 2)	(1, 3/2, 2)	(2, 5/2, 3)
	E ₃	(1,1,1)	(2, 5/2, 3)	(3/2, 2, 5/2)	(1, 3/2, 2)	(5/2, 3, 7/2)
K₂	E ₁	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)
	E ₂	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₃	(1/3, 2/5, 1/2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(1, 3/2, 2)
K₃	E ₁	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₂	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1, 1, 1)	(1, 3/2, 2)
	E ₃	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1, 3/2, 2)
K₄	E ₁	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)
	E ₂	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)
	E ₃	(1/2, 2/3, 1)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)
K₅	E ₁	(1/3, 2/5, 1/2)	(1/2, 2/3, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)
	E ₂	(1/3, 2/5, 1/2)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)
	E ₃	(2/7, 1/3, 2/5)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)

Tabela P.I.16. Ocenjivanje podkriterijuma grupe komunikacija i poslovanje u oblasti proizvodnje plastičnih kesa i folija

		K₁	K₂	K₃	K₄	K₅
K₁	E ₁	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/3, 1, 2)	(2/5, 1/2, 2/3)
	E ₂	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)	(1/3, 2/5, 1/2)	(2/3, 1, 2)	(2/7, 1/3, 2/5)
	E ₃	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)
K₂	E ₁	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)
	E ₂	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 2/3, 1)
	E ₃	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 2)
K₃	E ₁	(3/2, 2, 5/2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(1, 1, 1)
	E ₂	(2, 5/2, 3)	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(2/3, 1, 2)
	E ₃	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)
K₄	E ₁	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)
	E ₂	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(2/5, 1/2, 2/3)
	E ₃	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)
K₅	E ₁	(3/2, 2, 5/2)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)
	E ₂	(5/2, 3, 7/2)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)	(1,1,1)
	E ₃	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)

Tabela P.I.17. Ocenjivanje podkriterijuma grupe finansije u oblasti proizvodnje žice

		K₁	K₂	K₃	K₄	K₅
K₁	E ₁	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 2/3, 1)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₂	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₃	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(1, 3/2, 2)	(2, 5/2, 3)
K₂	E ₁	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)
	E ₂	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)
	E ₃	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)
K₃	E ₁	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)	(2, 5/2, 3)
	E ₂	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₃	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(2, 5/2, 3)
K₄	E ₁	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₂	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(2/5, 1/2, 2/3)
	E ₃	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)
K₅	E ₁	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(1/3, 2/5, 1/2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)
	E ₂	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)
	E ₃	(1/3, 2/5, 1/2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/3, 2/5, 1/2)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)

Tabela P.I.18. Ocenjivanje podkriterijuma grupe logistika u oblasti proizvodnje žice

		K₁	K₂	K₃	K₄	K₅
K₁	E ₁	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(2/3, 1, 2)	(1, 3/2, 2)
	E ₂	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₃	(1,1,1)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)
K₂	E ₁	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₂	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₃	(1,1,1)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)
K₃	E ₁	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)
	E ₂	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₃	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)
K₄	E ₁	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₂	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)
	E ₃	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)
K₅	E ₁	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)
	E ₂	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)
	E ₃	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)

Tabela P.I.19. Ocenjivanje podkriterijuma grupe kvalitet u oblasti proizvodnje žice

		K₁	K₂	K₃	K₄	K₅
K₁	E ₁	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)	(2, 5/2, 3)
	E ₂	(1,1,1)	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)	(2, 5/2, 3)
	E ₃	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(1, 3/2, 2)	(2, 5/2, 3)
K₂	E ₁	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)
	E ₂	(1, 1, 1)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)	(2, 5/2, 3)
	E ₃	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)
K₃	E ₁	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)
	E ₂	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₃	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(2, 5/2, 3)
K₄	E ₁	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₂	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)
	E ₃	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)
K₅	E ₁	(1/3, 2/5, 1/2)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)
	E ₂	(1/3, 2/5, 1/2)	(1/3, 2/5, 1/2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)
	E ₃	(1/3, 2/5, 1/2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/3, 2/5, 1/2)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)

Tabela P.I.20. Ocenjivanje podkriterijuma grupe komunikacije i poslovanje u oblasti proizvodnje žice

		K₁	K₂	K₃	K₄	K₅
K₁	E ₁	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₂	(1,1,1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/3, 1, 2)	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₃	(1,1,1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 2)
K₂	E ₁	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₂	(3/2, 2, 5/2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)	(2, 5/2, 3)
	E ₃	(3/2, 2, 5/2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)	(1, 3/2, 2)
K₃	E ₁	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)
	E ₂	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)
	E ₃	(1, 3/2, 2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)
K₄	E ₁	(1, 1, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₂	(1, 1, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₃	(1, 1, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)
K₅	E ₁	(2/3, 1, 2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)
	E ₂	(2/3, 1, 2)	(1/3, 2/5, 1/2)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)
	E ₃	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)

Tabela P.I.21. Ocenjivanje podkriterijuma grupe finansije u oblasti automobilske industrije

		K₁	K₂	K₃	K₄	K₅
K₁	E ₁	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)	(1, 3/2, 2)	(1, 3/2, 2)	(2/3, 1, 2)
	E ₂	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)	(2/3, 1, 2)
	E ₃	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)
K₂	E ₁	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(2/5, 1/2, 2/3)
	E ₂	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)	(2, 5/2, 3)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₃	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)
K₃	E ₁	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1,1,1)	(2/5, 1/2, 2/3)
	E ₂	(2/3, 1, 2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 2/3, 1)
	E ₃	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(2/5, 1/2, 2/3)
K₄	E ₁	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1,1,1)	(2/5, 1/2, 2/3)
	E ₂	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/3, 2/5, 1/2)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1/3, 2/5, 1/2)
	E ₃	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)
K₅	E ₁	(1/2, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)	(3/2, 2, 5/2)	(3/2, 2, 5/2)	(1,1,1)
	E ₂	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)	(1, 3/2, 2)	(2, 5/2, 3)	(1,1,1)
	E ₃	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)

Tabela P.I.22. Ocenjivanje podkriterijuma grupe logistika u oblasti automobilske industrije

		K₁	K₂	K₃	K₄	K₅
K₁	E ₁	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 2/3, 1)
	E ₂	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)
	E ₃	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)	(2, 5/2, 3)
K₂	E ₁	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/5, 1/2, 2/3)
	E ₂	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)
	E ₃	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)	(2, 5/2, 3)	(5/2, 3, 7/2)
K₃	E ₁	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/5, 1/2, 2/3)
	E ₂	(1/2, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)
	E ₃	(1/2, 2/3, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)
K₄	E ₁	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)	(3/2, 2, 5/2)	(1,1,1)	(1,1,1)
	E ₂	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)
	E ₃	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/3, 2/5, 1/2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)
K₅	E ₁	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)	(3/2, 2, 5/2)	(1,1,1)	(1,1,1)
	E ₂	(1/2, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)
	E ₃	(1/3, 2/5, 1/2)	(2/7, 1/3, 2/5)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)

Tabela P.I.23. Ocenjivanje podkriterijuma grupe kvalitet u oblasti automobilske industrije

		K₁	K₂	K₃	K₄	K₅
K₁	E ₁	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)	(2, 5/2, 3)
	E ₂	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)	(2/3, 1, 2)	(2, 5/2, 3)	(5/2, 3, 7/2)
	E ₃	(1,1,1)	(2, 5/2, 3)	(2/3, 1, 2)	(1, 3/2, 2)	(2, 5/2, 3)
K₂	E ₁	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)
	E ₂	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)	(1/3, 2/5, 1/2)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)
	E ₃	(1/3, 2/5, 1/2)	(1,1,1)	(5/2, 3, 7/2)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)
K₃	E ₁	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)
	E ₂	(1/2, 1, 3/2)	(2, 5/2, 3)	(1,1,1)	(5/2, 3, 7/2)	(5/2, 3, 7/2)
	E ₃	(1/2, 1, 3/2)	(5/2, 3, 7/2)	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)	(5/2, 3, 7/2)
K₄	E ₁	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₂	(1/3, 2/5, 1/2)	(2/3, 1, 2)	(2/7, 1/3, 2/5)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₃	(1/2, 2/3, 1)	(1, 3/2, 2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)
K₅	E ₁	(1/3, 2/5, 1/2)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)
	E ₂	(2/7, 1/3, 2/5)	(1/2, 2/3, 1)	(2/7, 1/3, 2/5)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)
	E ₃	(1/3, 2/5, 1/2)	(1,1,1)	(5/2, 3, 7/2)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)

Tabela P.I.24. Ocenjivanje podkriterijuma grupe komunikacije i poslovanje u oblasti automobilske industrije

		K₁	K₂	K₃	K₄	K₅
K₁	E ₁	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)
	E ₂	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₃	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1, 3/2, 2)
K₂	E ₁	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)
	E ₂	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)	(2, 5/2, 3)
	E ₃	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)	(2, 5/2, 3)
K₃	E ₁	(3/2, 2, 5/2)	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)
	E ₂	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₃	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)	(3/2, 2, 5/2)
K₄	E ₁	(3/2, 2, 5/2)	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)
	E ₂	(1/2, 2/3, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1, 1, 1)
	E ₃	(3/2, 2, 5/2)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)	(5/2, 3, 7/2)
K₅	E ₁	(3/2, 2, 5/2)	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)
	E ₂	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/3, 2/5, 1/2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1, 1, 1)	(1,1,1)
	E ₃	(1/2, 2/3, 1)	(1/3, 2/5, 1/2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(5/2, 3, 7/2)	(1,1,1)

Tabela P.I.25. Ocenjivanje podkriterijuma grupe logistika u poljoprivrednoj oblasti

		K₁	K₂	K₃	K₄	K₅
K₁	E ₁	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1, 3/2, 2)
	E ₂	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 2/3, 1)
	E ₃	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 1, 3/2)
K₂	E ₁	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1/3, 2/5, 1/2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)
	E ₂	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)
	E ₃	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(3/2, 2, 5/2)
K₃	E ₁	(1, 3/2, 2)	(2, 5/2, 3)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(2, 5/2, 3)
	E ₂	(3/2, 2, 5/2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₃	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(3/2, 2, 5/2)
K₄	E ₁	(1/2, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₂	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1,1,1)
	E ₃	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(2, 5/2, 3)
K₅	E ₁	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1/3, 2/5, 1/2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)
	E ₂	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1,1,1)
	E ₃	(2/3, 1, 2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/3, 2/5, 1/2)	(1,1,1)

Tabela P.I.26. Ocenjivanje podkriterijuma grupe kvalitet u poljoprivrednoj oblasti

		K₁	K₂	K₃	K₄	K₅
K₁	E ₁	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1, 3/2, 2)
	E ₂	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(1, 3/2, 2)
	E ₃	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)
K₂	E ₁	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1/3, 2/5, 1/2)	(2/7, 1/3, 2/5)	(1,1,1)
	E ₂	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)	(2/7, 1/3, 2/5)	(1/3, 2/5, 1/2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₃	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)
K₃	E ₁	(1, 3/2, 2)	(2, 5/2, 3)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(2, 5/2, 3)
	E ₂	(3/2, 2, 5/2)	(5/2, 3, 7/2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(5/2, 3, 7/2)
	E ₃	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)
K₄	E ₁	(3/2, 2, 5/2)	(5/2, 3, 7/2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(5/2, 3, 7/2)
	E ₂	(1, 3/2, 2)	(2, 5/2, 3)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(2, 5/2, 3)
	E ₃	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)
K₅	E ₁	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1/3, 2/5, 1/2)	(2/7, 1/3, 2/5)	(1,1,1)
	E ₂	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(2/7, 1/3, 2/5)	(1/3, 2/5, 1/2)	(1,1,1)
	E ₃	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)

Tabela P.I.27. Ocenjivanje podkriterijuma grupe komunikacije i poslovanje u poljoprivrednoj oblasti

		K₁	K₂	K₃	K₄	K₅
K₁	E ₁	(1,1,1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(2/5, 1/2, 2/3)
	E ₂	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/5, 1/2, 2/3)
	E ₃	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)
K₂	E ₁	(3/2, 2, 5/2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(2, 5/2, 3)	(1,1,1)
	E ₂	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/3, 2/5, 1/2)	(1/3, 2/5, 1/2)
	E ₃	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)
K₃	E ₁	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₂	(3/2, 2, 5/2)	(3/2, 2, 5/2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₃	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)
K₄	E ₁	(2/3, 1, 2)	(1/3, 2/5, 1/2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)
	E ₂	(3/2, 2, 5/2)	(2, 5/2, 3)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)
	E ₃	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)
K₅	E ₁	(3/2, 2, 5/2)	(1,1,1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)
	E ₂	(3/2, 2, 5/2)	(2, 5/2, 3)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)
	E ₃	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)

Tabela P.I.28. Ocenjivanje podkriterijuma grupe finansije u oblasti ostalo

		K₁	K₂	K₃	K₄	K₅
K₁	E ₁	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(2/3, 1, 2)	(1, 3/2, 2)	(2/3, 1, 2)
	E ₂	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)	(2/3, 1, 2)
	E ₃	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(3/2, 2, 5/2)	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)
K₂	E ₁	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)	(2/5, 1/2, 2/3)
	E ₂	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(2, 5/2, 3)	(1, 1, 1)
	E ₃	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)	(1, 3/2, 2)	(1, 1, 1)
K₃	E ₁	(1/2, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)	(1,1,1)
	E ₂	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 2/3, 1)
	E ₃	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1/3, 2/5, 1/2)
K₄	E ₁	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)	(2/5, 1/2, 2/3)
	E ₂	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/3, 2/5, 1/2)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1/3, 2/5, 1/2)
	E ₃	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)
K₅	E ₁	(1/2, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)	(1,1,1)
	E ₂	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(1, 3/2, 2)	(2, 5/2, 3)	(1,1,1)
	E ₃	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(2, 5/2, 3)	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)

Tabela P.I.29. Ocenjivanje podkriterijuma grupe logistika u oblasti ostalo

		K₁	K₂	K₃	K₄	K₅
K₁	E ₁	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₂	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(2/3, 1, 2)
	E ₃	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(1, 3/2, 2)
K₂	E ₁	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₂	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)	(2, 5/2, 3)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₃	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)
K₃	E ₁	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1, 1, 1)
	E ₂	(2/3, 1, 2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 2/3, 1)
	E ₃	(2/3, 1, 2)	(1, 1, 1)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)
K₄	E ₁	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₂	(1/2, 2/3, 1)	(1/3, 2/5, 1/2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(2/5, 1/2, 2/3)
	E ₃	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1,1,1)
K₅	E ₁	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/3, 1, 2)	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)
	E ₂	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)	(1,1,1)
	E ₃	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1,1,1)

Tabela P.I.30. Ocenjivanje podkriterijuma grupe kvalitet u oblasti ostalo

		K₁	K₂	K₃	K₄	K₅
K₁	E ₁	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(5/2, 3, 7/2)
	E ₂	(1,1,1)	(1, 1, 1)	(1, 3/2, 2)	(2/3, 1, 2)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₃	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)
K₂	E ₁	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1, 3/2, 2)
	E ₂	(1, 1, 1)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(2/3, 1, 2)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₃	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)
K₃	E ₁	(2/3, 1, 2)	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(2, 5/2, 3)
	E ₂	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₃	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)
K₄	E ₁	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₂	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)
	E ₃	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)
K₅	E ₁	(2/7, 1/3, 2/5)	(1/2, 2/3, 1)	(1/3, 2/5, 1/2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)
	E ₂	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)
	E ₃	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)

Tabela P.I.31. Ocenjivanje podkriterijuma grupe komunikacije i poslovanje u oblasti ostalo

		K₁	K₂	K₃	K₄	K₅
K₁	E ₁	(1,1,1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1, 1, 1)
	E ₂	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)
	E ₃	(1,1,1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 2/3, 1)
K₂	E ₁	(3/2, 2, 5/2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₂	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1, 1, 1)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₃	(3/2, 2, 5/2)	(1,1,1)	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)
K₃	E ₁	(1, 3/2, 2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)
	E ₂	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₃	(3/2, 2, 5/2)	(1, 1, 1)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)
K₄	E ₁	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₂	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)
	E ₃	(1, 3/2, 2)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1,1,1)
K₅	E ₁	(1, 1, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)
	E ₂	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)
	E ₃	(1, 3/2, 2)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1,1,1)

Tabela P.I.32. Ocenjivanje podkriterijuma grupe finansije u oblasti ekspertsko vrednovanje

		K₁	K₂	K₃	K₄	K₅
K₁	E ₁	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₂	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1, 1, 1)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₃	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(3/2, 2, 5/2)	(2/3, 1, 2)
	E ₄	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)	(1, 3/2, 2)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₅	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)	(2, 5/2, 3)
	E ₆	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)	(5/2, 3, 7/2)	(5/2, 3, 7/2)
	E ₇	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(3/2, 2, 5/2)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₈	(1,1,1)	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)
K₂	E ₁	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)
	E ₂	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)	(1, 3/2, 2)
	E ₃	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(2, 5/2, 3)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₄	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1, 1, 1)
	E ₅	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)
	E ₆	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1, 1, 1)	(3/2, 2, 5/2)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₇	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1, 3/2, 2)	(1, 3/2, 2)
	E ₈	(1, 1, 1)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)

K₃	E ₁	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₂	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₃	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)	(1, 1, 1)
	E ₄	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₅	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₆	(2/3, 1, 2)	(1, 1, 1)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(1, 3/2, 2)
	E ₇	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₈	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)
K₄	E ₁	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₂	(1/2, 2/3, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)
	E ₃	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/3, 2/5, 1/2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)	(2/5, 1/2, 2/3)
	E ₄	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₅	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₆	(2/7, 1/3, 2/5)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1,1,1)
	E ₇	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)	(1,1,1)
	E ₈	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)
K₅	E ₁	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)
	E ₂	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)
	E ₃	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)	(1, 1, 1)	(3/2, 2, 5/2)	(1,1,1)
	E ₄	(2/5, 1/2, 2/3)	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)
	E ₅	(1/3, 2/5, 1/2)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)
	E ₆	(2/7, 1/3, 2/5)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1,1,1)
	E ₇	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)	(1,1,1)
	E ₈	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)

Tabela P.I.33. Ocenjivanje podkriterijuma grupe logistika u oblasti ekspertsko vrednovanje

	K₁	K₂	K₃	K₄	K₅	
K₁	E ₁	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)	(2, 5/2, 3)
	E ₂	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)	(3/2, 2, 5/2)	(2, 5/2, 3)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₃	(1,1,1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 2/3, 1)
	E ₄	(1,1,1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₅	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)	(2, 5/2, 3)	(2, 5/2, 3)
	E ₆	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(1, 3/2, 2)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₇	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₈	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)
K₂	E ₁	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)
	E ₂	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)	(2, 5/2, 3)	(5/2, 3, 7/2)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₃	(3/2, 2, 5/2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₄	(3/2, 2, 5/2)	(1,1,1)	(2, 5/2, 3)	(3/2, 2, 5/2)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₅	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(1, 3/2, 2)
	E ₆	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₇	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)
	E ₈	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)
K₃	E ₁	(1/2, 2/3, 1)	(1, 1, 1)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)
	E ₂	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/3, 2/5, 1/2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)
	E ₃	(1, 3/2, 2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)	(1,1,1)
	E ₄	(1/2, 2/3, 1)	(1/3, 2/5, 1/2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)
	E ₅	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₆	(1/2, 2/3, 1)	(1, 1, 1)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₇	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)
	E ₈	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)
K₄	E ₁	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₂	(1/3, 2/5, 1/2)	(2/7, 1/3, 2/5)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(2/5, 1/2, 2/3)
	E ₃	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)	(2/5, 1/2, 2/3)
	E ₄	(2/3, 1, 2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1,1,1)
	E ₅	(1/3, 2/5, 1/2)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1,1,1)
	E ₆	(1/2, 2/3, 1)	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₇	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)

	E ₈	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₁	(1/3, 2/5, 1/2)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)
	E ₂	(2/3, 1, 2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)	(1,1,1)
	E ₃	(1, 3/2, 2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)	(1,1,1)
K₅	E ₄	(2/3, 1, 2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1,1,1)
	E ₅	(1/3, 2/5, 1/2)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1,1,1)
	E ₆	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)
	E ₇	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)
	E ₈	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)

Tabela P.I.34. Ocenjivanje podkriterijuma grupe kvalitet u oblasti ekspertsko vrednovanje

		K₁	K₂	K₃	K₄	K₅
K₁	E ₁	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(2, 5/2, 3)
	E ₂	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(2, 5/2, 3)	(1, 3/2, 2)	(5/2, 3, 7/2)
	E ₃	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)
	E ₄	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)	(2, 5/2, 3)
	E ₅	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)	(2, 5/2, 3)
	E ₆	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)	(2, 5/2, 3)	(2, 5/2, 3)
	E ₇	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)	(1, 3/2, 2)	(1, 3/2, 2)	(2, 5/2, 3)
	E ₈	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(5/2, 3, 7/2)
K₂	E ₁	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 2)	(1, 3/2, 2)
	E ₂	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₃	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₄	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)
	E ₅	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₆	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(1, 3/2, 2)
	E ₇	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₈	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1, 3/2, 2)
K₃	E ₁	(1/2, 2/3, 1)	(1, 1, 1)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1, 3/2, 2)
	E ₂	(1/3, 2/5, 1/2)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₃	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₄	(1/2, 2/3, 1)	(1, 1, 1)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)
	E ₅	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₆	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₇	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1, 1, 1)	(1, 3/2, 2)
	E ₈	(2/3, 1, 2)	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(2, 5/2, 3)
K₄	E ₁	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(2, 5/2, 3)
	E ₂	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₃	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₄	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₅	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₆	(1/3, 2/5, 1/2)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1,1,1)
	E ₇	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)
	E ₈	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)
K₅	E ₁	(1/3, 2/5, 1/2)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(1/3, 2/5, 1/2)	(1,1,1)
	E ₂	(2/7, 1/3, 2/5)	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/3, 1, 2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)
	E ₃	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)
	E ₄	(1/3, 2/5, 1/2)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)
	E ₅	(1/3, 2/5, 1/2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)
	E ₆	(1/3, 2/5, 1/2)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1,1,1)
	E ₇	(1/3, 2/5, 1/2)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)
	E ₈	(2/7, 1/3, 2/5)	(1/2, 2/3, 1)	(1/3, 2/5, 1/2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)

Tabela P.I.35. Ocenjivanje podkriterijuma grupe komunikacije i poslovanje u oblasti ekspertska vrednovanje

	K₁	K₂	K₃	K₄	K₅	
K₁	E ₁	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/3, 2/5, 1/2)
	E ₂	(1,1,1)	(1/3, 2/5, 1/2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1, 1, 1)	(1/2, 2/3, 1)
	E ₃	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)
	E ₄	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₅	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₆	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)
	E ₇	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1, 3/2, 2)	(2/3, 1, 2)
	E ₈	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 2/3, 1)
K₂	E ₁	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)
	E ₂	(2, 5/2, 3)	(1,1,1)	(1, 1, 1)	(2, 5/2, 3)	(1, 3/2, 2)
	E ₃	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)	(1, 1, 1)	(3/2, 2, 5/2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₄	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1, 1, 1)
	E ₅	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₆	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₇	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1, 1, 1)	(3/2, 2, 5/2)	(1, 1, 1)
	E ₈	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1, 1, 1)	(1, 3/2, 2)	(2/3, 1, 2)
K₃	E ₁	(3/2, 2, 5/2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 2)
	E ₂	(3/2, 2, 5/2)	(1, 1, 1)	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₃	(1, 3/2, 2)	(1, 1, 1)	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₄	(1/2, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1, 3/2, 2)
	E ₅	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₆	(1, 3/2, 2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1, 1, 1)
	E ₇	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)	(1, 1, 1)
	E ₈	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)	(2/3, 1, 2)
K₄	E ₁	(3/2, 2, 5/2)	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)
	E ₂	(1, 1, 1)	(1/3, 2/5, 1/2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)
	E ₃	(2/3, 1, 2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)
	E ₄	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)
	E ₅	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)
	E ₆	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)
	E ₇	(1/2, 2/3, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)	(2/5, 1/2, 2/3)
	E ₈	(2/3, 1, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)	(2/5, 1/2, 2/3)
K₅	E ₁	(2, 5/2, 3)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)
	E ₂	(1, 3/2, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)
	E ₃	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)
	E ₄	(2/3, 1, 2)	(1, 1, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)
	E ₅	(2/3, 1, 2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)
	E ₆	(1, 3/2, 2)	(2/3, 1, 2)	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)
	E ₇	(1/2, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(3/2, 2, 5/2)	(1,1,1)
	E ₈	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)	(1,1,1)

Prilog II - Primer proračuna u Microsoft Excelu za korišćene metode

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC		
1																															
2			C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃	C ₁₄	C ₁₅	C ₁₆	C ₁₇	C ₁₈	C ₁₉	C ₂₀	C ₂₁	C ₂₂	C ₂₃	C ₂₄	C ₂₅	C ₂₆	C ₂₇	C ₂₈	
3	D ₁	E ₁	7,000	9,000	10,000	7,000	9,000	10,000	7,000	9,000	10,000	7,000	9,000	10,000	7,000	9,000	10,000	7,000	9,000	10,000	5,000	7,000	9,000	7,000	9,000	10,000	9,000	10,000	10,000	10,000	10,000
4		E ₂	7,000	9,000	10,000	5,000	7,000	9,000	9,000	10,000	10,000	7,000	9,000	10,000	7,000	9,000	10,000	7,000	9,000	10,000	5,000	7,000	9,000	9,000	10,000	10,000	10,000	7,000	9,000	10,000	10,000
5		E ₃	9,000	10,000	10,000	5,000	7,000	9,000	9,000	10,000	10,000	5,000	7,000	9,000	7,000	9,000	10,000	9,000	10,000	10,000	7,000	9,000	10,000	9,000	10,000	10,000	10,000	9,000	10,000	10,000	10,000
6	D ₂	E ₁	7,000	9,000	10,000	5,000	7,000	9,000	7,000	9,000	10,000	9,000	10,000	10,000	7,000	9,000	10,000	10,000	3,000	5,000	7,000	5,000	7,000	9,000	7,000	9,000	10,000	9,000	10,000	10,000	10,000
7		E ₂	5,000	7,000	9,000	5,000	7,000	9,000	7,000	9,000	10,000	9,000	10,000	10,000	9,000	10,000	10,000	5,000	7,000	9,000	5,000	7,000	9,000	5,000	7,000	9,000	10,000	9,000	10,000	10,000	10,000
8		E ₃	7,000	9,000	10,000	7,000	9,000	10,000	5,000	7,000	9,000	7,000	9,000	10,000	10,000	9,000	10,000	5,000	7,000	9,000	7,000	9,000	7,000	9,000	10,000	7,000	9,000	10,000	9,000	10,000	10,000
9	D ₃	E ₁	3,000	5,000	7,000	0,000	1,000	3,000	7,000	9,000	10,000	1,000	3,000	5,000	3,000	5,000	7,000	0,000	1,000	3,000	5,000	7,000	9,000	0,000	1,000	3,000	5,000	7,000	9,000	10,000	10,000
10		E ₂	3,000	5,000	7,000	3,000	5,000	7,000	5,000	7,000	9,000	3,000	5,000	7,000	3,000	5,000	7,000	1,000	3,000	5,000	5,000	7,000	9,000	0,000	1,000	3,000	5,000	7,000	9,000	10,000	10,000
11		E ₃	3,000	5,000	7,000	1,000	3,000	5,000	5,000	7,000	9,000	3,000	5,000	7,000	3,000	5,000	7,000	1,000	3,000	5,000	5,000	7,000	9,000	0,000	1,000	3,000	5,000	7,000	9,000	10,000	10,000
12	D ₄	E ₁	0,000	1,000	3,000	1,000	3,000	5,000	3,000	5,000	7,000	1,000	3,000	5,000	5,000	7,000	9,000	1,000	3,000	5,000	3,000	5,000	7,000	3,000	5,000	7,000	9,000	3,000	5,000	7,000	7,000
13		E ₂	0,000	1,000	3,000	3,000	5,000	7,000	1,000	3,000	5,000	1,000	3,000	5,000	5,000	7,000	9,000	3,000	5,000	7,000	3,000	5,000	7,000	3,000	5,000	7,000	9,000	3,000	5,000	7,000	7,000
14		E ₃	1,000	3,000	5,000	3,000	5,000	7,000	5,000	7,000	9,000	3,000	5,000	7,000	0,000	1,000	3,000	3,000	5,000	7,000	5,000	7,000	9,000	1,000	3,000	5,000	7,000	9,000	3,000	5,000	7,000
15	D ₅	E ₁	0,000	1,000	3,000	3,000	5,000	7,000	7,000	9,000	10,000	3,000	5,000	7,000	1,000	3,000	5,000	3,000	5,000	7,000	3,000	5,000	7,000	1,000	3,000	5,000	7,000	9,000	3,000	5,000	7,000
16		E ₂	0,000	1,000	3,000	1,000	3,000	5,000	7,000	9,000	10,000	1,000	3,000	5,000	1,000	3,000	5,000	3,000	5,000	7,000	9,000	3,000	5,000	7,000	0,000	1,000	3,000	5,000	7,000	9,000	9,000
17		E ₃	0,000	1,000	3,000	1,000	3,000	5,000	7,000	9,000	10,000	1,000	3,000	5,000	1,000	3,000	5,000	3,000	5,000	7,000	9,000	3,000	5,000	7,000	0,000	1,000	3,000	5,000	7,000	9,000	9,000
18	D ₆	E ₁	5,000	7,000	9,000	5,000	7,000	9,000	3,000	5,000	7,000	5,000	7,000	9,000	1,000	3,000	5,000	0,000	0,000	1,000	1,000	3,000	5,000	1,000	3,000	5,000	7,000	1,000	3,000	5,000	5,000
19		E ₂	3,000	5,000	7,000	5,000	7,000	9,000	1,000	3,000	5,000	5,000	7,000	9,000	1,000	3,000	5,000	0,000	1,000	3,000	1,000	3,000	5,000	3,000	5,000	7,000	1,000	3,000	5,000	7,000	7,000
20		E ₃	3,000	5,000	7,000	5,000	7,000	9,000	3,000	5,000	7,000	5,000	7,000	9,000	3,000	5,000	7,000	1,000	3,000	5,000	1,000	3,000	5,000	3,000	5,000	7,000	1,000	3,000	5,000	7,000	7,000
21	FDM		C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃	C ₁₄	C ₁₅	C ₁₆	C ₁₇	C ₁₈	C ₁₉	C ₂₀	C ₂₁	C ₂₂	C ₂₃	C ₂₄	C ₂₅	C ₂₆	C ₂₇	C ₂₈	
22	D ₁		7,000	9,333	10,000	5,000	7,667	10,000	7,000	9,667	10,000	5,000	8,333	10,000	7,000	9,333	10,000	7,000	9,333	10,000	5,000	7,667	10,000	7,000	9,667	10,000	7,000	9,667	10,000	10,000	10,000
23	D ₂		5,000	8,333	10,000	5,000	7,667	10,000	5,000	8,333	10,000	7,000	9,667	10,000	7,000	9,667	10,000	3,000	6,333	9,000	5,000	7,667	10,000	7,000	9,000	10,000	9,000	10,000	10,000	10,000	10,000
24	D ₃		3,000	5,000	7,000	0,000	3,000	7,000	5,000	7,667	10,000	1,000	4,333	7,000	3,000	5,000	7,000	0,000	2,333	5,000	5,000	7,000	9,000	0,000	1,000	3,000	5,000	8,333	10,000	10,000	10,000
25	D ₄		0,000	1,667	5,000	1,000	4,333	7,000	1,000	3,667	7,000	0,000	2,333	5,000	5,000	7,667	10,000	1,000	4,333	7,000	1,000	4,333	7,000	3,000	6,333	9,000	3,000	6,333	10,000	10,000	10,000
26	D ₅		0,000	1,667	5,000	1,000	4,333	7,000	5,000	8,333	10,000	1,000	4,333	7,000	0,000	2,333	5,000	3,000	5,667	9,000	3,000	5,667	9,000	0,000	2,333	5,000	3,000	6,333	9,000	9,000	9,000
27	D ₆		3,000	5,667	9,000	5,000	7,000	9,000	1,000	4,333	7,000	5,000	7,000	9,000	1,000	3,667	7,000	0,000	1,333	5,000	1,000	3,000	5,000	1,000	4,333	7,000	0,000	2,333	5,000	5,000	5,000
28			10,000	0,000				10,000	0,000					10,000				10,000				10,000				10,000				10,000	
29	NFDM		C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃	C ₁₄	C ₁₅	C ₁₆	C ₁₇	C ₁₈	C ₁₉	C ₂₀	C ₂₁	C ₂₂	C ₂₃	C ₂₄	C ₂₅	C ₂₆	C ₂₇	C ₂₈	
30	D ₁		0,700	0,933	1,000	0,000	0,000	0,000	0,700	0,967	1,000	0,000	0,000	0,000	0,700	0,933	1,000	0,700	0,933	1,000	0,500	0,767	1,000	0,700	0,967	1,000	0,700	0,967	1,000	1,000	
31	D ₂		0,500	0,833	1,000	0,000	0,000	0,000	0,500	0,833	1,000	0,000	0,000	0,000	0,500	0,967	1,000	0,300	0,633	0,900	0,500	0,767	1,000	0,700	0,900	1,000	0,900	1,000	1,000	1,000	
32	D ₃		0,300	0,500	0,700	0,000	0,000	0,000	0,500	0,767	1,000	0,000	0,000	0,000	0,300	0,500	0,700	0,000	0,233	0,500	0,500	0,700	0,900	0,000	0,100	0,300	0,500	0,833	1,000	1,000	
33	D ₄		0,000	0,167	0,500	0,000	0,000	0,000	0,100	0,367	0,700	0,000	0,000	0,000	0,500	0,767	1,000	0,100	0,433	0,700	0,100	0,433	0,700	0,300	0,633	0,900	0,300	0,633	1,000	1,000	
34	D ₅		0,000	0,167	0,500	0,000	0,000	0,000	0,500	0,833	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,233	0,500	0,300	0,567	0,900	0,300	0,567	0,900	0,300	0,633	0,900	0,000	0,233	0,500	0,633	0,900
35	D ₆		0,300	0,567	0,900	0,000	0,000	0,000	0,100	0,433	0,700	0,000	0,0																		

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	
10			c_1			c_2			c_3			c_4			c_5			c_6			c_7			c_8			c_9		
11	s_1	0,124	0,145	0,177	0,000	0,000	0,000	0,075	0,103	0,106	0,000	0,000	0,000	0,070	0,093	0,099	0,099	0,132	0,142	0,050	0,076	0,100	0,062	0,085	0,088	0,009	0,012	0,013	
12	s_2	0,088	0,147	0,177	0,000	0,000	0,000	0,053	0,089	0,104	0,000	0,000	0,000	0,070	0,094	0,099	0,042	0,090	0,127	0,050	0,076	0,100	0,062	0,079	0,088	0,012	0,013	0,013	
13	s_3	0,043	0,088	0,124	0,000	0,000	0,000	0,053	0,082	0,106	0,000	0,000	0,000	0,030	0,050	0,070	0,000	0,032	0,071	0,050	0,070	0,090	0,000	0,009	0,026	0,006	0,011	0,013	
14	s_4	0,000	0,029	0,088	0,000	0,000	0,000	0,011	0,029	0,075	0,000	0,000	0,000	0,050	0,074	0,099	0,014	0,061	0,099	0,010	0,042	0,070	0,026	0,056	0,079	0,004	0,008	0,012	
15	s_5	0,000	0,029	0,088	0,000	0,000	0,000	0,053	0,089	0,106	0,000	0,000	0,000	0,000	0,023	0,050	0,042	0,080	0,127	0,030	0,056	0,090	0,000	0,021	0,040	0,004	0,008	0,012	
16	s_6	0,043	0,100	0,159	0,000	0,000	0,000	0,011	0,046	0,075	0,000	0,000	0,000	0,010	0,026	0,070	0,000	0,019	0,071	0,010	0,030	0,050	0,009	0,028	0,062	0,000	0,003	0,006	
17																													
18		c_1			c_2			c_3			c_4			c_5			c_6			c_7			c_8			c_9			
19	s_1	0,124	0,145	0,177	0,000	0,000	0,000	0,075	0,103	0,106	0,000	0,000	0,000	0,070	0,093	0,099	0,099	0,132	0,142	0,050	0,076	0,100	0,062	0,085	0,088	0,009	0,012	0,013	
20	s_2	0,088	0,147	0,177	0,000	0,000	0,000	0,053	0,089	0,104	0,000	0,000	0,000	0,070	0,094	0,099	0,042	0,090	0,127	0,050	0,076	0,100	0,062	0,079	0,088	0,012	0,013	0,013	
21	s_3	0,043	0,088	0,124	0,000	0,000	0,000	0,053	0,082	0,106	0,000	0,000	0,000	0,030	0,050	0,070	0,000	0,032	0,071	0,050	0,070	0,090	0,000	0,009	0,026	0,006	0,011	0,013	
22	s_4	0,000	0,029	0,088	0,000	0,000	0,000	0,011	0,029	0,075	0,000	0,000	0,000	0,050	0,074	0,099	0,014	0,061	0,099	0,010	0,042	0,070	0,026	0,056	0,079	0,004	0,008	0,012	
23	s_5	0,000	0,029	0,088	0,000	0,000	0,000	0,053	0,089	0,106	0,000	0,000	0,000	0,000	0,023	0,050	0,042	0,080	0,127	0,030	0,056	0,090	0,000	0,021	0,040	0,004	0,008	0,012	
24	s_6	0,043	0,100	0,159	0,000	0,000	0,000	0,011	0,046	0,075	0,000	0,000	0,000	0,010	0,026	0,070	0,000	0,019	0,071	0,010	0,030	0,050	0,009	0,028	0,062	0,000	0,003	0,006	
25	Δ^+	0,124	0,145	0,177	0,000	0,000	0,000	0,075	0,103	0,106	0,000	0,000	0,000	0,070	0,094	0,099	0,099	0,132	0,142	0,050	0,076	0,100	0,062	0,085	0,088	0,012	0,013	0,013	
26	Δ^-	0,000	0,029	0,088	0,000	0,000	0,000	0,011	0,029	0,075	0,000	0,000	0,000	0,000	0,023	0,050	0,000	0,032	0,071	0,010	0,030	0,050	0,000	0,009	0,026	0,000	0,003	0,006	
27																													
28		c_1			c_2			c_3			c_4			c_5			c_6			c_7			c_8			c_9			
29	d_1^+	0,000			0,000			0,000			0,000			0,002			0,000			0,000			0,000			0,000		0,002	
30	d_2^+	0,023			0,000			0,015			0,000			0,000			0,042			0,000			0,003			0,000		0,000	
31	d_3^+	0,068			0,000			0,018			0,000			0,039			0,091			0,007			0,067			0,003		0,003	
32	d_4^+	0,191			0,000			0,093			0,000			0,028			0,113			0,055			0,046			0,009		0,009	
33	d_5^+	0,118			0,000			0,015			0,000			0,045			0,045			0,017			0,058			0,005		0,005	
34	d_6^+	0,356			0,000			0,053			0,000			0,052			0,096			0,045			0,044			0,010		0,010	
35	d_1^-	0,118			0,000			0,055			0,000			0,064			0,091			0,045			0,067			0,009		0,009	
36	d_2^-	0,100			0,000			0,042			0,000			0,065			0,052			0,045			0,065			0,010		0,010	
37	d_3^-	0,050			0,000			0,039			0,000			0,026			0,000			0,040			0,000			0,007		0,007	
38	d_4^-	0,000			0,000			0,000			0,000			0,051			0,024			0,014			0,044			0,005		0,005	
39	d_5^-	0,000			0,000			0,042			0,000			0,000			0,049			0,030			0,012			0,005		0,005	
40	d_6^-	0,066			0,000			0,004			0,000			0,015			0,008			0,000			0,027			0,000		0,000	
41																													
42																													
43		c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	c_6	c_7	c_8	c_9	Σ																		
44	d_1^+	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,002	0,005																		
45	d_2^+	0,023	0,000	0,015	0,000	0,000	0,042	0,000	0,003	0,000	0,033																		
46	d_3^+	0,068	0,000	0,018	0,000	0,039	0,091	0,007	0,067	0,003	0,292																		
47	d_4^+	0,191	0,000	0,093	0,000	0,028	0,113	0,055	0,046	0,009	0,535																		
48	d_5^+	0,118	0,000	0,015	0,000	0,065	0,045	0,017	0,058	0,005	0,323																		
49	d_6^+	0,356	0,000	0,053	0,000	0,052	0,096	0,045	0,044	0,010	0,356																		
50	d_1^-	0,118	0,000	0,055	0,000	0,064	0,091	0,045	0,067	0,009	0,449																		

s_i	d_i^+	d_i^-	C_i	
s_1	0,005	0,449	0,990	1
s_2	0,083	0,379	0,819	2
s_3	0,292	0,163	0,357	3
s_4	0,535	0,139	0,206	6
s_5	0,323	0,139	0,301	4
s_6	0,356	0,120	0,253	5

Slika P.II.2. Primer proračuna Fuzzy TOPSIS metode nakon formiranja normalizovane matrice

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1								AV											AV
2	C1	5,86	5,57	5,00	4,71	4,71	4,14	5,00				C1	5,86	5,57	5,00	4,71	4,71	4,14	5,00
3	C2	1,86	2,71	5,86	4,14	6,71	6,14	4,57				C2	1,86	2,71	5,86	4,14	6,71	6,14	4,57
4	C3	2,43	6,71	5,86	2,43	8,14	6,14	5,29				C3	2,43	6,71	5,86	2,43	8,14	6,14	5,29
5	C4	8,71	8,14	5,57	5,29	4,14	4,71	6,10				C4	8,71	8,14	5,57	5,29	4,14	4,71	6,10
6	C5	2,71	3,57	7,29	6,43	7,86	3,57	5,24				C5	2,71	3,57	7,29	6,43	7,86	3,57	5,24
7	C6	4,43	5,29	6,14	4,71	5,57	4,71	5,14				C6	4,43	5,29	6,14	4,71	5,57	4,71	5,14
8	C7	3,86	4,43	5,57	5,29	6,43	3,00	4,76				C7	3,86	4,43	5,57	5,29	6,43	3,00	4,76
9	C8	4,43	5,00	5,57	5,00	6,14	4,71	5,14				C8	4,43	5,00	5,57	5,00	6,14	4,71	5,14
10	C9	4,71	3,86	5,00	5,57	5,86	5,00	5,00				C9	4,71	3,86	5,00	5,57	5,86	5,00	5,00
11	PDA											NDA							
12	C1	0,17	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28				C1	0,00	0,00	0,00	0,06	0,06	0,17	0,28
13	C2	0,59	0,41	0,00	0,09	0,00	0,00	0,13				C2	0,00	0,00	0,28	0,00	0,47	0,34	0,13
14	C3	0,00	0,27	0,11	0,00	0,54	0,16	0,02				C3	0,54	0,00	0,00	0,54	0,00	0,00	0,02
15	C4	0,00	0,00	0,09	0,13	0,32	0,23	0,05				C4	0,43	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
16	C5	0,00	0,00	0,39	0,23	0,50	0,00	0,03				C5	0,48	0,32	0,00	0,00	0,00	0,32	0,03
17	C6	0,00	0,03	0,19	0,00	0,08	0,00	0,17				C6	0,14	0,00	0,00	0,08	0,00	0,08	0,17
18	C7	0,00	0,00	0,17	0,11	0,35	0,00	0,06				C7	0,19	0,07	0,00	0,00	0,00	0,37	0,06
19	C8	0,00	0,00	0,08	0,00	0,19	0,00	0,08				C8	0,14	0,03	0,00	0,03	0,00	0,08	0,08
20	C9	0,00	0,00	0,00	0,11	0,17	0,00	0,23				C9	0,06	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23
21																			
22	C1	0,05	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00					C1	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,05	
23	C2	0,07	0,05	0,00	0,01	0,00	0,00					C2	0,00	0,00	0,04	0,00	0,06	0,04	
24	C3	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00					C3	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	
25	C4	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01					C4	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	
26	C5	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00					C5	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	
27	C6	0,00	0,00	0,03	0,00	0,01	0,00					C6	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	
28	C7	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00					C7	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	
29	C8	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00					C8	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	
30	C9	0,00	0,00	0,00	0,03	0,04	0,00					C9	0,01	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	
31	SPI	0,12	0,09	0,07	0,06	0,13	0,01	0,13				NSI	0,10	0,08	0,04	0,04	0,07	0,14	0,14
32																			
33	NSPI	0,94	0,72	0,51	0,44	1,00	0,11					NSNI	0,27	0,41	0,75	0,69	0,47	0,00	
34																			
35	ASI	0,607	0,566	0,630	0,567	0,736	0,056												
36		3	5	2	4	1	6												

Slika P.II.3. Primer proračuna EDAS metode

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	AV							
C1	4,72	7,03	4,74	6,37	4,48	5,52	4,00	5,43	4,00	5,43	3,65	4,63	3,66	5,74
C2	1,37	2,35	2,47	2,96	4,72	7,03	3,35	4,99	5,73	7,69	5,65	6,63	3,33	5,28
C3	2,02	2,84	6	7,43	5,01	6,65	2,02	2,84	7,39	8,83	5,39	6,83	3,98	5,90
C4	8,47	8,96	7,39	8,83	4,37	6,6	4,12	6,33	2,56	5,67	3,72	5,73	4,38	7,02
C5	1,44	4,26	2,22	4,95	6,27	8,28	5,63	7,26	7,01	8,65	3,05	5,78	3,66	6,53
C6	3,05	5,78	4,09	5,91	4,97	7,28	3,67	5,88	4,74	6,37	4,00	5,43	3,50	6,11
C7	3,37	4,35	3,94	4,92	4,74	6,37	3,77	6,78	5,11	7,78	3,00	3,00	3,42	5,53
C8	2,54	6,38	3,39	6,61	4,22	6,95	4,05	6,03	5,35	6,99	4	5,43	3,36	6,40
C9	3,26	6,12	3,01	4,65	4,09	5,91	4,57	6,65	4,72	7,03	3,93	6,07	3,37	6,07

PDA	A1	A2	A3	A4	A5	A6	NDA	A1	A2	A3	A4	A5	A6
C1	-1,02	3,37	-1,00	2,71	-1,26	1,86	-1,74	1,77	-1,74	1,77	-2,09	0,97	
C2	0,98	3,91	0,37	2,81	-3,70	0,56	-1,66	1,93	-4,36	-0,46	-3,30	-0,38	
C3	-3,88	-1,14	0,10	3,45	-0,89	2,67	-3,88	-1,14	1,49	4,85	-0,51	2,85	
C4	-4,58	-1,45	-4,45	-0,37	-2,22	2,65	-1,95	2,90	-1,29	4,46	-1,35	3,30	
C5	-5,09	0,60	-4,31	1,29	-0,26	4,62	-0,90	3,60	0,48	4,99	-3,48	2,12	
C6	-3,06	2,28	-2,02	2,41	-1,14	3,78	-2,44	2,38	-1,37	2,87	-2,11	1,93	
C7	-2,16	0,93	-1,59	1,50	-0,79	2,95	-1,76	3,36	-0,42	4,36	-2,53	-0,42	
C8	-3,86	3,02	-3,01	3,25	-2,18	3,59	-2,35	2,67	-1,05	3,63	-2,40	2,07	
C9	-2,81	2,75	-3,06	1,28	-1,98	2,54	-1,50	3,28	-1,35	3,66	-2,14	2,70	

PDA	A1	A2	A3	A4	A5	A6	NDA	A1	A2	A3	A4	A5	A6
C1	1,02	3,37	1,00	2,71	1,26	1,86	1,74	1,77	1,74	1,77	2,09	0,00	0,00
C2	0,98	3,91	0,37	2,81	0,00	0,00	1,66	1,93	0,00	0,00	0,00	0,46	4,36
C3	0,00	0,00	0,10	3,45	0,89	2,67	0,00	0,00	1,49	4,85	0,51	2,85	0,00
C4	0,00	0,00	0,00	0,00	2,22	2,65	1,95	2,90	1,29	4,46	1,35	3,30	0,00
C5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	4,62	0,90	3,60	0,48	4,99	0,00	0,00	0,00
C6	0,00	0,00	2,02	2,41	1,14	3,78	0,00	0,00	1,37	2,87	0,00	0,00	0,00
C7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,79	2,95	1,76	3,36	0,42	4,36	0,00	0,00	0,00
C8	0,00	0,00	3,01	3,25	2,18	3,59	2,35	2,67	1,05	3,63	0,00	0,00	0,00
C9	0,00	0,00	0,00	0,00	1,98	2,54	1,50	3,28	1,35	3,66	2,14	2,70	0,00

PDA	A1	A2	A3	A4	A5	A6	WI	NDA	A1	A2	A3	A4	A5	A6
C1	0,18	0,92	0,17	0,74	0,22	0,51	0,30	0,49	0,30	0,49	0,00	0,00	0,17	0,57
C2	0,19	1,17	0,07	0,84	0,00	0,00	0,32	0,58	0,00	0,00	0,11	1,11	0,00	0,09
C3	0,00	0,00	0,02	0,87	0,15	0,67	0,00	0,00	0,25	1,22	0,09	0,72	0,00	0,00
C4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32	0,61	0,28	0,66	0,18	1,02	0,19	0,75	0,00	0,00
C5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	1,26	0,14	0,98	0,07	1,36	0,00	0,00	0,00	0,32
C6	0,00	0,00	0,33	0,69	0,19	1,08	0,00	0,00	0,22	0,82	0,00	0,00	0,00	0,32
C7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,86	0,32	0,98	0,08	1,28	0,00	0,00	0,00	0,08
C8	0,00	0,00	0,47	0,96	0,34	1,07	0,37	0,79	0,16	1,08	0,00	0,00	0,00	0,32
C9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,75	0,25	0,97	0,22	1,09	0,35	0,80	0,00	0,00

WI	NDA	A1	A2	A3	A4	A5	A6	WI		
0,397	1,000	C1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,57
0,370	0,868	C2	0,00	0,00	0,00	0,11	1,11	0,00	0,09	1,31
0,430	0,949	C3	0,19	0,98	0,00	0,00	0,00	0,19	0,98	0,00
0,442	0,963	C4	0,21	1,05	0,05	1,02	0,00	0,00	0,00	0,00
0,215	0,879	C5	0,09	1,39	0,20	1,18	0,00	0,00	0,00	0,00
0,448	0,917	C6	0,37	0,87	0,00	0,00	0,00	0,39	0,70	0,00
0,328	0,890	C7	0,17	0,63	0,27	0,47	0,00	0,00	0,00	0,00
0,418	0,862	C8	0,47	1,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,388	0,857	C9	0,45	0,83	0,21	0,91	0,00	0,00	0,00	0,00

SPI	A1	A2	A3	A4	A5	A6	SNI	A1	A2	A3	A4	A5	A6
C1	0,07	0,92	0,07	0,74	0,09	0,51	0,12	0,49	0,12	0,49	0,00	0,00	0,00
C2	0,07	1,02	0,03	0,73	0,00	0,00	0,12	0,50	0,00	0,04	0,97	0,00	0,03
C3	0,00	0,00	0,01	0,82	0,07	0,64	0,00	0,00	0,11	1,16	0,04	0,68	0,00
C4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,58	0,12	0,64	0,08	0,98	0,09	0,73	0,00
C5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	1,11	0,03	0,86	0,02	1,20	0,00	0,00	0,07
C6	0,00	0,00	0,15	0,63	0,08	0,99	0,00	0,00	0,10	0,75	0,00	0,00	0,14
C7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,77	0,10	0,88	0,03	1,14	0,00	0,00	0,02
C8	0,00	0,00	0,20	0,83	0,14	0,92	0,15	0,68	0,07	0,93	0,00	0,00	0,14
C9	0,00	0,00	0,00	0,13	0,65	0,10	0,83	0,09	0,93	0,14	0,69	0,00	0,00
SPI	1,14	1,94	0,45	3,76	0,70	6,16	0,74	4,88	0,61	7,57	0,26	2,10	1,18
	1,04	2,10	3,43	2,81	4,09				1,72	0,50	0,91	0,58	2,28

NSPI	ASi	AVASi
0,02	0,892	-3,690
3,20	-1,40	2,08
0,06	1,021	3,139
6,21	1,086	9,949
0,09	1,057	7,073
10,17	1,075	12,053
0,10	0,960	-3,913
8,06	4,07	6,56
0,08	12,49	-1,48
12,49	0,03	0,28
0,03	5	4
0,28	2	3
	3	1
	1	6

Slika P.II.4. Prmer proračuna Grube EDAS metode

C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉									
4,72	7,03	1,37	2,35	2,02	2,84	8,47	8,96	1,44	4,26	3,05	5,78	3,37	4,35	2,54	6,38	3,26	6,12
4,74	6,37	2,47	2,96	6	7,43	7,39	8,83	2,22	4,95	4,09	5,91	3,94	4,92	3,39	6,61	3,01	4,65
4,48	5,52	4,72	7,03	5,01	6,65	4,37	6,6	6,27	8,28	4,97	7,28	4,74	6,37	4,22	6,95	4,09	5,91
4,00	5,43	3,35	4,99	2,02	2,84	4,12	6,33	5,63	7,26	3,67	5,88	3,77	6,78	4,05	6,03	4,57	6,65
4,00	5,43	5,73	7,69	7,39	8,83	2,56	5,67	7,01	8,65	4,74	6,37	5,11	7,78	5,35	6,99	4,72	7,03
3,65	4,63	5,65	6,63	5,39	6,83	3,72	5,73	3,05	5,78	4,00	5,43	3,00	3,00	4	5,43	3,93	6,07

4,74 7,03 5,73 7,69 7,39 8,83 8,47 8,96 7,01 8,65 4,97 7,28 5,11 7,78 5,35 6,99 4,72 7,03 Max
 3,65 4,63 1,37 2,35 2,02 2,84 2,56 5,67 1,44 4,26 3,05 5,43 3,00 3,00 2,54 5,43 3,01 4,65 Min

Normalizacija

C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉									
0,32	1,00	0,00	0,16	0,00	0,12	0,92	1,00	0,00	0,39	0,00	0,65	0,08	0,28	0,00	0,86	0,06	0,77
0,32	0,80	0,17	0,25	0,58	0,79	0,75	0,98	0,11	0,49	0,25	0,68	0,20	0,40	0,19	0,91	0,00	0,41
0,25	0,55	0,53	0,90	0,44	0,68	0,28	0,63	0,67	0,95	0,45	1,00	0,36	0,71	0,38	0,99	0,27	0,72
0,10	0,53	0,31	0,57	0,00	0,12	0,24	0,59	0,58	0,81	0,15	0,67	0,16	0,79	0,34	0,78	0,39	0,91
0,10	0,53	0,69	1,00	0,79	1,00	0,00	0,49	0,77	1,00	0,40	0,78	0,44	1,00	0,63	1,00	0,43	1,00
0,00	0,29	0,68	0,83	0,49	0,71	0,18	0,50	0,22	0,60	0,22	0,56	0,00	0,00	0,33	0,65	0,23	0,76

0,218 0,336 0,097 0,154 0,018 0,025 0,037 0,059 0,023 0,032 0,130 0,202 0,049 0,068 0,063 0,091 0,165 0,291 w

Otežavanje normalizovane matrice

C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉									
0,287	0,672	0,097	0,178	0,018	0,028	0,071	0,118	0,023	0,045	0,130	0,332	0,053	0,087	0,063	0,170	0,175	0,516
0,288	0,606	0,114	0,193	0,029	0,045	0,065	0,117	0,025	0,048	0,162	0,339	0,059	0,095	0,075	0,174	0,165	0,410
0,272	0,522	0,148	0,292	0,026	0,042	0,047	0,096	0,038	0,062	0,189	0,404	0,067	0,116	0,087	0,181	0,209	0,501
0,241	0,513	0,127	0,242	0,018	0,028	0,046	0,094	0,036	0,058	0,149	0,337	0,057	0,122	0,084	0,162	0,229	0,554
0,241	0,513	0,164	0,308	0,032	0,050	0,037	0,088	0,041	0,064	0,182	0,361	0,071	0,136	0,103	0,182	0,235	0,582
0,218	0,433	0,163	0,282	0,027	0,043	0,044	0,088	0,028	0,051	0,159	0,316	0,049	0,068	0,084	0,150	0,203	0,513

C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉
0,474	0,110	0,018	0,076	0,024	0,186	0,056	0,079	0,306
0,435	0,128	0,029	0,071	0,027	0,213	0,062	0,091	0,246
0,376	0,185	0,027	0,052	0,040	0,260	0,072	0,102	0,322
0,350	0,152	0,018	0,050	0,038	0,202	0,064	0,096	0,365
0,350	0,203	0,033	0,041	0,042	0,237	0,079	0,116	0,385
0,295	0,193	0,028	0,047	0,029	0,202	0,050	0,093	0,324

0,256	0,538	0,133	0,244	0,024	0,038	0,050	0,099	0,031	0,054	0,161	0,347	0,059	0,101	0,082	0,170	0,201	0,510
0,397	0,189	0,031	0,075	0,043	0,254	0,080	0,126	0,355									

0,375 0,157 0,025 0,055 0,032 0,215 0,063 0,095 0,321

Matrica Q

C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉
0,486	0,075	0,021	0,028	0,034	0,277	0,056	0,138	0,459
0,430	0,055	0,023	0,023	0,033	0,257	0,056	0,132	0,403
0,376	0,050	0,022	0,004	0,035	0,290	0,067	0,129	0,424
0,393	0,006	0,021	0,007	0,032	0,265	0,077	0,117	0,451
0,393	0,071	0,026	0,018	0,035	0,259	0,083	0,120	0,469
0,366	0,048	0,022	0,013	0,033	0,243	0,053	0,110	0,437

Matrica Q konacna

C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	SUMA	
0,486	0,075	-0,021	-0,028	-0,034	-0,277	-0,056	-0,138	-0,459	-0,452	6
0,430	0,055	0,023	-0,023	-0,033	-0,257	-0,056	-0,132	-0,403	-0,396	5
0,376	-0,050	0,022	0,004	0,035	0,290	0,067	0,129	0,424	1,297	1
-0,393	0,006	-0,021	0,007	0,032	-0,265	0,077	0,117	0,451	0,012	3
-0,393	-0,071	0,026	0,018	0,035	0,259	0,083	0,120	0,469	0,548	2
-0,366	-0,048	0,022	0,013	-0,033	-0,243	-0,053	-0,110	0,437	-0,382	4

Slika P.II.6. Primer proračuna Grube MABAC metode

CRITERIA	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉
S ₁	5,857	1,857	2,429	8,714	2,714	4,429	3,857	4,429	4,714
S ₂	5,571	2,714	6,714	8,143	3,571	5,286	4,429	5,000	3,857
S ₃	5,000	5,857	5,857	5,571	7,286	6,143	5,571	5,571	5,000
S ₄	4,714	4,143	2,429	5,286	6,429	4,714	5,286	5,000	5,571
S ₅	4,714	6,714	8,143	4,143	7,857	5,571	6,429	6,143	5,857
S ₆	4,143	6,143	6,143	4,714	3,571	4,714	3,000	4,714	5,000
MAX	5,857	6,714	8,143	8,714	7,857	6,143	6,429	6,143	5,857
MIN	4,143	1,857	2,429	4,143	2,714	4,429	3,000	4,429	3,857

Normalizacija

CRITERIA	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉
S ₁	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,250	0,000	0,429
S ₂	0,833	0,824	0,750	0,125	0,167	0,500	0,417	0,333	0,000
S ₃	0,500	0,176	0,600	0,688	0,889	1,000	0,750	0,667	0,571
S ₄	0,333	0,529	0,000	0,750	0,722	0,167	0,667	0,333	0,857
S ₅	0,333	0,000	1,000	1,000	1,000	0,667	1,000	1,000	1,000
S ₆	0,000	0,118	0,650	0,875	0,167	0,167	0,000	0,167	0,571
WEIGHTS=	0,277	0,126	0,022	0,048	0,028	0,166	0,059	0,077	0,228

Otezavanje Normalizovane matrice

V	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉
S ₁	0,554	0,251	0,022	0,048	0,028	0,166	0,073	0,077	0,326
S ₂	0,508	0,229	0,038	0,054	0,032	0,249	0,083	0,103	0,228
S ₃	0,416	0,148	0,034	0,081	0,052	0,332	0,102	0,128	0,358
S ₄	0,369	0,192	0,022	0,084	0,047	0,194	0,098	0,103	0,423
S ₅	0,369	0,126	0,043	0,096	0,055	0,277	0,117	0,154	0,456
S ₆	0,277	0,140	0,035	0,090	0,032	0,194	0,059	0,090	0,358

G	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉
G	0,405	0,175	0,031	0,073	0,040	0,229	0,086	0,106	0,350

Q=V-G	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉
S ₁	0,149	0,076	-0,010	-0,025	-0,012	-0,063	-0,013	-0,029	-0,024
S ₂	0,103	0,054	0,006	-0,019	-0,007	0,020	-0,003	-0,004	-0,122
S ₃	0,010	-0,027	0,003	0,008	0,012	0,103	0,016	0,022	0,008
S ₄	-0,036	0,017	-0,010	0,011	0,008	-0,035	0,011	-0,004	0,073
S ₅	-0,036	-0,049	0,012	0,023	0,015	0,048	0,031	0,048	0,106
S ₆	-0,128	-0,035	0,004	0,017	-0,007	-0,035	-0,028	-0,016	0,008

0,049	3
0,028	5
0,157	2
0,036	4
0,198	1
-0,220	6

Slika P.II.7. Primer proračuna MABAC metode

Agregated rough matrix																		
	C ₁		C ₂		C ₃		C ₄		C ₅		C ₆		C ₇		C ₈		C ₉	
A1	4,720	7,030	1,370	2,350	2,020	2,840	8,470	8,960	1,440	4,260	3,050	5,780	3,370	4,350	2,540	6,380	3,260	6,120
A2	4,740	6,370	2,470	2,960	6,000	7,430	7,390	8,830	2,220	4,950	4,090	5,910	3,940	4,920	3,390	6,610	3,010	4,650
A3	4,480	5,520	4,720	7,030	5,010	6,650	4,370	6,600	6,270	8,280	4,970	7,280	4,740	6,370	4,220	6,950	4,090	5,910
A4	4,000	5,430	3,350	4,990	2,020	2,840	4,120	6,330	5,630	7,260	3,670	5,880	3,770	6,780	4,050	6,030	4,570	6,650
A5	4,000	5,430	5,730	7,690	7,390	8,830	2,560	5,670	7,010	8,650	4,740	6,370	5,110	7,780	5,350	6,990	4,720	7,030
A6	3,650	4,630	5,650	6,630	5,390	6,830	3,720	5,730	3,050	5,780	4,000	5,430	3,000	3,000	4,000	5,430	3,930	6,070
min/max	3,650	7,030	1,370	7,690	2,020	8,830	2,560	8,960	1,440	8,650	3,050	7,280	3,000	7,780	2,540	6,990	3,010	7,030
w	0,837	1,000	0,354	0,462	0,066	0,073	0,132	0,176	0,083	0,093	0,495	0,610	0,173	0,196	0,229	0,269	0,636	0,880
$RN(x_{av}) = [Lim(x_{av}^-), Lim(x_{av}^+)] = [x_{av}^-, x_{av}^+] = \left[\frac{x_{ij}^- - x_{ij}^+}{x_{ij}^- - x_{ij}^+}, \frac{x_{ij}^+ - x_{ij}^-}{x_{ij}^- - x_{ij}^+} \right]$																		
Determination of preferences according to the alternative selection																		
PAI	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Calculation of matrix elements of theoretical estimates																		
	C ₁		C ₂		C ₃		C ₄		C ₅		C ₆		C ₇		C ₈		C ₉	
A1	0,167	0,200	0,071	0,092	0,013	0,015	0,026	0,035	0,017	0,019	0,099	0,122	0,035	0,039	0,046	0,054	0,127	0,176
A2	0,167	0,200	0,071	0,092	0,013	0,015	0,026	0,035	0,017	0,019	0,099	0,122	0,035	0,039	0,046	0,054	0,127	0,176
A3	0,167	0,200	0,071	0,092	0,013	0,015	0,026	0,035	0,017	0,019	0,099	0,122	0,035	0,039	0,046	0,054	0,127	0,176
A4	0,167	0,200	0,071	0,092	0,013	0,015	0,026	0,035	0,017	0,019	0,099	0,122	0,035	0,039	0,046	0,054	0,127	0,176
A5	0,167	0,200	0,071	0,092	0,013	0,015	0,026	0,035	0,017	0,019	0,099	0,122	0,035	0,039	0,046	0,054	0,127	0,176
A6	0,167	0,200	0,071	0,092	0,013	0,015	0,026	0,035	0,017	0,019	0,099	0,122	0,035	0,039	0,046	0,054	0,127	0,176
Normalized matrix																		
	C ₁		C ₂		C ₃		C ₄		C ₅		C ₆		C ₇		C ₈		C ₉	
A1	0,317	1,000	0,845	1,000	0,000	0,120	0,000	0,077	0,000	0,391	0,000	0,645	0,077	0,282	0,000	0,863	0,062	0,774
A2	0,322	0,805	0,748	0,826	0,584	0,794	0,020	0,245	0,108	0,487	0,246	0,676	0,197	0,402	0,191	0,915	0,000	0,408
A3	0,246	0,553	0,104	0,470	0,439	0,680	0,369	0,717	0,670	0,949	0,454	1,000	0,364	0,705	0,378	0,991	0,269	0,721
A4	0,104	0,527	0,427	0,687	0,000	0,120	0,411	0,756	0,581	0,807	0,147	0,669	0,161	0,791	0,339	0,784	0,388	0,905
A5	0,104	0,527	0,000	0,310	0,789	1,000	0,514	1,000	0,773	1,000	0,400	0,785	0,441	1,000	0,631	1,000	0,425	1,000
A6	0,000	0,290	0,168	0,323	0,495	0,706	0,505	0,819	0,223	0,602	0,225	0,563	0,000	0,000	0,328	0,649	0,229	0,761
Determination of matrix elements of real assessment																		
	C ₁		C ₂		C ₃		C ₄		C ₅		C ₆		C ₇		C ₈		C ₉	
A1	0,053	0,200	0,060	0,092	0,000	0,002	0,000	0,003	0,000	0,007	0,000	0,079	0,003	0,011	0,000	0,047	0,008	0,136
A2	0,054	0,161	0,053	0,076	0,008	0,012	0,001	0,009	0,002	0,009	0,024	0,083	0,007	0,016	0,009	0,049	0,000	0,072
A3	0,041	0,111	0,007	0,043	0,006	0,010	0,010	0,025	0,011	0,018	0,045	0,122	0,013	0,028	0,017	0,053	0,034	0,127
A4	0,017	0,105	0,030	0,063	0,000	0,002	0,011	0,027	0,010	0,015	0,015	0,082	0,006	0,031	0,016	0,042	0,049	0,159
A5	0,017	0,105	0,000	0,029	0,010	0,015	0,014	0,035	0,013	0,019	0,040	0,096	0,015	0,039	0,029	0,054	0,054	0,176
A6	0,000	0,058	0,012	0,030	0,007	0,010	0,013	0,029	0,004	0,011	0,022	0,069	0,000	0,000	0,015	0,035	0,029	0,134
Calculation of total gap matrix																		
	C ₁		C ₂		C ₃		C ₄		C ₅		C ₆		C ₇		C ₈		C ₉	
A1	-0,033	0,147	-0,022	0,033	0,011	0,015	0,024	0,035	0,009	0,019	0,020	0,122	0,024	0,036	-0,001	0,054	-0,009	0,168
A2	0,007	0,146	-0,006	0,039	0,002	0,007	0,018	0,035	0,008	0,017	0,017	0,098	0,019	0,032	-0,004	0,045	0,055	0,176
A3	0,057	0,159	0,027	0,085	0,003	0,009	0,001	0,025	-0,001	0,007	-0,023	0,077	0,007	0,027	-0,008	0,037	0,000	0,142
A4	0,062	0,183	0,007	0,062	0,011	0,015	0,000	0,024	0,002	0,009	0,017	0,108	0,004	0,034	0,003	0,038	-0,032	0,127
A5	0,062	0,183	0,042	0,092	-0,001	0,004	-0,009	0,022	-0,002	0,006	0,003	0,082	-0,005	0,024	-0,008	0,025	-0,049	0,122
A6	0,109	0,200	0,041	0,080	0,003	0,008	-0,002	0,022	0,005	0,015	0,030	0,100	0,035	0,039	0,011	0,039	-0,007	0,147
Calculation of the final value of the criterion function																		
	Qi		Crisp Qi	Rank														
A1	0,024	0,628	0,3264	3	3													
A2	0,115	0,595	0,355	5	5													
A3	0,064	0,568	0,3159	2	2													
A4	0,075	0,599	0,3367	4	4													
A5	0,034	0,560	0,2968	1	1													
A6	0,225	0,650	0,4376	6	6													

Slika P.II.8. Primer proračuna Grube MAIRCA metode

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
4	Agregated rough matrix																			
5			K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9									
6		A1	4,720	7,030	1,370	2,350	2,020	2,840	8,470	8,960	1,440	4,260	3,050	5,780	3,370	4,350	2,540	6,380	3,260	6,120
7		A2	4,740	6,370	2,470	2,960	6,000	7,430	7,390	8,830	2,220	4,950	4,090	5,910	3,940	4,920	3,390	6,610	3,010	4,650
8		A3	4,480	5,520	4,720	7,030	5,010	6,650	4,370	6,600	6,270	8,280	4,970	7,280	4,740	6,370	4,220	6,950	4,090	5,910
9		A4	4,000	5,430	3,350	4,990	2,020	2,840	4,120	6,330	5,630	7,260	3,670	5,880	3,770	6,780	4,050	6,030	4,570	6,650
10		A5	4,000	5,430	5,730	7,690	7,390	8,830	2,560	5,670	7,010	8,650	4,740	6,370	5,110	7,780	5,350	6,990	4,720	7,030
11		A6	3,650	4,630	5,650	6,630	5,390	6,830	3,720	5,730	3,050	5,780	4,000	5,430	3,000	3,000	4,000	5,430	3,930	6,070
12		$\sum x_2$	10,495	14,173	10,307	13,846	12,366	15,498	13,521	17,517	11,681	16,497	10,133	15,032	9,933	14,114	9,838	15,729	9,748	14,983
13																				
14	Normalized rough matrix																			
15			K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9									
16		A1	0,333	0,670	0,099	0,228	0,130	0,230	0,484	0,663	0,087	0,365	0,203	0,570	0,239	0,438	0,161	0,649	0,218	0,628
17		A2	0,334	0,607	0,178	0,287	0,387	0,601	0,422	0,653	0,135	0,424	0,272	0,583	0,279	0,495	0,216	0,672	0,201	0,477
18		A3	0,316	0,526	0,341	0,682	0,323	0,538	0,249	0,488	0,380	0,709	0,331	0,718	0,336	0,641	0,268	0,706	0,273	0,606
19		A4	0,282	0,517	0,242	0,484	0,130	0,230	0,235	0,468	0,341	0,622	0,244	0,580	0,267	0,683	0,257	0,613	0,305	0,682
20		A5	0,282	0,517	0,414	0,746	0,477	0,714	0,146	0,419	0,425	0,740	0,315	0,629	0,362	0,783	0,340	0,711	0,315	0,721
21		A6	0,258	0,441	0,408	0,643	0,348	0,552	0,212	0,424	0,185	0,495	0,266	0,536	0,213	0,302	0,254	0,552	0,262	0,623
22		w	0,837	1,000	0,354	0,462	0,066	0,073	0,132	0,176	0,083	0,093	0,495	0,610	0,173	0,196	0,229	0,269	0,636	0,880
23																				
24																				
25	Weighted rough matrix																			
26			K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9									
27		A1	0,279	0,670	0,035	0,105	0,009	0,017	0,064	0,117	0,007	0,034	0,100	0,348	0,041	0,086	0,037	0,175	0,138	0,552
28		A2	0,280	0,607	0,063	0,133	0,026	0,044	0,056	0,115	0,011	0,039	0,135	0,356	0,048	0,097	0,049	0,161	0,128	0,420
29		A3	0,265	0,526	0,121	0,315	0,021	0,040	0,033	0,086	0,031	0,066	0,164	0,438	0,058	0,125	0,061	0,190	0,174	0,534
30		A4	0,236	0,517	0,086	0,224	0,009	0,017	0,031	0,082	0,028	0,058	0,121	0,354	0,046	0,133	0,059	0,165	0,194	0,600
31		A5	0,236	0,517	0,146	0,345	0,032	0,052	0,019	0,074	0,035	0,069	0,156	0,384	0,063	0,153	0,078	0,191	0,200	0,635
32		A6	0,216	0,441	0,144	0,297	0,023	0,041	0,028	0,075	0,015	0,046	0,132	0,327	0,037	0,059	0,058	0,149	0,167	0,548
33																				
34	Calculation of the final value of the criterion function																			
35			Q_j	Rank																
36		A1	0,711	2,103	4															
37		A2	0,796	1,991	5															
38		A3	0,928	2,320	2															
39		A4	0,810	2,151	3															
40		A5	0,966	2,420	1															
41		A6	0,820	1,982	6															

Slika P.II.9. Primer proračuna Grube MULTIMOORA

Agregated rough matrix																		
	C ₁		C ₂		C ₃		C ₄		C ₅		C ₆		C ₇		C ₈		C ₉	
A1	0,333	0,670	0,099	0,228	0,130	0,230	0,484	0,663	0,087	0,365	0,203	0,570	0,239	0,438	0,161	0,649	0,218	0,628
A2	0,334	0,607	0,178	0,287	0,387	0,601	0,422	0,653	0,135	0,424	0,272	0,583	0,279	0,495	0,216	0,672	0,201	0,477
A3	0,316	0,526	0,341	0,682	0,323	0,538	0,249	0,488	0,380	0,709	0,331	0,718	0,336	0,641	0,268	0,706	0,273	0,606
A4	0,282	0,517	0,242	0,484	0,130	0,230	0,235	0,468	0,341	0,622	0,244	0,580	0,267	0,683	0,257	0,613	0,305	0,682
A5	0,282	0,517	0,414	0,746	0,477	0,714	0,146	0,419	0,425	0,740	0,315	0,629	0,362	0,783	0,340	0,711	0,315	0,721
A6	0,258	0,441	0,408	0,643	0,348	0,552	0,212	0,424	0,185	0,495	0,266	0,536	0,213	0,302	0,254	0,552	0,262	0,623
?x	1,548	2,838	1,274	2,427	1,448	2,312	1,536	2,691	1,368	2,859	1,365	3,081	1,483	3,040	1,243	3,350	1,311	3,114

Normalized rough matrix																		
	C ₁		C ₂		C ₃		C ₄		C ₅		C ₆		C ₇		C ₈		C ₉	
A1	0,117	0,433	0,041	0,179	0,056	0,159	0,180	0,431	0,031	0,267	0,066	0,418	0,079	0,295	0,048	0,522	0,070	0,479
A2	0,118	0,392	0,073	0,225	0,167	0,415	0,157	0,425	0,047	0,310	0,088	0,427	0,092	0,334	0,064	0,541	0,065	0,364
A3	0,111	0,340	0,140	0,535	0,140	0,371	0,093	0,318	0,133	0,518	0,107	0,526	0,110	0,432	0,080	0,568	0,088	0,462
A4	0,099	0,334	0,100	0,380	0,056	0,159	0,087	0,305	0,119	0,454	0,079	0,425	0,088	0,460	0,077	0,493	0,098	0,520
A5	0,099	0,334	0,170	0,586	0,206	0,493	0,054	0,273	0,149	0,541	0,102	0,461	0,119	0,528	0,102	0,572	0,101	0,550
A6	0,091	0,285	0,168	0,505	0,150	0,381	0,079	0,276	0,065	0,362	0,086	0,393	0,070	0,204	0,076	0,444	0,084	0,475
w	0,837	1,000	0,354	0,462	0,066	0,073	0,132	0,176	0,083	0,093	0,495	0,610	0,173	0,196	0,229	0,269	0,636	0,880

Weighted rough matrix																		
	C ₁		C ₂		C ₃		C ₄		C ₅		C ₆		C ₇		C ₈		C ₉	
A1	0,098	0,433	0,014	0,083	0,004	0,012	0,024	0,076	0,003	0,025	0,033	0,255	0,014	0,058	0,011	0,141	0,044	0,421
A2	0,099	0,392	0,026	0,104	0,011	0,030	0,021	0,075	0,004	0,029	0,044	0,261	0,016	0,065	0,015	0,146	0,041	0,320
A3	0,093	0,340	0,050	0,247	0,009	0,027	0,012	0,056	0,011	0,048	0,053	0,321	0,019	0,085	0,018	0,153	0,056	0,407
A4	0,083	0,334	0,035	0,175	0,004	0,012	0,012	0,054	0,010	0,042	0,039	0,259	0,015	0,090	0,018	0,133	0,062	0,458
A5	0,083	0,334	0,060	0,270	0,014	0,036	0,007	0,048	0,012	0,050	0,051	0,281	0,021	0,103	0,023	0,154	0,064	0,484
A6	0,076	0,285	0,059	0,233	0,010	0,028	0,010	0,049	0,005	0,034	0,043	0,240	0,012	0,040	0,017	0,120	0,054	0,418

	Si+		Si-		Qi		Pi		Rank		
A1	0,206	1,344	0,038	0,158	0,282	1,697	90,72	100,00	6	95,36	3
A2	0,229	1,243	0,047	0,179	0,291	1,556	93,58	91,70	3	92,64	5
A3	0,260	1,381	0,062	0,303	0,307	1,565	98,60	92,26	2	95,43	2
A4	0,231	1,328	0,047	0,229	0,293	1,572	94,25	92,67	4	93,46	4
A5	0,268	1,443	0,067	0,318	0,311	1,619	100,00	95,39	1	97,70	1
A6	0,217	1,163	0,070	0,282	0,258	1,362	83,13	80,28	5	81,70	6

Slika P.II.10. Primer proračuna Grube COPRAS metode

	C		R		C+R		C-R				rough weights		wi			
K1	2,740	25,844	2,551	23,891	5,292	49,734	-21,150	23,292	27,513	1,071	27,53	0,121	21,80	54,92	0,397	1,000
K2	2,190	21,469	2,067	22,051	4,257	43,521	-19,861	19,402	23,889	-0,230	23,89	0,105	20,31	47,65	0,370	0,868
K3	2,278	22,797	2,779	25,344	5,057	48,141	-23,067	20,018	26,599	-1,524	26,64	0,117	23,61	52,14	0,430	0,949
K4	2,424	22,705	2,541	26,193	4,964	48,898	-23,770	20,164	26,931	-1,803	26,99	0,119	24,28	52,89	0,442	0,963
K5	2,841	27,027	1,387	13,850	4,228	40,876	-11,008	25,640	22,552	7,316	23,71	0,104	11,79	48,25	0,215	0,879
K6	2,122	20,699	2,477	26,275	4,599	46,975	-24,153	18,223	25,787	-2,965	25,96	0,114	24,59	50,39	0,448	0,917
K7	2,522	23,897	2,171	19,896	4,693	43,793	-17,374	21,725	24,243	2,175	24,34	0,107	18,00	48,89	0,328	0,890
K8	1,935	19,686	2,554	24,467	4,488	44,153	-22,532	17,133	24,321	-2,700	24,47	0,108	22,97	47,36	0,418	0,862
K9	1,939	20,628	2,464	22,784	4,403	43,412	-20,845	18,164	23,908	-1,341	23,95	0,105	21,31	47,06	0,388	0,857

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
K1	1,5723	1,5602	1,7887	1,8284	0,9955	1,83223	1,4195	1,7231	1,5719
K2	1,3979	1,1901	1,4759	1,5116	0,7853	1,522	1,2028	1,4226	1,3214
K3	1,4962	1,3397	1,4681	1,6122	0,8899	1,61446	1,2135	1,5089	1,3943
K4	1,4745	1,3406	1,5932	1,503	0,8651	1,61533	1,2311	1,4977	1,4437
K5	1,7607	1,6047	1,8705	1,908	0,9492	1,89957	1,4945	1,7897	1,6572
K6	1,3544	1,2359	1,4226	1,47	0,7658	1,36841	1,1016	1,3807	1,3113
K7	1,5637	1,4123	1,632	1,6996	0,8929	1,68722	1,2091	1,5996	1,5128
K8	1,284	1,167	1,3769	1,3925	0,719	1,38947	1,0417	1,2159	1,2241
K9	1,3172	1,2087	1,4339	1,4416	0,7554	1,44729	1,1202	1,3719	1,1874

α	1,3935
----------	--------

w_i																	
0,397	1,000	0,370	0,868	0,430	0,949	0,442	0,963	0,215	0,879	0,448	0,917	0,328	0,890	0,418	0,862	0,388	0,857

Slika P.II.11. Završni koraci proračuna Grube DEMATEL metode

Biografija autora sa bibliografijom

„Tražio sam Snagu. I Bog mi je dao Poteškoće koje su me osnažile. Tražio sam Mudrost. I Bog mi je dao Probleme koje je trebalo rešiti. Tražio sam Bogatstvo. I Bog mi je dao Mozak i Telo da mogu raditi. Tražio sam Hrabrost. I Bog mi je dao Prepreke koje je trebalo savladati. Tražio sam Ljubav. I Bog mi je dao Ljude kojima je trebalo pomoći. Tražio sam Usluge. I Bog mi je dao Prilike. Nisam dobio ništa od onog što sam tražio, ali dobio sam sve što mi je trebalo“.

Sveti oci

Biografija:



Željko (Radivoje) Stević rođen je 17.07.1988. godine u Loznici. Osnovnu školu je završio u Kozluku kao dobitnik Vukove diplome, dok je srednju Saobraćajnu školu završio u Karakaju (Zvornik) 2007. godine, kada je i upisao Saobraćajni fakultet Univerziteta u Istočnom Sarajevu. Diplomirao je kao prvi u generaciji na Saobraćajnom fakultetu u Doboju, smer logistika 05.07.2011. godine, gde je završio i II ciklus studija odbranivši završni master rad 11.03.2013. godine, takođe kao prvi u generaciji. Autor i koautor je 59 naučnih radova objavljenih u zemlji i inostranstvu na naučnim konferencijama i u časopisima sledećih kategorija:

3 rada na SCI listi (dva kategorije M22 i 1 kategorije M23), 8 radova M24, 2 rada u vodećem nacionalnom časopisu M51, po 1 rad u časopisima nacionalnog značaja kategorije M52 odnosno M53. Autor je 2 rada kategorije M31 predavanja po pozivu na međunarodnom naučnom skupu, 40 radova kategorije M33, te 2 rada kategorije M63. Koautor je jednog univerzitetskog udžbenika.

Dobitnik je prestižne stipendije Fond dr Milan Jelić (Ministarstvo nauke i tehnologije Republike Srpske) 2015. i 2017. godine. Oba puta je bio prvoplasiran na rang listi. Pored toga u novembru 2017. godine na 7. Festivalu nauke koji organizuje Ministarstvo nauke i tehnologije Republike Srpske proglašen je za najboljeg mladog istraživača III ciklusa studija. Dobitnik je medalje zasluga za narod u oblasti obrazovanja i nauke 09.01.2018. godine. Bio je član naučnog odbora 10. Naučno-stručne konferencije “Studenti u susret nauci” sa međunarodnim učešćem 2017. godine. Bio je član Organizacionog odbora Naučnog simpozijuma Novi Horizonti (Doboj) 2013. i 2015. godine, a sekretar istoimenog simpozijuma 2017. godine. Pored toga bio je i član Organizacionog odbora International Conference on Management, Engineering and Environment 2017. (Beograd). Recenzent je u dva časopisa sa SCI liste: International Journal of Industrial Engineering: Theory, Applications and Practice (USA) i International Journal of Environment and Pollution (UK). Član je International Society on MCDM i koordinacionog odbora ispred Saobraćajnog fakulteta za povezivanje Visokog obrazovanja i privrede.

Bibliografija:

Stević, Ž., Pamučar, D., Vasiljević, M., Stojić, G., & Korica, S. (2017). Novel Integrated Multi-Criteria Model for Supplier Selection: Case Study Construction Company. *Symmetry*,9(11), 279. (M22)

Stević, Ž., Pamučar, D., Kazimieras Zavadskas, E., Ćirović, G., & Prentkovskis, O. (2017). The Selection of Wagons for the Internal Transport of a Logistics Company: A Novel Approach Based on Rough BWM and Rough SAW Methods. *Symmetry*,9(11), 264. (M22)

- Tomašević M., Ralević N., **Stević Ž.**, Marković V., Tešić Z., (2018). Adaptive fuzzy model for determination of quality assessment services in supply chain, *Tehnicki vjesnik - Technical Gazette*, Vol. 25, No 6, DOI: 10.17559/TV-20170705130711 (M23)
- Stević, Ž.**, Tanackov, I., Vasiljević, M., Novarlić, B., & Stojić, G. (2016). An integrated fuzzy AHP and TOPSIS model for supplier evaluation. *Serbian Journal of Management*, 11(1), 15-27. (M24)
- Novarlić, B., **Stević, Ž.**, Đurić, P., & Vasiljević, M. (2017). Efficiency in organizing transport routes as part of the city waste management: proposal for innovative way of transport. *International Journal for Quality Research*, 11(3). (M24)
- Stević, Ž.**, (2017). Criteria for supplier selection: A literature review, *International Journal of Engineering, Business and Enterprise Applications*, 19(1), December 2016-February 2017, pp. 23-27 (M24)
- Stević, Ž.**, Božičković, Z., & Mičić, B. (2015). Optimization of the import of Chipboard-a case study. *International Journal of Engineering, Business and Enterprise Applications*, 14(1), 19-23. (M24)
- Stević, Ž.**, (2017) Modeling performance of logistics subsystems using fuzzy approach. *Transport & Logistics: the International Journal*, Volume 17, Issue 42, April 2017, ISSN 2406-1069 (M24)
- Vasiljević, M., **Stević, Ž.**, (2017), Transportni lanac rude boksit sa ekološkog aspekta, *ECOLOGICA*, Vol. 24, No 86 pp. 419-423 (M51)
- Stević, Ž.**, Vasiljević, M., & Sremac, S., (2016). Fuzzy AHP and ARAS model for decision making in logistics. In 6th International conference „Economics and Management-based On New Technologies “EMONT/Vrnjačka Banja, Serbia (pp. 34-43). (M31)
- Fazlollahtabar, H., Vasiljević, M., **Stević, Ž.**, Vesković, S., (2017). Evaluation of supplier criteria in automotive industry using rough AHP. *International Conference on Management, Engineering and Environment ICMNEE 2017*, 186-197 (M33)
- Stević Ž.**, Vasiljević M., Vesković S., Blagojević A., Đorđević Ž., (2017) „Defining the most important criteria for suppliers evaluation in construction companies“ International conference Transport and Logistics Niš, Serbia, pp. 91-96 (M33)
- Stević, Ž.**, (2017), Evaluation of supplier selection criteria in agricultural company using fuzzy AHP method, 22th International Scientific Conference Strategic Management and Decision Support Systems in Strategic Management, 607-612 (M33)
- Stević, Ž.**, Tanackov I., Vasiljević, M., & Vesković, S. (2016). Evaluation in logistics using combined AHP and EDAS method. In XLIII international symposium on operational research, Serbia pp. 309-313. (M33)
- Stević, Ž.**, Vesković, S., Vasiljević, M., & Tepić, G. (2015). The selection of the logistics center location using AHP method. University of Belgrade, Faculty of Transport and Traffic Engineering, LOGIC, Belgrade, 86-91. (M33)
- Stević, Ž.**, (2016). Supplier selection using AHP and COPRAS method, Strategic management and decision support systems in strategic management, Subotica, pp. 231-238 (M33)
- Stević, Ž.**; Tanackov, I., Vasiljević, M., Rikalović, A., (2017), XVII International Scientific Conference on Industrial Systems, Novi Sad. 298-303 (M33)
- Stević, Ž.**, Badi, I., Tanackov, I., Miličić, G., (2017). Supplier selection in furniture production company using rough AHP and rough TOPSIS, VI International Symposium New Horizons, Dobož. 524-533 (M33)