



UNIVERZITET U NOVOM SADU
FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA
U NOVOM SADU



FUZZY VIŠEKRITERIJUMSKI MODEL ZA ODREĐIVANJE LOKACIJA PARKIRANJA VOZILA SA OPASNOM ROBOM

DOKTORSKA DISERTACIJA

Mentor:
prof. dr Siniša Sremac

Kandidat:
Dragan Smiljanić

Novi Sad, 2025. godine

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA*

Vrsta rad:	Doktorska disertacija
Ime i prezime autora:	Dragan Smiljanić
Mentor (titula, ime, prezime, zvanje, institucija):	dr Siniša Sremac, redovni profesor, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu
Naslov rada:	Fuzzy višekriterijumska model za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom
Jezik i pismo rada:	Srpski, latinica
Fizički opis rada:	Stranica 142 Poglavlja 7 Referenci 111 Tabela 68 Slika 21 Grafikona 8 Priloga 1
Naučna oblast:	Saobraćajno inženjerstvo
Uža naučna oblast (naučna disciplina):	Organizacija i tehnologije transportnih sistema
Ključne reči / predmetna odrednica:	Opasna roba, transport, vozila sa opasnom robom, višekriterijumsko odlučivanje, Z brojevi, fuzzy model
Apstrakt na jeziku rada:	Oblast koja je nedovoljno istražena odnosi se na lokacije koje označavaju parkiranje teretnih vozila sa opasnom robom. Na teritoriji Republike Srbije na kojoj je vršeno istraživanje, ne postoje propisane lokacije ove vrste, pa je u cilju prevazilaženja tog nedostatka definisan novi VKO model zasnovan na Z brojevima, te integriran sa GIS modelom. Rezultati predloženog modela u okviru doktorske disertacije predstavljaju izbor najpogodnijih lokacija u odnosu na dužinu posmatrane deonice i smera, a nakon toga i njihovu kombinaciju u različita scenarija. Vrednovanje scenarija je izvršeno primenom VKO-GIS modela. Verifikacija predloženog modela je izvršena preko analize osetljivosti, komparativne analize, te proračuna keoficijenata korelacije. Pri vrednovanju formiranih scenarija u obzir je uzeta najmanja udaljenost između dve susedne lokacije, a koja iznosi 50 kilometara. Doprinos ove teze ogleda se u tome što predstavlja pionirsko istraživanje ovakvog tipa i daje preporuke nadležnim državnim organima za uvođenje najboljih scenarija. Na taj način se može obezbediti preventivni inženjering i smanjiti rizik od negativnih pojava u transportu i parkiranju vozila sa opasnom robom, te smanjiti međusobna

* Autor doktorske disertacije potpisao je i priložio sledeće Obrascce:

5b – Izjava o autorstvu;

5v – Izjava o istovetnosti štampane i elektronske verzije doktorskog rada i dozvola za objavljivanje ličnih podataka;

5g – Izjava o korišćenju.

Ove Izjave se čuvaju u instituciji u štampanom i elektronskom obliku i ne koriče se sa radom.

	interakcija sa drugim učesnicima u saobraćaju. Primenom ovakvog sistemskog pristupa moguće je uticati na zaštitu životne sredine i svih učesnika u lancu snabdevanja sa opasnom robom.
Datum prihvatanja teme od strane nadležnog veća:	21.12.2023.
Datum odbrane:	
Članovi komisije: (titula, ime, prezime, zvanje, institucija)	Predsednik: dr Ilija Tanackov, redovni profesor, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu Član: dr Milica Miličić, redovni profesor, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu Član: dr Zoran Papić, redovni profesor, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu Član: dr Željko Stević, vanredni profesor, Saobraćajni fakultet, Dobojski Univerzitet u Istočnom Sarajevu Član: dr Peter Marton, docent, Fakultet za menadžment i informatiku, Univerzitet u Žilini Član: dr Siniša Sremac, redovni profesor, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, mentor
Napomena:	

**UNIVERSITY OF NOVI SAD
FACULTY OF TECHNICAL SCIENCES**

KEY WORD DOCUMENTATION[†]

Document type:	Doctoral dissertation
Author:	Dragan Smiljanic
Supervisor (title, first name, last name, position, institution)	PhD Siniša Sremac, full professor, Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad
Thesis title in English:	Fuzzy multi-criteria model for determining parking locations of vehicles with dangerous goods
Language and script:	Serbian, latin alphabet
Physical description:	Number of: Pages 142 Chapters 7 References 111 Tables 68 Illustrations 21 Graphs 8 Appendices 1
Scientific field:	Traffic engineering
Scientific subfield (scientific discipline):	Organization and technologies of transport systems
Subject, Key words:	Dangerous goods, transport, vehicles with dangerous goods, multi-criteria decision-making, Z numbers, fuzzy model
Abstract in English:	An under-researched area refers to the locations that mark the parking of dangerous goods vehicles. In the territory of Republic of Serbia where the research was conducted, there are no prescribed locations of this type, so to overcome that gap, a new MCDM model based on Z numbers was defined and integrated with the GIS model. The results of the proposed model within the doctoral dissertation represent the selection of the most suitable locations in relation to the length of the observed section and the direction, and then their combination in different scenarios. The evaluation of the scenario was performed using the MCDM-GIS model. Verification of the proposed model was performed through sensitivity analysis, comparative analysis, and calculation of correlation coefficients. When evaluating the formed scenarios, the shortest distance between two consecutive locations, which is 50 kilometers, was taken into account. The contribution of this thesis is reflected in the fact that this thesis represents pioneering research of this type and provides recommendations to the competent state authorities for the introduction of the best scenarios. In this way, preventive engineering can be ensured and the risk

[†] The author of the doctoral dissertation has signed the following Statements:

5a – Statement on the authorship,

5b – Statement that the printed and e-version of the doctoral dissertation are identical and authorization to use personal data,

5c – Copyright statement.

The paper and e-versions of Statements are held at the institution and are not included into the printed thesis.

	of negative occurrences in the transport and parking of vehicles with dangerous goods can be reduced, and mutual interaction with other road users can be reduced. By applying this systemic approach, it is possible to influence the protection of the environment and all participants in the supply chain with dangerous goods.
Date of endorsement by the scientific board:	21.12.2023.
Date of defence:	
Thesis defence board: (title, first name, last name, position, institution)	<p>Chair: PhD Ilija Tanackov, full professor, Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad</p> <p>Member: PhD Milica Miličić, full professor, Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad</p> <p>Member: PhD Zoran Papić, full professor, Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad</p> <p>Member: PhD Željko Stević, associate professor, Saobraćajni fakultet, Dobojski put, University of Istočno Sarajevo</p> <p>Member: PhD Peter Marton, assistant professor, Faculty of Management Science and Informatics, University of Žilina</p> <p>Member: PhD Siniša Sremac, full professor, Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad, mentor</p>
Note:	



SADRŽAJ



SADRŽAJ

SPISAK SLIKA	IV
SPISAK TABELA	V
SPISAK GRAFIKONA.....	IX
SPISAK SKRAĆENICA.....	X
APSTRAKT	XII
ABSTRACT	XIII
1. UVODNA RAZMATRANJA	1
1.1. MOTIVACIJA ISTRAŽIVANJA	3
1.2. PREDMET ISTRAŽIVANJA.....	4
1.3. POTREBA ZA ISTRAŽIVANJEM.....	5
1.4. HIPOTEZE i CILJEVI ISTRAŽIVANJA.....	6
2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA U OBLASTI	9
2.1. ODREĐIVANJE LOKACIJA ZA PARKIRANJE VOZILA SA OPASNOM ROBOM PRIMENOM RAZLIČITIH PRISTUPA	9
2.2. PRIMENA VKO MODELA U OBLASTI TRANSPORTA OPASNE ROBE	10
2.3. ISTRAŽIVAČKE PRAZNINE	14
3. PRIMENJENE METODE I RAZVOJ NOVOG MODELA.....	19
3.1. POJAM I ZNAČAJ VIŠEKRITERIJUMSKOG ODLUČIVANJA	19
3.2. TEORIJA FUZZY SKUPOVA	21
3.3. TROUGAONI FUZZY BROJEVI.....	22
3.4. Z BROJEVI	23

Dragan Smiljanić, Fuzzy višekriterijumska metoda za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu



SADRŽAJ



3.5. FUZZY PIVOT PAIRWISE RELATIVE CRITERIA IMPORTANCE ASSESSMENT - FUZZY PIPRECIA METODA	26
3.6. FUZZY DOMBI AGREGATOR	30
3.7. FUZZY MARCOS METODA	31
4. RAZVOJ MODELA ZA ODREĐIVANJE LOKACIJA ZA PARKIRANJE VOZILA SA OPASNOM ROBOM.....	38
4.1. TOK I DINAMIKA ISTRAŽIVANJA	38
4.2. OPIS PROBLEMA	41
4.3. DEFINISANJE PARAMETARA - UTICAJNI KRITERIJUMI I POTENCIJALNE LOKACIJE.....	42
4.4. OPIS EKSPERATA UKLJUČENIH U ISTRAŽIVANJE	45
4.5. PRORAČUN TEŽINA KRITERIJUMA PRIMENOM FUZZY PIPRECIA Z METODE I FUZZY DOMBI AGREGATORA	47
4.6. IZBOR LOKACIJA ZA PARKIRANJE VOZILA SA OPASNOM ROBOM PRIMENOM FUZZY MARCOS Z METODE I FUZZY DOMBI AGREGATORA	55
5. VERIFIKACIJA PREDLOŽENOOG MODELA KROZ VIŠEFAZNE ANALIZE	91
5.1. TESTOVI VERIFIKACIJE.....	91
5.2. UTICAJ RAZLIČITIH VREDNOSTI KRITERIJUMA NA IZBOR LOKACIJA ZA PARKIRANJE VOZILA SA OPASNOM ROBOM	91
5.3. UPOREDNA ANALIZA SA DRUGIM VKO METODAMA U FUZZY OBLIKU ZASNOVANIM NA Z BROJEVIMA	93
5.4. PRORAČUN TESTOVA KORELACIJE I STANDARDNOG ODSTUPANJA	94
5.5. ANALIZA REVERZNOG RANGA NA PRIMERU PRVE DEONICE PUTA	95
6. INTEGRISANI FUZZY VKO Z - GIS MODEL ZA IZBOR SCENARIJA LOKACIJA ZA PARKIRANJE VOZILA SA OPASNOM ROBOM NA MREŽI AUTOPUTEVA REPUBLIKE SRBIJE	101

Dragan Smiljanić, Fuzzy višekriterijumska model za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu



SADRŽAJ



6.1. FORMIRANJE SCENARIJA LOKACIJA ZA PARKIRANJE VOZILA SA OPASNOM ROBOM.....	101
6.2. VREDNOVANJE I IZBOR SCENARIJA PRIMENOM FUZZY VKO Z - GIS MODELA.....	105
7. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA I PRAVCI BUDUĆIH ISTRAŽIVANJA	113
7.1. DOPRINOSI DOKTORSKE DISERTACIJE	114
7.2. IMPLIKACIJE ISTRAŽIVANJA.....	115
7.3. BUDUĆA ISTRAŽIVANJA.....	115
LITERATURA.....	116
PRILOG	126

Dragan Smiljanić, Fuzzy višekriterijumska metoda za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu



SPISAK SLIKA

Slika 1. Trougaoni fuzzy broj (Zadeh, 1965)	22
Slika 2. Z brojevi (Kang, 2012).....	24
Slika 3. Dijagram toka istraživanja	38
Slika 4. Faze istraživanja drugog dela sa opisom najvažnijih delova	40
Slika 5. Mreža autoputeva u Srbiji sa 95 potencijalne lokacije	44
Slika 6. Struktura eksperata uključenih u istraživanje	47
Slika 7. Izabrane lokacije na osnovu kojih će se formirati scenarija za optimalan raspored parking mesta za vozila sa opasnom robom.....	86
Slika 8. Izabrane lokacije za oba smera za formiranje konačnih scenarija	87
Slika 9. Nove vrednosti kriterijuma kroz simuliranih 40 scenarija.....	91
Slika 10. Dobijeni rangovi kroz analizu osetljivosti - promena vrednosti kriterijuma	92
Slika 11. Rezultati komparativne analize sa drugim VKO metodama.....	93
Slika 12. Spirmanov i WS statistički koeficijenti korelacije u analizi osetljivosti	94
Slika 13. Standardno odstupanje u analizi osetljivosti	95
Slika 14. Vrednosti lokacija za parkiranje vozila sa opasnom robom u analizi reverznog ranga	96
Slika 15. Rangovi lokacija za parkiranje vozila sa opasnom robom u analizi reverznog ranga	97
Slika 16. Scenariji za prvi smer autoputa	102
Slika 17. Scenarija za drugi smer autoputa	104
Slika 18. Blizinski rasterski slojevi	106
Slika 19. Pogodnost rasterskih slojeva	107
Slika 20. Grafički prikaz najboljeg scenarija za prvi smer	110
Slika 21. Grafički prikaz najboljeg scenarijuma za drugi smer	112



SPISAK TABELA



SPISAK TABELA

Tabela 1. Kratak pregled primene VKO metoda u oblasti transporta opasne robe.....	11
Tabela 2. Druga komponenta Z broja.....	24
Tabela 3. Skala 1-2 za ocenivanje kriterijuma	27
Tabela 4. Skala 0-1 za ocenivanje kriterijuma	27
Tabela 5. Deonice autoputeva sa karakteristikama i potrebnim brojem lokacija.....	45
Tabela 6. Karakteristike eksperata	46
Tabela 7. Ocenjivanje kriterijuma za vrednovanje lokacija za ADR parking	48
Tabela 8. Rezultati F-PIPRECIA-Z metode za E1	52
Tabela 9. Proces ocenjivanja od strane eksperata za deonicu D1 na putnom pravcu granični prelaz Batrovci – Beograd	55
Tabela 10. Ocene u Z brojevima za potencijalne lokacije za deonicu D1 na putnom pravcu granični prelaz Batrovci – Beograd za prvi kriterijum od strane E1	57
Tabela 11. Ocene u Z brojevima za potencijalne lokacije za deonicu D1 na putnom pravcu granični prelaz Batrovci – Beograd za prvi kriterijum od strane E2	58
Tabela 12. Ocene u Z brojevima za potencijalne lokacije za deonicu D1 na putnom pravcu granični prelaz Batrovci – Beograd za prvi kriterijum od strane E3	59
Tabela 13. Ocene u Z brojevima za potencijalne lokacije za deonicu D1 na putnom pravcu granični prelaz Batrovci – Beograd za prvi kriterijum od strane E4	60
Tabela 14. Ocene u Z brojevima za potencijalne lokacije za deonicu D1 na putnom pravcu granični prelaz Batrovci – Beograd za prvi kriterijum od strane E5	61
Tabela 15. Ocene u Z brojevima za potencijalne lokacije za deonicu D1 na putnom pravcu granični prelaz Batrovci – Beograd za prvi kriterijum od strane E6	62
Tabela 16. Ocene u Z brojevima za potencijalne lokacije za deonicu D1 na putnom pravcu granični prelaz Batrovci – Beograd za prvi kriterijum od strane E7	63
Tabela 17. Ocene u Z brojevima za potencijalne lokacije za deonicu D1 na putnom pravcu granični prelaz Batrovci – Beograd za sve kriterijume od strane E1	63

Dragan Smiljanić, Fuzzy višekriterijumska metoda za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu



SPISAK TABELA



Tabela 18. Ocene u Z brojevima za potencijalne lokacije za deonicu D1 na putnom pravcu granični prelaz Batrovci – Beograd za sve kriterijume od strane E2	64
Tabela 19. Ocene u Z brojevima za potencijalne lokacije za deonicu D1 na putnom pravcu granični prelaz Batrovci – Beograd za sve kriterijume od strane E3	65
Tabela 20. Ocene u Z brojevima za potencijalne lokacije za deonicu D1 na putnom pravcu granični prelaz Batrovci – Beograd za sve kriterijume od strane E4	66
Tabela 21. Ocene u Z brojevima za potencijalne lokacije za deonicu D1 na putnom pravcu granični prelaz Batrovci – Beograd za sve kriterijume od strane E5	66
Tabela 22. Ocene u Z brojevima za potencijalne lokacije za deonicu D1 na putnom pravcu granični prelaz Batrovci – Beograd za sve kriterijume od strane E6	67
Tabela 23. Ocene u Z brojevima za potencijalne lokacije za deonicu D1 na putnom pravcu granični prelaz Batrovci – Beograd za sve kriterijume od strane E7	68
Tabela 24. Početna matrica u F-MARCOS-Z metodi	69
Tabela 25. Normalizovana matrica u F-MARCOS-Z metodi	70
Tabela 26. Konačni rezultati nakon primene F-MARCOS-Z metod za deonicu puta 1a	71
Tabela 27. Vrednovanje lokacija za deonicu S2 Beograd - Niš, smer ka Nišu.....	72
Tabela 28. Ocene u Z brojevima za potencijalne lokacije za deonicu S2 Beograd - Niš, smer ka Nišu za prvi kriterijum od strane E1	73
Tabela 29. Ocene u Z brojevima za potencijalne lokacije za deonicu S2 Beograd - Niš, smer ka Nišu za prvi kriterijum od strane E2.....	74
Tabela 30. Ocene u Z brojevima za potencijalne lokacije za deonicu S2 Beograd - Niš, smer ka Nišu za prvi kriterijum od strane E3	74
Tabela 31. Ocene u Z brojevima za potencijalne lokacije za deonicu S2 Beograd - Niš, smer ka Nišu za prvi kriterijum od strane E4.....	75
Tabela 32. Ocene u Z brojevima za potencijalne lokacije za deonicu S2 Beograd - Niš, smer ka Nišu za prvi kriterijum od strane E5.....	76
Tabela 33. Ocene u Z brojevima za potencijalne lokacije za deonicu S2 Beograd - Niš, smer ka Nišu za prvi kriterijum od strane E6.....	76
Tabela 34. Ocene u Z brojevima za potencijalne lokacije za deonicu S2 Beograd - Niš, smer ka Nišu za prvi kriterijum od strane E7.....	77

Dragan Smiljanić, Fuzzy višekriterijumska metoda za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu



SPISAK TABELA



Tabela 35. Ocene u Z brojevima za potencijalne lokacije za deonicu S2 Beograd - Niš, smer ka Nišu za sve kriterijume od strane E1	78
Tabela 36. Ocene u Z brojevima za potencijalne lokacije za deonicu S2 Beograd - Niš, smer ka Nišu za sve kriterijume od strane E2	78
Tabela 37. Ocene u Z brojevima za potencijalne lokacije za deonicu S2 Beograd - Niš, smer ka Nišu za sve kriterijume od strane E3	79
Tabela 38. Ocene u Z brojevima za potencijalne lokacije za deonicu S2 Beograd - Niš, smer ka Nišu za sve kriterijume od strane E4	80
Tabela 39. Ocene u Z brojevima za potencijalne lokacije za deonicu S2 Beograd - Niš, smer ka Nišu za sve kriterijume od strane E5	80
Tabela 40. Ocene u Z brojevima za potencijalne lokacije za deonicu S2 Beograd - Niš, smer ka Nišu za sve kriterijume od strane E6	81
Tabela 41. Ocene u Z brojevima za potencijalne lokacije za deonicu S2 Beograd - Niš, smer ka Nišu za sve kriterijume od strane E7	82
Tabela 42. Fuzzy vrednosti početne matrice za deonicu S2 Beograd - Niš, smer ka Nišu.....	83
Tabela 43. Normalizovana fuzzy Z matrica za deonicu S2 Beograd - Niš, smer ka Nišu	84
Tabela 44. Rezultati F-MARCOS-Z metode za deonicu puta S2 Beograd - Niš, smer ka Nišu	85
Tabela 45. Struktura izabranih lokacija po deonici autoputa i smerovima	88
Tabela 46. Prikaz svih scenarijuma u okviru analize reverznog ranga	96
Tabela 47. Definisani scenarijumi za prvi smer	101
Tabela 48. Definisani scenarijumi za drugi smer	103
Tabela 49. Vrednosti podobnosti izračunate na osnovu ulaznih kriterijuma – smer 1	108
Tabela 50. Vrednosti podobnosti izračunate na osnovu ulaznih kriterijuma – smer 2	108
Tabela 51. Rezultati Fuzzy PIPRECIA Z modela za prvi smer	109
Tabela 52. Rezultati Fuzzy PIPRECIA Z modela za drugi smer	111
Tabela P1. Skala za ocenjivanje značaja kriterijuma	126
Tabela P2. Verovatnoća dodeljivanja određene ocene.....	127
Tabela P3. Ocenjivanje značaja kriterijuma.....	127

Dragan Smiljanić, Fuzzy višekriterijumska metoda za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu



SPISAK TABELA



Tabela P4. Skala za ocenjivanje alternativa i verovatnoća	128
Tabela P5. Ocenjivanje lokacija na deonici puta 1a.....	129
Tabela P6. Ocenjivanje lokacija na deonici puta 1b	130
Tabela P7. Ocenjivanje lokacija na deonici puta 2a.....	132
Tabela P8. Ocenjivanje lokacija na deonici puta 2b	133
Tabela P9. Ocenjivanje lokacija na deonici puta 3a.....	135
Tabela P10. Ocenjivanje lokacija na deonici puta 3b	136
Tabela P11. Ocenjivanje lokacija na deonici puta 4a.....	137
Tabela P12. Ocenjivanje lokacija na deonici puta 4b	138
Tabela P13. Ocenjivanje lokacija na deonici puta 5a.....	139
Tabela P14. Ocenjivanje lokacija na deonici puta 5b	140
Tabela P15. Ocenjivanje lokacija na deonici puta 6a.....	141
Tabela P16. Ocenjivanje lokacija na deonici puta 6b	142

Dragan Smiljanić, Fuzzy višekriterijumska metoda za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu

SPISAK GRAFIKONA

Grafikon 1. Struktura eksperata uključenih u istraživanje	47
Grafikon 2. Nove vrednosti kriterijuma kroz simuliranih 40 scenarija.....	91
Grafikon 3. Dobijeni rangovi kroz analizu osetljivosti - promena vrednosti kriterijuma	92
Grafikon 4. Rezultati komparativne analize sa drugim VKO metodama	93
Grafikon 5. Spirmanov i WS statistički koeficijenti korelacije u analizi osetljivosti	94
Grafikon 6. Standardno odstupanje u analizi osetljivosti.....	95
Grafikon 7. Vrednosti lokacija za parkiranje vozila sa opasnom robom u analizi reverznog ranga	96
Grafikon 8. Rangovi lokacija za parkiranje vozila sa opasnom robom u analizi reverznog ranga	97



SPISAK SKRAĆENICA

Skraćenica	Pun naziv i značenje
AI	Antiidealno rešenje
ADR	Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road
AHP	Analytical Hierarchy Procedure
ARAS	Additive Ratio Assessment
ATDEVS Niš	Academy of Technical-Educational Vocational Studies Niš,
BWM	Best Worst Method
CODAS	COmbinative Distance-based ASsessment
DEA	Data Envelopment Analysis
DEMATEL	Decision Making Trial And Evaluation Laboratory
EDAS	Evaluation Based On Distance From Average Solution
FACTS	Failure and Accidents Technical information System
F-MARCOS	Fuzzy Measurement of Alternatives and Ranking according to the Compromise Solution
F-PIPRECIA	Fuzzy PIivot Pairwise RElative Criteria Importance Assessment
FTA	Fault tree analysis
FTS NS	Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad
FUCOM	Full Consistency Method
GDAL	Geospatial Data Abstraction Library
GIS	Geographic Information System
CRITIC	CRiteria Importance Through Intercriteria Correlation
GTORPKV	Grupacija za transport opasne robe Privredne komore Vojvodine
ID	Idealno rešenje

Dragan Smiljanić, *Fuzzy višekriterijumska metoda za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom*, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu



SPISAK SKRAĆENICA



IMF SWARA	IMproved Fuzzy Stepwise Weight Assessment Ratio Analysis
ITARA	Indifference Threshold-based Attribute Ratio Analysis
LNN	Linguistic Neutrosophic Numbers Weighted Aggregated Sum Product
WASPAS	Assessment
MABAC	Multi-Attributive Border Approximation Area Comparison
MARCOS	Measurement of Alternatives and Ranking according to the Compromise Solution
MCDM	Multi-Criteria Decision Making
MEREC	MEthod based on the Removal Effects of Criteria
PIPRECIA	PIVot Pairwise RElative Criteria Importance Assessment
SAW	Simple Additive Weighting
SCC	Spearman's correlation coefficient
SWARA	Stepwise Weight Assessment Ratio Analysis
TIFIAD	Trapezoidal Intuitionistic Fuzzy Information Axiomatic Design
TFN	Triangular Fuzzy Number
TOR	Transport opasne robe
TOPSIS	Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution
VKO	Višekriterijumsко odlučivanje
USA	United States of America
WS	Wojciech Sałabun koeficijent
3PL	Third-Party Logistics Providers

Dragan Smiljanić, *Fuzzy višekriterijumski model za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom*, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu

APSTRAKT

Povećanjem učešća opasnih materija u lancima snabdevanja, nameće se i potreba za većom pažnjom u podsistemu transporta i svih aktivnosti koje su direktno ili indirektno vezane za ovo polje. Jedna od direktnih aktivnosti, a koje su nedovoljno istražene, odnose se na lokacije za parkiranje teretnih vozila sa opasnom robom. Na teritoriji Republike Srbije na kojoj je vršeno istraživanje, ne postoje propisane lokacije ove vrste, te je u cilju prevazilaženja tog jaza definisan novi VKO model zasnovan na Z brojevima. Svrha razvoja ovog modela, koji se sastoji of fuzzy PIPRECIA i fuzzy MARCOS metoda te Z brojeva, jeste da se od potencijalnog skupa od 95 potencijalno prihvatljivih lokacija definiše set od potrebnih 28 lokacija koje su najpogodnije za parkiranje vozila sa opasnom robom. F-PIPRECIA-Z je definisan po prvi put u literaturi i koristi se za određivanje težinskih koeficijenata, dok je F-MARCOS-Z metoda primenjena za rangiranje lokacija. Bitno je naglasiti da je formirano ukupno 12 modela vrednovanja, kako bi se segmentativno odredile pogodne lokacije sa aspekta šest deonica autoputa. Rezultati predstavljaju izbor najpogodnijih lokacija u odnosu na dužinu posmatrane deonice i smer, pa je formiran konačan set od 28 lokacija. Verifikacija predloženog modela je izvršena preko analize osetljivosti, komparativne analize, te proračuna koeficijenata korelacije. U prvom delu istraživanja kreiran je fuzzy Z VKO model kako bi se izabrale najpogodnije lokacije, a nakon toga formirano je ukupno 32 scenarija (po 16 za oba smera), pri čemu je integrisan fuzzy PIPRECIA metoda sa Z brojevima sa GIS modelom. Pri vrednovanju formiranih scenarija u obzir je uzeta najmanja udaljenost između dve susedne lokacije, a koja iznosi 50 kilometara. Doprinos ovog rada se ogleda u tome što predstavlja pionirsko istraživanje ovakvog tipa i daje preporuke nadležnim državnim organima za uvođenje najboljih scenarija. Na taj način se može obezbediti preventivni inženjering i smanjiti rizik od negativnih pojava u transportu i parkiranju vozila sa opasnom robom, te smanjiti međusobna interakcija sa drugim učesnicima u saobraćaju. Primenom ovakvog sistemskog pristupa moguće je uticati na zaštitu životne sredine i svih učesnika u lancima snabdevanja opasnom robom.



ABSTRACT



ABSTRACT

With increasing participation of hazardous materials in supply chains, there is a need for greater attention in the transport subsystem and all activities that are directly or indirectly related to this field. One of the direct activities, which has not been sufficiently investigated, relates to the locations for parking of freight vehicles with dangerous goods. In the territory of Serbia, where the research has been conducted, there are no prescribed locations of this type. Thus, in order to overcome that gap, a novel multi-criteria decision-making model based on Z numbers has been defined. The purpose of developing this model, which consists of fuzzy Pivot Pair-wise Relative Criteria Importance Assessment and fuzzy Measurement of Alternatives and Ranking according to the Compromise Solution methods and Z numbers, is to define a set of the required 28 locations that are most suitable for parking vehicles with dangerous goods out of a potential set of 95 locations. Fuzzy Pivot Pair-wise Relative Criteria Importance Assessment with Z numbers is defined for the first time in the literature and is used to determine weighting coefficients, while the Fuzzy Measurement of Alternatives and Ranking according to the Compromise Solution with Z numbers is applied for the ranking of locations. It is important to emphasize that a total of 12 evaluation models have been formed in order to segmentally determine suitable locations from the aspect of six highway sections. The results represent the selection of the most suitable locations in relation to the length of the observed sections and directions, so a final set of 28 locations was formed. Verification of the proposed model was carried out through sensitivity analysis, comparative analysis, and calculation of correlation coefficients. In the first part of the research, a fuzzy Z MCDM (Multi-criteria decision-making) model was created to select the most suitable locations, followed by the formation of a total of 32 scenarios (16 per each direction), integrating the fuzzy PIPRECIA (PIVot Pair -wise RElative Criteria Importance Assessment) method with Z-numbers with a GIS model. When evaluating the formed scenarios, a minimum distance between two adjacent locations was taken into account, and it is 50 kilometres. The contribution of this paper lies in its pioneering research of this kind and provides recommendations to relevant state authorities for implementing the best scenario. In this way, preventive engineering can be ensured and the risk of negative occurrences in the transport and temporary parking of vehicles with dangerous goods can be reduced, thus decreasing interactions with other traffic participants. By applying such a systemic approach, it is possible to influence the protection of the environment and all participants in the supply chain of dangerous goods.



1. UVODNA RAZMATRANJA

Organizacija transporta opasne robe predstavlja tehnološki kompleksan i zahtevan zadatak. Standardi i uslovi koje moraju ispuniti svi učesnici, adekvatna infrastruktura i osnovna sredstva (ambalaža, pokretna oprema pod pritiskom, cisterne, vozila, kola-cisterne i brodovi) prevazilaze zahteve koji se postavljaju pred transport ostalih vrsta robe. Generacije stručnjaka raznih grana, pre svega hemijske struke i inženjera svih potrebnih profila, permanentno su razvijali tehničko-tehnološke sisteme za bezbedan transport opasne robe i to je jedna od normativno najuređenijih oblasti na međunarodnom i nacionalnom nivou.

Opasne materije su supstance ili smeše koje fizičkim i hemijskim svojstvima ili reakcijama (eksplozivnost, zapaljivost, otrovnost, opasnost od zračenja, korozivnost, uopšte reaktivnost) u toku proizvodnje, transporta, skladištenja, rukovanja i upotrebe mogu ugroziti zdravlje i život ljudi, zagaditi životnu sredinu i naneti štetu materijalnim dobrima (Sremac i dr. 2020; Smiljanić i dr. 2021). Transport predstavlja tehnološki najzahtevniju i najkompleksniju uslugu u lancu snabdevanja korisnika opasnom robom. Za sve vidove prevoza, a pogotovo drumski, železnički i vodni, aktivnosti povezane sa prevozom opasne robe (skladištenje, manipulisanje, pretovar i dr.) i dalje će rasti, što može predstavljati dodatni rizik za same učesnike, ali takođe i za neposredno okruženje (Sremac i dr. 2018; Janno & Kopel, 2017). Uticaj opasnih materija na životno okruženje je prisutan kroz mnoge oblasti koje u integraciji sa svojim aktivnostima i rukovanjem ovim materijama mogu prouzrokovati velike štete.

Transport opasne robe zauzima značajno mesto u ukupnom prometu robe i predstavlja visoko rizičnu, a u isto vreme neophodnu i nužnu privrednu aktivnost za odvijanje svakodnevnog života. Ovi procesi se odvijaju kako na globalnom, tako i na lokalnom nivou. Transport opasne robe se organizuje po jasno definisanim pravilima koja minimiziraju mogućnost nastanka akcidenta ili vanrednog događaja, odnosno suočenje posledica pri takvim događajima na najmanju moguću meru.

Organizacija transporta opasne robe je globalno pitanje koji privlači sve veću pažnju, pre svega zbog visokih potencijalnih rizika, povećanog obima prevoza i broja materija koje se klasifikuju u opasne, kao i specifičnih izazova u organizaciji transporta. Ovo u velikoj meri utiče na stvaranje kompleksnog sistema koji se odražava na sve elemente inženjerstva i drugih srodnih oblasti.

Transport opasne robe u organizacionom i tehničko-tehnološkom smislu predstavlja stalnu opasnost za sve koji na posredan ili neposredan način dolaze u kontakt sa opasnim materijama. Transporteri koji prevoze opasnu robu i realizuju povezane radnje u vezi sa transportom, kao i lica koja neposredno rukuju ili na drugi način dolaze u dodir sa opasnim materijama, dužni su da se pridržavaju propisa o transportu opasne robe. Takođe, dužni su da preduzimaju preventivne i zaštitne mere kojima se obezbeđuje zaštita života i zdravlja ljudi, materijalnih dobara i čovekove okoline. Propisima su regulisane i radnje povezane sa transportom, kao što su pakovanje opasnih materija u ambalažu ([Sremac & Smiljanić, 2021](#)), utovar, pretovar, istovar ([Gošić i dr. 2022](#)), usputne manipulacije, postupci voznog osoblja u slučaju saobraćajne nezgode, akcidenta i dr. Praktično, propisi o transportu opasne robe regulišu radnje i aktivnosti u širem kontekstu u odnosu na klasično shvatanje prevoza, što ovaj način transporta čini mnogo kompleksnijim. Da bi broj akcidenata sa opasnim materijama bio što je moguće manji, potrebno je utvrditi određena pravila ponašanja svih lica koja sa njima dolaze u kontakt ili mogu da utiču na bilo koji način. Zato su definisani i usvojeni brojni međunarodni i nacionalni akti o transportu opasne robe.

Što su delatnosti i aktivnosti privrede organizovani, forme i sadržaji života i rada bogatiji, diferencijacija i protivrečnosti veće, to je i potreba za većim brojem pravnih normi izraženija ([Ebrahimi & Tadić, 2018](#)). Usklađivanje i regulisanje brojnih, raznovrsnih i složenih odnosa u transportu opasne robe zahteva definisanje različitih pravnih normi u pogledu organizacije, odgovornosti, postupanja i drugih zahteva kako bi ova oblast funkcionsala na efikasan način. Broj i sadržaj pravnih normi prati razvoj oblasti u kojoj su primenjene, tako da ovo opravdava veliki broj pravnih akata u oblasti transporta opasne robe.

Na osnovu jednoobraznih pravila koje su prihvatile zemlje potpisnice sporazuma koji uređuju ovu oblast, omogućen je nesmetan transport opasne robe kroz različite zemlje, bez ograničenja u smislu različitih standarda pri pakovanju, manipulisanju i transportu opasne robe. Učesnici u transportu opasne robe, prema vrsti i obimu predviđivih opasnosti, preduzimaju odgovarajuće mere kako bi sprečili neželjene događaje ili umanjili njihovo dejstvo ako se već dogode. U svakom slučaju, moraju se pridržavati odgovarajućih zahteva međunarodnih sporazuma i važećih zakonskih i podzakonskih akata.

1.1. MOTIVACIJA ISTRAŽIVANJA

Drumski transport opasne robe je jedna od normativno najuređenih logističkih oblasti ([Sremac & Matijašević 2021; Vojinović i dr. 2021](#)). Međutim, u okviru toga jedna od podoblasti koju je potrebno dodatno definisati je parkiranje vozila koja vrše prevoz ove vrste robe, odnosno nadzor tih vozila na parkiralištima. Zahtevi za nadzor vozila za transport opasne robe definisani su poglavljima 8.4 i 8.5 Međunarodnog sporazuma za drumski prevoz opasne robe ([ADR, 2025](#)), ali je potrebno da nadležni državni organi bliže urede ovu oblast nacionalnim propisima i regulativom, koja naravno odgovara sopstvenim uslovima eksploatacije ovog načina transporta i potreba za parkiranjem.

FACTS Baza podataka akcidenata u vezi sa opasnom robom sadrži više od 26,500 opisa navedenih akcidenata. Svi akcidenti zabeleženi u bazi FACTS šifrovani su u apstraktima kako bi podaci bili dostupni za potrebe upravljanja rizikom i bezbednošću, prevencije štete, obuke i reagovanja u vanrednim situacijama. Pretraga i odabir u ovoj bazi može se izvršiti prema godini, zemlji, aktivnosti, lokaciji, hemijskim i drugim vrednostima. Za svaku nezgodu postoji napomena o ishodu u vezi sa povredama i smrtnim posledicama. Pretragom podataka o akcidentima na parkinzima (pri čemu je za aktivnost izabran drumski transport, a za lokaciju izabran parking), dobijeno je ukupno 95 akcidenata u periodu od 1976. do 2014. godine (www.factsonline.nl/browse-chemical-accidents-in-database). Najveći broj akcidenata zabeležen je u SAD (27), zatim u Holandiji (24), Australiji (10), Nemačkoj (8) i Velikoj Britaniji (7). U tri akcidenta bilo je poginulih i povređenih, u 28 samo povređenih, a u 31 akcidentu nije bilo poginulih i povređenih, ali je pričinjena materijalna šteta. U 14 akcidenata procenjena je odgovornost čoveka, u 13 akcidenta procenjena je tehnička greška, u sedam akcidenata izvršen je teroristički akt (transport goriva), u pet akcidenata procenjena je greška rukovođenja i u dva su procenjeni prirodni uzroci, dok za 54 akcidenata nisu poznati uzroci nastanka istog. Uzimajući u obzir navedene akcidente, javlja se jedan od motiva za ovo istraživanje, kako bi se na preventivan način (izborom najpogodnijih lokacija i nadzorom) upravljalo transportnom opasne robe i rizikom koji nosi sa sobom.

Iako upravljanje lancem snabdevanja opasnom robom predstavlja jednu od najbolje uređenih oblasti sa aspekta zakonskih akata kao što je više puta potvrđeno, u praksi je i te kako zahtevno upravljati ovim sistemom iz niza razloga. Oni se ogledaju u konstantom povećanju količine opasne robe kojom treba rukovati na adekvatan način, obezbediti propisno pakovanje, utovar i skladištenje do momenta dok se ne pojavi potreba za transportom ove robe. Takođe, povećanje broja učesnika odnosno vozila ([Batarliene, 2020](#)) u saobraćaju, ponašanje vozača



(Fornalchyk i dr. 2021; Bęczkowska & Grabarek, 2021) predstavljaju otežavajuću okolnost i povećavaju rizik koji se odnosi na akcidente i upravljanje postakcidentnim situacijama. Upravo iz ovih razloga javlja se motivacija za izvršenjem studije koja na jedan način predstavlja deo preventivnog inženjeringu i pomaže očuvanju životne sredine. Definisanje lokacija na kojima se vozila sa opasnom robom mogu bezbedno parkirati i praviti neophodne pauze duž puteva različitih kategorija je zaista potreba u cilju preventivnog delovanja.

1.2. PREDMET ISTRAŽIVANJA

Opasna roba se definiše kao predmet ili materija čiji je transport zabranjen ili dozvoljen ako se obavlja pod uslovima određenim Međunarodnim sporazumom za drumski prevoz opasne robe (ADR, 2025). Prema procenama, transport opasne robe zauzima preko 4% učešća u obimu ukupnog transporta u drumskom saobraćaju (<https://ec.europa.eu/eurostat>). Procena rizika u transportu opasne robe imala je za rezultat definisanje normi i propisa od strane nadležnih organa prilikom obavljanja delatnosti transporta. Osnovni cilj uređenja pojedinih radnji u delatnosti transporta jeste bezbednost i zaštita ljudi, materijalnih dobara i životne sredine.

Jedna od oblasti koju je potrebno urediti u transportu opasne robe jeste i parkiranje vozila za transport opasne robe, odnosno nadzor tih vozila na parkiralištima i odmorištima. Nadzor vozila za transport opasne robe uređen je Međunarodnim sporazumom za drumski prevoz opasne robe, ali je potrebno da nadležni državni organi bliže urede ovu oblast nacionalnim propisima i regulativom, pa ovo istraživanje može doprineti tome.

S druge strane, jedan od problema u transportu opasne robe predstavlja i vreme trajanja upravljanja vozilom, odnosno odmor i pauze u radu vozača, što je takođe regulisano evropskom regulativom i nacionalnim propisima. U skladu sa ovom normativnom regulativom, nakon četiri časa i 30 minuta vozač je dužan da napravi pauzu od 45 minuta, ili tu pauzu može zameniti dvema pauzama od najmanje 15 minuta i najmanje 30 minuta u okviru upravljanja od 4 časa i 30 minuta (Sl. glasnik RS", br. 96/2015 i 95/2018).

Problem odmora i nadzora nad vozilom u transportu opasne robe je kompleksan i potrebno je isti razmotriti sa dva aspekta: sa *aspekta lokacije odmorišta*, u skladu sa propisima kojima se uređuje vreme trajanja upravljanja vozilom i sa *aspekta strukture i sadržaja odmorišta* koje treba da zadovolji odgovarajuće uslove za bezbednost vozača i vozila za transport opasne robe, ali i ostalih učesnika u saobraćaju, materijalnih dobara i životne sredine.

Postoji određen broj pristupa ovom problemu, na osnovu kojih su vršena istraživanja i izrađivane studije, počevši od primene lokacijskih problema i problema rutiranja vozila, ali i smernice koje upućuju nadležne organe na planiranje i projektovanje prostora za parkiranje i nadzor vozila za transport opasne robe. Prilikom istraživanja u obzir se uzima veliki broj faktora koji posredno i neposredno utiču na realizaciju transporta, a koji se iskazuju odgovarajućim parametrima. Cilj planiranja i organizacije svakog transporta opasne robe jeste smanjenje rizika od nastanka akcidentne situacije, a samim tim i vanrednog događaja čije posledice mogu biti nesagledive.

Predmet istraživanja doktorske disertacije predstavlja definisanje tehnološkog sistema transporta opasne robe uključujući sve aktivnosti i procese unutar tog sistema, sa naglaskom na formiranje adekvatne baze potencijalnih lokacija za parkiranje vozila sa opasnom robom, utvrđivanje adekvatnih lokacija, te izvršavanje njihovog vrednovanja baziranih na skupu značajnih ulaznih parametara koji su u toku pripreme i izrade doktorske disertacije definisani.

Predmet istraživanja u okviru doktorske disertacije može u velikoj meri imati uticaja na kompletan transportni lanac opasne robe, te bezbednost i efikasnost tokova koji se u njemu odvijaju. Dakle, formiranje mreže sa adekvatnim lokacijama za parkiranje vozila sa opasnom robom može imati izuzetan značaj na kompletan društveni i poslovni sistem, što je kroz samu izradu doktorske disertacije i dokazano, pa s tog aspekta ima opravdanost kao predmet istraživanja.

1.3. POTREBA ZA ISTRAŽIVANJEM

U Republici Srbiji su identifikovani kvantitativni i kvalitativni nedostaci u oblasti bezbednosti parking prostora za vozila sa opasnom robom. Postoji potreba za stvaranjem mreže parking površina koje će zadovoljiti zahteve vozača za odmorom u skladu sa zakonskim normama i sprečiti potencijalnu opasnost po društvo i životnu sredinu.

U procesu lociranja potencijalnih parkirališta, glavni kriterijumi su potreba da se odgovori na potražnju u pogledu kvantiteta da se pokriju potrebe najvećeg broja prevoznika opasne robe i kvaliteta pruženih usluga, kao i sprečavanje društvenih i ekoloških rizika po okruženje.

Drugi aspekt koji treba uzeti u obzir je vreme odmora koji je potreban vozačima vozila koja prevoze robu. Vozači su dužni da poštuju određene minimalne periode odmora tokom obavljanja svoje delatnosti. Ova zaustavljanja su regulisana i utvrđeno je da nakon četiri i po sata vožnje vozači moraju da naprave neprekidno zaustavljanje u trajanju od najmanje 45



minuta. Ovo zaustavljanje može biti zamenjeno kratkom pauzom od najmanje 15 minuta nakon čega sledi još jedna pauza od najmanje 30 minuta, naizmenično sa aktivnošću vožnje tako da se ispunе gore pomenute odredbe ([Uredba \(EZ\) 561/2006](#)). Parkiralište za vozila sa opasnom robom je neophodno i radi poštovanja radnog vremena vozača, odmora, kontrole transporta opasne robe na javnom putu, isključenja iz saobraćaja i otklanjanja nedostataka na vozilu.

Transport opasne robe razvija se i zaokupljuje sve veću pažnju u planiranju i realizaciji ukupnog transporta u drumskom saobraćaju. Menadžeri i planeri transporta u svom radu moraju uzeti u obzir sve faktore koji mogu uticati na bezbednost transporta opasne robe.

Prema podacima Evropske komisije, u prethodnih 10 godina, u 10-25% ukupnog broja saobraćajnih nezgoda, umor vozača učestvuje kao jedan od faktora nastanka nezgode. Imajući u vidu da je ova pojava zastupljena, doneta je regulativa kojom se uređuje ova oblast i uvedene su mere obaveznog prisustva tahografa, kojima se prati rad i vrši kontrola vozača tokom transporta. Ozbiljan akcident koji uključuje opasnu robu na putu može biti veoma skup u smislu ljudskih života, životne sredine, oštećenja materijalnih dobara i poremećaja u transportu.

Inicijalna istraživanja u pogledu stanja u predmetnoj oblasti pokazuju da postoje određene studije u svetu u pogledu definisanja parkinga i lokacija za parkiranje vozila sa opasnom robom, ali da ne postoji jedinstvena procedura, nego je potrebno prilagoditi parametre modela konkretnim uslovima funkcionisanja transporta opasne robe. Naročito je evidentno da postoji nedostatak ovakvog istraživanja u Republici Srbiji, što nameće potrebu za kreiranje zamišljenog modela.

1.4. HIPOTEZE I CILJEVI ISTRAŽIVANJA

U modernim uslovima funkcionisanja transportnog lanca opasne robe, a u cilju zaštite životne sredine, života ljudi uključenih u procese koji pripadaju ovom sistemu, te postizanju njegove veće efikasnosti, potrebno je konstantno vršiti merenje i praćenje performansi transportnog lanca opasne robe. Na taj način moguće je postići adekvatan sistemski pristup upravljanja, koji podrazumeva preventivni inženjering i upravljanje potencijalnim akcidentnim situacijama i suočenje rizika na najmanju moguću meru. Sagledavajući činjenicu da je savremeno transportno tržište opasne robe izloženo konstantnim promenama i da se postavljaju sve strožiji društveni, tehnološki, ekonomski, logistički i drugi zahtevi, potrebno je istaći da je veliki izazov postići održivost ovog sistema. Stoga postavljena je jedna glavna i jedna pomoćna hipoteza koje glase:

Dragan Smiljanić, Fuzzy višekriterijumska metoda za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu



UVODNA RAZMATRANJA



H1: Osnovna hipoteza u doktorskoj disertaciji je mogućnost formiranja originalnog modela za određivanje lokacija za parkiranje vozila sa opasnom robom zasnovanog na metodama višekriterijumskog odlučivanja i integraciji sa teorijom fazi logike.

H2: Pomoćna hipoteza se odnosi na mogućnost formiranja modela vrednovanja potencijalnih lokacija za parkiranje vozila sa opasnom robom i formiranje scenarija mreže adekvatnih lokacija na mreži puteva IA reda.

Nakon definisanja hipoteza predstavljen je osnovni cilj istraživanja kao što sledi.

Osnovni cilj istraživanja podrazumeva mogućnost unapređenja bezbednosti i efikasnosti tokova opasne robe kroz definisanje i formiranje mreže adekvatnih lokacija za parkiranje vozila sa opasnom robom.

Mogućnost unapređenja, odnosno cilj doktorske disertacije postići će se istraživanjem u realnom sistemu i vremenu koje podrazumeva monitoring i analizu svih potencijalnih lokacija na mreži puteva IA reda, primenjujući dosadašnja dostignuća u oblasti struke i nauke. Pored toga značaj ispunjenju postavljenog cilja može dati i primena oblasti višekriterijumskog odlučivanja integrisana sa teorijom neizvesnosti.

Da bi se ispunili definisani ciljevi, neophodno je primeniti znanja iz različitih oblasti, jer evidentno je da predmet istraživanja kompleksan i multidisciplinaran. Tome u prilog govori i činjenica da objedinjuje nekoliko različitih oblasti kao što su teorija odlučivanja, transport, logistika, bezbednost, teorija rizika, psihologija, ljudski resursi itd.

LITERATURA

1. ADR, Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road – ADR, United Nations, 2025.
2. Direktiva 2002/15/EZ, Uredba (EZ) br. 561/2006
3. Ebrahimi, H., & Tadic, M. (2018). Optimization of dangerous goods transport in urban zone. *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 1(2), 131-152.
4. Gošić, A., Sremac, S., & Smiljanić, D. (2022). Elektronski sistemi prevencije tokom pretakanja naftnih derivata Electronic crossfill prevention system for loading/unloading fuel. *Ecologica*, 29(105), 47-56.
5. Janno, J., & Koppel, O. (2017). Human factor as the main operational risk in dangerous goods transportation chain. *Business Logistics in Modern Management*, 63-68
6. Smiljanić, D., Stojić, G., Kopić, M., (2021). Supsticija vida transporta opasne robe i njeni efekti. *Tehnika*, 71(1), 91-96
7. Sremac S. and Matijašević M., (2021) Transport of Dangerous Goods (Transport Opasne Robe – in Serbian), University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia
8. Sremac, S., & Smiljanić, D. (2021). Pakovanje opasnih materija u propisanu ambalažu Packaging of hazardous materials in the prescribed ambalage. *Ecologica*, 28(101), 22-28.
9. Sremac, S., Stević, Ž., Pamučar, D., Arsić, M., & Matić, B. (2018). Evaluation of a third-party logistics (3PL) provider using a rough SWARA–WASPAS model based on a new rough dombi aggregator. *Symmetry*, 10(8), 305.
10. Sremac, S., Ziramov, N., Tanackov, I., Stević, Ž., & Ristić, B. (2020). Ammonia-risk distribution by logistic subsystems and type of consequence. *Burns*, 46(2), 360-369.
11. Vojinović, N., Sremac, S., & Zlatanović, D. (2021). A novel integrated fuzzy-rough MCDM model for evaluation of companies for transport of dangerous goods. *Complexity*, 2021, 1-16.
12. www.factsonline.nl/browse-chemical-accidents-in-database, pristupljeno: 01.06.2023. godine.

2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA U OBLASTI

Kroz ovaj deo rada obrađeni su svi bitni elementi stanja u oblasti, a odnose se na pregled različitih studija i pristupa kojima se definišu potrebe, kriterijumi za izbor lokacija za parkiranje vozila sa opasnom robom, te potreba za formiranjem mreže lokacija i sl. Takođe, dat je prikaz primene VKO metoda u različitoj formi u oblasti istraživanja.

Oblast upravljanja opasnom robom je od velike važnosti i interesovanja različitih istraživača. Najčešće se radi o istraživanjima koja razvijaju različite modele za rutiranje vozila sa opasnom robom. [Planić, \(2022\)](#) koristi kombinaciju DEA (Data Envelopment Analysis) i fuzzy logičkih sistema, kako bi se utvrdio rizik na deonicama puta na kojima se transportuje opasna roba, pri čemu je cilj preporučiti rutu sa najmanjim nivoom rizika. Takođe, analiza rizika i optimizacija rutiranja bila je predmet istraživanja u [\(Izdebski i dr. 2022\)](#) u kojem se na bazi istorijskih podataka iz vozila koja prevoze opasnu robu donosi odluka o najprihvativijoj ruti.

2.1. ODREĐIVANJE LOKACIJA ZA PARKIRANJE VOZILA SA OPASNOM ROBOM PRIMENOM RAZLIČITIH PRISTUPA

S obzirom na kompleksnost oblasti istraživanja, činjenica je da postoje različite procedure pristupanju ovom problemu, počevši od primene lokacijskih problema i problema rutiranja vozila, do smernica preporučenih nadležnim organima na planiranje i projektovanje prostora za parkiranje i nadzor vozila za transport opasne robe. Mnoge studije uzimaju u obzir veliki broj činilaca koji na direktni ili indirektni način imaju uticaja na realizaciju transporta opasne robe. Kada je u pitanju nadzor vozila za transport opasne robe sprovedena su određena istraživanja koja su ukratko elaborirana u nastavku, ali je potrebno naglasiti da broj dostupnih radova na ovu temu nije veliki i ističe se potreba za dodatnim istraživanjem ovakvog tipa.

[Caro-Vela i dr. \(2013\)](#) su izvršili istraživanje na teritoriji Španije sa ciljem da se razmotre kriterijumi za određivanje lokacija parkinga za vozila za transport opasne robe, a odnose se na: pokrivenost zahteva vozača, usluge koje se pružaju na odmorištima i društveni rizik povezan sa ovom vrstom područja. Autori su pokušali da razviju adekvatan model koji se sastoji od primene DEA metode koristeći raspoložive podatke vezane za transport opasne robe i potencijalne lokacije na teritoriji Španije. Uočeni su nedostaci kvantitativnog i kvalitativnog

Dragan Smiljanić, *Fuzzy višekriterijumska metoda za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom*, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu

karaktera, kada je u pitanju sama bezbednost postojećih parking mesta. Autori takođe navode da postoji potreba da se razvije model koji će omogućiti nadležnim institucijama zaduženim za planiranje i upravljanje da izaberu mrežu onih područja koja se mogu prilagoditi objektivnim kriterijumima kako bi ispunili ostale zahteve prevoznika opasne robe. U radu je razmatrano ukupno 89 potencijalnih lokacija koje ispunjavaju uslove, od čega je za 66 lokacija postojala adekvatna baza podataka. Dobijeni rezultati pokazuju da 11 izabranih zona, pored postojećih, ne bi u potpunosti pokrilo potrebe, jer određena područja i dalje ne bi bila pokrivena.

[Caro & Paralera \(2011\)](#) u svom istraživanju nastoje da opišu neophodnost za odmaralištima koja su prilagođena za transport opasne robe, primenom lokacijskog modela podržanim GIS sistemom. Cilj ove studije jeste analiza potreba za mrežom lokacija na kojima će se omogućiti parking za vozila sa opasnom robom.

Cilj studije koju su izvršili [Betkier i dr. \(2021\)](#) jeste kreiranje modela zasnovanog na problemu rutiranja vozila, kojim je potrebno odrediti prioritetnu rutu od tačke utovara do tačke istovara za vozila koja zahtevaju specifične uslove parkiranja. U obzir su uzeti i sledeći aspekti: dostupnost i prostor lokacije za parking, radno vreme vozača, tok saobraćaja i oprema parkirališta, a koji se smatraju potrebnim radi definisanja suštine problema.

U radu autori [Caro i dr. \(2015\)](#) su izvršili dizajniranje efikasnog algoritma za određivanje lokacije parking prostora za vozila za transport opasne robe u evropskoj mreži drumskih saobraćajnica. Cilj je bio odrediti minimalan broj parking prostora uvažavajući pozitivne propise.

2.2. PRIMENA VKO MODELA U OBLASTI TRANSPORTA OPASNE ROBE

Jedna od najviše zastupljenih metodologija za donošenje odluka jeste oblast višekriterijumskog odlučivanja, koja je našla primenu u različitim oblastima transporta ([Badi & Bouraima, 2023; Jusufbašić & Stević, 2023; Gorkun i dr. 2024](#)) ili logistike ([Švadlenka i dr. 2023; Dabić-Miletić & Raković, 2023; Puška i dr. 2023; Chen i dr. 2024](#)). Međutim, kada je u pitanju oblast transporta opasne robe ili sistema vezanih za ovu vrtstu robe, tu postoji mnogo manji broj istraživanja kada je u pitanju primena ove metodologije. Ovo se može posledično shvatiti kao razvoj ovih oblasti u paralelnom segmentu. Bez obzira na mali broj istraživačkih aktivnosti integracije VKO metoda i oblasti transporta opasne robe, može se konstatovati trend porasta ovakvih radova u poslednje vreme. Stoga je u nastavku prikazan određen broj autora koji svoja istraživanja u oblasti transporta opasne robe zasnivaju na primeni ovih metoda u različitom obliku što je elaborirano u [Tabeli 1](#).

Dragan Smiljanić, *Fuzzy višekriterijumska metoda za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom*, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu

Tabela 1. Kratak pregled primene VKO metoda u oblasti transporta opasne robe

Izvor	Primjenjene metode	Svrha i cilj
Özkan & Eroğlu, (2014)	Fuzzy DEMATEL i Fuzzy TOPSIS	Izbor 3PL
Monrapapussorn i dr. (2014)	AHP i GIS	Vrednovanje ruta u transportu opasne robe
Sremac i dr. (2018)	Gruba SWARA-WASPAS i grubi Dombi operator	Izbor 3PL za hemijsko preduzeće
Santarremigia i dr. (2018)	AHP	Vrednovanje layouta za unutrašnje terminale za opasnu robu povezanu sa željeznicom
Kanj & Abi-Char, (2019)	Fuzzy TOPSIS	Vrednovanje stepena rizika, vremena trajanja transporta i troškova u okviru odvijanja istog
Pamučar i dr. (2019)	LNN WASPAS	Ocenjivanje i rangiranje savetnika u transportu opasne robe
Huang i dr. (2020)	Korigovani fuzzy AHP	Procena nivoa bezbednosti operativnih procesa u transportu opasne robe u vazdušnom saobraćaju
Hervás-Peralta i dr. (2020)	Delphi i AHP	Prostorno planiranje terminala sa opasnom robom
Ayyildiz & Taskin Gumus, (2021)	Delphi i Pythagorean fuzzy AHP	Definisanje ključnih faktora rizika za operacije u transportu opasne robe
Gorcun i dr. (2021)	Fuzzy SWARA i Fuzzy CODAS	Vrednovanje i izbor vozila
Huang i dr (2021)	FMEA, TIFIAD, Entropy	Identifikacija rizika železničkog transportnog sistema pri prevozu opasnih roba
Vojinović i dr. (2021)	IMF SWARA-Rough MARCOS	Rangiranje 11 kompanija u oblasti transporta opasne robe

Dragan Smiljanić, Fuzzy višekriterijumska model za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu

Derse i dr. (2022)	Fault tree analysis (FTA), TOPSIS i DEMATEL	Procena rizika u svakoj fazi transporta opasne robe različitih vidova saobraćaja
Yilmaz & Verter, (2022)	AHP, TOPSIS i GIS	Pronalazak optimalnih ruta
Simić i dr. (2023)	ITARA i EDAS zasnovani na type-2 neutrosophic modelu	Izbor održive rute za transport opasne robe
Kanj i dr. (2024)	Fuzzy AHP i Fuzzy TOPSIS	Vrednovanje ruta u transportu opasne robe u pametnim gradovima

[Kanj i dr. \(2024\)](#) su na bazi realnih „cloud“ informacija iz oblaka vrednovali rute uvažavajući tri kriterijuma: troškove, vreme trajanja transporta i rizik. Primenili su VKO metodologiju koja se sastoji od Fuzzy AHP i Fuzzy TOPSIS metoda. [Simić i dr. \(2023\)](#) su takođe imali isti cilj, a to je da utvrde rutu sa najmanjim rizikom između Rafinerije nafte Pančevo i gradskog jezgra Beograda. Kompleksnu analizu su obogatili sa 12 kriterijuma na bazi kojih donose odluka, a primenom kompleksnog VKO modela: *type-2 neutrosophic brojeva* baziranih na ITARA-EDAS modelu.

[Gorcun i dr. \(2021\)](#) su primenili integrisani fuzzy model koji se sastoji od SWARA i CODAS metode kako bi izvršili procenu i izbor vozila za transport opasnih materija u cilju smanjenja rizika u lancu snabdevanja. Autori su definisali 13 uticajnih parametara kako bi vrednovali četiri različite vrste transportnih sredstava i definisali najpogodnije rešenje.

[Huang i dr \(2021\)](#) su primenili sveobuhvatni sistemski prilaz kako bi izvršili identifikaciju rizika železničkog transportnog sistema pri prevozu opasne robe. Model je kreiran kroz sedam koraka koji podrazumevaju identifikaciju potencijalnih faktora i podfaktora rizika, primenu FMEA metode baziranu na trapezoidnim fuzzy brojevima, angažovanje eksperata kako bi izvršili ocenu za svaki podkriterijum rizika, agregacija vrednosti iz prethodne aktivnosti, proračun TIFIAD za svaki podfaktor rizika i konačno za svaki faktor rizika. Takođe, primenjena je Entropy metoda za definisanje težinskih koeficijenata faktora rizika, a rezultati pokazuju da bi se potencijalnom ljudskom riziku trebalo posvetiti više pažnje, nego što se to čini trenutno.

[Santarremigia i dr. \(2018\)](#) su primenili AHP metodu kako bi izvršili prioritetizaciju između pet „layouta“ unutrašnjeg terminala sa opasnom robom konektovanu sa železničkom infrastrukturom. Autori su uočili da je povećan broj akcidenata na železnici sa hemikalijama, te su konstatovali da adekvatno projektovanje layouta može pozitivno uticati na povećanje sistema bezbednosti. Pri tome su uzeli u obzir tri grupe kriterijuma: bezbednost i sigurnost, performanse životne sredine i opreme.

[Vojinović i dr. \(2021\)](#) su razvili Fuzzy-Rough VKO model kako bi izvršili procenu performansi kompanija koje se bave transportom opasne robe na teritoriji Srbije i izvršili njihovo međusobno poređenje. [Batarliene, \(2020\)](#) je primenio *Kendall ratings* korelacioni metod i *artiw* metod za procenu suštinskih faktora bezbednosti u okviru transporta opasne robe. Jedan od zaključaka koji je izведен odnosi se na to da nepravilan utovar, zamor vozača, stanje tehničke ispravnosti vozila, vreme imaju najveći uticaj na transport opasne robe drumskim saobraćajem. Slično istraživanje je sprovedeno u ([Ayyildiz & Taskin Gumus, 2021](#)) u kojem se ocenjuju faktori rizika vezanih za transport hemikalija čija je konstantna povećana upotreba. Kriterijumi su formirani u okviru hijerarhijske strukture i vrednovani primenom modifikovane Delphi i Pythagorean fuzzy AHP metode.

Lokacija za parkiranje vozila sa opasnom robom je retka pojava. Mali broj istraživanja koji se fokusira na lokaciju odnosi se na druge aspekte kao npr. lokaciju za zbrinjavanje opasnog otpada ([Delfani i dr. 2020](#)) definisane primenom višeciljnog programiranja i TOPSIS metode, te lokaciju za hitna postojenja za akcidente koji se dogode na železničkoj mreži ([Wang i dr. 2023](#)).

Veoma važan aspekt upravljanja transportom opasne robe jeste svođenje neželjenih efekata na minimum u postakcidentnim situacijama, a to se postiže adekvatnim praćenjem vozila sa opasnom robom i prosleđivanja informacija u relanom vremenu svim nadležnim službama. Upravo, takav značaj je istaknut u studiji ([Yang i dr. 2022](#)) u kojoj je razvijena platforma za praćenje vozila i brzo reagovanje u slučaju pojave akcidenta. Zanimljiva oblast u kojoj se takođe vrši razvoj različitih modela jeste proces rukovanja opasnom robom ([Tseng & Pilcher, 2023; Hervás-Peralta i dr. 2020; Hsu i dr. 2023](#)).

Na osnovu prikazanih istraživanja može se zaključiti da sa protokom vremena VKO metode imaju veću primenu u oblasti transporta opasne robe, ali to još uvek nije ni blizu kao neke druge oblasti. Najčešće se rešavaju problemi rutiranja, izbora 3PL provajdera i procena rizičnih faktora. Pored transporta opasne robe, VKO metode se mogu primenjivati i za izbor skladišta za opasnu robu ([Kabak & Keskin, 2018](#)) kao deo modela, jer su u pomenutom radu integrisane sa GIS ili se mogu primenjivati kao samostalne. Takođe, uspešno se primenjuju i za izbor lokacije za tretman opasnog otpada i njihovo odlaganje kao što je izvršeno u radu ([Feng, 2022](#)).

Dragan Smiljanić, Fuzzy višekriterijumska metoda za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu

Postoji određen broj studija koje su primenjivale različite pristupe za upravljanje sistemom transporta opasne robe, ali ne postoji ni jedna koja tretira na adekvatan način pitanje lokacija za parkiranje vozila sa opasnom robom sa sveobuhvatnim modelom, koji je po prvi put razvijen u ovom istraživanju u okviru doktorske disertacije.

2.3. ISTRAŽIVAČKE PRAZNINE

Inicijalna istraživanja u pogledu stanja u oblasti pokazuju da postoji veoma mali broj studija u svetu u pogledu definisanja parkinga i lokacija za parkiranje vozila sa opasnom robom, te da ne postoji jedinstvena procedura, nego je potrebno prilagoditi parametre modela konkretnim uslovima funkcionisanja transporta opasne robe. Naročito je evidentno da postoji nedostatak ovakvog istraživanja u Republici Srbiji, što nameće potrebu za kreiranje zamišljenog modela. Uzimajući u obzir sve prethodno navedeno, postavlja se kao zahtev od velikog značaja formiranje modela vrednovanja potencijalnih lokacija za parkiranje vozila sa opasnom robom, te formiranje scenarija mreže adekvatnih lokacija na mreži puteva IA reda u Republici Srbiji.

LITERATURA

1. Ayyildiz, E., & Taskin Gumus, A. (2021). Pythagorean fuzzy AHP based risk assessment methodology for hazardous material transportation: an application in Istanbul. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 35798-35810.
2. Badi, I., & Bouraima, M. B. (2023). Development of MCDM-based Frameworks for Proactively Managing the Most Critical Risk Factors for Transport Accidents: A Case Study in Libya. *Spectrum of engineering and management sciences*, 1(1), 38-47.
3. Batarliene, N. (2020). Essential safety factors for the transport of dangerous goods by road: A case study of Lithuania. *Sustainability*, 12(12), 4954.
4. Bęczkowska, S. A., & Grabarek, I. (2021). The importance of the human factor in safety for the transport of dangerous goods. *International journal of environmental research and public health*, 18(14), 7525.
5. Betkier I., Zak J. K., Mitkow, S. (2021). Parking Lots Assignment Algorithm for Vehicles Requiring Specific Parking Conditions in Vehicle Routing Problem. *IEEE Access* 9. 161469 – 161487.
6. Caro, D., Paralera C. (2011). Analysis of the need for a network of service/resting areas especially adapted to the transport of dangerous goods. *Journal of Transportation Security* 4, Springer. 187-200.
7. Caro, M., Fedriani, E., Tenorio, A. (2015). Design of an Efficient Algorithm to Determine a Near-Optimal Location of Parking Areas for Dangerous Goods in the European Road Transport Network. 6th International Conference, ICCL 2015, Holandija. 617-626.
8. Caro-Vela, M.D., Paralera, C., Contreras, I. (2013). A DEA-inspired approach to selecting parking areas for dangerous-goods trucks. *EJTIR* 13(3). 184-200. ISSN: 1567-7141.
9. Chen, N., Liu, Q., Stević, Ž., Andrejić, M., & Pajić, V. (2024). An integrated cost based approach for warehouse performance evaluation: A new multiphase model. *Alexandria Engineering Journal*, 101, 62-77.
10. Dabić-Miletić, S., & Raković, K. (2023). Ranking of Autonomous Alternatives for the Realization of Intralogistics Activities in Sustainable Warehouse Systems using the TOPSIS Method. *Spectrum of Engineering and Management Sciences*, 1(1), 48-57.

11. Delfani, F., Kazemi, A., Seyedhosseini, S. M., & Niaki, S. T. A. (2020). A green hazardous waste location-routing problem considering the risks associated with transportation and population. *International Journal of Engineering*, 33(11), 2272-2284.
12. Derse, O., Oturakci, M., & Dagsuyu, C. (2022). Risk analysis application to hazardous material transportation modes. *Transportation research record*, 2676(3), 586-597.
13. Feng, J. (2022). An integrated multi-criteria decision-making method for hazardous waste disposal site selection. *Environment, Development and Sustainability*, 24(6), 8039-8070.
14. Fornalchyk, Y., Afonin, M., Postranskyy, T., & Boikiv, M. (2021). Risk assessment during the transportation of dangerous goods considering the functional state of the driver. *Transport Problems*, 16(1), 139-152
15. Görçün, Ö. F., Chatterjee, P., Stević, Ž., & Küçükönder, H. (2024). An integrated model for road freight transport firm selection in third-party logistics using T-spherical Fuzzy sets. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 186, 103542.
16. Gorcun, O. F., Senthil, S., & Küçükönder, H. (2021). Evaluation of tanker vehicle selection using a novel hybrid fuzzy MCDM technique, *Decision Making: Applications in Management and Engineering* 4(2), 140-162
17. Hervás-Peralta, M., Poveda-Reyes, S., Santarremigia, F. E., & Molero, G. D. (2020). Designing the layout of terminals with dangerous goods for safer and more secure ports and hinterlands. *Case studies on transport policy*, 8(2), 300-310.
18. Hsu, H. Y., Hwang, M. H., & Tsou, P. H. (2023). Applications of BWM and GRA for evaluating the risk of picking and material-handling accidents in warehouse facilities. *Applied Sciences*, 13(3), 1263.
19. Huang, S. H. S., Hsu, W. K. K., & Chen, J. W. (2020). A safety evaluation system based on a revised fuzzy AHP for dangerous goods in airfreights. *Journal of Transportation Safety & Security*, 12(5), 611-627.
20. Huang, W., Li, Y., Kou, X., Wang, W., & Xu, Y. (2021). Using a FMEA-TIFIAD approach to identify the risk of railway dangerous goods transportation system. *Group Decision and Negotiation*, 30, 63-95.
21. Izdebski, M., Jacyna-Gołda, I., & Gołda, P. (2022). Minimisation of the probability of serious road accidents in the transport of dangerous goods. *Reliability Engineering & System Safety*, 217, 108093.
22. Jusufbašić, A., & Stević, Ž. (2023). Measuring Logistics Service Quality Using the SERVQUAL Model. *Journal of Intelligent Management Decision*, 2, 1-10.

23. Kabak, M., & Keskin, İ. (2018). Hazardous materials warehouse selection based on GIS and MCDM. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 43, 3269-3278.
24. Kanj, H., & Abi-Char, P. E. (2019, August). A new Fuzzy-TOPSIS based risk decision making framework for dangerous good transportation. In 2019 IEEE 21st International Conference on High Performance Computing and Communications; IEEE 17th International Conference on Smart City; IEEE 5th International Conference on Data Science and Systems (HPCC/SmartCity/DSS) (pp. 2666-2672). IEEE.
25. Kanj, H., Kotb, Y., Alakkoumi, M., & Kanj, S. (2024). Dynamic Decision Making Process for Dangerous Good Transportation using a combination of TOPSIS and AHP methods with Fuzzy Sets. *IEEE Access*.
26. Monrapussorn, S., Thaitakoo, D., & Banomyong, R. (2011). Sustainability framework for hazardous materials transport route planning. *International Journal of Sustainable Society*, 3(1), 33-51.
27. Özkan, B. A. L. İ., & Eroğlu, Ö. (2014). Assessment of 3PL providers for hazardous materials. *Journal of Management and Information Science*, 2(2), 27-40.
28. Pamučar, D., Sremac, S., Stević, Ž., Ćirović, G., & Tomić, D. (2019). New multi-criteria LNN WASPAS model for evaluating the work of advisors in the transport of hazardous goods. *Neural Computing and Applications*, 31, 5045-5068.
29. Planić, J. (2022). Defining risks on road sections during the transport of dangerous goods in the Serbian army using the linear mathematical programming model. *Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier*, 70(4), 939-971.
30. Puška, A., Stojanović, I., & Štilić, A. (2023). The influence of objective weight determination methods on electric vehicle selection in urban logistics. *Journal of Intelligent Management Decision*, 2(3), 117-129.
31. Santarremigia, F. E., Molero, G. D., Poveda-Reyes, S., & Aguilar-Herrando, J. (2018). Railway safety by designing the layout of inland terminals with dangerous goods connected with the rail transport system. *Safety Science*, 110, 206-216.
32. Simić, V., Milovanović, B., Pantelić, S., Pamučar, D., & Tirkolaee, E. B. (2023). Sustainable route selection of petroleum transportation using a type-2 neutrosophic number based ITARA-EDAS model. *Information Sciences*, 622, 732-754.
33. Sremac, S., Stević, Ž., Pamučar, D., Arsić, M., & Matić, B. (2018). Evaluation of a third-party logistics (3PL) provider using a rough SWARA-WASPAS model based on a new rough dombi aggregator. *Symmetry*, 10(8), 305.



PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA U OBLASTI



34. Švadlenka, L., Bošković, S., Jovčić, S., Simic, V., Kumar, S., & Zanne, M. (2023). Third-party logistics provider selection for sustainable last-mile delivery: A case study of E-shop in Belgrade. *Journal of Urban Development and Management*, 2(1), 1-13.
35. Tseng, P. H., & Pilcher, N. (2023). A Safety Assessment Model for Handling Dangerous Goods in Port Operations: The Key Role of Detection Capability. *Journal of Marine Science and Engineering*, 11(9), 1704.
36. Vojinović, N., Sremac, S., & Zlatanović, D. (2021). A novel integrated fuzzy-rough MCDM model for evaluation of companies for transport of dangerous goods. *Complexity*, 2021, 1-16.
37. Wang, Y., Wang, J., Chen, J., & Liu, K. (2023). Optimal Location of Emergency Facility Sites for Railway Dangerous Goods Transportation under Uncertain Conditions. *Applied Sciences*, 13(11), 6608.
38. Yang, Y., Zhong, M., & Qi, H. (2022). Research on Emergency Response System of Dangerous Goods Transportation Vehicles. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 10, 71-77.
39. Yilmaz, Z., & Verter, V. (2022). A Multi-Criteria Decision-Making Approach for Hazmat Transportation. In *New Perspectives in Operations Research and Management Science: Essays in Honor of Fusun Ulengin* (pp. 361-383). Cham: Springer International Publishing.

3. PRIMENJENE METODE I RAZVOJ NOVOG MODEL

3.1. POJAM I ZNAČAJ VIŠEKRITERIJUMSKOG ODLUČIVANJA

Osnovna svrha VKO metoda jeste prevazilaženje problema na konzistentan način, na koje čovek kao donosilac odluke nailazi prilikom rada sa velikom količinom kompleksnih informacija. Kompleksne informacije u VKO odnose se na rad sa velikim brojem parametara sa kojima se analizira višekriterijumski problem, različite merne jedinice u kojima se izražavaju parametri, kao i različite skale.

Višekriterijumsко odlučivanje (VKO) je alat za donošenje odluka, razvijen za kompleksne višekriterijumske probleme koji sadrže kvalitativne i/ili kvantitativne aspekte problema kod procesa doношења odluke. Spada u oblast teorije odlučivanja gde se susreću: ekonomija, matematika, statistika, psihologija, sociologija, organizaciona teorija, filozofija, informacione tehnologije i ostale nauke. Kod VKO se često koriste i termini: višekriterijumsko ili multikriterijumsko vrednovanje, odlučivanje, donošenje odluka i sl.

Osnovni pojmovi VKO su:

- Alternativa - varijanta, potencijalno rešenje - jedno od prethodno definisanih rešenja koje se vrednuje primenom metoda VKO. Primer: lokacija za parking vozila sa opasnom robom, dobavljač, viljuškar, saobraćajni projekat, logistički provajder, način upravljanja, autonomna vozila i dr.
- Dodeljivanje težina - ponderisanje, prioritizacija, određivanje značaja kriterijuma na osnovu kojeg se vrši vrednovanje definisanih alternativa. Nemaju svi kriterijumi isti značaj pa je potrebno primeniti neku od metoda za dobijanje težinskih koeficijenata kriterijuma. Ove metode se dele na subjektivne metode koje koriste ulazne parametre donosioca odluka na bazi njihovih preferencija i objektivne metode koje koriste rasploživi skup po pravilu kvantitativnih podataka.

Neke od subjektivnih metoda su AHP ([Podvezko, 2009; Zhou i dr. 2019](#)); SWARA ([Keršuliene i dr. 2010; Radović & Stević, 2018; Keshavarz-Ghorabae, 2023; Pajić i dr. 2022](#)), BWM ([Rezaei, 2015; Hsu i dr. 2023; Deng i dr. 2020](#)), FUCOM ([Pamučar i dr. 2018; Prasenjit, 2021; Stević i Brković, 2020](#)), PIPRECIA ([Stanujkić](#)

i dr. 2017; Ulutaş id r 2021; Smiljanić id r. 2024), dok u grupu objektivnih spadaju: CRITIC (Diakoulaki id r. 1995; Kara & Yalçın, 2023), Entropy (Miškić i dr. 2023; El-Araby i dr. 2022), MEREC (Keshavarz-Ghorabaei id r. 2021; Keles, 2023) i dr.

- Kriterijum predstavlja atribut, indikator, parametar, faktor, pokazatelj odnosno predstavlja princip prema kom se vrednuju alternative i donose odluke u VKO. Primer: cena, kvalitet, zaštita životne sredine i udaljenost vodenih tokova vreme isporuke, transportna udaljenost, rok trajanja proizvoda, kapacitet, visina dizanja. Svaki od razmatranih kriterijuma je ili maksimizacionog (max) ili minimizacionog (min) tipa.
- Početna matrica odlučivanja predstavlja matricu odlučivanja u kojoj su sadržane karakteristike alternativa koje se vrednuju. Matrica performansi može sadržati vrednosti kvalitativnih i kvantitativnih kriterijuma, s tim da se kvalitativni kriterijumi prevode u kvantitativne da bi se mogla primeniti neka od VKO metoda.
- Normalizacija predstavlja postupak kojim se u VKO vrednosti iz matrice odlučivanja svode na uporedivu i bezdimenzionalnu skalu. Postoje različiti pristupi linearne i vektorske ili drugih normalizacija.
- Normalizovana matrica odlučivanja - matrica kod koje su sve vrednosti iz matrice odlučivanja normalizovane na uporedivu skalu.
- Rang alternativa predstavlja konačan rezultat dobijen primenom VKO metode koji prikazuje koliko se alternative međusobno razlikuju prema svim kriterijumima. Rang alternativa najčešće je bezdimenzionalni broj koji pokazuje koliku preferenciju je alternativa postigla u odnosu na ostale.

Neke od zajedničkih karakteristika višekriterijumske problema su:

- veći broj kriterijuma i alternativa (dva ili više),
- konflikti kriterijuma - kao najčešći slučaj kod realnih problema,
- neuporedive merne jedinice - nekomparabilnost kriterijuma, kriterijumi/atributi često imaju različite merne jedinice i
- rešenje problema višekriterijumskog odlučivanja može biti rangiranje alternativa, identifikacija najbolje (najpoželjnije) alternative, ili skup alternativa koje ispunjavaju određene uslove.

Faze VKO su:

- identifikuju se sva moguća rešenja za razmatrani problem tj. alternative,
- analiziraju se sve strane problema i ispituju faktori koji su bitni za donošenje odluke, te na taj način se dolazi do liste kriterijuma za odlučivanje,
- svakom kriterijumu se dodaje pripadajuća težinska vrednost, na osnovu stručne procene i procene ostalih učesnika odlučivanja, zbog čega je poželjno uključiti što širi krug stručnjaka i svih drugih zainteresovanih strana,
- vrši se obračun primenom neke od metoda, najčešće uz programsku podršku i
- dobijanje ranga alternativa (rangiranje).

Višekriterijumsко odlučivanja predstavlja efikasan i moćan sistemski i kvantitativni način rešavanja velikog broja problema iz stvarnog života, nauke, struke ili bilo koje druge oblasti u prisustvu velikog broja alternativa i nekoliko suprostavljenih kriterijuma.

3.2. TEORIJA FUZZY SKUPOVA

Teorija fuzzy skupova je matematička teorija koju je prvi predstavio [Zadeh, \(1965\)](#). Adekvatnost teorija fuzzy skupova ogleda se kroz mogućnost tretiranja nepreciznosti i nejasnoća, koje su neizbežni deo prilikom procesa donošenja odluka i drugim sličnim procesima. Aplikacija fuzzy skupova omogućava donosiocima odluka da na veoma efikasan način tretiraju nepreciznosti i na taj način njima upravljaju. Kada je u pitanju klasična teorija skupova elementi se u tom skupu procenjuje na dva načina koji podrazumevaju sledeće: element ili pripada ili ne pripada skupu, dok je osnovni koncept teorije fuzzy skupova da elementi sadrže određeni stepen pripadnosti tom skupu, što dalje podrazumeva da je fuzzy skup definisan funkcijom pripadnosti. Ta funkcija pripadnosti definiše stepen pripadnosti određenom intervalu, koji je obično intervala $[0, 1]$, što potvrđuju studije ([Klir & Yuan, 1995](#); [Xu i Liao, 2014](#); [Zadeh & Aliev, 2018](#)) koje definišu fuzzy skup kao klasu objekata koji poseduju funkciju pripadnosti, pri čemu se svakom objektu dodeljuje stepen pripadnosti u prethodno posmatranom intervalu. Ukoliko je vrednost funkcije pripadnosti jednaka nuli, taj element ne pripada skupu, međutim ukoliko je funkcija pripadnosti jedan, element tada u potpunosti pripada skupu. Ukoliko je situacija da je vrednost funkcije pripadnosti unutar definisanog intervala, tada element delimično pripada fuzzy skupu tj. ima određeni stepen pripadnosti tom skupu.

3.3. TROUGAONI FUZZY BROJEVI

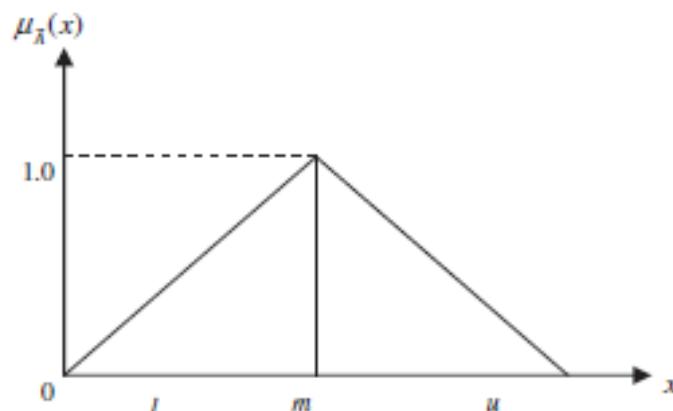
Trougaoni fuzzy brojevi (TFN) se mogu označavati različitim oznakama, a da pri tome zadrže svoju suštinu. Jedna od notacija je sledeća: (l_{ij} , m_{ij} , u_{ij}). Parametar l_{ij} predstavlja najmanju moguću vrednost, parametar m_{ij} predstavlja najperspektivnija vrednost i u_{ij} je najveća moguća vrednost koja opisuje neki fuzzy događaj.

Trougaoni fuzzy brojevi se prema [Mentes i Helvacioglu, \(2012\)](#) takođe često koriste u sledećim situacijama:

- prilikom postojanja veće kompleksnosti izračunavanja što može biti posledica složenosti funkcija,
- prilikom potrebe da se pojednostavljaju fuzzy matematičke operacije pri korišćenju trougaonih fuzzy brojeva;
- prilikom težeg definiša funkcije pripadnosti koja nastaje kao posledica složenosti fuzzy brojeva i
- prilikom činjenica da trougaoni fuzzy brojevi efikasno reprezentuju ocenjivanje koje su donete od strane većeg broja donosilaca odluka.

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

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



Slika 1. Trougaoni fuzzy broj ([Zadeh, 1965](#))

Dragan Smiljanić, *Fuzzy višekriterijumski model za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom*, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu

Operacioni zakoni dva trougaona fuzzy 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 ([Giachetti & Young, 1997](#); [Stanković i dr. 2020](#)):

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:

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

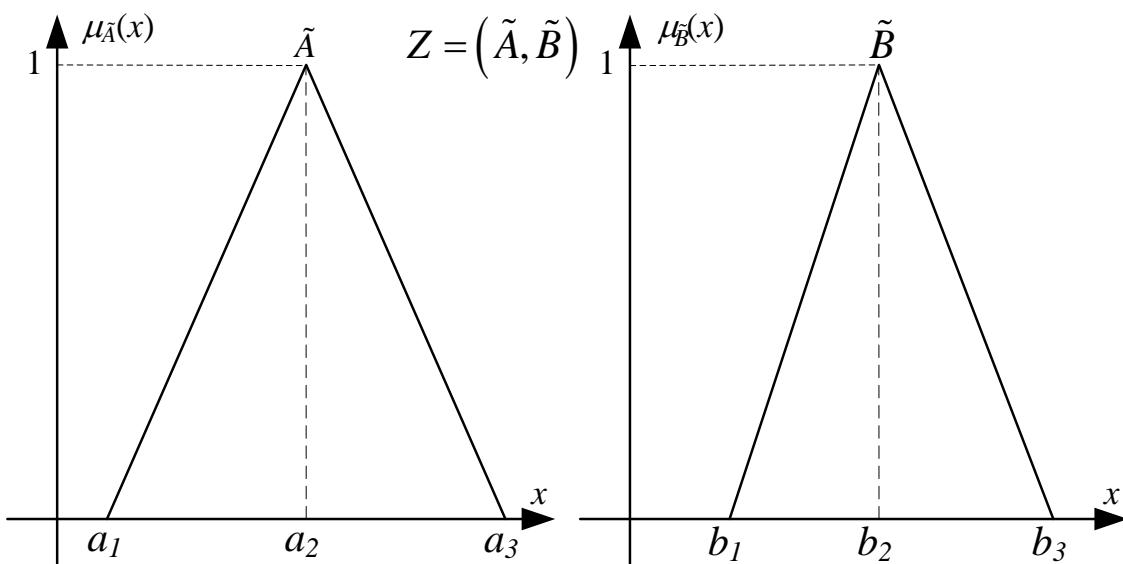
Recipročna vrednost fuzzy broja:

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

3.4. Z BROJEVI

Z brojevi predstavljaju vrstu fuzzy brojeva, tj. dva fuzzy broja, povezanih na specifičan način. Z broj je u stvari proširenje klasičnog fuzzy broja, koji pruža veće mogućnosti za upravljanje dodatnim neizvesnostima koje postoje u procesima donošenja odluka. Koncept Z brojeva je definisao [Zadeh \(2011\)](#). Primena ovih brojeva u neizvesnim okruženjima je detaljno predstavljena u studiji autora [Kang i dr. \(2012\)](#). Kasnije Z brojevi su primenjeni sa različitim

metodama od strane mnogih autora (Božanić i dr. 2020; Stević i dr. 2022; Jovanović et al. 2023). Z brojevi predstavljaju uređen par fuzzy brojeva $Z=(\tilde{A}, \tilde{B})$. Fuzzy broj \tilde{A} je prva komponenta koja predstavlja fuzzy limit određene promenljive X , dok fuzzy broj \tilde{B} je druga komponenta koja predstavlja verovatnoću i pouzdanost prve komponente (\tilde{A}). Na [slici 2](#) predstavljena je forma Z brojeva sa trougaonim fuzzy brojevima Zadeh (2011), a u [tabeli 2](#) verovatnoća odnosno TFN \tilde{B} .



Slika 2. Z brojevi (Kang, 2012)

Tabela 2. Druga komponenta Z broja

Verovatnoća	TFN \tilde{B}
Veoma mala (VM)	(0, 0, 0.2)
Mala (M)	(0.1, 0.25, 0.4)
Srednja (S)	(0.3, 0.5, 0.7)
Velika (V)	(0.55, 0.75, 0.95)
Veoma velika (VV)	(0.8, 1, 1)

Opšta notacija trougaonih Z brojeva može se prikazati kao:

$$\tilde{Z} = \{(a_1, a_2, a_3; w_{\tilde{A}}), (b_1, b_2, b_3; w_{\tilde{B}})\} \quad (7)$$

gde su vrednosti $w_{\tilde{A}}$ i $w_{\tilde{B}}$ težinski faktori fuzzy broja \tilde{A} koji se odnosi na \tilde{B} , koji je za početni Z broj, kod većine autora definisan kao $w_{\tilde{A}} = w_{\tilde{B}} = 1$, $w_{\tilde{A}}, w_{\tilde{B}} \in [0,1]$ ($w_{\tilde{A}}$ predstavlja visinu generalizovanog fuzzy broja i kreće se u intervalu $0 \leq w_{\tilde{A}} \leq 1$) (Stević i dr. 2022). Sa prikazanim dokazom, Z broj se transformiše u klasičan fuzzy broj na sledeći način:

Transformisanje drugog dela (\tilde{B}) u crisp broj primenom metode centroid:

$$\alpha = \frac{a_1 + a_2 + a_3}{3} \quad (8)$$

Dodavanjem težine drugog dela (\tilde{B}) prvoj komponenti (\tilde{A}) dobija se otežani Z broj prikazan u nastavku:

$$\tilde{Z}^\alpha = \left\{ \langle x, \mu_{\tilde{A}^\alpha}(x) \rangle \mid \mu_{\tilde{A}^\alpha}(x) = \alpha \mu_{\tilde{A}}(x) \right\} \quad (9)$$

koji je dat kao:

$$\tilde{Z}^\alpha = (a_1, a_2, a_3; \alpha) \quad (10)$$

Transformisanje otežanog Z u redovni fuzzy broj. Redovni fuzzy skup je prikazan kao što sledi:

$$\tilde{Z}^\cdot = \sqrt{\alpha} * \tilde{A} = (\sqrt{\alpha} * a_1, \sqrt{\alpha} * a_2, \sqrt{\alpha} * a_3) \quad (11)$$

3.5. FUZZY PIVOT PAIRWISE RELATIVE CRITERIA IMPORTANCE ASSESSMENT - FUZZY PIPRECIA METODA

Prednost Z brojeva je elaborirana u mnogim istraživanjima (Chatterjee i Kar, 2018; Peng i dr. 2022; Gai i dr. 2023). Osnovni cilj kreiranja proširene F-PPRECIA metode jeste integracija prednosti ove metode koja omogućava precizne težine kriterijuma u grupnom odlučivanju i prednosti Z brojeva. Što je veći broj eksperata uključenih u istraživanje, značaj ovog pristupa proporcionalno raste. Originalnu fuzzy PIPRECIA metodu su razvili Stević i dr. (2018) i od tada je eksplorativno ispitana u mnogim oblastima (Attri & Mishra, 2022; Xu i dr. 2023; Mishra i dr. 2023).

Algoritam F-PIPRECIA-Z metode je prikazan u nastavku.

Korak 1. Formirati potreban set kriterijuma za poređenje i formirati tim donosilaca odluke. Kriterijume poredati prema oznakama od prvog do poslednjeg što znači da ih treba poredati nesortirane. Dakle u ovom koraku njihova značajnost ne igra nikakvu ulogu.

Korak 2. Da bi se odredio relativni značaj kriterijuma svaki donosilac posebno vrši ocenjivanje prethodno poredanih kriterijuma tako što startuje od drugog kriterijuma, jednačina (24).

$$\bar{s}_j^r = \begin{cases} > \bar{1} & \text{ako je } C_j > C_{j-1} \\ = \bar{1} & \text{ako je } C_j = C_{j-1} \\ < \bar{1} & \text{ako je } C_j < C_{j-1} \end{cases} \quad (12)$$

\bar{s}_j^r označava ocenjivanje kriterijuma od strane donosioca odluke r .

Kako bi se dobila matrica \bar{s}_j^r , potrebno je izvršiti osrednjavanje matrice \bar{s}_j^r primenom geometrijske, aritmetičke sredine ili odgovarajućeg aggregatatora. Donosioci odluke vrše ocenjivanje kriterijuma primenjujući definisane skale u Tabelama 3 i 4.

Drugi i treći korak razvijene metode su u uskoj zavisnosti i definisane su fuzzy skale s ciljem zadovoljenja drugog i trećeg korak fuzzy PIPRECIA metode. Ako se uzme u obzir priroda operacija sa fuzzy brojevima i činjenica da se u trećem koraku vrednosti \bar{s}_j^r oduzimaju od broja dva, javlja se potreba za definisanjem ovih skala. Bitno je napomenuti da je kroz

definisanje ovih skala izbegnuta pojava broja dva koja bi u slučaju proračuna mogla izazvati poteškoće i pogrešne rezultate. Stoga nisu se mogle koristiti druge fuzzy skale koje su već prethodno razvijene, nego isključivo skale definisane u radu (Stević i dr. 2018).

Tabela 3. Skala 1-2 za ocenivanje kriterijuma

Lingvistička ocena	I	m	u	Crisp vrednost
Skoro Jednaka Vrednost	1	1.000	1.000	1.050
Slabo Više Značajan	2	1.100	1.150	1.200
Umereno Više Značajan	3	1.200	1.300	1.350
Više Značajan	4	1.300	1.450	1.500
Mnogo Više Značajan	5	1.400	1.600	1.650
Dominantno Više Značajan	6	1.500	1.750	1.800
Apsolutno Više Značajan	7	1.600	1.900	1.950

Kada je kriterijum većeg značaja u odnosu na prethodni, ocenjivanje se vrši primenom gore navedene skale u [Tabeli 3](#). Kako bi donosioci odluka mogli lakše izvršiti ocenjivanje kriterijuma u [tabelama 3 i 4](#) je prikazana i defazifikovana vrednost (crisp vrednost) za svako poređenje.

Tabela 4. Skala 0-1 za ocenivanje kriterijuma

I	m	u	Crisp vrednost	Lingvistička ocena
0.667	1.000	1.000	0.944	Slabo Manje Značajan
0.500	0.667	1.000	0.694	Umereno Manje Značajan
0.400	0.500	0.667	0.511	Manje Značajan
0.333	0.400	0.500	0.406	Veoma Manje Značajan
0.286	0.333	0.400	0.337	Mnogo Manje Značajan
0.250	0.286	0.333	0.288	Dominantno Manje Značajan
0.222	0.250	0.286	0.251	Apsolutno Manje Značajan

Kada je kriterijum manjeg značaja u odnosu na prethodni, ocenjivanje se vrši primenom gore navedene skale u [Tabeli 4](#).

Korak 3. Određivanje koeficijenta \bar{k}_j

$$\bar{k}_j = \begin{cases} =\bar{1} & \text{ako je } j=1 \\ 2-s_j & \text{ako je } j>1 \end{cases} \quad (13)$$

Korak 4. Određivanje fuzzy težine \bar{q}_j

$$\bar{q}_j = \begin{cases} =\bar{1} & \text{ako je } j=1 \\ \frac{q_{j-1}}{\bar{k}_j} & \text{ako je } j>1 \end{cases} \quad (14)$$

Korak 5. Određivanje relativne težine kriterijuma \bar{w}_j

$$\bar{w}_j = \frac{\bar{q}_j}{\sum_{j=1}^n \bar{q}_j} \quad (15)$$

U sledećim koracima potrebno je primeniti inverznu metodologiju fuzzy PIPRECIA metode.

Korak 6. Izvršiti ocenjivanje primenjujuće gore definisane skale, ali ovog puta startujući od preposlednjeg kriterijuma.

$$\bar{s}_j^r = \begin{cases} >\bar{1} & \text{ako je } C_j > C_{j+1} \\ =\bar{1} & \text{ako je } C_j = C_{j+1} \\ <\bar{1} & \text{ako je } C_j < C_{j+1} \end{cases} \quad (16)$$

\bar{s}_j^r označava ocenjivanje kriterijuma od strane donosioca odluke r .

Ponovo je potrebno izvršiti osrednjavanje matrice \bar{s}_j^r primenom osrednjavanja sa prosečnom, geometrijskom sredinom ili kao što je danas često slučaj primenom nekog od dostupnih operatora za osrednjavanje.

Korak 7. Određivanje koeficijenta \bar{k}_j'

$$\bar{k}_j' = \begin{cases} =\bar{1} & \text{ako je } j=n \\ 2-\bar{s}_j' & \text{ako je } j>n \end{cases} \quad (17)$$

n predstavlja ukupan broj kriterijuma. Konkretno u ovom slučaju znači da je vrednost poslednjeg kriterijuma jednaka fuzzy broju jedan.

Korak 8. Određivanje fuzzy težine \bar{q}_j'

$$\bar{q}_j' = \begin{cases} =\bar{1} & \text{ako je } j=n \\ \frac{\bar{q}_{j+1}}{\bar{k}_j'} & \text{ako je } j>n \end{cases} \quad (18)$$

Korak 9. Određivanje relativne težine kriterijuma \bar{w}_j'

$$\bar{w}_j' = \frac{\bar{q}_j'}{\sum_{j=1}^n \bar{q}_j'} \quad (19)$$

Korak 10. Da bi se odredile konačne težine kriterijuma, prvo je potrebno izvršiti defazifikaciju fuzzy vrednosti \bar{w}_j i \bar{w}_j'

$$\bar{w}_j'' = \frac{1}{2}(w_j + w_j') \quad (20)$$

Korak 11. Proveriti dobijene rezultate primenom Spirmanovog i Pirsonovog koeficijenta korelacije.

3.6. FUZZY DOMBI AGREGATOR

Fuzzy Dombi agregator je predstavljen jednačinama (21) i (22) ([Saha i dr. 2022; Jana & Pal, 2023; Smiljanić i dr. 2024](#)) .

$$FDO(\wp) = (\wp_j^l, \wp_j^m, \wp_j^u) = \begin{cases} \wp_j^l = \frac{\sum_{j=1}^n (\wp_j^l)}{1 + \left\{ \sum_{j=1}^n w_j \left(\frac{1-f(\wp_j^l)}{f(\wp_j^l)} \right)^\rho \right\}^{1/\rho}} \\ \wp_j^m = \frac{\sum_{j=1}^n (\wp_j^m)}{1 + \left\{ \sum_{j=1}^n w_j \left(\frac{1-f(\wp_j^m)}{f(\wp_j^m)} \right)^\rho \right\}^{1/\rho}} \\ \wp_j^u = \frac{\sum_{j=1}^n (\wp_j^u)}{1 + \left\{ \sum_{j=1}^n w_j \left(\frac{1-f(\wp_j^u)}{f(\wp_j^u)} \right)^\rho \right\}^{1/\rho}} \end{cases} \quad (21)$$

gde w_j označava težine r eksperata koji učestvuju u istraživanju, dok $\rho \geq 0$ je nenegativni broj, \wp_j^l - donja vrednost TFN, \wp_j^m - srednja vrednost TFN i \wp_j^u - gornja vrednost TFN.

$$f(\wp_j^l, \wp_j^m, \wp_j^u) = \begin{cases} f(\wp_j^l) = \frac{(\wp_j^l)}{\sum_{j=1}^n (\wp_j^l)} \\ f(\wp_j^m) = \frac{(\wp_j^m)}{\sum_{j=1}^n (\wp_j^m)} \\ f(\wp_j^u) = \frac{(\wp_j^u)}{\sum_{j=1}^n (\wp_j^u)} \end{cases} \quad (22)$$

3.7. FUZZY MARCOS METODA

MARCOS metoda načelno se sastoји u pronalaženju rešenja zasnovanog na međusobnoj povezanosti između referentnih vrednosti i alternativa. Fuzzy MARCOS je razvijen u studiji ([Stanković i dr. 2020](#)) i od tada je eksplorisan u mnogim oblastima ([Ali, 2022; Huskanović i dr, 2023; Akram i dr. 2023; Tešić i dr. 2023](#)).

Algoritam F-MARCOS-Z metode je prikazan u nastavku.

Korak 1: Kreiranje početne fuzzy matrice odlučivanja.

Korak 2: Formiranje proširene početne fuzzy matrice odlučivanja.

$$\tilde{X} = \begin{bmatrix} \tilde{C}_1 & \tilde{C}_2 & \dots & \tilde{C}_n \\ \tilde{A}_{11} & \tilde{A}_{12} & \dots & \tilde{A}_{1n} \\ \tilde{A}_{21} & \tilde{A}_{22} & \dots & \tilde{A}_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{A}_{m1} & \tilde{A}_{m2} & \dots & \tilde{A}_{mn} \\ \tilde{A}_{id1} & \tilde{A}_{id2} & \dots & \tilde{A}_{idn} \end{bmatrix} \quad (23)$$

U zavisnosti od prirode kriterijuma, \tilde{A} (AI) i \tilde{A} (ID) su definisani primenom jednačina (24) i (25):

$$\tilde{A}(AI) = \min_i \tilde{x}_{ij} \quad \text{ako } j \in B \quad i \quad \max_i \tilde{x}_{ij} \quad \text{ako } j \in C \quad (24)$$

$$\tilde{A}(ID) = \max_i \tilde{x}_{ij} \quad \text{ako } j \in B \quad i \quad \min_i \tilde{x}_{ij} \quad \text{ako } j \in C \quad (25)$$

gde B predstavlja skup korisnih kriterijuma, tipa max, a C je skup troškovnih kriterijuma, tipa min.

Korak 3: Definisanje normalizovane fuzzy matrice.

$$\tilde{n}_{ij} = \left(n_{ij}^l, n_{ij}^m, n_{ij}^u \right) = \left(\frac{x_{id}^l}{x_{ij}^u}, \frac{x_{id}^l}{x_{ij}^m}, \frac{x_{id}^l}{x_{ij}^l} \right) \quad \text{ako } j \in C \quad (26)$$

$$\tilde{n}_{ij} = \left(n_{ij}^l, n_{ij}^m, n_{ij}^u \right) = \left(\frac{x_{ij}^l}{x_{id}^u}, \frac{x_{ij}^m}{x_{id}^u}, \frac{x_{ij}^u}{x_{id}^u} \right) \quad \text{ako } j \in B \quad (27)$$

gde elementi $x_{ij}^l, x_{ij}^m, x_{ij}^u$ i $x_{id}^l, x_{id}^m, x_{id}^u$ obuhvataju elemente matrice \bar{X} .

Korak 4: Određivanje otežane fuzzy matrice $\bar{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n}$

$$\tilde{v}_{ij} = \left(v_{ij}^l, v_{ij}^m, v_{ij}^u \right) = \tilde{n}_{ij} \otimes \tilde{w}_j = \left(n_{ij}^l \times w_j^l, n_{ij}^m \times w_j^m, n_{ij}^u \times w_j^u \right) \quad (28)$$

Korak 5: Proračun \tilde{S}_i fuzzy matrice:

$$\tilde{S}_i = \sum_{i=1}^n \tilde{v}_{ij} \quad (29)$$

Korak 6: Proračun stepena korisnosti alternativa \bar{K}_i .

$$\tilde{K}_i^- = \frac{\tilde{S}_i}{\tilde{S}_{ai}} = \left(\frac{s_i^l}{s_{ai}^u}, \frac{s_i^m}{s_{ai}^m}, \frac{s_i^u}{s_{ai}^l} \right) \quad (30)$$

$$\tilde{K}_i^+ = \frac{\tilde{S}_i}{\tilde{S}_{id}} = \left(\frac{s_i^l}{s_{id}^u}, \frac{s_i^m}{s_{id}^m}, \frac{s_i^u}{s_{id}^l} \right) \quad (31)$$

Korak 7: Proračun fuzzy matrice \tilde{T}_i

$$\tilde{T}_i = \tilde{t}_i = \left(t_i^l, t_i^m, t_i^u \right) = \tilde{K}_i^- \oplus \tilde{K}_i^+ = \left(k_i^{-l} + k_i^{+l}, k_i^{-m} + k_i^{+m}, k_i^{-u} + k_i^{+u} \right) \quad (32)$$

Zatim je potrebno odrediti novi fuzzy broj \tilde{D} :

$$\tilde{D} = (d^l, d^m, d^u) = \max_i \tilde{t}_{ij} \quad (33)$$

i nakon toga, zahteva se defazifikacija broja \tilde{D} primenom jednačine (34).

$$df_{crisp} = \frac{l + 4m + u}{6} \quad (34)$$

dobijajući redovni broj df_{crisp} .

Korak 8: Određivanje funkcija korisnosti idealnog $f(\tilde{K}_i^+)$ i antiidealnog $f(\tilde{K}_i^-)$ rešenja.

$$f(\tilde{K}_i^+) = \frac{\tilde{K}_i^-}{df_{crisp}} = \left(\frac{k_i^{-l}}{df_{crisp}}, \frac{k_i^{-m}}{df_{crisp}}, \frac{k_i^{-u}}{df_{crisp}} \right) \quad (35)$$

$$f(\tilde{K}_i^-) = \frac{\tilde{K}_i^+}{df_{crisp}} = \left(\frac{k_i^{+l}}{df_{crisp}}, \frac{k_i^{+m}}{df_{crisp}}, \frac{k_i^{+u}}{df_{crisp}} \right) \quad (36)$$

Nakon toga, potrebno je izvršiti defuzzifikaciju za \tilde{K}_i^- , \tilde{K}_i^+ , $f(\tilde{K}_i^+)$, $f(\tilde{K}_i^-)$ i primeniti sledeći korak:

Korak 9: Određivanje funkcije korisnosti alternativa fK_i .

$$f(K_i) = \frac{K_i^+ + K_i^-}{1 + \frac{1 - f(K_i^+)}{f(K_i^+)} + \frac{1 - f(K_i^-)}{f(K_i^-)}} \quad (37)$$

Korak 10: Klasifikacija alternativa prema opadajućem nizu dobijenih rezultata.

LITERATURA

1. Akram, M., Khan, A., Luqman, A., Senapati, T., & Pamucar, D. (2023). An extended MARCOS method for MCGDM under 2-tuple linguistic q-rung picture fuzzy environment. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 120, 105892.
2. Ali, J. (2022). A q-rung orthopair fuzzy MARCOS method using novel score function and its application to solid waste management. *Applied Intelligence*, 52(8), 8770-8792.
3. Attri, R., & Mishra, A. (2022). A hybrid decision making framework based on fuzzy PIPRECIA-fuzzy EDAS for failure mode and effects analysis. *International Journal of Productivity and Quality Management*, 35(4), 473-493.
4. Bozanic, D., Tešić, D., & Milić, A. (2020). Multicriteria decision making model with Z-numbers based on FUCOM and MABAC model. *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 3(2), 19-36.
5. Chatterjee, K., & Kar, S. (2018). A multi-criteria decision making for renewable energy selection using Z-numbers in uncertain environment. *Technological and economic development of economy*, 24(2), 739-764.
6. Deng, F., Li, Y., Lin, H., Miao, J., & Liang, X. (2020). A BWM-TOPSIS hazardous waste inventory safety risk evaluation. *International journal of environmental research and public health*, 17(16), 5765.
7. Diakoulaki, D., Mavrotas, G., & Papayannakis, L. (1995). Determining objective weights in multiple criteria problems: The critic method. *Computers & Operations Research*, 22(7), 763-770.
8. El-Araby, A., Sabry, I., & El-Assal, A. (2022). A comparative study of using MCDM methods integrated with entropy weight method for evaluating facility location problem. *Operational research in engineering sciences: theory and applications*, 5(1), 121-138.
9. Gai, L., Liu, H. C., Wang, Y., & Xing, Y. (2023). Green supplier selection and order allocation using linguistic Z-numbers MULTIMOORA method and bi-objective non-linear programming. *Fuzzy Optimization and Decision Making*, 22(2), 267-288.
10. Giachetti, R. E., & Young, R. E. (1997). A parametric representation of fuzzy numbers and their arithmetic operators. *Fuzzy sets and systems*, 91(2), 185-202.



PRIMENJENE METODE I RAZVOJ NOVOG MODELAA



11. Hsu, H. Y., Hwang, M. H., & Tsou, P. H. (2023). Applications of BWM and GRA for evaluating the risk of picking and material-handling accidents in warehouse facilities. *Applied Sciences*, 13(3), 1263.
12. Huskanović, E., Stević, Ž., & Simić, S. (2023). Objective-subjective CRITIC-MARCOS model for selection forklift in internal transport technology processes. *Mechatronics and Intelligent Transportation Systems*, 2(1), 20-31.
13. Jana, C. & Pal, M. (2023). Interval-Valued Picture Fuzzy Uncertain Linguistic Dombi Operators and Their Application in Industrial Fund Selection. *Journal of Industrial Intelligence*, 1(2), 110-124.
14. Jovanović, S., Zavadskas, E. K., Stević, Ž., Marinković, M., Alrasheedi, A. F., & Badi, I. (2023). An Intelligent Fuzzy MCDM Model Based on D and Z Numbers for Paver Selection: IMF D-SWARA—Fuzzy ARAS-Z Model. *Axioms*, 12(6), 573.
15. Kang, B., Wei, D., Li, Y., & Deng, Y. (2012). Decision making using Z-numbers under uncertain environment. *Journal of computational Information systems*, 8(7), 2807-2814.
16. Kara, K., & Yalçın, G. C. (2023). Assessing Railway Transportation Performance of European Countries with CRITIC and ROV Techniques. *Demiryolu Mühendisliği*, (17), 93-106.
17. Keleş, N. (2023). A Multi-Criteria Decision-Making Framework Based on The MEREC Method for The Comprehensive Solution of Forklift Selection Problem. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 18(2), 573-590.
18. Keršulienė, V., Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. (2010). Selection of rational dispute resolution method by applying new step-wise weight assessment ratio analysis (SWARA). *Journal of business economics and management*, 11(2), 243-258.
19. Keshavarz-Ghorabae, M. (2023). Using SWARA II for Subjective Evaluation of Transport Emissions Reduction Policies. *The Open Transportation Journal*, 17(1).
20. Keshavarz-Ghorabae, M., Amiri, M., Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Antucheviciene, J. (2021). Determination of objective weights using a new method based on the removal effects of criteria (MEREC). *Symmetry*, 13(4), 525.
21. Klir, G., & Yuan, B. (1995). Fuzzy sets and fuzzy logic (Vol. 4, pp. 1-12). New Jersey: Prentice hall.
22. Mentes, A., & Helvacioglu, I. H. (2012). Fuzzy decision support system for spread mooring system selection. *Expert Systems with Applications*, 39(3), 3283-3297.

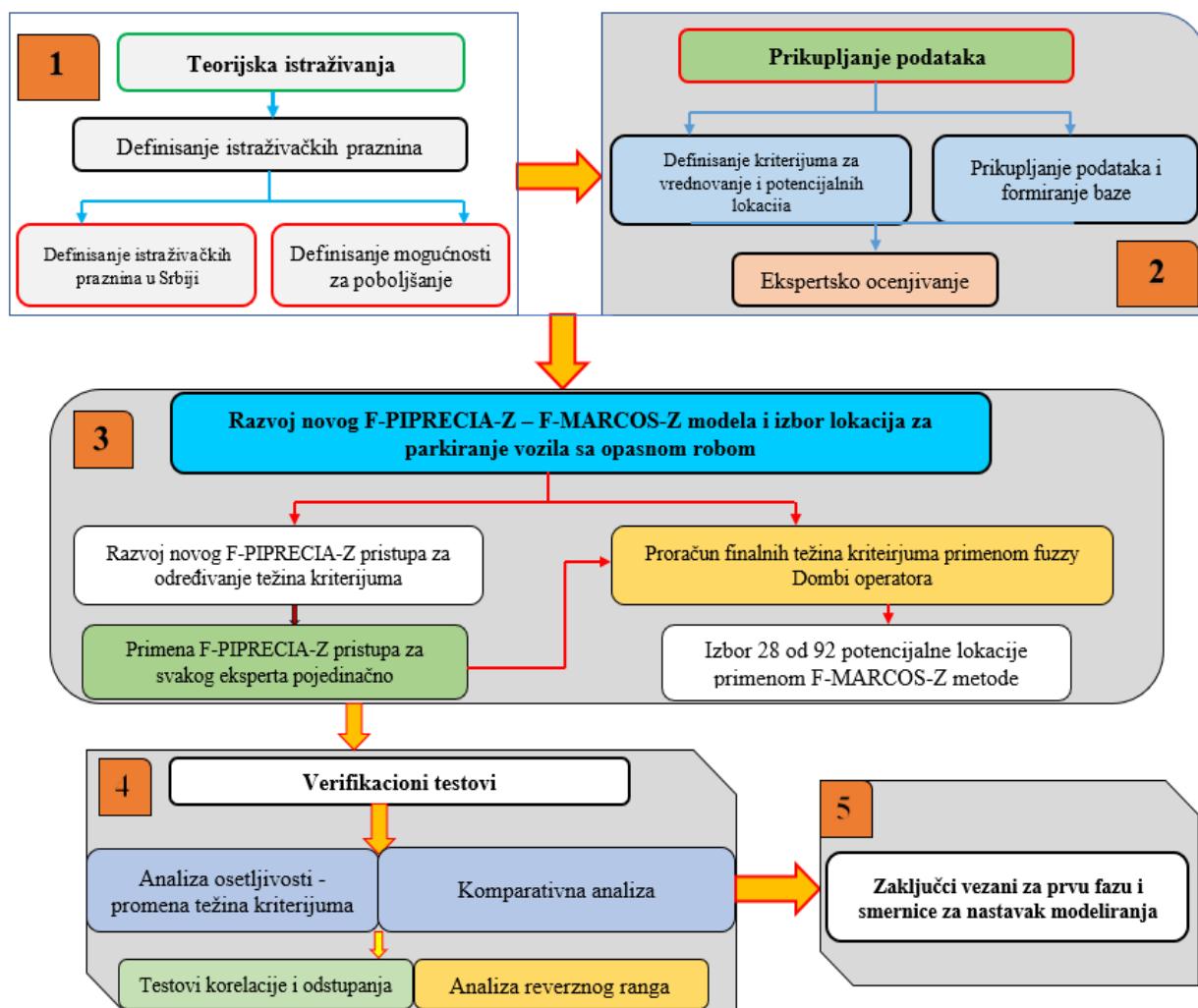
23. Mishra, A. R., Rani, P., Alrasheedi, A. F., & Dwivedi, R. (2023). Evaluating the blockchain-based healthcare supply chain using interval-valued Pythagorean fuzzy entropy-based decision support system. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 126, 107112.
24. Miškić, S., Stević, Ž., & Marinković, D. (2023). Evaluating the efficiency of a transport company applying an objective-subjective model. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 18(4), 277-291.
25. Pajić, V., Andrejić, M., & Kilibarda, M. (2022). Sustainable transportation mode selection from the freight forwarder's perspective in trading with western EU countries. *Sustainable Futures*, 4, 100090.
26. Pamučar, D., Stević, Ž., & Sremac, S. (2018). A new model for determining weight coefficients of criteria in mcdm models: Full consistency method (fucom). *Symmetry*, 10(9), 393.
27. Peng, H. G., Wang, X. K., & Wang, J. Q. (2022). New MULTIMOORA and pairwise evaluation-based MCDM methods for hotel selection based on the projection measure of Z-numbers. *International Journal of Fuzzy Systems*, 1-20.
28. Podvezko, V. (2009). Application of AHP technique. *Journal of Business Economics and management*, (2), 181-189.
29. Prasenjit, C. (2021). Model for selecting a route for the transport of hazardous materials using a fuzzy logic system. *Vojnotehnički glasnik*, 69(2), 355-390.
30. Radović, D., & Stević, Ž. (2018). Evaluation and selection of KPI in transport using SWARA method. *Transport & Logistics: The International Journal*, 8(44), 60-68.
31. Rezaei, J. (2015). Best-worst multi-criteria decision-making method. *Omega*, 53, 49-57.
32. Saha, A., Reddy, J., & Kumar, R. (2022). A fuzzy similarity based classification with Archimedean-Dombi aggregation operator. *Journal of Intelligent Management Decision*, 1(2), 118-127.
33. Smiljanić, D., Sremac, S., Tanackov, I., Stević, Ž., Márton, P., & Stojić, G. (2024). A novel hybrid fuzzy model for selection of parking lots for vehicles with dangerous goods. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 131, 107882.
34. Stanković, M., Stević, Ž., Das, D. K., Subotić, M., & Pamučar, D. (2020). A new fuzzy MARCOS method for road traffic risk analysis. *Mathematics*, 8(3), 457.

35. Stanujkic, D., Zavadskas, E. K., Karabasevic, D., Smarandache, F., & Turskis, Z. (2017). The use of the pivot pairwise relative criteria importance assessment method for determining the weights of criteria. *Romanian Journal of Economic Forecasting*, 20(4), 116-133.
36. Stević, Ž., & Brković, N. (2020). A novel integrated FUCOM-MARCOS model for evaluation of human resources in a transport company. *Logistics*, 4(1), 4.
37. Stević, Ž., Stjepanović, Ž., Božičković, Z., Das, D. K., & Stanujkić, D. (2018). Assessment of conditions for implementing information technology in a warehouse system: A novel fuzzy piprecia method. *Symmetry*, 10(11), 586.
38. Stević, Ž., Zavadskas, E. K., Tawfiq, F. M., Tchier, F., & Davidov, T. (2022). Fuzzy Multicriteria Decision-Making Model Based on Z Numbers for the Evaluation of Information Technology for Order Picking in Warehouses. *Applied Sciences*, 12(24), 12533.
39. Tešić, D., Božanić, D., Puška, A., Milić, A., & Marinković, D. (2023). Development of the MCDM fuzzy LMAW-grey MARCOS model for selection of a dump truck. *Reports in Mechanical Engineering*, 4(1), 1-17.
40. Ulutaş, A., Popovic, G., Radanov, P., Stanujkic, D., & Karabasevic, D. (2021). A new hybrid fuzzy PSI-PIPRECIA-CoCoSo MCDM based approach to solving the transportation company selection problem. *Technological and Economic Development of Economy*, 27(5), 1227-1249.
41. Xu, W., Das, D. K., Stević, Ž., Subotić, M., Alrasheedi, A. F., & Sun, S. (2023). Trapezoidal Interval Type-2 Fuzzy PIPRECIA-MARCOS Model for Management Efficiency of Traffic Flow on Observed Road Sections. *Mathematics*, 11(12), 2652.
42. Xu, Z., & Liao, H. (2013). Intuitionistic fuzzy analytic hierarchy process. *IEEE transactions on fuzzy systems*, 22(4), 749-761.
43. Zadeh, L. A. (2011). A note on Z-numbers. *Information sciences*, 181(14), 2923-2932.
44. Zadeh, L. A., & Aliev, R. A. (2018). Fuzzy logic theory and applications: part I and part II. World Scientific Publishing.
45. Zhou, K., Huang, G., Zhao, Q., & Wang, S. (2019, September). Performance Evaluation of Dangerous Goods Transport Vehicle Based on Analytic Network Process (ANP). In 2019 4th International Conference on Intelligent Transportation Engineering (ICITE) (pp. 232-236). IEEE.

4. RAZVOJ MODELA ZA ODREĐIVANJE LOKACIJA ZA PARKIRANJE VOZILA SA OPASNOM ROBOM

4.1. TOK I DINAMIKA ISTRAŽIVANJA

Na **slici 3** je prikazan tok istraživanja i primenjena metodologija koja je objašnjena kroz ukupno pet faza: teorijska istraživanja, prikupljanje podataka, razvoj novog VKO modela na bazi Z brojeva za postizanje cilja istraživanja, verifikacionih testova i zaključaka sa daljim istraživanjima, koji se prvenstveno odnose na dalje modeliranje u cilju definisanja optimalnog scenarija sa potrebnim brojem parking lokacija.



Slika 3. Dijagram toka istraživanja

Dragan Smiljanić, Fuzzy višekriterijumska model za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu

U prvoj fazi su izvršena teorijska istraživanja bazirana na pregledu relevantne literature, te je izvršeno utvrđivanje potencijalnih praznina u oblasti koja je predmet istraživanja i definisanje područja mogućih unapređenja, naročito kada je u pitanju teritorija Republike Srbije na kojoj je sprovedeno istraživanje.

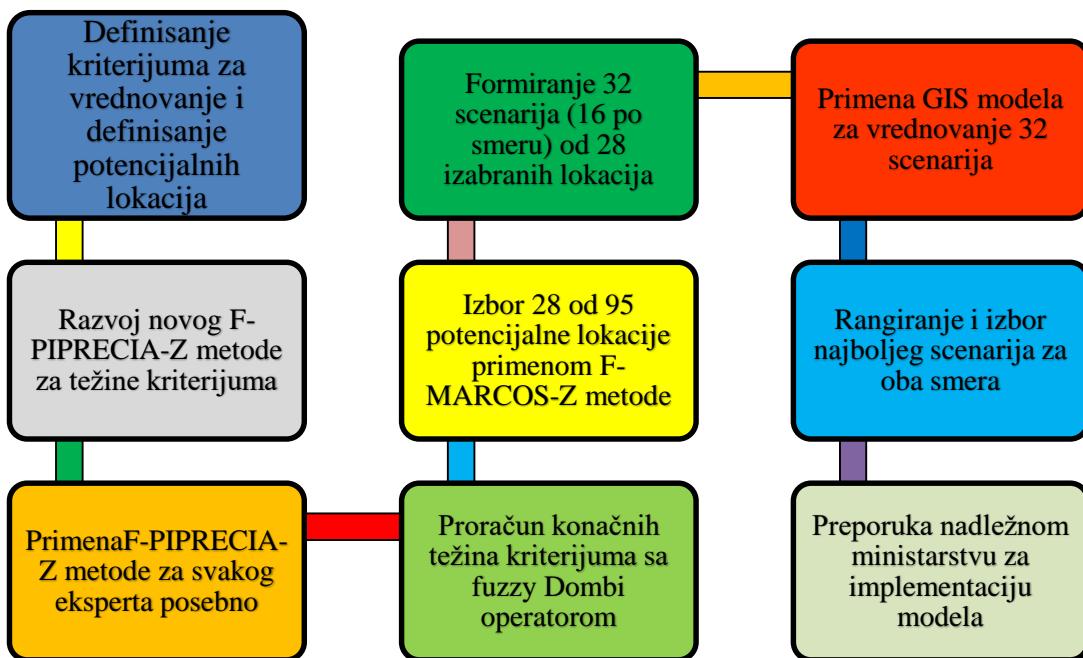
Druga faza podrazumeva definisanje ulaznih parametara za formiranje adekvatnog modela, zatim definisanje potencijalnih lokacija, prikupljanje podataka i formiranje baze podataka. Da bi se kreirao funkcionalan model neophodno je obezbediti kvalitetne podatke koji će osigurati konzistentnost modela i omogućiti njegovu praktičnu primenu. U okviru ove faze bili su uključeni eksperti za ocenjivanje važnosti skupa kriterijuma, te potencijalnih lokacija iz kojih je potrebno definisati one koji će ući u model i formirati mrežu lokacija za parkiranje vozila sa opasnom robom.

U trećoj fazi je izvršeno kreiranje originalnog modela zasnovanog na metodama višekriterijumskega odlučivanja u integraciji sa teorijom fuzzy logike. Različiti pristupi su integrirani u jedinstven model koji treba da obezbedi adekvatnu podršku pri donošenju odluka o potrebnom broju parkirališta za vozila sa opasnom robom i njihovom rasporedu u okviru mreže puteva IA Republike Srbije.

Dalje, u narednoj fazi je pristupljeno izradi testova verifikacije. U okviru ove faze izvršena je komparativna analiza sa postojećim metodama u cilju verifikacije razvijenog modela i stavljen fokus na promenu značaja ulaznih parametara koji u svakom procesu donošenja odluka imaju veliku važnost, te poračunati statistički testovi korelacije i odstupanje od inicijalnog modela.

Na kraju ključnog dela prve faze istraživanja izvršeno je elaboriranje zaključnih razmatranja koja podrazumevaju utvrđivanje pravaca daljih istraživanja u oblasti i koja su direktno vezana za ovu doktorsku disertaciju i sledeću fazu istraživanja.

U ključnoj fazi dva istraživanja, integrisana je fuzzy VKO metodologija bazirana na Z brojevima pomoću koje je izvršeno vrednovanje potencijalnih lokacija za parkiranje vozila sa opasnom robom, sa GIS modelom ([Zhang i dr. 2000; Huang, 2006; Ak i dr 2020](#)) u cilju preventivnog delovanja zaštite životne sredine. Dijagram istraživanja koji u kratkim crtama opisuje kompletan tok izvršenog studioznog rada vezanog za navedenu problematiku dat je na slici 4.



Slika 4. Faze istraživanja drugog dela sa opisom najvažnijih delova

Na slici 4 tok istraživanja je predstavljen kroz devet faza koje predstavljaju nastavak na prethodnu fazu istraživanja (Smiljanić et al. 2024) u kojoj je razvijen novi fuzzy VKO Z model za vrednovanje potencijalnih lokacija na mreži autoputeva u Republici Srbiji. Najpre su definisane 95 potencijalno prihvatljive lokacije na mreži autoputeva i relevantni kriterijumi za njihovo vrednovanje. Zatim je razvijen novi Fuzzy PIPRECIA Z model kako bi se proračunale težine kriterijuma uvažavajući neizvesnosti koje se pojavljuju u donošenju odluka. Pošto je reč o grupnom odlučivanju u kojem je proračunato više modela, odnosno za svakog uključenog eksperta posebno je primenjen fuzzy Dombi operator za dobijanje konačnih fuzzy vrednosti. Nakon toga je primenom Fuzzy MARCOS Z modela po deonicama definisano ukupno 28 pogodnih lokacija od 95 koliko je razmatrano. S ovim delom je završena prva studija od ukupne dve (ključna faza jedan).

Nakon toga u radu je izvršeno formiranje ukupno 32 scenarija (po 16 za oba smera) od pomenutih 28 lokacija duž mreže autoputeva u Republici Srbiji. Pri formiraju scenarija uvažen je kriterijum da najmanja udaljenost između dve lokacije za parkiranje vozila sa opasnom robom bude 50 km. Formirana scenarija su dalje vrednovana primenom GIS modela, ali na bazi težina koje su prethodno proračunate sa Fuzzy PIPRECIA Z metodom, te su dobijene ukupne sume vrednosti za svaki scenario posebno. Nakon toga predloženi su scenariji za usvajanje od strane nadležnih državnih organa.

Dragan Smiljanić, Fuzzy višekriterijumska metoda za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu

4.2. OPIS PROBLEMA

Nacionalnim propisima Republike Srbije u članu 46. stav 13. Zakona o transportu opasne robe, propisano je da ministar nadležan za poslove saobraćaja, uz saglasnost ministra nadležnog za unutrašnje poslove, određuje mesto na javnom putu i uslove pod kojima mogu da se parkiraju vozila za transport opasne robe radi otklanjanja nedostataka, isključenja iz saobraćaja i kontrole transporta opasne robe. Pošto ovaj podzakonski akt nije još propisan, predlažu se sledeći minimalni uslovi za parkiralište za vozila sa opasnom robom i uslovi pod kojima se mogu parkirati vozila.

Predloženi minimalni uslovi za parkiralište za vozila sa opasnom robom su:

- prostor izdvojen van kolovoza,
- dimenzije parking mesta odgovaraju vrsti i dimenziji vozila,
- parking prostor obeležen adekvatnom saobraćajnom signalizacijom,
- parking mesta za vozila sa opasnom robom odvojena od parking mesta za ostala vozila,
- u blizini ne postoje kanalizacioni otvori za odvođenje atmosferskog taloga, jame ili otvoreni kanali za kablove i cevovode,
- prostor pod video nadzorom,
- lokacija opremljena odgovarajućom protivpožarnom opremom i
- prostor opremljen drenažnim sistemom za sakupljanje u slučaju isticanja ili nekog drugog oblika oslobođanja opasnih materija.

Uslovi pod kojima se mogu parkirati vozila sa opasnom robom su:

- najmanje 2 m rastojanja sa bočne strane u odnosu na drugo vozilo ili prepreku (zona opasnosti 1),
- najmanje 2,5 m rastojanja ispred i iza vozila u odnosu na drugo vozilo ili prepreku,
- ulazak i izlazak sa parking mesta sprovoditi isključivo vožnjom unapred,
- parkirati vozilo tako da zauzima samo jedno parking mesto predviđeno za tu vrstu vozila,
- zabrana pušenja i upotrebe elektronskih cigareta ili sličnih uređaja i
- zabrana upotrebe vatre i svetlosnih izvora sa otvorenim plamenom.

4.3. DEFINISANJE PARAMETARA - UTICAJNI KRITERIJUMI I POTENCIJALNE LOKACIJE

Određivanje lokacija parkirališta za vozila sa opasnom robom je sprovedeno na mreži puteva IA reda – autoputeva na teritoriji Republike Srbije. Na osnovu diskusije sa ekspertima iz oblasti i pregleda literature, koja nije obimna sa aspekta razmatranog problema, definisani su kriterijumi na osnovu kojih su vrednovane lokacije za parkiranje vozila sa opasnom robom. Definisani su sledeći kriterijumi:

- C1 - udaljenost naseljenih mesta,
- C2 - zaštita životne sredine i udaljenost vodenih tokova,
- C3 - materijalna dobra (industrijski, komunalni, javni i drugi objekti) i
- C4 - raspoloživa infrastruktura.

Udaljenost naseljenih mesta je kriterijum koji je potencijalno nezaobilazan u ovakvim istraživanjima, jer je upravo cilj da se tokovi opasnih roba odvijaju na mestima koja su potencijalno manje naseljena kao što je to elaborirano u ([Milovanović, 2012](#)), i da se vozila sa opasnom robom zaustavljaju na mestima koja su potencijalno što dalja od naseljenih mesta, a naročito od gusto naseljenih mesta. U ovom istraživanju potencijalne lokacije na autoputu IA reda se modeliraju na takav način da su pogodnije lokacije koje su više udaljene od naseljenih mesta.

Slična situacija je sa drugim kriterijumom koji se modelira na isti način odnosno da su udaljenosti vodenih tokova što veće u odnosu na posmatranu lokaciju označenu kao pogodnu za parkiranje vozila sa opasnom robom. S obzirom da može doći do curenja i izlivanja opasne materije potrebno je kroz preventivni inženjerинг kreirati sve mere da takvi slučajevi nemaju posledice po životnu sredinu. Najbolja prevencija je što veća udaljenost od vodenih tokova i drugih značajnih bioloških mesta.

Treći kriterijum podrazumeva materijalna dobra kao što su industrijski objekti, komunalni, javni i drugi objekti. Modeliranje ovog parametra se vrši na način da su poželjne vrednosti veće udaljenosti. Ovde je potrebno naglasiti da u poređenju sa običnim vrstama robe koje se ne smatraju opasnim, ovaj kriterijum ima suprotnu preferiranu vrednost. Kod običnih vrsta roba poželjno je da ovakvi objekti budu što bliže autoputu zbog saobraćajne povezanosti, utovarno-istovarnih i drugih operacija. Međutim, kada je reč o opasnoj robi, poželjno je da i ovi objekti budu što više udaljeni, zbog potencijalnog domino efekta.

Četvrti kriterijum podrazumeva stepen već izgrađene infrastrukture i ovaj parametar se modelira kao maksimalna preferirana vrednost koja se ogleda u tome da je najpogodnija lokacija koja ima najveći stepen izgrađenosti infrastrukture i za koju treba najmanje modifikacije i troškova da bi zadovoljila sve uslove i mogla biti parking za vozila koja prevoze opasnu robu.

Nakon određivanja suštinskih kriterijuma vrednovanja, kreiran je skup potencijalnih lokacija pogodnih za formiranje ADR parkirališta. Određeno je 95 potencijalna parkirališta koja ispunjavaju minimalne uslove za parkiranje teretnih vozila sa opasnom robom. Spisak svih lokacija po deonicama i geografskim koordinatama dat je u prilogu. U obzir su uzeta postojeća parkirališta i odmorišta, stanice za naplatu putarine, stanice za snabdevanje gorivom i potencijalna parkirališta po plansko-tehničkoj dokumentaciji nadležnih institucija, što je prikazano na [slici 5.](#)



Slika 5. Mreža autoputeva u Srbiji sa 95 potencijalne lokacije

Lokacije potencijalnih parkirališta za vozila sa opasnom robom su podeljene po deonicama na mreži puteva IA reda, jer se radi o najfrenkventijim i putevima najvećeg prioriteta i kategorije. Ukupno ima šest deonica i potencijalne parking površine za vozila sa opasnom robom su date u nastavku po deonicama. Ekspertskom ocenom je definisan kriterijum da je potrebno minimalno jedno parkiralište na 80 km puta. Na osnovu toga je određen broj parkirališta po deonicama u tabeli 5 koji treba da bude izvršen primenom novog F-PIPRECIA-Z i F-MARCOS-Z modela.

Dragan Smiljanić, Fuzzy višekriterijumska model za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu

Tabela 5. Deonice autoputeva sa karakteristikama i potrebnim brojem lokacija

Deonica	Putni pravac	Dužina	Broj lokacija po smeru	Ukupno
D1	granični prelaz Batrovci - Beograd	110 km	2	4
D2	Beograd - Niš	238 km	3	6
D3	granični prelaz Horgoš - Beograd	210 km	3	6
D4	Niš - granični prelaz Preševo	155 km	2	4
D5	Niš - granični prelaz Gradina	109 km	2	4
D6	Beograd - Pakovraće	142 km	2	4
Σ		964 km		28

4.4. OPIS EKSPERATA UKLJUČENIH U ISTRAŽIVANJE

Kao što je već naglašeno, reč je grupnom donošenju odluka u kojem je učestvovalo osam eksperata iz oblasti što je prikazano u [tabeli 6](#), dok je na [slici 6](#) prikazano njihovo procentualno učešće u odnosu na strukturu karakteristika. Današnje odluke vezane za različite segmente privrednog ili naučnog razvoja se donose uz uvažavanje većeg broja donosioca odluka u grupnom procesu odlučivanja, pa je u okviru ovog istraživanja i ova norma i praksa ispoštovana. Bitno je naglasiti da je početnoj fazi odlučivanja u kojem su određivane značajnosti kriterijuma učestvovalo osam eksperata, dok je u drugoj fazi ocenjivanja potencijalnih lokacija bilo sedam. Jedan ekspert je zbog ličnih razloga bio onemogućen da nastavi svoje učešće u grupnom donošenju odluka.



RAZVOJ MODELA ZA ODREĐIVANJE LOKACIJA ZA PARKIRANJE VOZILA SA OPASNOM ROBOM



Tabela 6. Karakteristike eksperata

	Profesija	Obrazovanje	Radno iskustvo	Institucija zaposlenja
E1	Univerzitetski profesor	Saobraćajni inženjer	17	FTN NS
E2	Univerzitetski profesor	Saobraćajni inženjer	14	FTN NS
E3	Univerzitetski asistent	Saobraćajni inženjer	15	ATVSS Niš
E4	Zaposlen u privredi	Transport i logistika	22	Klaster opasne robe Srbije
E5	Zaposlen u privredi	Transport i logistika	24	GTORPKV
E6	Univerzitetski profesor	Saobraćajni inženjer	21	FTN NS
E7	Zaposlen u privredi	Logistika	19	GTORPKV
E8	Univerzitetski profesor	Saobraćajni inženjer	16	SF Doboј

FTN NS - Fakultet tehničkih nauka Novi Sad,

ATVSS Niš - Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija Niš,

GTORPKV - Grupacija za transport opasne robe Privredne komore Vojvodine,

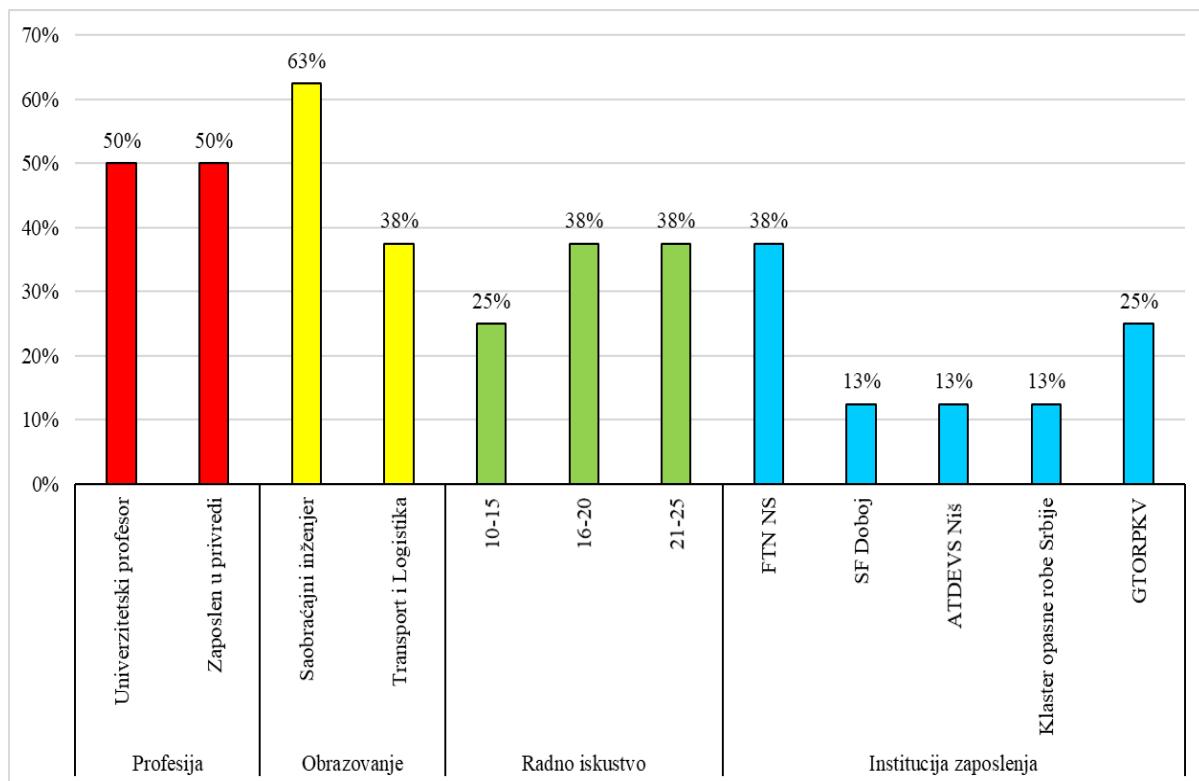
SF - Saobraćajni fakultet Doboј,

Svi ekspertri poseduju sertifikat savetnika za bezbednost u transportu opasne robe.

Ekspertri su univerzitetski profesori, asistenti ili zaposleni u privrednom sistemu u kompanijama čija se primarna delatnost odnosi na opasne materije. Bitno je naglasiti da je izbor eksperata izvršen uz kriterijum da imaju više od 10 godina iskustva u oblasti transporta opasne robe. Na [grafikonu 1](#) takođe je dat pregled institucija u kojima su ekspertri zaposleni. Svi su iz oblasti transporta, saobraćaja i logistike.

Kada je u pitanju procenat učešća eksperata sa aspekta profesije može se videti podjednaka zastupljenost univerzitetskih radnika i zaposlenih u privrednom sistemu, dok je ta struktura sa aspekta obrazovanja nešto drugačija. Kada se posmatra kriterijum radno iskustvo po 38% su ekspertri sa 16-20 i 20-25 godina iskustva, te 25% onih sa iskustvom 10-15 godina. Najveći procenat (38%) je zaposlen na FTN, a sledi GTORPKV sa 25%, dok su ostale institucije manje zastupljene, sa po 13%, SF, Klaster opasne robe Srbije i ATVSS Niš.

Dragan Smiljanić, Fuzzy višekriterijumska model za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu



Grafikon 1. Struktura eksperata uključenih u istraživanje

4.5. PRORAČUN TEŽINA KRITERIJUMA PRIMENOM FUZZY PIPRECIA Z METODE I FUZZY DOMBI AGREGATORA

Ovaj deo rada se odnosi na proračun težina kriterijuma na osnovu proširene Fuzzy PIPRECIA metode sa Z brojevima i fuzzy Dombi agregatorom za osrednjavanje težina. Najpre su eksperti izvršili ocenjivanje značaja kriterijuma primenom lingvističkih skala, posebno za korake F-PIPRECIA-Z, a posebno za inveznu F-PIPRECIA-Z metodu (tabela 7).

Dragan Smiljanić, *Fuzzy višekriterijumska model za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom*, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu

Tabela 7. Ocenjivanje kriterijuma za vrednovanje lokacija za ADR parking

F-PIPRECIA-Z			Inverse F-PIPRECIA-Z		
E1	TFN \tilde{A}	TFN \tilde{B}	E1	TFN \tilde{A}	TFN \tilde{B}
C1	-		C4	-	
C2	(0.5,0.67,1)	H	C3	(1.1,1.15,1.2,)	VH
C3	(0.33,0.4,0.5)	H	C2	(1.3,1.45,1.5,)	H
C4	(1.2,1.3,1.35)	VH	C1	(0.67,1,1,)	VH
E2	TFN \tilde{A}	TFN \tilde{B}	E2	TFN \tilde{A}	TFN \tilde{B}
C1	-		C4	-	
C2	(0.4,0.5,0.67,)	VH	C3	(1.2,1.3,1.35,)	VH
C3	(0.67,1,1,)	VH	C2	(1.1,1.15,1.2,)	VH
C4	(1.2,1.3,1.35,)	VH	C1	(0.4,0.5,0.67,)	S
E3	TFN \tilde{A}	TFN \tilde{B}	E3	TFN \tilde{A}	TFN \tilde{B}
C1	-		C4	-	
C2	(0.5,0.67,1,)	VH	C3	(1.1,1.15,1.2,)	H
C3	(1.2,1.3,1.35,)	VH	C2	(0.4,0.5,0.67,)	M
C4	(1.3,1.45,1.5,)	H	C1	(0.33,0.4,0.5,)	H
E4	TFN \tilde{A}	TFN \tilde{B}	E4	TFN \tilde{A}	TFN \tilde{B}
C1	-		C4	-	
C2	(0.5,0.67,1,)	H	C3	(1.1,1.15,1.2,)	H
C3	(0.4,0.5,0.67,)	M	C2	(1.2,1.3,1.35,)	H
C4	(0.4,0.5,0.67,)	H	C1	(1.2,1.3,1.35,)	H
E5	TFN \tilde{A}	TFN \tilde{B}	E5	TFN \tilde{A}	TFN \tilde{B}
C1	-		C4	-	
C2	(1.3,1.45,1.5,)	VH	C3	(0.33,0.4,0.5,)	VH
C3	(0.4,0.5,0.67,)	M	C2	(1.2,1.3,1.35,)	H

Dragan Smiljanić, Fuzzy višekriterijumska model za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu



RAZVOJ MODELA ZA ODREĐIVANJE LOKACIJA ZA PARKIRANJE VOZILA SA OPASNOM ROBOM



C4	(1.5,1.75,1.8,)	H	C1	(0.25,0.29,0.33,)	M
E6	TFN \tilde{A}	TFN \tilde{B}	E6	TFN \tilde{A}	TFN \tilde{B}
C1	-		C4	-	
C2	(0.67,1,1,)	H	C3	(1.1,1.15,1.2,)	VH
C3	(1,1,1.05,)	H	C2	(0.67,1,1,)	VH
C4	(1.1,1.15,1.2,)	VH	C1	(1.1,1.15,1.2,)	H
E7	TFN \tilde{A}	TFN \tilde{B}	E7	TFN \tilde{A}	TFN \tilde{B}
C1	-		C4	-	
C2	(1.1,1.15,1.2,)	VH	C3	(0.67,1,1,)	VH
C3	(0.5,0.67,1,)	M	C2	(1.1,1.15,1.2,)	VH
C4	(1,1,1.05,)	H	C1	(1.1,1.15,1.2,)	H
E8	TFN \tilde{A}	TFN \tilde{B}	E8	TFN \tilde{A}	TFN \tilde{B}
C1	-		C4	-	
C2	(0.33,0.4,0.5,)	H	C3	(1.3,1.45,1.5,)	VH
C3	(0.33,0.4,0.5,)	H	C2	(1.3,1.45,1.5,)	H
C4	(1.1,1.15,1.2,)	VH	C1	(0.5,0.67,1,)	VH

Nakon predstavljanja podataka ocenjivanja sa TFNs i verovatnoće pojave prve komponente Z broja pristupa se transformaciji Z broja u TFN na sledeći način.

Ako uzmemmo primer F-PIPRECIA-Z za prvog eksperta za C2 onda je: Z broj $\tilde{A}=(0.5,0.67,1,)$ i $\tilde{B}=H$ ((0.55, 0.75, 0.95)). Onda je $\alpha=0.750$ i konvertovani TFN $(0.43,0.58,0.87,)$ je proračunat kao što sledi $(\sqrt{0.750} \times 0.5, \sqrt{0.750} \times 0.67, \sqrt{0.750} \times 1)$. Nakon kompletног procesa konvertovanja Z brojeva u TFNs dobijene su sledeće vrednosti za F-PIPRECIA-Z metodu, nakon čega se primenjuju njeni koraci.

$$\begin{array}{ll} (E_1): & (E_2): \\ C_2 = (0.43, 0.58, 0.87), & C_2 = (0.39, 0.48, 0.64), \\ C_3 = (0.29, 0.35, 0.43), & C_3 = (0.64, 0.97, 0.97), \\ C_4 = (1.16, 1.26, 1.30), & C_4 = (1.16, 1.26, 1.30), \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} (E_3): & (E4): \\ C_2 = (0.48, 0.64, 0.97), & C_2 = (0.43, 0.58, 0.87) \\ C_3 = (1.16, 1.26, 1.30), & C_3 = (0.28, 0.35, 0.47) \\ C_4 = (1.13, 1.26, 1.30), & C_4 = (0.35, 0.43, 0.58) \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} (E_5): & (E6): \\ C_2 = (1.26, 1.4, 1.45), & C_2 = (0.58, 0.87, 0.87), \\ C_3 = (0.28, 0.35, 0.47), & C_3 = (0.87, 0.87, 0.91), \\ C_4 = (1.3, 1.52, 1.56), & C_4 = (1.06, 1.11, 1.16), \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} (E_7): & (E8): \\ C_2 = (1.06, 1.11, 1.16), & C_2 = (0.29, 0.35, 0.43) \\ C_3 = (0.35, 0.47, 0.71), & C_3 = (0.29, 0.35, 0.43) \\ C_4 = (0.87, 0.87, 0.91), & C_4 = (1.06, 1.11, 1.16) \end{array}$$

Bitno je naglasiti da je izvršen proračun osam modela, što podrazumeva po jedan model za svakog donosioca odluke. U nastavku je prikazan primer proračuna težinskih koeficijenata nakon primene F-PIPRECIA-Z metode za E1.

$$k_1 = (1.000, 1.000, 1.000)$$

$$k_2 = (2 - 0.87, 2 - 0.58, 2 - 0.43) = (1.134, 1.423, 1.567)$$

$$k_3 = (2 - 0.43, 2 - 0.35, 2 - 0.29) = (1.567, 1.654, 1.711)$$

$$k_4 = (2 - 1.30, 2 - 1.26, 2 - 1.16) = (0.696, 0.744, 0.841)$$

$$q_1 = (1.000, 1.000, 1.000), \quad q_2 = \left(\frac{1.000}{1.567}, \frac{1.000}{1.423}, \frac{1.000}{1.134} \right) = (0.638, 0.703, 0.882)$$

$$q_3 = \left(\frac{0.638}{1.711}, \frac{0.703}{1.654}, \frac{0.882}{1.567} \right) = (0.373, 0.425, 0.563)$$

$$q_4 = \left(\frac{0.373}{0.841}, \frac{0.425}{0.744}, \frac{0.563}{0.696} \right) = (0.373, 0.425, 0.563)$$

Da bi se izračunali težinski koeficijenti potrebno je sumirati elemente prethodne matrice, pa su dobijene sledeće vrednosti (2.45, 2.7, 3.25)

$$w_1 = \left(\frac{1.000}{3.253}, \frac{1.000}{2.699}, \frac{1.000}{2.455} \right) = (0.307, 0.370, 0.407)$$

$$w_2 = \left(\frac{0.638}{3.253}, \frac{0.703}{2.699}, \frac{0.882}{2.455} \right) = (0.196, 0.260, 0.359)$$

$$w_3 = \left(\frac{0.373}{3.253}, \frac{0.425}{2.699}, \frac{0.563}{2.455} \right) = (0.115, 0.157, 0.229)$$

$$w_4 = \left(\frac{0.444}{3.253}, \frac{0.571}{2.699}, \frac{0.809}{2.455} \right) = (0.136, 0.212, 0.330)$$

Kompletan proračun i rezultati za prvog eksperta, prikazani su u [tabeli 8.](#)

Tabela 8. Rezultati F-PIPRECIA-Z metode za E1

	s_j	k_j	q_j	w_j
C1		(1,1,1)	(1,1,1)	(0.31,0.37,0.41)
C2	(0.43,0.58,0.87)	(1.13,1.42,1.57)	(0.64,0.7,0.88)	(0.2,0.26,0.36)
C3	(0.29,0.35,0.43)	(1.57,1.65,1.71)	(0.37,0.43,0.56)	(0.11,0.16,0.23)
C4	(1.16,1.26,1.3)	(0.7,0.74,0.84)	(0.44,0.57,0.81)	(0.14,0.21,0.33)
Σ			(2.45,2.7,3.25)	
	s_j'	k_j'	q_j'	w_j'
C1	(1.06,1.11,1.16)	(0.84,0.89,0.94)	(0.9,1.46,1.64)	(0.18,0.31,0.47)
C2	(1.13,1.26,1.3)	(0.7,0.74,0.87)	(0.84,1.3,1.38)	(0.17,0.27,0.4)
C3	(0.64,0.97,0.97)	(1.03,1.03,1.36)	(0.74,0.97,0.97)	(0.15,0.2,0.28)
C4		(1,1,1)	(1,1,1)	(0.2,0.21,0.29)
Σ			(3.48,4.73,4.99)	

Isti proces je primenjen i za ostalih sedam eksperata, pa su dobijeni težinski koeficijenti za sva četiri kriterijuma prikazani u nastavku za svakog eksperta posebno. Naglašava se da je izvršen poseban proračun za svakog donosioca odluke kako bi nakon toga bile definisane konačne vrednosti kriterijuma.

$$(E_1): \quad (E_2): \\ \vec{w}_1 = (0.24, 0.34, 0.44), \quad \vec{w}_1 = (0.25, 0.3, 0.37), \\ \vec{w}_2 = (0.18, 0.27, 0.38), \quad \vec{w}_2 = (0.18, 0.21, 0.27), \\ \vec{w}_3 = (0.13, 0.18, 0.25), \quad \vec{w}_3 = (0.15, 0.19, 0.24), \\ \vec{w}_4 = (0.17, 0.21, 0.31), \quad \vec{w}_4 = (0.23, 0.3, 0.37),$$

$$(E_3): \quad (E_4): \\ \vec{w}_1 = (0.16, 0.2, 0.25), \quad \vec{w}_1 = (0.27, 0.35, 0.41) \\ \vec{w}_2 = (0.13, 0.17, 0.24), \quad \vec{w}_2 = (0.22, 0.28, 0.37) \\ \vec{w}_3 = (0.19, 0.25, 0.35), \quad \vec{w}_3 = (0.17, 0.21, 0.27) \\ \vec{w}_4 = (0.28, 0.38, 0.52), \quad \vec{w}_4 = (0.14, 0.16, 0.21)$$

$$(E_5): \quad (E_6): \\ \vec{w}_1 = (0.14, 0.16, 0.21), \quad \vec{w}_1 = (0.23, 0.28, 0.34), \\ \vec{w}_2 = (0.21, 0.27, 0.35), \quad \vec{w}_2 = (0.18, 0.24, 0.30), \\ \vec{w}_3 = (0.16, 0.20, 0.26), \quad \vec{w}_3 = (0.20, 0.23, 0.29), \\ \vec{w}_4 = (0.27, 0.37, 0.52), \quad \vec{w}_4 = (0.21, 0.25, 0.31),,$$

$$(E_7): \quad (E_8): \\ \vec{w}_1 = (0.21, 0.28, 0.32), \quad \vec{w}_1 = (0.28, 0.40, 0.58) \\ \vec{w}_2 = (0.25, 0.30, 0.36), \quad \vec{w}_2 = (0.18, 0.24, 0.34) \\ \vec{w}_3 = (0.19, 0.23, 0.29), \quad \vec{w}_3 = (0.12, 0.16, 0.23) \\ \vec{w}_4 = (0.17, 0.20, 0.25), \quad \vec{w}_4 = (0.16, 0.20, 0.25)$$

U cilju dobijanja osrednjjenih vrednosti težinskih koeficijenata nakon F-PIPRECIA-Z metode primenjen je Fuzzy Dombi agregator ([Saha i dr. 2022; Jana & Pal, 2023](#)) na sledeći način:

$$FDO = (w_1^l, w_1^m, w_1^u) = \begin{cases} w_1^l = \frac{\sum_{j=1}^n (w_j^l)}{1 + \left\{ \sum_{j=1}^n w_j^l \left(\frac{1-f(w_j^l)}{f(w_j^l)} \right)^\rho \right\}^{1/\rho}} = \\ \frac{1.785}{1 + \left(\frac{0.125 \times \frac{1-0.137}{0.137}}{0.137} \right) + \left(\frac{0.125 \times \frac{1-0.138}{0.138}}{0.138} \right) + \left(\frac{0.125 \times \frac{1-0.089}{0.089}}{0.089} \right) + \dots + \left(\frac{0.125 \times \frac{1-0.159}{0.159}}{0.159} \right)} = 0.211 \\ w_1^m = \frac{\sum_{j=1}^n (w_j^m)}{1 + \left\{ \sum_{j=1}^n w_j^m \left(\frac{1-f(w_j^m)}{f(w_j^m)} \right)^\rho \right\}^{1/\rho}} = \\ \frac{2.297}{1 + \left(\frac{0.125 \times \frac{1-0.148}{0.148}}{0.148} \right) + \left(\frac{0.125 \times \frac{1-0.130}{0.130}}{0.130} \right) + \left(\frac{0.125 \times \frac{1-0.087}{0.087}}{0.087} \right) + \dots + \left(\frac{0.125 \times \frac{1-0.174}{0.174}}{0.174} \right)} = 0.266 \\ w_1^u = \frac{\sum_{j=1}^n (w_j^u)}{1 + \left\{ \sum_{j=1}^n w_j^u \left(\frac{1-f(w_j^u)}{f(w_j^u)} \right)^\rho \right\}^{1/\rho}} = \\ \frac{2.919}{1 + \left(\frac{0.125 \times \frac{1-0.151}{0.151}}{0.151} \right) + \left(\frac{0.125 \times \frac{1-0.127}{0.127}}{0.127} \right) + \left(\frac{0.125 \times \frac{1-0.084}{0.084}}{0.084} \right) + \dots + \left(\frac{0.125 \times \frac{1-0.200}{0.200}}{0.200} \right)} = 0.333 \end{cases}$$

Dragan Smiljanić, Fuzzy višekriterijumska model za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu

gde je $f((\varphi_1))$:

$$f((\varphi_1)) = \begin{cases} f((\varphi_1)^l) = \frac{(\varphi_1)^l}{\sum_{i=1}^8 (\varphi_i)^l} = \frac{0,244}{1.785} = 0.137; \\ f((\varphi_1)^m) = \frac{(\varphi_1)^m}{\sum_{i=1}^8 (\varphi_i)^m} = \frac{0.340}{2.297} = 0.148. \\ f((\varphi_1)_u) = \frac{(\varphi_1)_u}{\sum_{i=1}^8 (\varphi_i)_u} = \frac{0.439}{2.919} = 0.151; \end{cases}$$

Za ostale elemente ponovljen je isti proračun, te su finalne vrednosti kriterijuma nakon svih koraka F-PIPRECIA-Z i Fuzzy Dombi aggregatora:

$$\begin{aligned}\overset{\circ}{w}_1 &= (0.211, 0.266, 0.333) \\ \overset{\pm}{w}_2 &= (0.184, 0.240, 0.316) \\ \overset{\mp}{w}_3 &= (0.159, 0.203, 0.268) \\ \overset{\pm}{w}_4 &= (0.191, 0.238, 0.311)\end{aligned}$$

Konačan rang kriterijuma prema značajnosti za određivanje lokacija za parking vozila sa opasnom robom je $w_1 > w_2 > w_4 > w_3$, što znači da je udaljenost naseljenih mesta najznačajniji kriterijum, a materijalna dobra najmanje značajan. Bitno je napomenuti, posmatrajući konačne vrednosti kriterijuma da ne postoji velika razlika u njihovoj međusobnoj vrednosti, što implica da svi imaju veliku važnost u određivanju lokacija za parkiranje vozila sa opasnom robom. Ovakvi rezultati vrednosti težinskih koeficijenata pokazuju detaljnost i verodostojnost eksperata uključenih u istraživanje, ali i verodostojnost primenjene metodologije koja u obzir uzima ocene i verovatnoće datih ocena eksperata i na taj način svodi iste na preciznu vrednost. Generalno posmatrajući najvažniji kriterijum C1 sa crisp vrednošću od 0.268 je važniji za oko 10% od drugog i četvrtog kriterijuma C2 i C4 koji imaju vrednost 0.244 odnosno 0.243, dok je u odnosu na C3 (0.206) kriterijum C1 značajniji za oko 30%.

4.6. IZBOR LOKACIJA ZA PARKIRANJE VOZILA SA OPASNOM ROBOM PRIMENOM FUZZY MARCOS Z METODE I FUZZY DOMBI AGREGATORA

U ovom delu rada prikazani su rezultati koje se odnose na izbor 28 najpogodnijih lokacija za parkiranje vozila sa opasnom robom. Kao što je napomenuto ukupno je razmatrano 95 lokacija na šest deonica autoputa u dva putna pravca, što znači da je bilo potrebno kreirati 12 nezavisnih VKO modela. Zbog nemogućnosti prikaza svih 12 modela u radu, detaljno je prikazan proračun za deonicu D1 na putnom pravcu granični prelaz Batrovci - Beograd dužine 110 km, smer ka Beogradu, i za S2 na putnom pravcu Beograd - Niš, smer ka Nišu takođe, dok su za ostale deonice prikazani samo konačni rezultati. U tabeli 9 date su ocene sa Z brojevima od strane sedam eksperata za deonicu D1 na putnom pravcu granični prelaz Batrovci - Beograd.

Tabela 9. Proces ocenjivanja od strane eksperata za deonicu D1 na putnom pravcu granični prelaz Batrovci – Beograd

E1										E2									
		C1		C2		C3		C4				C1		C2		C3		C4	
A1	VD	V	L	V	S	M	VL	VV	VD	VV	S	V	L	VM	VL	V			
A2	D	V	VL	V	SL	VV	L	S	D	M	S	M	S	S	D	S			
A3	VD	V	L	VV	D	VV	SL	S	D	V	SD	VV	SL	S	D	M			
A4	VD	VV	VD	VV	ED	S	D	VV	VD	VV	D	M	SD	V	S	S			
A5	L	VV	VD	M	SL	S	L	V	SD	V	D	V	S	VM	VD	V			
A6	D	V	VD	S	VD	VV	VD	VV	D	VV	SD	M	VD	VV	SL	M			
A7	VL	V	D	V	SL	S	VD	V	L	VV	D	V	S	V	L	VV			
A8	VD	V	D	S	EL	V	D	S	VD	VM	D	S	L	VV	VD	V			
A9	D	V	VD	VV	VD	V	VD	V	SL	VM	ED	VV	EL	M	L	VM			
A10	L	VV	S	V	EL	VV	D	V	L	VV	S	V	EL	VV	D	V			
E3										E4									
		C1		C2		C3		C4				C1		C2		C3		C4	
A1	D	V	SL	S	S	V	L	V	V	V	V	L	V	D	S	L	S		
A2	D	V	SD	S	SL	V	D	V	S	V	L	V	D	S	D	S			
A3	D	V	SD	V	SL	V	VD	VV	S	V	SL	V	D	S	D	S			
A4	VD	V	VD	V	SD	S	SD	V	S	VV	S	S	D	V	L	S			
A5	SD	S	SL	V	SL	S	SD	V	SL	VV	S	S	D	S	D	S			

Dragan Smiljanić, Fuzzy višekriterijumska metoda za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu



RAZVOJ MODELA ZA ODREĐIVANJE LOKACIJA ZA PARKIRANJE VOZILA SA OPASNOM ROBOM



A6	D	V	SL	V	D	V	VD	V	S	V	S	S	D	V	L	S		
A7	SD	V	D	V	SL	S	VD	V	L	V	S	V	D	V	L	S		
A8	D	S	S	V	SD	V	D	V	SL	S	S	V	SL	S	L	S		
A9	SL	V	D	S	SL	V	D	V	SL	V	S	V	D	V	L	S		
A10	L	V	SL	S	SL	V	S	S	VL	VV	S	V	L	S	SL	V		
E5								E6										
	C1		C2		C3		C4			C1		C2		C3		C4		
A1	SD	V	EL	V	S	S	S	S	VD	V	VD	V	L	V	VD	V		
A2	S	V	L	VV	SL	V	SL	V	VD	V	VD	V	L	V	VD	V		
A3	S	V	SL	V	SD	V	S	V	VD	V	VD	V	L	V	VD	V		
A4	SD	S	S	S	D	V	SD	V	VD	VV	VD	V	VD	VV	ED	VV		
A5	S	V	S	S	L	S	S	VV	VD	V	VD	V	L	V	VD	V		
A6	SL	V	SD	V	VD	V	D	V	VD	VV	VD	VV	VD	VV	VD	VV		
A7	S	V	D	S	SL	V	D	S	VD	VV	VD	VV	VD	VV	VD	VV		
A8	SD	S	D	V	L	S	SD	V	D	V	VD	VV	S	V	VD	VV		
A9	S	V	D	V	VD	V	D	S	VD	VV	VD	VV	VD	VV	VD	VV		
A10	L	VV	S	V	L	V	VD	S	VL	VV	VL	VV	VL	VV	VD	VV		
E7																		
	C1			C2			C3				C2			C3			C4	
A1	VD	S	S	V	L	VV	S	S	S	VD	VV	S	S	S	S	S		
A2	VD	VV	SL	V	SL	S	SD	S	SD	V	SD	S	SD	S	SD	V		
A3	VD	VV	SL	V	SL	S	SD	S	SD	V	SD	S	SD	S	SD	V		
A4	VD	VV	SL	V	SL	S	VD	S	SD	V	SD	S	SD	S	SD	V		
A5	VD	VV	SL	V	SL	S	SL	S	SD	V	SD	S	SD	S	SD	V		
A6	D	V	SL	V	V	D	S	S	S	SD	V	S	S	S	S	V		
A7	L	V	SL	V	V	S	V	S	V	SD	V	S	S	S	S	V		
A8	D	S	SL	V	V	L	VV	D	V	SD	V	D	D	V	D	V		
A9	SL	S	SL	V	V	D	S	S	S	SD	V	D	D	V	D	V		
A10	VL	V	SL	S	S	VL	VV	VV	VL	VL	VV	L	VV	L	S	S		

Dragan Smiljanić, Fuzzy višekriterijumski model za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu



RAZVOJ MODELA ZA ODREĐIVANJE LOKACIJA ZA PARKIRANJE VOZILA SA OPASNOM ROBOM



Ocenjivanje lokacija za parkiranje vozila sa opasnom robom koje su prikazane kao alternative u [Tabeli 9](#) je sprovedeno primenom sledećih lingvističkih oznaka:

- EL - ekstremno loše,
- VL - veoma loše,
- L - loše,
- SL - srednje loše,
- S - srednje,
- SD - srednje dobro,
- D - dobro,
- VD - veoma dobro i
- ED - ekstremno dobro.

Verovatnoće su prikazane u [Tabeli 2](#), a odnose se na VM - veoma mala, M - mala, S - srednja, V - velika i VV - veoma velika verovatnoća.

Tabela 10. Ocene u Z brojevima za potencijalne lokacije za deonicu D1 na putnom pravcu granični prelaz Batrovci – Beograd za prvi kriterijum od strane E1

	TFN A					TFN B				α	Z broj		
	C1					C1					C1		
A1	VD	7	7	9	V	0.55	0.75	0.95	0.750	6.06	6.06	7.79	
A2	D	5	7	7	V	0.55	0.75	0.95	0.750	4.33	6.06	6.06	
A3	VD	7	7	9	V	0.55	0.75	0.95	0.750	6.06	6.06	7.79	
A4	VD	7	7	9	VV	0.80	1.00	1.00	0.933	6.76	6.76	8.69	
A5	L	1	3	3	VV	0.80	1.00	1.00	0.933	0.97	2.90	2.90	
A6	D	7	7	9	V	0.55	0.75	0.95	0.750	6.06	6.06	7.79	
A7	VL	1	1	3	V	0.55	0.75	0.95	0.750	0.87	0.87	2.60	
A8	VD	7	7	9	V	0.55	0.75	0.95	0.750	6.06	6.06	7.79	
A9	D	5	7	7	V	0.55	0.75	0.95	0.750	4.33	6.06	6.06	
A10	L	1	3	3	VV	0.80	1.00	1.00	0.933	0.97	2.90	2.90	

Dragan Smiljanić, Fuzzy višekriterijumska model za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu



RAZVOJ MODELA ZA ODREĐIVANJE LOKACIJA ZA PARKIRANJE VOZILA SA OPASNOM ROBOM



Nakon predstavljanja ocena od strane ekperata u grupnom odlučivanju primenom lingivističkih promenljivih u nastavku je prikazana konverzija u Z brojeve i kompletan postupak dobijanja početne fuzzy matrice odlučivanja zasnovane na Z brojevima. U [tabelama 10-16](#) date su ocene ekperata nakon konverzije u Z brojeve i postupak date procedure.

Prema podacima iz [Tabele 10](#) prvi ekspert je ocenio alternative A1, A3, A4, A8 kao veoma dobre, ali sa različitim verovatnoćama: velika za A1, A3 i A8, dok je za alternativu A4 data velika verovatnoća. Kada su u pitanju alternative A2, A6 i A9 ocenjene su kao dobre sa velikom verovatnoćom za sve tri alternative. Lokacije označene kao A5 i A10 su vrednovane kao loše sa veoma velikom verovatnoćom, dok je lokacija A7 ocenjena kao loša sa velikom verovatnoćom.

Ako uzmemmo primer za prvog eksperta za C1 i A1 onda je:

$$Z \text{ broj } \tilde{A} = (7, 7, 9) \text{ i } \tilde{B} = V((0.55, 0.75, 0.95)).$$

Onda je $\alpha=0.750$ i konvertovani TFN $(6.06, 6.06, 7.79)$ je proračunat kao što sledi $(\sqrt{0.750} \times 7, \sqrt{0.750} \times 7, \sqrt{0.750} \times 9)$.

Tabela 11. Ocene u Z brojevima za potencijalne lokacije za deonicu D1 na putnom pravcu granični prelaz Batrovci – Beograd za prvi kriterijum od strane E2

	TFN A					TFN B					α	Z broj		
	C1					C1						C1		
A1	VD	7	7	9	VV	0.80	1.00	1.00	0.933	6.76	6.76	8.69		
A2	D	5	7	7	M	0.10	0.25	0.40	0.250	2.50	3.50	3.50		
A3	D	5	7	7	V	0.55	0.75	0.95	0.750	4.33	6.06	6.06		
A4	VD	7	7	9	VV	0.80	1.00	1.00	0.933	6.76	6.76	8.69		
A5	SD	5	5	7	V	0.55	0.75	0.95	0.750	4.33	4.33	6.06		
A6	D	3	5	5	VV	0.80	1.00	1.00	0.933	2.90	4.83	4.83		
A7	L	1	3	3	VV	0.55	0.75	0.95	0.750	0.87	2.60	2.60		
A8	VD	7	7	9	VM	0.00	0.00	0.20	0.067	1.81	1.81	2.32		
A9	SL	3	3	5	VM	0.00	0.00	0.20	0.067	0.77	0.77	1.29		
A10	L	1	3	3	VV	0.80	1.00	1.00	0.933	0.97	2.90	2.90		

Dragan Smiljanić, Fuzzy višekriterijumska model za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu

Prema podacima iz **Tabele 11** drugi ekspert je alternative A1, A4, i A8 vrednovao kao veoma dobre, ali sa različitim verovatnoćama: veoma velika za A1, i A4, dok je za alternativu A8 definisana veoma mala verovatnoća. Kada su u pitanju alternative A2, A3 i A6 ocenjene su kao dobre sa malom, velikom i veoma velikom verovatnoćom respektivno. Lokacija označena kao A5 je srednje dobra sa velikom verovatnoćom, A7 i A10 ocenjene kao loše sa veoma velikom verovatnoćom obe, a A9 je definisana kao srednje loša sa veoma malom verovatnoćom.

Ako uzmemo primer za drugog eksperta za C1 i A2 onda je:

$$Z \text{ broj } \tilde{A} = (5, 7, 7) \text{ i } \tilde{B} = M ((0.10, 0.25, 0.40)).$$

Onda je $\alpha=0.250$ i konvertovani TFN $(2.50, 3.50, 3.50)$ je proračunat kao što sledi $(\sqrt{0.250} \times 5, \sqrt{0.250} \times 7, \sqrt{0.250} \times 7)$.

Tabela 12. Ocene u Z brojevima za potencijalne lokacije za deonicu D1 na putnom pravcu granični prelaz Batrovci – Beograd za prvi kriterijum od strane E3

	TFN A					TFN B					α	Z broj	
	C1					C1						C1	
A1	D	5	7	7	V	0.55	0.75	0.95	0.750	4.33	6.06	6.06	
A2	D	5	7	7	V	0.55	0.75	0.95	0.750	4.33	6.06	6.06	
A3	D	5	7	7	V	0.55	0.75	0.95	0.750	4.33	6.06	6.06	
A4	VD	7	7	9	V	0.55	0.75	0.95	0.750	6.06	6.06	7.79	
A5	SD	5	5	7	S	0.30	0.50	0.70	0.500	3.54	3.54	4.95	
A6	D	5	7	7	V	0.55	0.75	0.95	0.750	4.33	6.06	6.06	
A7	SD	5	5	7	V	0.55	0.75	0.95	0.750	4.33	4.33	6.06	
A8	D	5	7	7	S	0.30	0.50	0.70	0.500	3.54	4.95	4.95	
A9	SL	3	3	5	V	0.55	0.75	0.95	0.750	2.60	2.60	4.33	
A10	L	1	3	3	V	0.55	0.75	0.95	0.750	0.87	2.60	2.60	



RAZVOJ MODELA ZA ODREĐIVANJE LOKACIJA ZA PARKIRANJE VOZILA SA OPASNOM ROBOM



Kada se posmatraju ocene predstavljene u [Tabeli 12](#) treći ekspert je dao najveću ocenu za lokaciju A4 koju je ocenio kao veoma dobru sa velikom verovatnoćom. Ostale lokacije su dobile niže ocene prema preferencijama trećeg eksperta. Alternative A1, A2, A3, A6 i A8 vrednovane su kao dobre, sa jednakim verovatnoćama (velika verovatnoća) za prve četiri pomenute alternative, dok je A8 data pripadajuća srednja verovatnoća. Posmatrajući lokacije A5 i A7 uočava se da su ocenjene sa kao srednje dobre sa srednjom odnosno velikom verovatnoćom. Preostale dve alternative A9 i A10 su vrednovane kao srednje loše i loše respektivno sa velikom verovatnoćom obe.

Ako se uzme primer za trećeg eksperta za C1 i A10 onda je:

$$Z \text{ broj } \tilde{A} = (1,3,3) \text{ i } \tilde{B} = V ((0.55, 0.75, 0.95)).$$

Onda je $\alpha=0.750$ i konvertovani TFN $(0.87, 2.60, 2.60)$ je proračunat kao što sledi $(\sqrt{0.750} \times 1, \sqrt{0.750} \times 3, \sqrt{0.750} \times 3)$.

Tabela 13. Ocene u Z brojevima za potencijalne lokacije za deonicu D1 na putnom pravcu granični prelaz Batrovci – Beograd za prvi kriterijum od strane E4

	TFN A					TFN B					α	Z broj		
	C1					C1						C1		
	VD	7	7	9	V	0.55	0.75	0.95	0.750	6.06	6.06	7.79		
A1	S	3	5	5	V	0.55	0.75	0.95	0.750	2.60	4.33	4.33		
A2	S	3	5	5	V	0.55	0.75	0.95	0.750	2.60	4.33	4.33		
A3	S	3	5	5	V	0.55	0.75	0.95	0.750	2.60	4.33	4.33		
A4	S	3	5	5	VV	0.80	1.00	1.00	0.933	2.90	4.83	4.83		
A5	SL	3	3	5	VV	0.80	1.00	1.00	0.933	2.90	2.90	4.83		
A6	S	3	5	5	V	0.55	0.75	0.95	0.750	2.60	4.33	4.33		
A7	L	1	3	3	V	0.55	0.75	0.95	0.750	0.87	2.60	2.60		
A8	SL	3	3	5	S	0.30	0.50	0.70	0.500	2.12	2.12	3.54		
A9	SL	3	3	5	V	0.55	0.75	0.95	0.750	2.60	2.60	4.33		
A10	VL	1	1	3	VV	0.80	1.00	1.00	0.933	0.97	0.97	2.90		

Dragan Smiljanić, Fuzzy višekriterijumska model za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu

Kada se posmatraju ocene predstavljene u [Tabeli 13](#) četvrti ekspert je dao najveću ocenu za lokaciju A1 koju je ocenio kao veoma dobru sa velikom verovatnoćom. Ostale lokacije su dobile niže ocene prema preferencijama ovog eksperta. Alternative A2, A3, A4, i A6 vrednovane su kao srednje, sa jednakim verovatnoćama (velika verovatnoća za A2, A3 i A6), dok je za A4 definisana velika verovatnoća. Tri lokacije A5, A8 i A9 su prema svojim karakteristikama dobile lingvističku oznaku srednje loše sa veoma velikom, srednjom i velikom verovatnoćom respektivno. Preostale dve lokacije su ocenjene kao loša (A7) sa velikom verovatnoćom i kao veoma loša (A10) sa veoma velikom verovatnoćom.

Ako se uzme primer za četvrtog eksperta za C1 i A2 onda je:

$$Z \text{ broj } \tilde{A} = (3, 5, 5) \text{ i } \tilde{B} = V ((0.55, 0.75, 0.95)).$$

Onda je $\alpha=0.750$ i konvertovani TFN $(2.60, 4.33, 4.33)$ je proračunat kao što sledi $(\sqrt{0.750} \times 3, \sqrt{0.750} \times 5, \sqrt{0.750} \times 5)$.

[Tabela 14.](#) Ocene u Z brojevima za potencijalne lokacije za deonicu D1 na putnom pravcu granični prelaz Batrovci – Beograd za prvi kriterijum od strane E5

	TFN A					TFN B					α	Z broj		
	C1					C1						C1		
	SD	5	5	7	V	0.55	0.75	0.95	0.750	4.33	4.33	6.06		
A1	S	3	5	5	V	0.55	0.75	0.95	0.750	2.60	4.33	4.33		
A2	S	3	5	5	V	0.55	0.75	0.95	0.750	2.60	4.33	4.33		
A3	S	3	5	5	V	0.55	0.75	0.95	0.750	2.60	4.33	4.33		
A4	SD	5	5	7	S	0.30	0.50	0.70	0.500	4.83	4.83	6.76		
A5	S	3	5	5	V	0.55	0.75	0.95	0.750	2.90	4.83	4.83		
A6	SL	3	3	5	V	0.55	0.75	0.95	0.750	2.60	2.60	4.33		
A7	S	3	5	5	V	0.55	0.75	0.95	0.750	2.60	4.33	4.33		
A8	SD	5	5	7	S	0.30	0.50	0.70	0.500	4.33	4.33	6.06		
A9	S	3	5	5	V	0.55	0.75	0.95	0.750	2.60	4.33	4.33		
A10	L	1	3	3	VV	0.80	1.00	1.00	0.933	0.97	2.90	2.90		

Dragan Smiljanić, Fuzzy višekriterijumska model za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu



RAZVOJ MODELA ZA ODREĐIVANJE LOKACIJA ZA PARKIRANJE VOZILA SA OPASNOM ROBOM



Posmatrajući lingvističke oznake predstavljene u [Tabeli 14](#) može se zaključiti da peti ekspert nije dao veliku ocenu nijednoj lokaciji, nego ih ocenjuje u skladu sa nekoliko nijansi, počev od srednje dobre do loše ocene. Lokacije A1, A4 i A8 su ocenjene kao srednje dobre sa velikom verovatnoćom za A1 i srednjom verovatnoćom za A4 i A8. Najveći broj lokacija je dobio lingvističku oznaku srednje, a one su A2, A3, A5, A7 i A9. Karakteristično je za ove lokacije da sve imaju veliku verovatnoću za srednju ocenu. Posmatrajući lokacije A6 i A10 uočava se da su ocenjene sa srednje loše i loše sa velikom verovatnoćom.

Ako se uzme primer za petog eksperta za C1 i A4 onda je:

$$Z \text{ broj } \tilde{A} = (5, 5, 7) \text{ i } \tilde{B} = S ((0.30, 0.50, 0.70)).$$

Onda je $\alpha=0.500$ i konvertovani TFN $(4.83, 4.83, 6.76)$ je proračunat kao što sledi $(\sqrt{0.500} \times 5, \sqrt{0.500} \times 5, \sqrt{0.500} \times 7)$.

Kao što je izvršen prethodno objašnjen proračun za prvih pet eksperata, izvršeno je i za preostala, što je prikazano u [Tabelama 15 i 16](#).

Tabela 15. Ocene u Z brojevima za potencijalne lokacije za deonicu D1 na putnom pravcu granični prelaz Batrovci – Beograd za prvi kriterijum od strane E6

	TFN A					TFN B					α	Z broj		
	C1					C1						C1		
A1	VD	7	7	9	V	0.55	0.75	0.95	0.750	6.06	6.06	7.79		
A2	VD	7	7	9	V	0.55	0.75	0.95	0.750	6.06	6.06	7.79		
A3	VD	7	7	9	V	0.55	0.75	0.95	0.750	6.06	6.06	7.79		
A4	VD	7	7	9	VV	0.80	1.00	1.00	0.933	6.76	6.76	8.69		
A5	VD	7	7	9	V	0.55	0.75	0.95	0.750	6.76	6.76	8.69		
A6	VD	7	7	9	VV	0.80	1.00	1.00	0.933	6.06	6.06	7.79		
A7	VD	7	7	9	VV	0.80	1.00	1.00	0.933	6.06	6.06	7.79		
A8	D	5	7	7	V	0.30	0.50	0.70	0.500	4.33	6.06	6.06		
A9	VD	7	7	9	VV	0.80	1.00	1.00	0.933	6.06	6.06	7.79		
A10	VL	1	1	3	VV	0.80	1.00	1.00	0.933	0.97	0.97	2.90		

Dragan Smiljanić, Fuzzy višekriterijumska model za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu

Tabela 16. Ocene u Z brojevima za potencijalne lokacije za deonicu D1 na putnom pravcu granični prelaz Batrovci – Beograd za prvi kriterijum od strane E7

	TFN A					TFN B			α	Z broj		
	C1				C1					C1		
A1	VD	7	7	9	S	0.30	0.50	0.70	0.500	6.06	6.06	7.79
A2	VD	7	7	9	VV	0.80	1.00	1.00	0.933	6.06	6.06	7.79
A3	VD	7	7	9	VV	0.80	1.00	1.00	0.933	6.06	6.06	7.79
A4	VD	7	7	9	VV	0.80	1.00	1.00	0.933	6.76	6.76	8.69
A5	VD	7	7	9	VV	0.80	1.00	1.00	0.933	6.76	6.76	8.69
A6	D	5	7	7	V	0.55	0.75	0.95	0.750	4.33	6.06	6.06
A7	L	1	3	3	V	0.55	0.75	0.95	0.750	0.87	2.60	2.60
A8	D	5	7	7	S	0.30	0.50	0.70	0.500	4.33	6.06	6.06
A9	SL	3	3	5	S	0.30	0.50	0.70	0.500	2.60	2.60	4.33
A10	VL	1	1	3	V	0.55	0.75	0.95	0.750	0.97	0.97	2.90

Pošto je izvršena konverzija i za ostala tri kriterijuma za svakog eksperta zasebno dobijene su kompletne matrice sa fuzzy Z brojevima i date su u tabelama 17-23 za svakog eksperta posebno.

Tabela 17. Ocene u Z brojevima za potencijalne lokacije za deonicu D1 na putnom pravcu granični prelaz Batrovci – Beograd za sve kriterijume od strane E1

	C1	C2	C3	C4
A1	(6.06,6.06,7.79)	(0.87,2.6,2.6)	(1.5,2.5,2.5)	(0.97,0.97,2.9)
A2	(4.33,6.06,6.06)	(0.87,0.87,2.6)	(2.9,2.9,4.83)	(0.71,2.12,2.12)
A3	(6.06,6.06,7.79)	(0.97,2.9,2.9)	(4.83,6.76,6.76)	(2.12,2.12,3.54)
A4	(6.76,6.76,8.69)	(7,7,9)	(4.95,6.36,6.36)	(4.83,6.76,6.76)
A5	(0.97,2.9,2.9)	(3.5,3.5,4.5)	(2.12,2.12,3.54)	(0.87,2.6,2.6)

Dragan Smiljanić, Fuzzy višekriterijumska model za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu



RAZVOJ MODELA ZA ODREĐIVANJE LOKACIJA ZA PARKIRANJE VOZILA SA OPASNOM ROBOM



A6	(6.06,6.06,7.79)	(4.95,4.95,6.36)	(6.76,6.76,8.69)	(6.76,6.76,8.69)
A7	(0.87,0.87,2.6)	(4.33,6.06,6.06)	(2.12,2.12,3.54)	(6.06,6.06,7.79)
A8	(6.06,6.06,7.79)	(3.54,4.95,4.95)	(0.87,0.87,0.87)	(3.54,4.95,4.95)
A9	(4.33,6.06,6.06)	(6.76,6.76,8.69)	(6.06,6.06,7.79)	(6.06,6.06,7.79)
A10	(0.97,2.9,2.9)	(2.6,4.33,4.33)	(0.97,0.97,0.97)	(4.33,6.06,6.06)

Kada je u pitanju prvi ekspert i integrisane ocene za sve lokacije deonice D1 može se zaključiti da su najlošije ocenjene lokacije:

- A5 - uređenje parkirališta na stanici za snabdevanje gorivom „OMV”, smer ka Beogradu, geografske koordinate: N 45.036574, E 19.450535 i
- A2 - uređenje parkirališta na stanici za snabdevanje gorivom „MOL”, smer ka Beogradu, geografske koordinate: N 45.048080, E 19.198375 i

Najbolje ocenjene lokacije za parkiranje vozila sa opasnom robom prema prvom ekspertu za deonicu puta D1 su:

- A4 - postojeće parkiralište „Kuzmin” - smer ka Beogradu, geografske koordinate: N 45.040378, E 19.365987 i
- A6 - postojeće parkiralište „Laćarak” - smer ka Beogradu, geografske koordinate: N 45.018522, E 19.521174

Tabela 18. Ocene u Z brojevima za potencijalne lokacije za deonicu D1 na putnom pravcu granični prelaz Batrovci – Beograd za sve kriterijume od strane E2

	C1	C2	C3	C4
A1	(6.76,6.76,8.69)	(2.6,4.33,4.33)	(0.26,0.77,0.77)	(0.87,0.87,2.6)
A2	(2.5,3.5,3.5)	(1.5,2.5,2.5)	(2.12,3.54,3.54)	(3.54,4.95,4.95)
A3	(4.33,6.06,6.06)	(4.83,4.83,6.76)	(2.12,2.12,3.54)	(2.5,3.5,3.5)
A4	(6.76,6.76,8.69)	(2.5,3.5,3.5)	(4.33,4.33,6.06)	(2.12,3.54,3.54)
A5	(4.33,4.33,6.06)	(4.33,4.33,6.06)	(0.77,1.29,1.29)	(6.06,6.06,7.79)
A6	(2.9,4.83,4.83)	(4.33,4.33,6.06)	(6.76,6.76,8.69)	(1.5,1.5,2.5)

Dragan Smiljanić, Fuzzy višekriterijumska model za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu

A7	(0.87,2.6,2.6)	(4.33,6.06,6.06)	(2.6,4.33,4.33)	(0.97,2.9,2.9)
A8	(1.81,1.81,2.32)	(3.54,4.95,4.95)	(0.97,2.9,2.9)	(6.06,6.06,7.79)
A9	(0.77,0.77,1.29)	(6.76,8.69,8.69)	(0.5,0.5,0.5)	(0.26,0.77,0.77)
A10	(0.97,2.9,2.9)	(2.6,4.33,4.33)	(0.97,0.97,0.97)	(4.33,6.06,6.06)

Posmatrajući dobijene ocene potencijalnih lokacija za deonicu D1 od strane drugog eksperta u trougaonim fuzzy brojevima lokacija sa najlošijim performansama se odnosi na A9 - proširenje i uređenje odmorišta „Pećinci“, smer ka Beogradu, geografske koordinate: N 44.909847, E 19.988115, a najbolje dve lokacije sa nijansama u razlici vrednosti su kao i za prvog eksperta A4 i A6.

Tabela 19. Ocene u Z brojevima za potencijalne lokacije za deonicu D1 na putnom pravcu granični prelaz Batrovci – Beograd za sve kriterijume od strane E3

	C1	C2	C3	C4
A1	(4.33,6.06,6.06)	(2.6,2.6,4.33)	(2.6,4.33,4.33)	(0.87,2.6,2.6)
A2	(4.33,6.06,6.06)	(2.5,2.5,3.5)	(2.6,2.6,4.33)	(4.33,6.06,6.06)
A3	(4.33,6.06,6.06)	(4.83,4.83,6.76)	(2.6,2.6,4.33)	(6.76,6.76,8.69)
A4	(6.06,6.06,7.79)	(3.5,3.5,4.5)	(3.54,3.54,4.95)	(4.33,4.33,6.06)
A5	(3.54,3.54,4.95)	(2.6,2.6,4.33)	(2.12,2.12,3.54)	(4.33,4.33,6.06)
A6	(4.33,6.06,6.06)	(2.6,2.6,4.33)	(4.33,6.06,6.06)	(6.06,6.06,7.79)
A7	(4.33,4.33,6.06)	(4.33,6.06,6.06)	(2.12,2.12,3.54)	(6.06,6.06,7.79)
A8	(3.54,4.95,4.95)	(2.12,3.54,3.54)	(4.33,4.33,6.06)	(4.33,6.06,6.06)
A9	(2.6,2.6,4.33)	(4.83,4.83,6.76)	(2.6,2.6,4.33)	(4.33,6.06,6.06)
A10	(0.87,2.6,2.6)	(2.6,2.6,4.33)	(2.6,2.6,4.33)	(2.12,3.54,3.54)

Prema rezultatima vrednovanja trećeg eksperta za deonicu D1 najlošija lokacija je A10, a dve najbolje koji su približne jedna drugoj su A3 - uređenje parkirališta na stanici za snabdevanje gorivom „SHELL Adaševci“, smer ka Beogradu, geografske koordinate: N 45.046598, E 19.226415 i A6.

Tabela 20. Ocene u Z brojevima za potencijalne lokacije za deonicu D1 na putnom pravcu granični prelaz Batrovci – Beograd za sve kriterijume od strane E4

	C1	C2	C3	C4
A1	(6.06,6.06,7.79)	(0.87,2.6,2.6)	(2.5,3.5,3.5)	(0.97,2.9,2.9)
A2	(2.6,4.33,4.33)	(0.87,2.6,2.6)	(4.83,6.76,6.76)	(3.54,4.95,4.95)
A3	(2.6,4.33,4.33)	(2.9,2.9,4.83)	(4.83,6.76,6.76)	(3.54,4.95,4.95)
A4	(2.9,4.83,4.83)	(3,5,5)	(3.54,4.95,4.95)	(0.97,2.9,2.9)
A5	(2.9,2.9,4.83)	(1.5,2.5,2.5)	(3.54,4.95,4.95)	(4.33,6.06,6.06)
A6	(2.6,4.33,4.33)	(2.12,3.54,3.54)	(4.83,6.76,6.76)	(0.97,2.9,2.9)
A7	(0.87,2.6,2.6)	(2.6,4.33,4.33)	(3.54,4.95,4.95)	(0.87,2.6,2.6)
A8	(2.12,2.12,3.54)	(2.12,3.54,3.54)	(2.6,2.6,4.33)	(0.71,2.12,2.12)
A9	(2.6,2.6,4.33)	(2.9,4.83,4.83)	(4.33,6.06,6.06)	(0.87,2.6,2.6)
A10	(0.97,0.97,2.9)	(2.6,4.33,4.33)	(0.97,2.9,2.9)	(2.6,2.6,4.33)

Kada je u pitanju proračun prema ekspertu E4 za deonicu D1 može se uočiti da su A8 - postojeće samostalno parkiralište „Ruma” - smer ka Beogradu, geografske koordinate: N 44.957728, E 19.823087 i A10 najlošije lokacije, dok su A3 i A2 najpogodnije. Međutim, potrebno je naglasiti da su prema ovog ekspertu A4 i A6 blizu najboljih odnosno da je mala razlika.

Tabela 21. Ocene u Z brojevima za potencijalne lokacije za deonicu D1 na putnom pravcu granični prelaz Batrovci – Beograd za sve kriterijume od strane E5

	C1	C2	C3	C4
A1	(4.33,4.33,6.06)	(0.87,0.87,0.87)	(1.5,2.5,2.5)	(2.9,4.83,4.83)
A2	(2.6,4.33,4.33)	(0.87,2.6,2.6)	(2.9,2.9,4.83)	(2.12,2.12,3.54)
A3	(2.6,4.33,4.33)	(2.9,2.9,4.83)	(4.83,4.83,6.76)	(2.12,3.54,3.54)

Dragan Smiljanić, Fuzzy višekriterijumska model za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu



RAZVOJ MODELA ZA ODREĐIVANJE LOKACIJA ZA PARKIRANJE VOZILA SA OPASNOM ROBOM



A4	(4.83,4.83,6.76)	(3,5,5)	(3.54,4.95,4.95)	(4.83,4.83,6.76)
A5	(2.9,4.83,4.83)	(1.5,2.5,2.5)	(0.71,2.12,2.12)	(2.6,4.33,4.33)
A6	(2.6,2.6,4.33)	(3.54,3.54,4.95)	(6.76,6.76,8.69)	(4.83,6.76,6.76)
A7	(2.6,4.33,4.33)	(4.33,6.06,6.06)	(2.12,2.12,3.54)	(4.33,6.06,6.06)
A8	(4.33,4.33,6.06)	(3.54,4.95,4.95)	(0.87,2.6,2.6)	(3.54,3.54,4.95)
A9	(2.6,4.33,4.33)	(4.83,6.76,6.76)	(6.06,6.06,7.79)	(4.33,6.06,6.06)
A10	(0.97,2.9,2.9)	(2.6,4.33,4.33)	(0.97,2.9,2.9)	(6.06,6.06,7.79)

Peti ekspert takođe preferira lokacije A4 i A6, s tim što je visoku ocenu ima i lokacija A9. Druga lokacija je definisana kao lokacija na najlošijim performansama.

Tabela 22. Ocene u Z brojevima za potencijalne lokacije za deonicu D1 na putnom pravcu granični prelaz Batrovci – Beograd za sve kriterijume od strane E6

	C1	C2	C3	C4
A1	(6.06,6.06,7.79)	(6.06,6.06,7.79)	(0.5,1.5,1.5)	(6.76,6.76,8.69)
A2	(6.06,6.06,7.79)	(6.06,6.06,7.79)	(0.97,2.9,2.9)	(4.95,4.95,6.36)
A3	(6.06,6.06,7.79)	(6.76,6.76,8.69)	(0.97,2.9,2.9)	(4.95,4.95,6.36)
A4	(6.76,6.76,8.69)	(7,7,9)	(4.95,4.95,6.36)	(6.76,8.69,8.69)
A5	(6.76,6.76,8.69)	(3.5,3.5,4.5)	(0.71,2.12,2.12)	(6.06,6.06,7.79)
A6	(6.06,6.06,7.79)	(4.95,4.95,6.36)	(6.76,6.76,8.69)	(6.76,6.76,8.69)
A7	(6.06,6.06,7.79)	(6.06,6.06,7.79)	(4.95,4.95,6.36)	(6.06,6.06,7.79)
A8	(4.33,6.06,6.06)	(4.95,4.95,6.36)	(2.6,4.33,4.33)	(4.95,4.95,6.36)
A9	(6.06,6.06,7.79)	(6.76,6.76,8.69)	(6.06,6.06,7.79)	(6.06,6.06,7.79)
A10	(0.97,0.97,2.9)	(0.87,0.87,2.6)	(0.97,0.97,2.9)	(6.06,6.06,7.79)

Dragan Smiljanić, Fuzzy višekriterijumska model za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu

Prema šestom ekspertu A10 predstavlja lokaciju sa izuzetno lošim karakteristikama i koja ima ubedljivo najmanju vrednost, dok su ponovo A4 i A6 dominantne lokacije, uz A9 koja ima veoma visoku vrednost.

Tabela 23. Ocene u Z brojevima za potencijalne lokacije za deonicu D1 na putnom pravcu granični prelaz Batrovci – Beograd za sve kriterijume od strane E7

	C1	C2	C3	C4
A1	(6.06,6.06,7.79)	(2.6,4.33,4.33)	(0.5,1.5,1.5)	(2.9,4.83,4.83)
A2	(6.06,6.06,7.79)	(2.6,2.6,4.33)	(2.9,2.9,4.83)	(3.54,3.54,4.95)
A3	(6.06,6.06,7.79)	(2.9,2.9,4.83)	(2.9,2.9,4.83)	(3.54,3.54,4.95)
A4	(6.76,6.76,8.69)	(3,3,5)	(4.95,4.95,6.36)	(2.9,4.83,4.83)
A5	(6.76,6.76,8.69)	(1.5,1.5,2.5)	(2.12,2.12,3.54)	(4.33,4.33,6.06)
A6	(4.33,6.06,6.06)	(2.12,2.12,3.54)	(4.83,6.76,6.76)	(2.9,4.83,4.83)
A7	(0.87,2.6,2.6)	(2.6,2.6,4.33)	(2.12,3.54,3.54)	(2.6,4.33,4.33)
A8	(4.33,6.06,6.06)	(2.12,2.12,3.54)	(0.87,2.6,2.6)	(3.54,4.95,4.95)
A9	(2.6,2.6,4.33)	(2.9,2.9,4.83)	(4.33,6.06,6.06)	(4.33,6.06,6.06)
A10	(0.97,0.97,2.9)	(2.6,2.6,4.33)	(0.97,0.97,2.9)	(0.87,2.6,2.6)

Sedmi ekspert definiše slične rezultate kao i prethodni u pogledu najpogodnije i najmenje pogodnih lokacija, dok kod ostalih imaju određene razlike.

Pošto je prethodno na primeru proračuna težinskih koeficijenata objašnjena primena fuzzy DOMBI operatora, u nastavku, u [tabeli 24](#) prikazana je početna matrica za F-MARCOS-Z nakon primene objašnjenih postupaka.

Tabela 24. Početna matrica u F-MARCOS-Z metodi

	C1	C2	C3	C4
A1	(5.51,5.82,7.31)	(1.46,2.38,2.55)	(0.7,1.78,1.78)	(1.34,2.01,3.52)
A2	(3.57,4.97,5.25)	(1.38,2.14,3.18)	(2.23,3.19,4.3)	(2.21,3.51,4.16)
A3	(4.05,5.44,5.95)	(2.66,3.6,5.08)	(2.45,3.42,4.64)	(3.1,3.73,4.58)
A4	(5.35,5.98,7.42)	(3.55,4.4,5.26)	(4.15,4.73,5.63)	(2.65,4.56,4.96)
A5	(2.76,4.1,5.16)	(2.2,2.64,3.43)	(1.2,2.1,2.53)	(2.73,4.45,5.12)
A6	(3.67,4.72,5.58)	(3.12,3.4,4.74)	(5.66,6.65,7.6)	(2.58,3.83,4.8)
A7	(1.3,2.38,3.39)	(3.77,4.86,5.6)	(2.54,3,4.07)	(2.12,4.32,4.63)
A8	(3.37,3.75,4.71)	(2.84,3.79,4.34)	(1.27,2.25,2.42)	(2.45,4.14,4.58)
A9	(2.17,2.33,3.51)	(4.52,5.31,6.64)	(2.09,2.18,2.38)	(1.16,2.8,2.88)
A10	(0.95,1.55,2.85)	(2.02,2.46,3.95)	(1.06,1.34,1.9)	(2.5,4.09,4.71)

U sledećem koraku potrebno je odrediti $\tilde{A}(AI)$ i $\tilde{A}(ID)$ kako bi se formirala proširena fuzzy matrica.

$$\tilde{A}(AI) = (0.95, 1.55, 2.85), (1.38, 2.14, 2.55), \\ (0.70, 1.34, 1.78), (1.16, 2.01, 2.88)$$

$$\tilde{A}(ID) = (5.51, 5.98, 7.42), (4.52, 5.31, 6.64), \\ (5.66, 6.65, 7.60), (3.10, 4.56, 5.12)$$

Postupak normalizacije je izvršen na sledeći način, a prikazan je u tabeli 25.

$$\tilde{n}_{11} = (0.74, 0.78, 0.98) = \left(\frac{5.51}{7.42}, \frac{5.82}{7.42}, \frac{7.31}{7.42} \right)$$

Dragan Smiljanić, *Fuzzy višekriterijumska model za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom*, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu

Bitno je napomenuti da su svi kriterijumi posmatrani kao benefitni, jer su ocene dodeljivane na bazi definisanih skala, što je već objašnjeno.

Tabela 25. Normalizovana matrica u F-MARCOS-Z metodi

	C1	C2	C3	C4
AI	(0.13,0.21,0.38)	(0.21,0.32,0.38)	(0.09,0.18,0.23)	(0.23,0.39,0.56)
A1	(0.74,0.78,0.98)	(0.22,0.36,0.38)	(0.09,0.23,0.23)	(0.26,0.39,0.69)
A2	(0.48,0.67,0.71)	(0.21,0.32,0.48)	(0.29,0.42,0.57)	(0.43,0.68,0.81)
A3	(0.55,0.73,0.8)	(0.4,0.54,0.77)	(0.32,0.45,0.61)	(0.61,0.73,0.9)
A4	(0.72,0.81,1)	(0.54,0.66,0.79)	(0.55,0.62,0.74)	(0.52,0.89,0.97)
A5	(0.37,0.55,0.7)	(0.33,0.4,0.52)	(0.16,0.28,0.33)	(0.53,0.87,1)
A6	(0.49,0.64,0.75)	(0.47,0.51,0.71)	(0.74,0.88,1)	(0.5,0.75,0.94)
A7	(0.17,0.32,0.46)	(0.57,0.73,0.84)	(0.33,0.39,0.53)	(0.41,0.84,0.91)
A8	(0.45,0.51,0.63)	(0.43,0.57,0.65)	(0.17,0.3,0.32)	(0.48,0.81,0.89)
A9	(0.29,0.31,0.47)	(0.68,0.8,1)	(0.28,0.29,0.31)	(0.23,0.55,0.56)
A10	(0.13,0.21,0.38)	(0.3,0.37,0.6)	(0.14,0.18,0.25)	(0.49,0.8,0.92)
ID	(0.74,0.81,1)	(0.68,0.8,1)	(0.74,0.88,1)	(0.61,0.89,1)

Primenjujući ostale korake F-MARCOS-Z metode koji podrazumevaju množenje vrednosti iz normalizovane matrice sa težinskim koeficijentima dobijenih sa F-PIPRECIA-Z metodom, određivanje stepena i funkcija korisnosti od idealnog i antiidealnog rešenja, dobijeni su konačni rezultati za posmatranu deonicu D1, prvi smer i prikazani su u [tabeli 26](#).

Tabela 26. Konačni rezultati nakon primene F-MARCOS-Z metod za deonicu puta 1a

	$f(\tilde{K}_i^-)$	$f(\tilde{K}_i^+)$	K_-	K_+	fK_-	fK_+	K_i	Rank
A1	(0.05,0.12,0.32)	(0.12,0.37,1.33)	2.180	0.635	0.143	0.492	0.351	9
A2	(0.05,0.14,0.35)	(0.12,0.43,1.45)	2.445	0.714	0.161	0.552	0.450	7
A3	(0.07,0.17,0.42)	(0.16,0.51,1.74)	2.911	0.850	0.192	0.657	0.655	3
A4	(0.08,0.2,0.47)	(0.2,0.61,1.99)	3.428	1.005	0.227	0.773	0.943	1
A5	(0.05,0.14,0.35)	(0.12,0.44,1.46)	2.454	0.716	0.162	0.554	0.453	6
A6	(0.07,0.18,0.45)	(0.19,0.56,1.9)	3.189	0.932	0.210	0.719	0.801	2
A7	(0.05,0.15,0.37)	(0.13,0.47,1.55)	2.616	0.764	0.172	0.590	0.520	4
A8	(0.05,0.15,0.34)	(0.14,0.45,1.43)	2.492	0.731	0.165	0.562	0.471	5
A9	(0.05,0.13,0.32)	(0.13,0.4,1.34)	2.267	0.663	0.149	0.511	0.383	8
A10	(0.04,0.1,0.29)	(0.09,0.32,1.23)	1.917	0.553	0.125	0.432	0.265	10

Rezultati na posmatranoj deonici i smeru pokazuju sledeće rangove potencijalnih lokacija: A4>A6>A3>A7>A8>A5>A2>A9>A1>A10. S obzirom da je reč o smeru granični prelaz Batrovci – Beograd, čija je ukupna dužina 110 km, potrebno je izabrati dve najpogodnije lokacije, a to su postojeće parkiralište „Kuzmin” - smer ka Beogradu, geografske koordinate: N 45.040378, E 19.365987 i postojeće parkiralište „Laćarak” - smer ka Beogradu, geografske koordinate: N 45.018522, E 19.521174. Konačnu odluku o broju prakirališta donose nadležni organi u skladu sa kriterijumima koje budu definisali.

U nastavku rada, dat je kratak prikaz izbora lokacija na drugoj deonici na jednom putnom pravcu (S2 na putnom pravcu Beograd - Niš, smer ka Nišu). U [tabeli 27](#) prikazano je vrednovanje 12 lokacija u okviru ovog putnog pravca i smera uključujući Z brojeve kroz lingvističke varijable.

Tabela 27. Vrednovanje lokacija za deonicu S2 Beograd - Niš, smer ka Nišu

E1										E2									
C1		C2		C3		C4		C1		C2		C3		C4					
A1	EL	VV	SL	M	L	V	D	V	VL	VV	D	S	EL	V	SD	S			
A2	VD	V	VD	S	VD	V	D	S	VD	M	D	M	VD	M	S	V			
A3	L	VV	S	M	S	S	D	S	L	S	VD	S	D	VV	VD	V			
A4	EL	V	S	M	VL	V	SD	V	EL	VM	SD	VV	L	VV	ED	V			
A5	VL	VV	SD	V	VL	V	D	V	VL	VV	SD	VV	L	VV	D	M			
A6	L	VV	SD	S	D	V	SL	VV	SL	VM	SD	VV	SD	V	D	VM			
A7	D	VV	SD	V	D	VV	D	V	SL	M	VD	V	D	M	VL	V			
A8	EL	V	VL	V	L	S	S	V	EL	M	L	V	L	M	L	S			
A9	L	S	SD	S	SD	V	VD	V	L	S	SD	VM	L	VM	L	VV			
A10	VL	V	SL	V	VL	S	D	VV	L	M	D	VV	VL	V	SL	S			
A11	VL	VV	D	S	SL	V	VD	VV	EL	M	SD	VV	L	S	SL	V			
A12	L	VV	SD	V	S	S	SD	V	L	M	SD	V	L	S	D	M			
E3										E7									
C1		C2		C3		C4		C1		C2		C3		C4					
A1	D	V	D	S	S	S	L	S	L	S	S	S	L	V	D	V			
A2	VD	V	VD	V	VD	V	L	S	VD	M	VL	VV	D	M	S	S			
A3	S	S	SD	S	S	S	D	V	D	S	SL	S	L	V	D	V			
A4	L	V	S	S	L	V	D	V	VL	V	SL	S	VL	V	D	V			
A5	L	S	S	S	L	V	D	V	VL	V	SL	S	VL	V	D	V			
A6	D	V	SD	M	S	V	VD	S	VD	M	SL	S	S	S	VD	VV			
A7	D	S	L	S	D	S	L	S	VD	VV	VD	VV	D	V	D	VV			
A8	L	V	VL	V	SL	S	D	S	L	S	VL	S	L	V	D	V			
A9	L	S	D	S	SL	V	L	S	D	VV	D	VV	D	VV	D	VV			
A10	L	V	D	V	L	S	SL	V	L	V	S	S	L	V	D	V			

Dragan Smiljanić, *Fuzzy višekriterijumski model za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom*, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu

A11	L	V	D	V	S	V	L	S	VL	V	L	S	L	S	VD	V
A12	SL	S	D	S	L	V	D	V	SD	S	S	S	S	V	D	V

U cilju dobijanja početne matrice prikazane u [tabeli 42](#) sprovedeni su sledeći koraci: prvo su lingvističke vrednosti konvertovane u fuzzy brojeve, a nakon toga i urađena konverzija u fuzzy Z brojeve ([tabele 28-34](#)). Na taj način dobijene su vrednosti za svakog eksperta pojedinačno, dakle sedam modela koje je potrebno agregirati u cilju dobijanje jedinstvene početne matrice. Za tu svrhu primenjen je fuzzy Dombi aggregator.

Tabela 28. Ocene u Z brojevima za potencijalne lokacije za deonicu S2 Beograd - Niš, smer ka Nišu za prvi kriterijum od strane E1

	TFN A					TFN B					α	Z broj			
	C1					C1						C1			
A1	EL	1	1	1	VV	0.80	1.00	1.00	0.933	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
A2	VD	7	7	9	V	0.55	0.75	0.95	0.750	6.06	6.06	6.06	7.79		
A3	L	1	3	3	VV	0.80	1.00	1.00	0.933	0.97	2.90	2.90			
A4	EL	1	1	1	V	0.55	0.75	0.95	0.750	0.87	0.87	0.87	0.87		
A5	VL	1	1	3	VV	0.80	1.00	1.00	0.933	0.97	0.97	0.97	2.90		
A6	L	1	3	3	VV	0.80	1.00	1.00	0.933	0.97	2.90	2.90			
A7	D	5	7	7	VV	0.80	1.00	1.00	0.933	4.83	6.76	6.76			
A8	EL	1	1	1	V	0.55	0.75	0.95	0.750	0.87	0.87	0.87	0.87		
A9	L	1	3	3	S	0.30	0.50	0.70	0.500	0.71	2.12	2.12			
A10	VL	1	1	3	V	0.55	0.75	0.95	0.750	0.87	0.87	0.87	2.60		
A11	VL	1	1	3	VV	0.80	1.00	1.00	0.933	0.97	0.97	0.97	2.90		
A12	L	1	3	3	VV	0.80	1.00	1.00	0.933	0.97	2.90	2.90			

Tabela 29. Ocene u Z brojevima za potencijalne lokacije za deonicu S2 Beograd - Niš, smer ka Nišu za prvi kriterijum od strane E2

TFN A					TFN B				α	Z broj		
C1					C1				C1	C1		
A1	VL	1	1	3	VV	0.80	1.00	1.00	0.933	0.97	0.97	2.90
A2	VD	7	7	9	M	0.10	0.25	0.40	0.250	3.50	3.50	4.50
A3	L	1	3	3	S	0.30	0.50	0.70	0.500	0.71	2.12	2.12
A4	EL	1	1	1	M	0.10	0.25	0.40	0.250	0.50	0.50	0.50
A5	VL	1	1	3	VV	0.80	1.00	1.00	0.933	0.97	0.97	2.90
A6	SL	3	3	5	M	0.10	0.25	0.40	0.250	1.50	1.50	2.50
A7	SL	3	3	5	M	0.10	0.25	0.40	0.250	1.50	1.50	2.50
A8	EL	1	1	1	M	0.10	0.25	0.40	0.250	0.50	0.50	0.50
A9	L	1	3	3	S	0.30	0.50	0.70	0.500	0.71	2.12	2.12
A10	L	1	3	3	M	0.10	0.25	0.40	0.250	0.50	1.50	1.50
A11	EL	1	1	1	M	0.10	0.25	0.40	0.250	0.50	0.50	0.50
A12	L	1	3	3	M	0.10	0.25	0.40	0.250	0.50	1.50	1.50

Tabela 30. Ocene u Z brojevima za potencijalne lokacije za deonicu S2 Beograd - Niš, smer ka Nišu za prvi kriterijum od strane E3

TFN A					TFN B				α	Z broj		
C1					C1				C1	C1		
A1	D	5	7	7	V	0.55	0.75	0.95	0.750	4.33	6.06	6.06
A2	VD	7	7	9	V	0.55	0.75	0.95	0.750	6.06	6.06	7.79
A3	S	3	5	5	S	0.30	0.50	0.70	0.500	2.12	3.54	3.54
A4	L	1	3	3	V	0.55	0.75	0.95	0.750	0.87	2.60	2.60
A5	L	1	3	3	S	0.30	0.50	0.70	0.500	0.71	2.12	2.12

Dragan Smiljanić, Fuzzy višekriterijumska model za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu



RAZVOJ MODELA ZA ODREĐIVANJE LOKACIJA ZA PARKIRANJE VOZILA SA OPASNOM ROBOM



A6	D	5	7	7	V	0.55	0.75	0.95	0.750	4.33	6.06	6.06
A7	D	5	7	7	S	0.30	0.50	0.70	0.500	3.54	4.95	4.95
A8	L	1	3	3	V	0.55	0.75	0.95	0.750	0.87	2.60	2.60
A9	L	1	3	3	S	0.30	0.50	0.70	0.500	0.71	2.12	2.12
A10	L	1	3	3	V	0.55	0.75	0.95	0.750	0.87	2.60	2.60
A11	L	1	3	3	V	0.55	0.75	0.95	0.750	0.87	2.60	2.60
A12	SL	3	3	5	S	0.30	0.50	0.70	0.500	2.12	2.12	3.54

Tabela 31. Ocene u Z brojevima za potencijalne lokacije za deonicu S2 Beograd - Niš, smer ka Nišu za prvi kriterijum od strane E4

	TFN A					TFN B				α	Z broj		
	C1				C1				C1				
A1	SL	3	3	5	S	0.30	0.50	0.70	0.500	2.12	2.12	2.12	3.54
A2	D	5	7	7	V	0.55	0.75	0.95	0.750	4.33	6.06	6.06	
A3	SL	3	3	5	S	0.30	0.50	0.70	0.500	2.12	2.12	2.12	3.54
A4	L	1	3	3	V	0.55	0.75	0.95	0.750	0.87	2.60	2.60	
A5	L	1	3	3	V	0.55	0.75	0.95	0.750	0.87	2.60	2.60	
A6	SL	3	3	5	V	0.55	0.75	0.95	0.750	2.60	2.60	2.60	4.33
A7	SL	3	3	5	S	0.30	0.50	0.70	0.500	2.12	2.12	2.12	3.54
A8	L	1	3	3	S	0.30	0.50	0.70	0.500	0.71	2.12	2.12	
A9	SL	3	3	5	V	0.55	0.75	0.95	0.750	2.60	2.60	2.60	4.33
A10	L	1	3	3	V	0.55	0.75	0.95	0.750	0.87	2.60	2.60	
A11	D	5	7	7	S	0.30	0.50	0.70	0.500	3.54	4.95	4.95	
A12	L	1	3	3	S	0.30	0.50	0.70	0.500	0.71	2.12	2.12	

Dragan Smiljanić, Fuzzy višekriterijumska model za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu

Tabela 32. Ocene u Z brojevima za potencijalne lokacije za deonicu S2 Beograd - Niš, smer ka Nišu za prvi kriterijum od strane E5

			TFN A			TFN B			α	Z broj		
			C1			C1				C1		
A1	EL	1	1	1	V	0.55	0.75	0.95	0.750	0.87	0.87	0.87
A2	D	5	7	7	VV	0.80	1.00	1.00	0.933	4.83	6.76	6.76
A3	S	3	5	5	V	0.55	0.75	0.95	0.750	2.60	4.33	4.33
A4	VL	1	1	3	VV	0.80	1.00	1.00	0.933	0.97	0.97	2.90
A5	VL	1	1	3	V	0.55	0.75	0.95	0.750	0.87	0.87	2.60
A6	VD	7	7	9	S	0.30	0.50	0.70	0.500	4.95	4.95	6.36
A7	VD	7	7	9	VV	0.80	1.00	1.00	0.933	6.76	6.76	8.69
A8	L	1	3	3	V	0.55	0.75	0.95	0.750	0.87	2.60	2.60
A9	VD	7	7	9	VV	0.80	1.00	1.00	0.933	6.76	6.76	8.69
A10	VL	1	1	3	V	0.55	0.75	0.95	0.750	0.87	0.87	2.60
A11	D	5	7	7	V	0.55	0.75	0.95	0.750	4.33	6.06	6.06
A12	SL	3	3	5	V	0.55	0.75	0.95	0.750	2.60	2.60	4.33

Tabela 33. Ocene u Z brojevima za potencijalne lokacije za deonicu S2 Beograd - Niš, smer ka Nišu za prvi kriterijum od strane E6

			TFN A			TFN B			α	Z broj		
			C1			C1				C1		
A1	VL	1	1	3	VV	0.80	1.00	1.00	0.933	0.97	0.97	2.90
A2	VD	7	7	9	V	0.30	0.50	0.70	0.500	4.95	4.95	6.36
A3	SD	5	5	7	S	0.30	0.50	0.70	0.500	3.54	3.54	4.95
A4	VL	1	1	3	V	0.30	0.50	0.70	0.500	0.71	0.71	2.12

Dragan Smiljanić, Fuzzy višekriterijumska model za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu



**RAZVOJ MODELA ZA ODREĐIVANJE LOKACIJA ZA
PARKIRANJE VOZILA SA OPASNOM ROBOM**



A5	VL	1	1	3	VV	0.80	1.00	1.00	0.933	0.97	0.97	2.90
A6	D	5	7	7	VV	0.80	1.00	1.00	0.933	4.83	6.76	6.76
A7	VD	7	7	9	VV	0.80	1.00	1.00	0.933	6.76	6.76	8.69
A8	L	1	3	3	VV	0.80	1.00	1.00	0.933	0.97	2.90	2.90
A9	EL	7	9	9	VV	0.80	1.00	1.00	0.933	6.76	8.69	8.69
A10	VL	1	1	3	VV	0.80	1.00	1.00	0.933	0.97	0.97	2.90
A11	S	3	3	5	V	0.30	0.50	0.70	0.500	2.12	2.12	3.54
A12	D	5	7	7	VV	0.80	1.00	1.00	0.933	4.83	6.76	6.76

Tabela 34. Ocene u Z brojevima za potencijalne lokacije za deonicu S2 Beograd - Niš, smer ka Nišu za prvi kriterijum od strane E7

	TFN A					TFN B				α	Z broj		
	C1					C1					C1		
A1	L	1	3	3	S	0.30	0.50	0.70	0.500	0.71	2.12	2.12	
A2	VD	7	7	9	M	0.10	0.25	0.40	0.250	3.50	3.50	4.50	
A3	D	5	7	7	S	0.30	0.50	0.70	0.500	3.54	4.95	4.95	
A4	VL	1	1	3	V	0.55	0.75	0.95	0.750	0.87	0.87	2.60	
A5	VL	1	1	3	V	0.55	0.75	0.95	0.750	0.87	0.87	2.60	
A6	VD	7	7	9	M	0.10	0.25	0.40	0.250	3.50	3.50	4.50	
A7	VD	7	7	9	VV	0.80	1.00	1.00	0.933	6.76	6.76	8.69	
A8	L	1	3	3	S	0.30	0.50	0.70	0.500	0.71	2.12	2.12	
A9	D	5	7	7	VV	0.80	1.00	1.00	0.933	4.83	6.76	6.76	
A10	L	1	3	3	V	0.55	0.75	0.95	0.750	0.87	2.60	2.60	
A11	VL	1	1	3	V	0.55	0.75	0.95	0.750	0.87	0.87	2.60	
A12	SD	5	5	7	S	0.30	0.50	0.70	0.500	3.54	3.54	4.95	

Dragan Smiljanić, Fuzzy višekriterijumska model za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu

Pošto je izvršena konverzija i za ostala tri kriterijuma za svakog eksperta zasebno dobijene su kompletne matrice sa fuzzy Z brojevima i date su u tabelama 35-41 za svakog eksperta posebno.

Tabela 35. Ocene u Z brojevima za potencijalne lokacije za deonicu S2 Beograd - Niš, smer ka Nišu za sve kriterijume od strane E1

	C1	C2	C3	C4
A1	(0,97,0,97,0,97)	(1,5,1,5,2,5)	(0,87,2,6,2,6)	(4,33,6,06,6,06)
A2	(6,06,6,06,7,79)	(4,95,4,95,6,36)	(6,06,6,06,7,79)	(3,54,4,95,4,95)
A3	(0,97,2,9,2,9)	(1,5,2,5,2,5)	(2,12,3,54,3,54)	(3,54,4,95,4,95)
A4	(0,87,0,87,0,87)	(1,9,3,16,3,16)	(0,87,0,87,2,6)	(4,33,4,33,6,06)
A5	(0,97,0,97,2,9)	(4,33,4,33,6,06)	(0,87,0,87,2,6)	(4,33,6,06,6,06)
A6	(0,97,2,9,2,9)	(3,54,3,54,4,95)	(4,33,6,06,6,06)	(2,9,2,9,4,83)
A7	(4,83,6,76,6,76)	(4,33,4,33,6,06)	(4,83,6,76,6,76)	(4,33,6,06,6,06)
A8	(0,87,0,87,0,87)	(0,87,0,87,2,6)	(0,97,2,9,2,9)	(2,6,4,33,4,33)
A9	(0,71,2,12,2,12)	(3,54,3,54,4,95)	(3,54,3,54,4,95)	(6,06,6,06,7,79)
A10	(0,87,0,87,2,6)	(2,6,2,6,4,33)	(0,71,0,71,2,12)	(4,83,6,76,6,76)
A11	(0,97,0,97,2,9)	(3,54,4,95,4,95)	(2,6,2,6,4,33)	(6,76,6,76,8,69)
A12	(0,97,2,9,2,9)	(4,33,4,33,6,06)	(2,12,3,54,3,54)	(4,33,4,33,6,06)

Tabela 36. Ocene u Z brojevima za potencijalne lokacije za deonicu S2 Beograd - Niš, smer ka Nišu za sve kriterijume od strane E2

	C1	C2	C3	C4
A1	(0,97,0,97,2,9)	(3,54,4,95,4,95)	(0,87,0,87,0,87)	(3,54,3,54,4,95)
A2	(3,5,3,5,4,5)	(2,5,3,5,3,5)	(3,5,3,5,4,5)	(2,6,4,33,4,33)
A3	(0,71,2,12,2,12)	(4,95,4,95,6,36)	(4,83,6,76,6,76)	(6,06,6,06,7,79)
A4	(0,5,0,5,0,5)	(4,83,4,83,6,76)	(0,97,2,9,2,9)	(6,06,7,79,7,79)

Dragan Smiljanić, Fuzzy višekriterijumska model za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu



RAZVOJ MODELA ZA ODREĐIVANJE LOKACIJA ZA PARKIRANJE VOZILA SA OPASNOM ROBOM



A5	(0,97,0,97,2,9)	(4,83,4,83,6,76)	(0,97,2,9,2,9)	(2,5,3,5,3,5)
A6	(1,5,1,5,2,5)	(4,83,4,83,6,76)	(4,33,4,33,6,06)	(2,5,3,5,3,5)
A7	(1,5,1,5,2,5)	(6,06,6,06,7,79)	(2,5,3,5,3,5)	(0,87,0,87,2,6)
A8	(0,5,0,5,0,5)	(0,87,2,6,2,6)	(0,5,1,5,1,5)	(0,71,2,12,2,12)
A9	(0,71,2,12,2,12)	(2,5,2,5,3,5)	(0,5,1,5,1,5)	(0,97,2,9,2,9)
A10	(0,5,1,5,1,5)	(4,83,6,76,6,76)	(0,87,0,87,2,6)	(2,12,2,12,3,54)
A11	(0,5,0,5,0,5)	(4,83,4,83,6,76)	(0,71,2,12,2,12)	(2,6,2,6,4,33)
A12	(0,5,1,5,1,5)	(4,33,4,33,6,06)	(0,71,2,12,2,12)	(2,5,3,5,3,5)

Tabela 37. Ocene u Z brojevima za potencijalne lokacije za deonicu S2 Beograd - Niš, smer ka Nišu za sve kriterijume od strane E3

	C1	C2	C3	C4
A1	(4,33,6,06,6,06)	(3,54,4,95,4,95)	(2,12,3,54,3,54)	(0,71,2,12,2,12)
A2	(6,06,6,06,7,79)	(6,06,6,06,7,79)	(6,06,6,06,7,79)	(0,71,2,12,2,12)
A3	(2,12,3,54,3,54)	(3,54,3,54,4,95)	(2,12,3,54,3,54)	(4,33,6,06,6,06)
A4	(0,87,2,6,2,6)	(3,54,4,95,4,95)	(0,87,2,6,2,6)	(4,33,6,06,6,06)
A5	(0,71,2,12,2,12)	(3,54,4,95,4,95)	(0,87,2,6,2,6)	(4,33,6,06,6,06)
A6	(4,33,6,06,6,06)	(2,5,2,5,3,5)	(2,6,4,33,4,33)	(4,95,4,95,6,36)
A7	(3,54,4,95,4,95)	(0,71,2,12,2,12)	(3,54,4,95,4,95)	(0,71,2,12,2,12)
A8	(0,87,2,6,2,6)	(0,87,0,87,2,6)	(2,12,2,12,3,54)	(3,54,4,95,4,95)
A9	(0,71,2,12,2,12)	(3,54,4,95,4,95)	(2,6,2,6,4,33)	(0,71,2,12,2,12)
A10	(0,87,2,6,2,6)	(4,33,6,06,6,06)	(0,71,2,12,2,12)	(2,6,2,6,4,33)
A11	(0,87,2,6,2,6)	(4,33,6,06,6,06)	(2,6,4,33,4,33)	(0,71,2,12,2,12)
A12	(2,12,2,12,3,54)	(3,54,4,95,4,95)	(0,87,2,6,2,6)	(4,33,6,06,6,06)

Dragan Smiljanić, Fuzzy višekriterijumska model za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu

Tabela 38. Ocene u Z brojevima za potencijalne lokacije za deonicu S2 Beograd - Niš, smer ka Nišu za sve kriterijume od strane E4

	C1	C2	C3	C4
A1	(2,12,2,12,3,54)	(2,6,4,33,4,33)	(3,54,3,54,4,95)	(0,87,2,6,2,6)
A2	(4,33,6,06,6,06)	(2,6,4,33,4,33)	(4,33,6,06,6,06)	(0,87,2,6,2,6)
A3	(2,12,2,12,3,54)	(2,6,4,33,4,33)	(4,33,6,06,6,06)	(3,54,4,95,4,95)
A4	(0,87,2,6,2,6)	(2,92,4,87,4,87)	(3,54,4,95,4,95)	(3,54,4,95,4,95)
A5	(0,87,2,6,2,6)	(2,6,4,33,4,33)	(3,54,3,54,4,95)	(0,87,2,6,2,6)
A6	(2,6,2,6,4,33)	(2,6,4,33,4,33)	(3,54,4,95,4,95)	(3,54,4,95,4,95)
A7	(2,12,2,12,3,54)	(2,6,4,33,4,33)	(4,33,4,33,6,06)	(0,87,2,6,2,6)
A8	(0,71,2,12,2,12)	(0,87,2,6,2,6)	(3,54,3,54,4,95)	(3,54,4,95,4,95)
A9	(2,6,2,6,4,33)	(2,6,4,33,4,33)	(3,54,4,95,4,95)	(0,87,2,6,2,6)
A10	(0,87,2,6,2,6)	(0,71,2,12,2,12)	(2,6,2,6,4,33)	(0,71,2,12,2,12)
A11	(3,54,4,95,4,95)	(2,6,4,33,4,33)	(4,33,6,06,6,06)	(0,87,2,6,2,6)
A12	(0,71,2,12,2,12)	(2,6,2,6,4,33)	(2,12,2,12,3,54)	(0,87,2,6,2,6)

Tabela 39. Ocene u Z brojevima za potencijalne lokacije za deonicu S2 Beograd - Niš, smer ka Nišu za sve kriterijume od strane E5

	C1	C2	C3	C4
A1	(0,87,0,87,0,87)	(0,97,2,9,2,9)	(6,06,6,06,7,79)	(4,95,4,95,6,36)
A2	(4,83,6,76,6,76)	(6,06,6,06,7,79)	(2,6,4,33,4,33)	(2,12,2,12,3,54)
A3	(2,6,4,33,4,33)	(4,33,4,33,6,06)	(4,33,6,06,6,06)	(3,5,3,5,4,5)
A4	(0,97,0,97,2,9)	(0,97,0,97,2,92)	(4,95,4,95,6,36)	(4,33,6,06,6,06)
A5	(0,87,0,87,2,6)	(0,87,2,6,2,6)	(6,06,6,06,7,79)	(6,06,6,06,7,79)

Dragan Smiljanić, Fuzzy višekriterijumska model za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu



RAZVOJ MODELA ZA ODREĐIVANJE LOKACIJA ZA PARKIRANJE VOZILA SA OPASNOM ROBOM



A6	(4,95,4,95,6,36)	(4,33,4,33,6,06)	(2,12,2,12,3,54)	(2,6,2,6,4,33)
A7	(6,76,6,76,8,69)	(4,83,6,76,6,76)	(6,06,6,06,7,79)	(4,83,6,76,6,76)
A8	(0,87,2,6,2,6)	(0,97,2,9,2,9)	(4,33,6,06,6,06)	(2,12,3,54,3,54)
A9	(6,76,6,76,8,69)	(6,06,6,06,7,79)	(4,83,6,76,6,76)	(6,76,6,76,8,69)
A10	(0,87,0,87,2,6)	(2,6,2,6,4,33)	(6,06,6,06,7,79)	(4,33,6,06,6,06)
A11	(4,33,6,06,6,06)	(4,33,6,06,6,06)	(2,12,2,12,3,54)	(2,6,2,6,4,33)
A12	(2,6,2,6,4,33)	(2,12,2,12,3,54)	(4,33,6,06,6,06)	(3,54,4,95,4,95)

Tabela 40. Ocene u Z brojevima za potencijalne lokacije za deonicu S2 Beograd - Niš, smer ka Nišu za sve kriterijume od strane E6

	C1	C2	C3	C4
A1	(0,97,0,97,2,9)	(0,97,0,97,2,9)	(0,97,0,97,2,9)	(6,06,6,06,7,79)
A2	(4,95,4,95,6,36)	(4,33,6,06,6,06)	(6,76,6,76,8,69)	(6,76,6,76,8,69)
A3	(3,54,3,54,4,95)	(2,12,3,54,3,54)	(0,97,0,97,2,9)	(2,12,3,54,3,54)
A4	(0,71,0,71,2,12)	(0,97,0,97,2,92)	(0,97,0,97,2,9)	(6,76,6,76,8,69)
A5	(0,97,0,97,2,9)	(0,97,0,97,2,9)	(0,97,0,97,0,97)	(6,06,6,06,7,79)
A6	(4,83,6,76,6,76)	(4,83,6,76,6,76)	(0,97,0,97,2,9)	(6,76,6,76,8,69)
A7	(6,76,6,76,8,69)	(0,97,0,97,0,97)	(6,76,8,69,8,69)	(4,33,6,06,6,06)
A8	(0,97,2,9,2,9)	(4,33,6,06,6,06)	(0,97,0,97,2,9)	(4,33,6,06,6,06)
A9	(6,76,8,69,8,69)	(6,76,8,69,8,69)	(6,76,8,69,8,69)	(4,83,6,76,6,76)
A10	(0,97,0,97,2,9)	(4,33,6,06,6,06)	(0,97,0,97,2,9)	(6,06,6,06,7,79)
A11	(2,12,2,12,3,54)	(4,33,6,06,6,06)	(4,33,6,06,6,06)	(4,83,6,76,6,76)
A12	(4,83,6,76,6,76)	(4,83,6,76,6,76)	(2,9,4,83,4,83)	(6,76,6,76,8,69)

Dragan Smiljanić, Fuzzy višekriterijumska model za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu

Tabela 41. Ocene u Z brojevima za potencijalne lokacije za deonicu S2 Beograd - Niš, smer ka Nišu za sve kriterijume od strane E7

	C1	C2	C3	C4
A1	(0,71,2,12,2,12)	(2,12,3,54,3,54)	(0,87,2,6,2,6)	(4,33,6,06,6,06)
A2	(3,5,3,5,4,5)	(0,97,0,97,2,9)	(2,5,3,5,3,5)	(2,12,3,54,3,54)
A3	(3,54,4,95,4,95)	(2,12,2,12,3,54)	(0,87,2,6,2,6)	(4,33,6,06,6,06)
A4	(0,87,0,87,2,6)	(2,51,2,51,4,18)	(0,87,0,87,2,6)	(4,33,6,06,6,06)
A5	(0,87,0,87,2,6)	(2,12,2,12,3,54)	(0,87,0,87,2,6)	(4,33,6,06,6,06)
A6	(3,5,3,5,4,5)	(2,12,2,12,3,54)	(2,12,3,54,3,54)	(6,76,6,76,8,69)
A7	(6,76,6,76,8,69)	(6,76,6,76,8,69)	(4,33,6,06,6,06)	(4,83,6,76,6,76)
A8	(0,71,2,12,2,12)	(0,71,2,12,2,12)	(0,87,2,6,2,6)	(4,33,6,06,6,06)
A9	(4,83,6,76,6,76)	(4,83,6,76,6,76)	(4,83,6,76,6,76)	(6,76,6,76,8,69)
A10	(0,87,2,6,2,6)	(2,12,3,54,3,54)	(0,87,2,6,2,6)	(4,33,6,06,6,06)
A11	(0,87,0,87,2,6)	(0,71,2,12,2,12)	(0,71,2,12,2,12)	(6,06,6,06,7,79)
A12	(3,54,3,54,4,95)	(2,12,3,54,3,54)	(2,6,4,33,4,33)	(4,33,6,06,6,06)

Pošto je prethodno na primeru proračuna težinskih koeficijenata objašnjena primena fuzzy DOMBI operatora, u nastavku, u tabeli 42 je prikazana početna matrica za F-MARCOS-Z nakon primene objašnjenih postupaka.

Tabela 42. Fuzzy vrednosti početne matrice za deonicu S2 Beograd - Niš, smer ka Nišu

	C1	C2	C3	C4
A1	(1.1,1.3,1.84)	(1.68,2.36,3.49)	(1.29,1.9,2.43)	(1.9,3.81,4.18)
A2	(4.54,4.94,5.98)	(2.71,3.11,4.86)	(3.93,4.84,5.49)	(1.62,3.19,3.55)
A3	(1.61,3.06,3.47)	(2.58,3.33,4.07)	(1.84,2.84,3.95)	(3.59,4.77,5.12)
A4	(0.77,0.93,1.37)	(1.84,2.07,3.9)	(1.16,1.56,3.18)	(4.61,5.81,6.33)
A5	(0.88,1.12,2.63)	(1.86,2.53,3.98)	(1.17,1.55,2.44)	(2.72,4.68,4.92)
A6	(2.32,3.19,4.2)	(3.2,3.55,4.79)	(2.25,2.67,4.18)	(3.66,4.08,5.33)
A7	(3.38,3.62,5.08)	(1.95,2.88,3.05)	(4.25,5.34,5.79)	(1.52,2.65,3.75)
A8	(0.75,1.34,1.34)	(0.96,1.72,2.78)	(1.13,2.09,2.93)	(2.12,4.07,4.07)
A9	(1.36,3.17,3.46)	(3.74,4.53,5.34)	(1.99,3.59,4.09)	(1.63,3.87,4.1)
A10	(0.79,1.36,2.38)	(2.11,3.5,4.13)	(1.04,1.4,2.9)	(2.25,3.55,4.4)
A11	(1.11,1.29,1.86)	(2.35,4.36,4.52)	(1.54,2.97,3.47)	(1.81,3.35,4.1)
A12	(1.21,2.53,2.98)	(3.07,3.59,4.74)	(1.57,3.16,3.46)	(2.61,4.43,4.72)

Da bi se kroz korake Fuzzy MAROS Z metode mogla izvršiti normalizacija ([tabela 43](#)), prvo je potrebno utvrditi antiidealno i idealno rešenje respektivno. Pošto su sva četiri kriterijuma korisnog tipa (tako su modelirani kroz ocenu ekspersata u fuzzy VKO modelu), AI je minimalna vrednost, a ID maksimalna vrednost početne matrice.

$$\tilde{A}(AI) = (0.75, 0.93, 1.34), (0.96, 1.72, 2.78), \\ (1.04, 1.40, 2.43), (1.52, 2.65, 3.55)$$

$$\tilde{A}(ID) = (4.54, 4.94, 5.98), (3.74, 4.53, 5.34), \\ (4.25, 5.34, 5.79), (4.61, 5.81, 6.33)$$

Tabela 43. Normalizovana fuzzy Z matrica za deonicu S2 Beograd - Niš, smer ka Nišu

	C1	C2	C3	C4
AI	(0.13,0.16,0.22)	(0.18,0.32,0.52)	(0.18,0.24,0.42)	(0.24,0.42,0.56)
A1	(0.18,0.22,0.31)	(0.32,0.44,0.65)	(0.22,0.33,0.42)	(0.3,0.6,0.66)
A2	(0.76,0.83,1)	(0.51,0.58,0.91)	(0.68,0.84,0.95)	(0.26,0.5,0.56)
A3	(0.27,0.51,0.58)	(0.48,0.62,0.76)	(0.32,0.49,0.68)	(0.57,0.75,0.81)
A4	(0.13,0.16,0.23)	(0.34,0.39,0.73)	(0.2,0.27,0.55)	(0.73,0.92,1)
A5	(0.15,0.19,0.44)	(0.35,0.47,0.75)	(0.2,0.27,0.42)	(0.43,0.74,0.78)
A6	(0.39,0.53,0.7)	(0.6,0.67,0.9)	(0.39,0.46,0.72)	(0.58,0.64,0.84)
A7	(0.57,0.61,0.85)	(0.37,0.54,0.57)	(0.73,0.92,1)	(0.24,0.42,0.59)
A8	(0.13,0.22,0.22)	(0.18,0.32,0.52)	(0.19,0.36,0.51)	(0.34,0.64,0.64)
A9	(0.23,0.53,0.58)	(0.7,0.85,1)	(0.34,0.62,0.71)	(0.26,0.61,0.65)
A10	(0.13,0.23,0.4)	(0.39,0.66,0.77)	(0.18,0.24,0.5)	(0.36,0.56,0.69)
A11	(0.19,0.22,0.31)	(0.44,0.82,0.85)	(0.27,0.51,0.6)	(0.29,0.53,0.65)
A12	(0.2,0.42,0.5)	(0.58,0.67,0.89)	(0.27,0.55,0.6)	(0.41,0.7,0.75)
ID	(0.76,0.83,1)	(0.7,0.85,1)	(0.73,0.92,1)	(0.73,0.92,1)

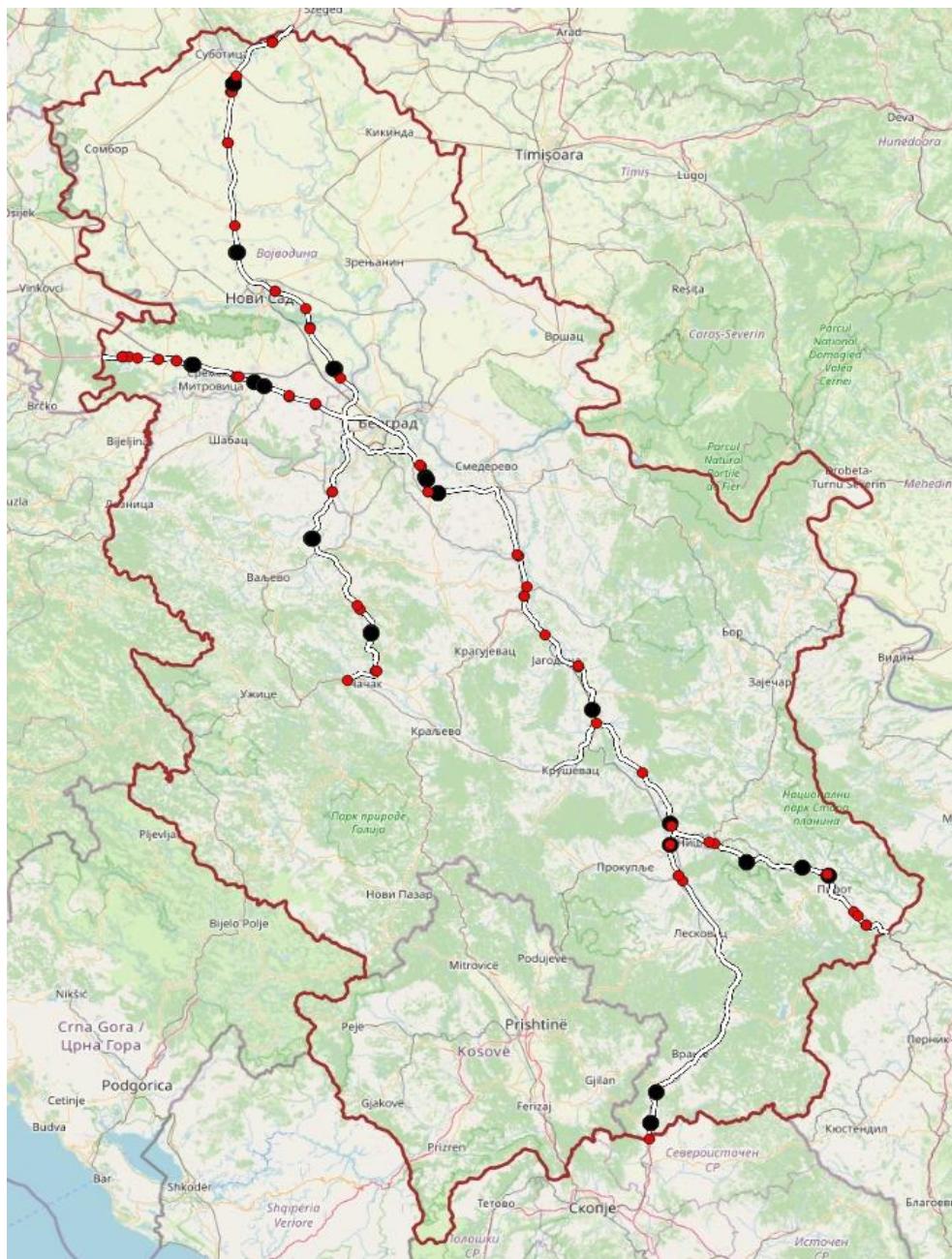
Da bi se dobili rezultati za pomenutu deonicu, ali i za sve ostale, potrebno je izvršiti proračun u okviru svih koraka F-MARCOS-Z metode. Rezultati za deonicu S2 Beograd - Niš, smer ka Nišu predstavljeni su u [tabeli 44](#).

Tabela 44. Rezultati F-MARCOS-Z metode za deonicu puta S2 Beograd - Niš, smer ka Nišu

	$f(\tilde{K}_i^-)$	$f(\tilde{K}_i^+)$	K-	K+	fK^-	fK^+	K_i	Rank
A1	(0.04,0.11,0.29)	(0.09,0.35,1.18)	1.771	0.518	0.131	0.448	0.258	11
A2	(0.08,0.2,0.49)	(0.2,0.61,1.98)	3.053	0.899	0.227	0.773	0.843	1
A3	(0.06,0.17,0.4)	(0.15,0.53,1.64)	2.584	0.761	0.193	0.654	0.585	5
A4	(0.05,0.12,0.36)	(0.13,0.39,1.44)	2.050	0.597	0.151	0.519	0.351	8
A5	(0.04,0.12,0.34)	(0.1,0.37,1.39)	1.964	0.571	0.144	0.497	0.319	10
A6	(0.08,0.17,0.45)	(0.18,0.52,1.84)	2.692	0.788	0.199	0.681	0.635	4
A7	(0.07,0.18,0.43)	(0.17,0.55,1.73)	2.688	0.792	0.200	0.680	0.637	3
A8	(0.03,0.11,0.27)	(0.07,0.34,1.09)	1.669	0.489	0.124	0.422	0.228	12
A9	(0.06,0.19,0.42)	(0.14,0.58,1.7)	2.742	0.809	0.205	0.694	0.666	2
A10	(0.04,0.12,0.34)	(0.09,0.38,1.37)	1.964	0.571	0.144	0.497	0.320	9
A11	(0.04,0.15,0.34)	(0.1,0.46,1.38)	2.185	0.643	0.163	0.553	0.406	7
A12	(0.06,0.17,0.39)	(0.13,0.52,1.58)	2.501	0.736	0.186	0.633	0.544	6

Od ukupno 12 potencijalnih lokacija koje su se razmatrale na ovoj deonici, potrebno je izabrati tri za svaki smer, jer se radi o deonici čija je ukupna dužina 238 km. U prethodnom prikazanom delu proračuna, za posmatranu deonicu, za smer ka Nišu, to su lokacije A2, A9 i A7 sa koordinatama N 44.623228, E 20.638292, N 43.797089, E 21.433489, N 44.567137, E 20.696598 respektivno.

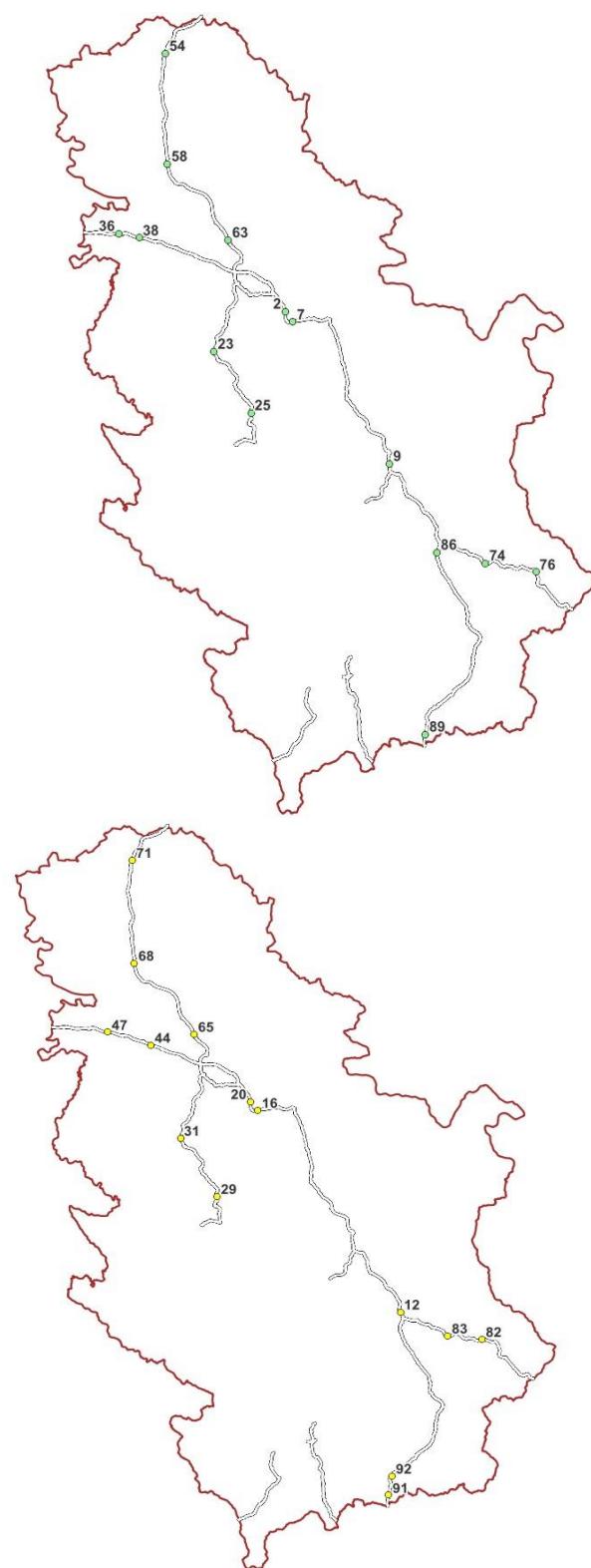
Na isti način primenjena je procedura F-PIPRECIA-Z-F-MARCOS-Z modela za ostale deonice puta i smerove, pa je skup od 28 najpogodnijih lokacija dat na [slici 6](#), a struktura po deonicama je data u [tabeli 45](#).



Slika 6. Izabrane lokacije na osnovu kojih će se formirati scenarija za optimalan raspored parking mesta za vozila sa opasnom robom

Pošto su u pitanju različite lokacije po smerovima, istraživanje je podeljeno na dva dela koja označavaju oba moguća pravca kretanja na mreži autoputa u Srbiji. Izborom po 14 potencijalnih lokacija u oba smera, definisan je ukupan broj od 28 lokacija za parkiranje vozila sa opasnom robom, što je prikazano na [slici 7](#).

Dragan Smiljanić, *Fuzzy višekriterijumski model za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom*, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu



Slika 7. Izabrane lokacije za oba smera za formiranje konačnih scenarija

Dragan Smiljanić, Fuzzy višekriterijumski model za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu



RAZVOJ MODELA ZA ODREĐIVANJE LOKACIJA ZA PARKIRANJE VOZILA SA OPASNOM ROBOM



Tabela 45. Struktura izabranih lokacija po deonici autoputa i smerovima

Deonica i smer	Izabrane lokacije
D1 na putnom pravcu granični prelaz Batrovci - Beograd, smer ka Beogradu	postojeće parkiralište „Kuzmin” i postojeće parkiralište „Laćarak”
D1 na putnom pravcu granični prelaz Batrovci - Beograd, smer ka graničnom prelazu Batrovci	proširenje i uređenje odmorišta A3 i postojeće parkiralište „Laćarak”
D2 na putnom pravcu Beograd - Niš, smer ka Nišu	postojeće parkiralište „Begaljičko Brdo”, postojeće parkiralište „Dražanj” i postojeće parkiralište „Krežbinac”
D2 na putnom pravcu Beograd - smer ka Beogradu	parkiralište „Trupale”, privедено toj nameni po ukidanju naplatne rampe, postojeće parkiralište „Dražanj” i postojeće parkiralište „Begaljičko Brdo”
D3 na putnom pravcu granični prelaz Horgoš - Beograd, smer ka Beogradu	postojeće parkiralište „Bikovo”, postojeće parkiralište „Sirig” i proširenje i uređenje parkirališta na stanici za naplatu putarine „Stara Pazova”
D3 na putnom pravcu granični prelaz Horgoš - Beograd, smer ka Horgošu	postojeće parkiralište „Sirig”, postojeće parkiralište „Bikovo” i proširenje i uređenje parkirališta na stanici za naplatu putarine „Stara Pazova”
D4 na putnom pravcu Niš - granični prelaz Preševo, smer ka graničnom prelazu Preševo	postojeće parkiralište „Čokot”, proširenje i uređenje parkirališta na stanici za naplatu putarine „Preševo”
D4 na putnom pravcu Niš - granični prelaz Preševo, smer ka Nišu	proširenje i uređenje parkirališta na stanici za naplatu putarine „Preševo” i uređenje parkirališta na stanici za snabdevanje gorivom „Valoni Petrol”

Dragan Smiljanić, Fuzzy višekriterijumska model za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu



RAZVOJ MODELA ZA ODREĐIVANJE LOKACIJA ZA PARKIRANJE VOZILA SA OPASNOM ROBOM



D5 na putnom pravcu Niš - granični prelaz Gradina, smer ka graničnom prelazu Gradina

uređenje parkirališta na odmorištu „Toplik“ i C.
uređenje parkirališta na odmorištu „Sopot“

D5 na putnom pravcu Niš - granični prelaz Gradina, smer ka Nišu

uređenje parkirališta na odmorištu „Sinjac“ i
uređenje parkirališta na odmorištu „Toplik“

D6 na putnom pravcu Beograd - Pakovraće, smer ka Pakovraću

proširenje i uređenje parkirališta na odmorištu „Lajkovac“ i uređenje novog parkirališta, smer ka Pakovraću

D6 na putnom pravcu Beograd - Pakovraće, smer ka Beogradu

uređenje novog parkirališta, proširenje i uređenje parkirališta na odmorištu „Lajkovac“, smer ka Beogradu

LITERATURA

1. ADR, Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road – ADR, United Nations, 2025
2. Ak, R., Bahrami, M., & Bozkaya, B. (2020). A time-based model and GIS framework for assessing hazardous materials transportation risk in urban areas. *Journal of Transport & Health*, 19, 100943.
3. Huang, B. (2006). GIS-based route planning for hazardous material transportation. *Journal of Environmental Informatics*, 8(1).
4. Jana, C. & Pal, M. (2023). Interval-Valued Picture Fuzzy Uncertain Linguistic Dombi Operators and Their Application in Industrial Fund Selection. *Journal of Industrial Intelligence*, 1(2), 110-124.
5. Milovanović, B., (2012), Prilog razvoju metodologije za izbor trasa za kretanje vozila koja transportuju opasnu robu sa aspekta upravljanja rizikom, Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet, doktorska disertacija
6. Saha, A., Reddy, J., & Kumar, R. (2022). A fuzzy similarity based classification with Archimedean-Dombi aggregation operator. *Journal of Intelligent Management Decision*, 1(2), 118-127.
7. Smiljanić, D., Sremac, S., Tanackov, I., Stević, Ž., Márton, P., & Stojić, G. (2024). A novel hybrid fuzzy model for selection of parking lots for vehicles with dangerous goods. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 131, 107882.
8. Zhang, J., Hodgson, J., & Erkut, E. (2000). Using GIS to assess the risks of hazardous materials transport in networks. *European Journal of Operational Research*, 121(2), 316-329.

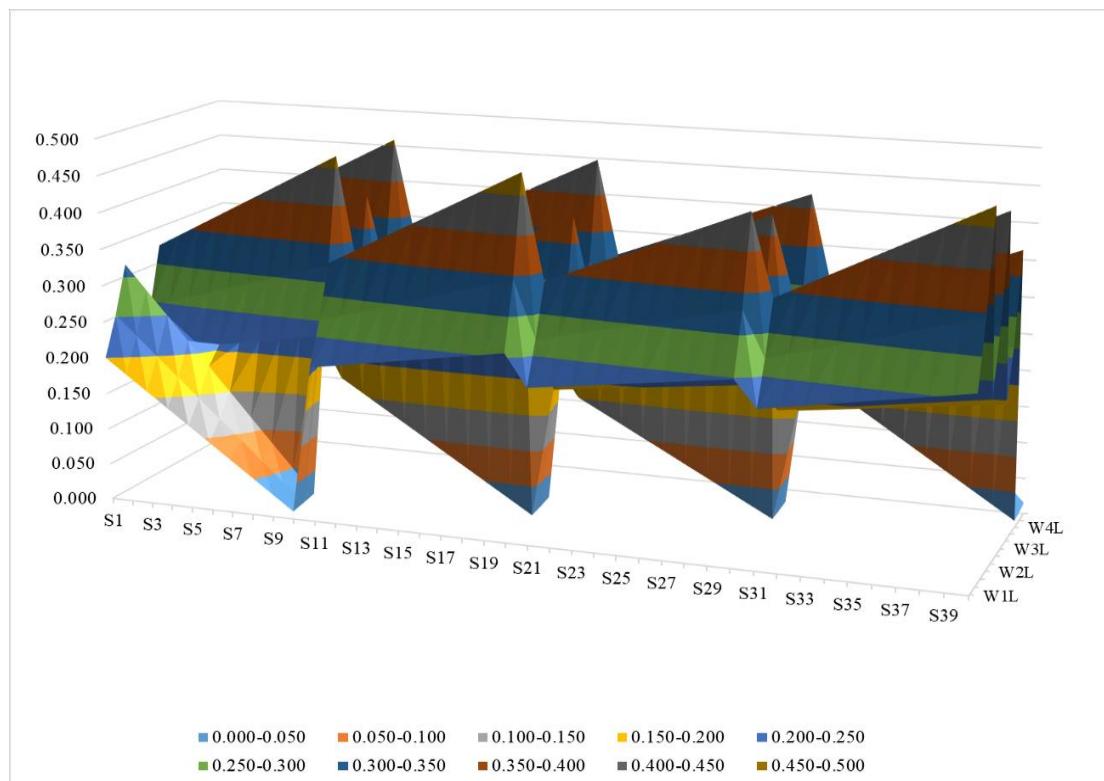
5. VERIFIKACIJA PREDLOŽENOG MODELA KROZ VIŠEFAZNE ANALIZE

5.1. TESTOVI VERIFIKACIJE

U cilju provere dobijenih rangova i izbora najpogodnijih lokacija za parkiranje vozila sa opasnom robom, pristupljeno je kreiranju različitih testova verifikacije. Oni podrazumevaju promenu težinskih koeficijenata, komparativnu analizu, te proračun statističke korelacije.

5.2. UTICAJ RAZLIČITIH VREDNOSTI KRITERIJUMA NA IZBOR LOKACIJA ZA PARKIRANJE VOZILA SA OPASNOM ROBOM

Ovaj test verifikacije podrazumeva formiranje 40 scenarija u kojima su promenjeni težinski koeficijenti. Izvršena je simulacija vrednosti sva četiri kriterijuma na način da su oni redukovani u intervalu 5-95% u zavisnosti od konkretnog scenarija. Vrednosti simuliranih težina u analizi osetljivosti (AO) predstavljene su na [grafikonu 2](#).



Grafikon 2. Nove vrednosti kriterijuma kroz simuliranih 40 scenarija

Dragan Smiljanić, Fuzzy višekriterijumska model za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu

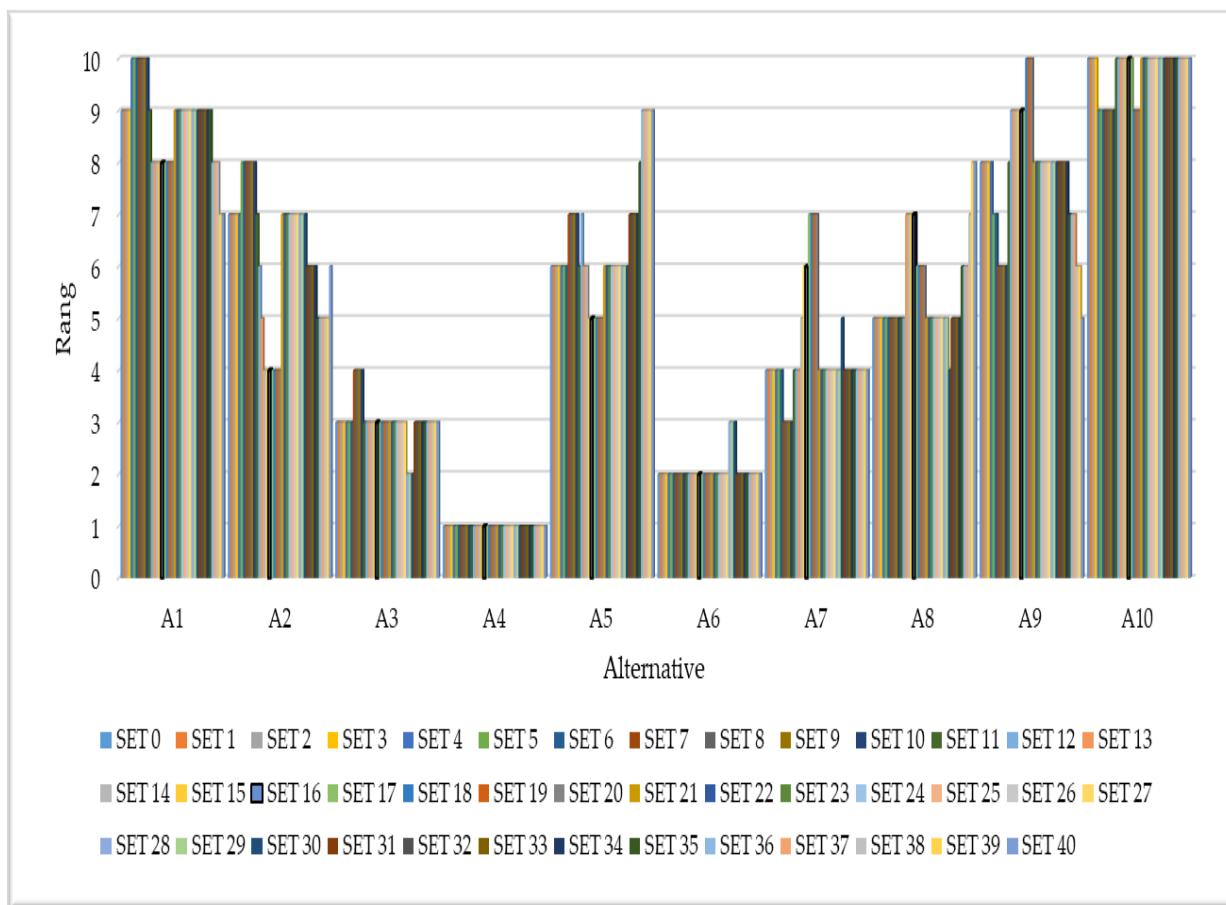
U scenarijima S1-S10 smanjena je vrednost C1 za 5-95% respektivno, što znači da je od originalne vrednosti u početnom scenariju $S_0=(0.211,0.266,0.333)$ redukovano na $S_{10}=(0.011,0.013,0.017)$.

Simulirane vrednosti u S11-S20 smanjuju značaj kriterijuma C2: $S_0=(0.184,0.240,0.316)$, $S_{20}=(0.009,0.012,0.016)$.

U S21-S30 smanjen je značaj trećeg kriterijuma, dok se vrednost ostalih povećava, pa imamo $S_0=(0.159,0.203,0.268)$ i $S_{30}=(0.008,0.010,0.013)$.

Na kraju u S31-S40 opada vrednost C4, pa imamo $S_0=(0.191,0.238,0.311)$ i $S_{40}=(0.010,0.012,0.016)$.

Ponavljajući postupak primene F-PIPRECIA-Z-F-MARCOS-Z modela dobijeni su novi rangovi lokacija dati na [grafikonu 3](#).



Grafikon 3. Dobijeni rangovi kroz analizu osetljivosti - promena vrednosti kriterijuma

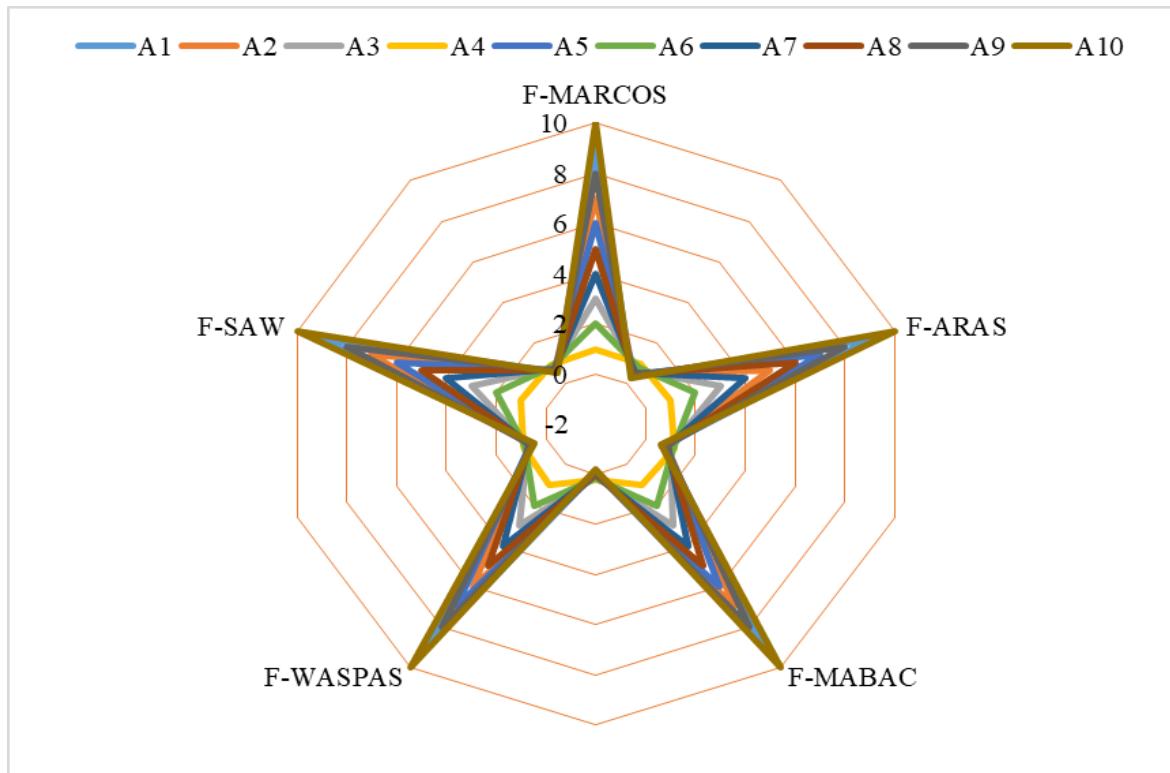
Rezultati analize osetljivosti pokazuju da je model osetljiv na promene težinskih koeficijenata, ali je bitno napomenuti da prvoplasirana lokacija ostaje na svojoj poziciji, dok se drugoplasirana lokacija nalazi na svojoj poziciji u 92.5% scenarija, a opada na treće mesto u ostalim slučajevima, tačnije u S28-S30 kada drastično opada vrednost trećeg kriterijuma. Ostale promene nisu previše značajne, što će biti potvrđeno kroz koeficijente korelacije.

5.3. UPOREDNA ANALIZA SA DRUGIM VKO METODAMA U FUZZY OBLIKU ZASNOVANIM NA Z BROJEVIMA

Drugi test podrazumeva izbor najpogodnijih lokacija primenom četiri VKO metode zasnovane na Z brojevima:

- fuzzy SAW,
- fuzzy WASPAS,
- fuzzy ARAS i
- fuzzy MABAC.

Uporedna analiza (CA) je prikazana na [grafikonu 4](#).



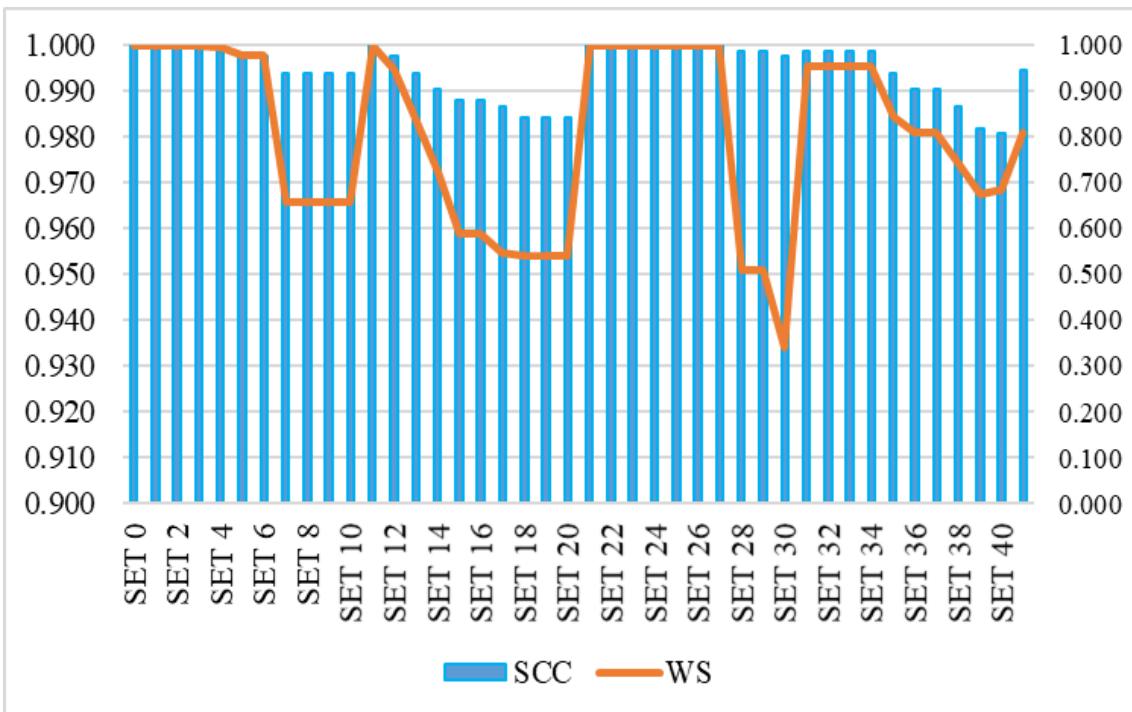
Grafikon 4. Rezultati komparativne analize sa drugim VKO metodama

Dragan Smiljanić, Fuzzy višekriterijumska model za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu

Rezultati uporedne analize potvrđuju izbor dve najpogodnije lokacije za parking vozila sa opasnom robom, jer A4 i A6 ne menjaju svoju poziciju. Jedine promene se dešavaju sa rangovima A2, A5 i A8, koje menjaju poziciju za jedno mesto.

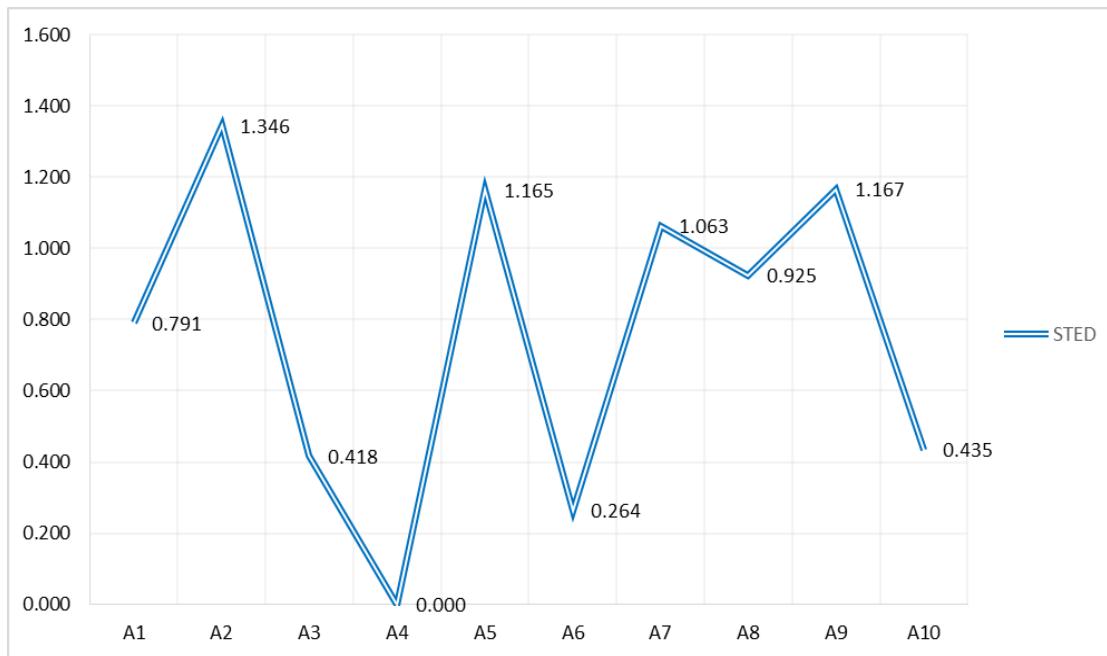
5.4. PRORAČUN TESTOVA KORELACIJE I STANDARDNOG ODSTUPANJA

Korelacioni testovi koji se odnose na proračun SCC (Božanić et al. 2023) i WS (Więckowski et al. 2023) koeficijenata su prikazani na [grafikon 5](#).



Grafikon 5. Spirmanov i WS statistički koeficijenti korelacije u analizi osetljivosti

Kao što se vidi implementiran je proračun korelacionih koeficijenata za rangove u prethodnom testu verifikacije koji se odnosi na analizu osetljivosti. Bez obzira na činjenicu da u određenom broju scenarija postoje razlike u rangovima lokacija, može se izvesti opšti zaključak da su rangovi u analizi osetljivosti u veoma visokoj korelaciji o čemu svedoče i njihove prosečne vrednosti $SCC=0.946$ i $WS=0.981$. Najmanja korelacija je primenom Spirmanovog koeficijenta koja iznosi 0.806 i to u S40 kada pojedine lokacije menjaju rang za više od jedne pozicije. Kada je u pitanju WS koeficijent najmanja korelacija iznosi 0.934 u S30 kada nastaje promena mesta druge i treće najbolje lokacije. Pored proračunatih koeficijenata korelacijske prikazan je i proračun standardne devijacije na [grafikonu 6](#).



Grafikon 6. Standardno odstupanje u analizi osetljivosti

Odstupanje u rangovima dobijenim kroz 40 scenarija pokazuje da najpogodnija lokacija A4 nema nikakvih odstupanja, dok su ostale lokacije podložne manjim odstupanjima. Najveći iznos devijacije iznosi 1.346 za A2.

5.5. ANALIZA REVERZNOG RANGA NA PRIMERU PRVE DEONICE PUTA

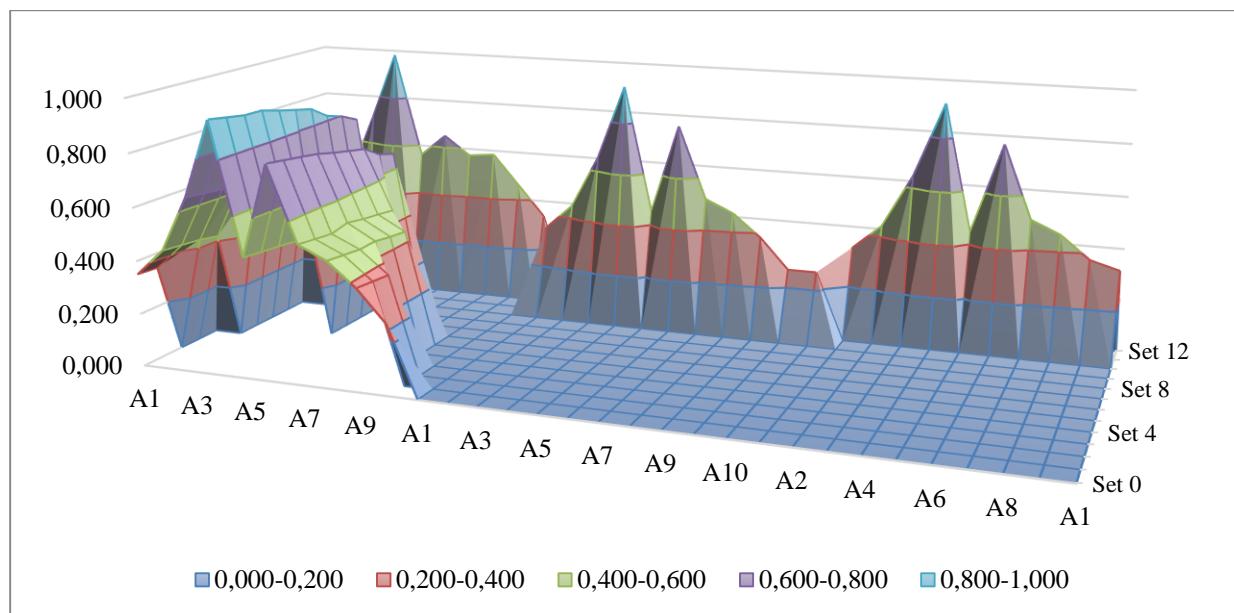
Ovaj deo rada se odnosi na izvršenje nekoliko mogućih oblika dinamičke analize osetljivosti tj. reverzne analize ranga. To podrazumeva da se formiraju scenariji u kojima se eliminiše lokacija sa najlošijim karakteristikama u okviru posmatrane deonice puta. Kvantitativno posmatrano u prvom scenariju eliminiše se najlošija lokacija A10, u drugom scenariju A1 itd. Naredni oblik ove analize predstavljen u desetom scenariju podrazumeva proširenje početne fuzzy matrice odlučivanja sa najlošijom lokacijom u okviru posmatranog skupa, što je ovde slučaj da je dodata A10. Naredni S11 podrazumeva da umesto najlošije lokacije dodamo drugu najlošiju, pa u ovom scenariju imamo situaciju da smo A10 zamenili sa A1. Na kraju u poslednjem scenariju S12 ponovo je smanjena veličina početne fuzzy matrice, ali ovog puta sa aspekta broja kriterijuma, jer je treći kriterijum eliminisan. Kompletna analiza kroz formirana scenarija je predstavljena u tabeli 46.

Dragan Smiljanić, Fuzzy višekriterijumska model za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu

Tabela 46. Prikaz svih scenarijuma u okviru analize reverznog ranga

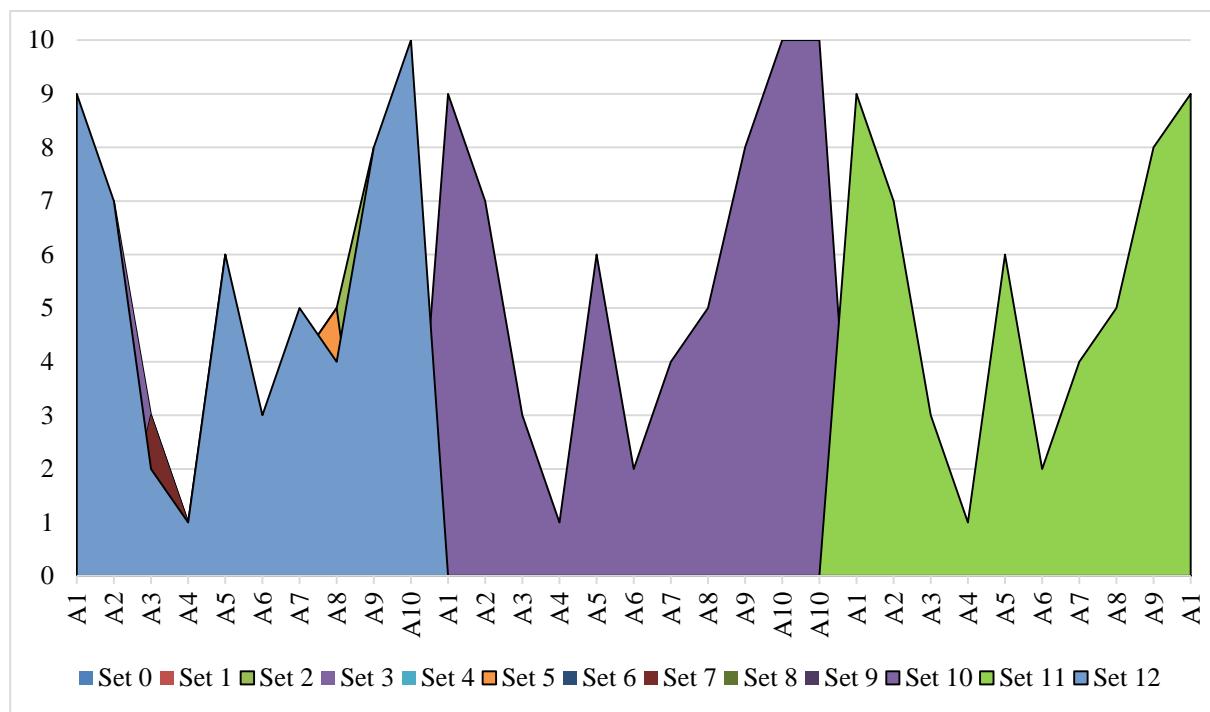
	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
A1											9		
A1	9	9								9	9	9	
A2	7	7	7	7						7	7	7	
A3	3	3	3	3	3	3	3	3		3	3	2	
A4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
A5	6	6	6	6	6					6	6	6	
A6	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	
A7	4	4	4	4	4	4	4			4	4	5	
A8	5	5	5	5	5	5				5	5	4	
A9	8	8	8							8	8	8	
A10	10									10		10	
A10										10			

Rezultati kroz postavljena scenarija su prikazani na [grafikonima 7](#) (vrednosti lokacija) i [8](#) (rangovi lokacija).



Grafikon 7. Vrednosti lokacija za parkiranje vozila sa opasnom robom u analizi reverznog ranga

Dragan Smiljanić, Fuzzy višekriterijumska model za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu



Grafikon 8. Rangovi lokacija za parkiranje vozila sa opasnom robom u analizi reverznog ranga

F-PIPRECIA-Z-F-MARCOS-Z pokazuje karakteristike robustnosti, jer se dešava samo jedna promena u prethodno izvršenoj analizi reverznog ranga. Navedena promena se odnosi na scenario S12 kada je rang lokacija sledeći: A4>A3>A6>A7>A8>A5>A2>A9>A1>A10 pri čemu druga i treća najbolja lokacija menjaju svoje pozicije. U svim ostalim scenarijima rang lokacija ostaje isti: A4>A6>A3>A7>A8>A5>A2>A9>A1>A10.

Danas je istraživačima i generalno svim učesnicima koji se bave procesom donošenja odluka dostupan veliki broj VKO metoda u različitim oblicima proširenja sa teorijama neizvesnosti. Postavlja se ključno pitanje, kako izabrati pravu metodu ili kreirati pravi model/pristup u cilju dobijanja optimalnih rezultata jedinstvenih studija, kao što je i ovo istraživanje izvršeno u okviru doktorske disertacije. U ovoj doktorskoj disertaciji izabrana je fuzzy PIPRECIA metoda za izvršenje proširenja sa fuzzy Z brojevima zbog određenih prednosti kao što su:

- jedinstvena skala za ocenjivanje kriterijuma od strane eksperata,
- nije potrebno prethodno sortiranje kriterijuma vrednovanja,
- koraci koji podrazumevaju i inverznu metodologiju u okviru ove metode,
- proračuni statističkih testova, kako bi metoda bila sposobna da proveri svoju tačnost sa aspekta primene svih koraka zajedno.



Generalno, zbog prethodno navedenih prednosti i same prirode istraživanja koje je izvršeno, dat je prioritet u odnosu na neke druge dostupne metode za određivanje težina kriterijuma kao što su ([Rezaei, 2015](#); [Bonab et al. 2023](#)), AHP ([Saaty, 1982](#); [Chen et al. 2023](#)), LBWA ([Žižović and Pamučar, 2019](#); [Ogundoyin & Kamil, 2023](#)).

Takođe i metoda koja je izabrana za određivanje potencijalnih lokacija za parkiranje vozila sa opasnom robom ima svoje prednosti. Izabrana metoda MARCOS ima veoma dobre performanse:

- pruža stabilnost u primjenjenom modelu,
- pokazuje robusnost,
- proračunava funkcije iskorišćenja u odnosu na idealno i antiidealno rešenje,
- mogućnost razmatranja velikog skupa potencijalnih varijanti i kriterijuma, pri čemu broj ulaznih parametara ne utiče na stabilnost modela.

Prethodno navedeno je uticalo da MARCOS metoda dobije prednost u okviru ove doktorske disertacije u odnosu na druge VKO metode za rangiranje varijantnih rešenja kao što su TOPSIS ([Petrović et al. 2023](#)), COMET ([Shekhovtsov et al. 2022](#)), SPOTIS ([Bączkiewicz, 2022](#)), EDAS ([Keshavarz Ghorabae et al. 2015](#); [Radovanović et al. 2023](#)).

LITERATURA

1. Bączkiewicz, A. (2022, September). Temporal SWARA-SPOTIS for Multi-Criteria Assessment of European Countries Regarding Sustainable RES Exploitation. In *Special Sessions in the Advances in Information Systems and Technologies Track of the Conference on Computer Science and Intelligence Systems* (pp. 171-191). Cham: Springer Nature Switzerland.
2. Bonab, S. R., Haseli, G., Rajabzadeh, H., Ghoushchi, S. J., Hajiaghaei-Keshteli, M., & Tomaskova, H. (2023). Sustainable resilient supplier selection for IoT implementation based on the integrated BWM and TRUST under spherical fuzzy sets. *Decision making: applications in management and engineering*, 6(1), 153-185.
3. Božanić, D., Epler, I., Puška, A., Biswas, S., Marinković, D., & Koprivica, S. (2023). Application of the dibr ii-rough mabac decision-making model for ranking methods and techniques of lean organization systems management in the process of technical maintenance. *Facta Universitatis, Series: Mechanical Engineering*.
4. Chen, H., Huang, A. B., Peng, B., & Liu, Y. M. (2023). Evaluation of post-earthquake geological environment carrying capacity based on AHP-GIS coupled analysis method. *Acadlore Transactions on Geosciences*, 2(1), 14-23.
5. 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.
6. Ogundoyin, S. O., & Kamil, I. A. (2023). An integrated Fuzzy-BWM, Fuzzy-LBWA and V-Fuzzy-CoCoSo-LD model for gateway selection in fog-bolstered Internet of Things. *Applied Soft Computing*, 143, 110393.
7. Petrović, N., Živanović, T., & Mihajlović, J. (2023). Evaluating the annual operational efficiency of passenger and freight road transport in Serbia through entropy and TOPSIS methods. *Journal of Engineering Management and Systems Engineering*, 2(4), 204-211.
8. Radovanović, M., Božanić, D., Tešić, D., Puška, A., Hezam, I. M., & Jana, C. (2023). Application of Hybrid DIBR-FUCOM-LMAW-Bonferroni-Grey-EDAS Model In Multicriteria Decision-Making. *Facta Universitatis, Series: Mechanical Engineering*, 21(3), 387-403.
9. Rezaei, J. (2015). Best-worst multi-criteria decision-making method. *Omega*, 53, 49-57.
10. Saaty, T. L. (1982). The analytic hierarchy process: A new approach to deal with fuzziness in architecture. *Architectural Science Review*, 25(3), 64-69.

11. Shekhovtsov, A., Więckowski, J., Kizielewicz, B., & Sałabun, W. (2022). Towards Reliable Decision-Making in the green urban transport domain. *Facta Universitatis, Series: Mechanical Engineering*, 20(2), 381-398.
12. Więckowski, J., Kizielewicz, B., Shekhovtsov, A., & Sałabun, W. (2023). How do the criteria affect sustainable supplier evaluation? - A case study using multi-criteria decision analysis methods in a fuzzy environment. *Journal of Engineering Management and Systems Engineering*, 2(1), 37-52.
13. Žižović, M., & Pamucar, D. (2019). New model for determining criteria weights: Level Based Weight Assessment (LBWA) model. *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 2(2), 126-137.

6. INTEGRISANI FUZZY VKO Z - GIS MODEL ZA IZBOR SCENARIJA LOKACIJA ZA PARKIRANJE VOZILA SA OPASNOM ROBOM NA MREŽI AUTOPUTEVA REPUBLIKE SRBIJE

U ovom delu rada izvršeno je integriranje GIS modela sa fuzzy VKO Z modelom kako bi se izvršio cilj ovog rada, ali i kompletног istraživanja koje je spoj više različitih modela. Krajnji cilj istraživanja podrazumeva preporuku nadležnim državnim organima za usvajanje najbolje plasiranog scenarija za svaki smer.

6.1. FORMIRANJE SCENARIJA LOKACIJA ZA PARKIRANJE VOZILA SA OPASNOM ROBOM

Prethodno izabrane lokacije prikazane na [slici 8](#) treba integrisati u različite scenarije sa ciljem određivanja najboljeg skupa lokacija za parking vozila sa opasnom robom. S obzirom na raspoloživi skup od 14 lokacija (po smeru) dobijenih sa fuzzy VKO Z modelom, kao i ukupne dužine mreže autoputa (964 km) potrebno je definisati osam do deset lokacija kako bi se obezbedila pokrivenost kompletne mreže autoputa. Osnovni kriterijum definisanja koje lokacije čine različite scenarijume zasnovan je na minimalnoj međusobnoj udaljenosti dve uzastopne lokacije, a koja iznosi 50 km. Formirano je ukuopno 32 scenarija, po 16 za oba smera, što je prikazano u [tabelama 47 i 48](#).

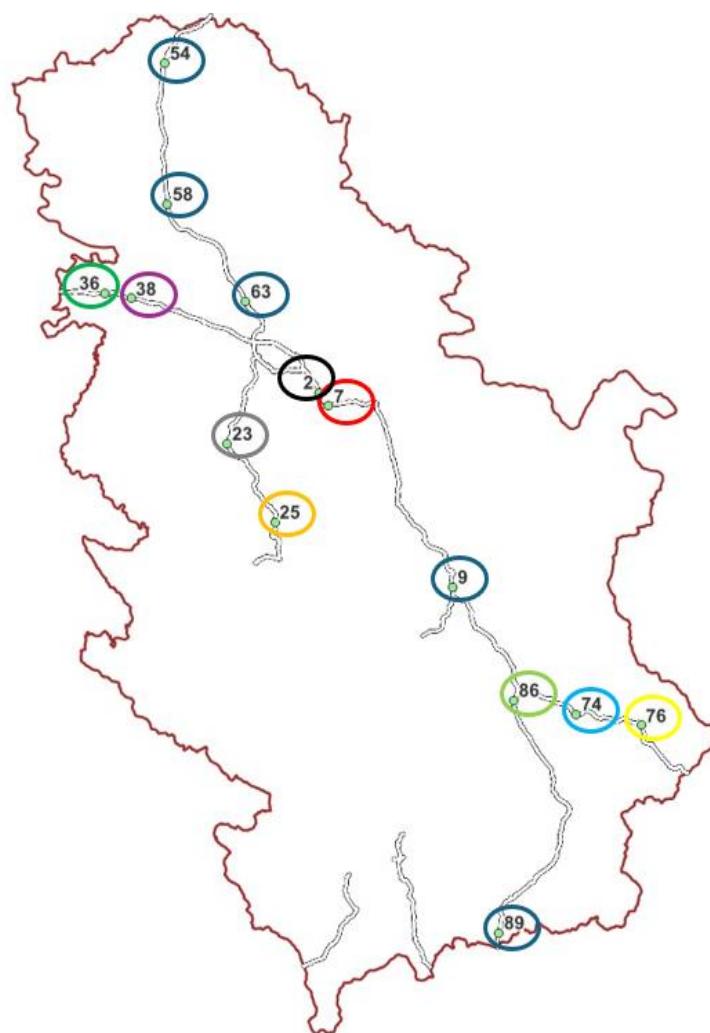
Tabela 47. Definisani scenarijumi za prvi smer

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16
lokacije	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58
	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63
	7	7	7	7	7	7	7	7	2	2	2	2	2	2	2	2
	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	86	86	86	86	74	74	74	74	86	86	86	86	74	74	74	74
	76	76	76	76	89	89	89	89	76	76	76	76	89	89	89	89
	89	89	89	89	38	36	36	38	89	89	89	89	38	36	36	38
	38	36	36	38	25	25	23	23	38	36	36	38	25	25	23	23
	25	25	23	23					25	25	23	23				

Dragan Smiljanić, *Fuzzy višekriterijumska model za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom*, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu

Dakle, uvažavajući usvojen kriterijum za formiranje scenarija pojavljuju se određene lokacije koje su tzv. obavezne odnosno nalaze se u svakom od 16 scenarija formiranih za svaki smer pojedinačno. Činjenica koja objašnjava zašto je to tako odnosi se upravo na međusobnu udaljenost. Ukoliko se ne definišu obavezne lokacije u scenarijima došlo bi to situacije da na udaljenosti od preko 200 km postoji samo jedna lokacija, što nije poželjno. Npr. kada lokacija devet ne bi bila obavezna to bi značilo da u nekom scenariju imamo udaljenost između dva uzastopna parkirališta za vozila koja transportuju opasnu robu oko 200 km. Vodeći računa o ovom aspektu za prvi smer deonica mreže autoputa definisano je pet obaveznih lokacija, a to su L54, L58, L63, L9 i L89.

Na [slici 8](#) primenom različitih boja prikazane su različite kombinacije scenarija.



Slika 8. Scenariji za prvi smer autoputa

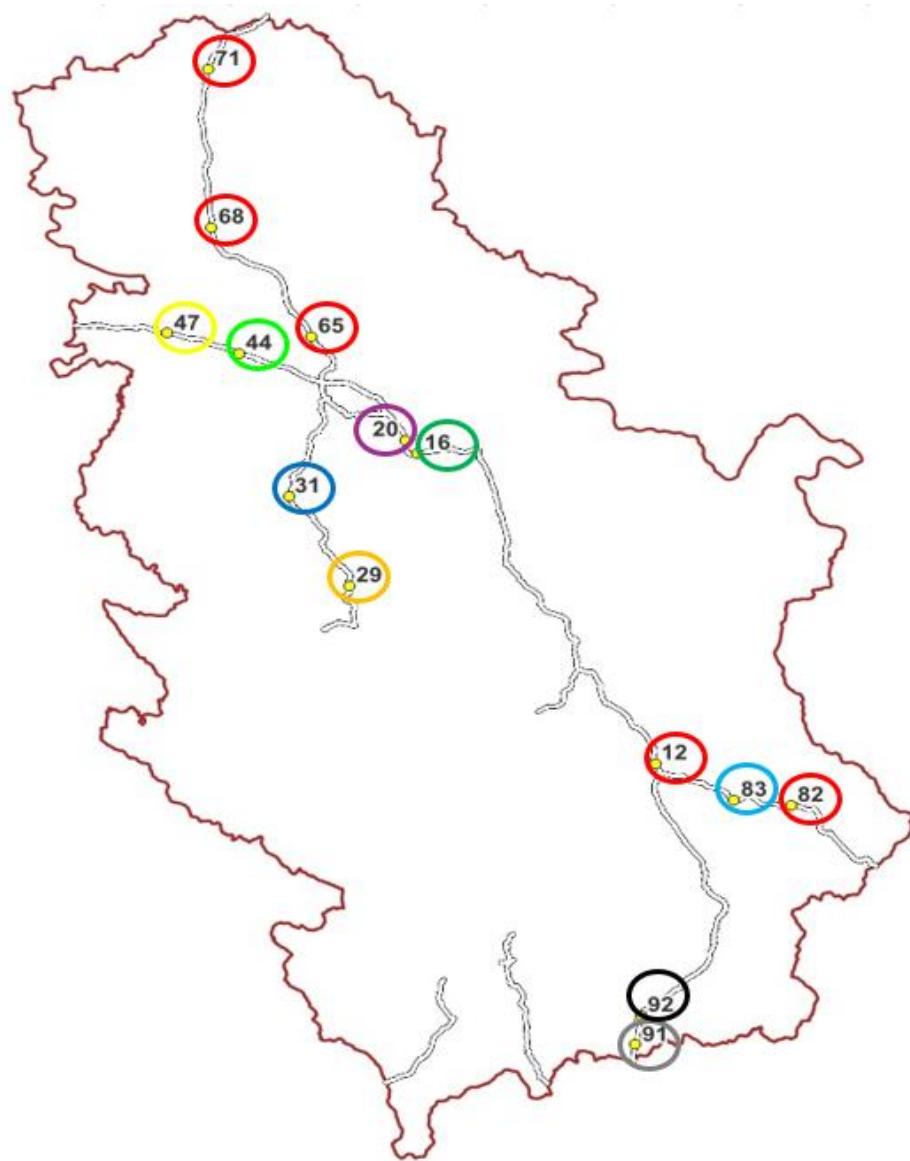
Plavom bojom su označene obavezne lokacije tj. one koje se nalaze u svim scenarijima. Crvena boja označava lokaciju sedam (L7) koja se nalazi u osam scenarija (S1-S8), crnom je označena L2 koja je sastavni deo takođe osam scenarija, ali S9-S16. Svetlo zelena boja se odnosi na L86 i deo je S1-S4 i S9-S12, dok je L74 (svetlo plava) uključena u S5-S8 i S13-S16. Ista situacija kao sa L86 važi za L76. Raspored ostalih lokacija po scenarijima je sledeći: L36 (zelena) je deo S2, S3, S6, S7, S10, S11, S14 i S15, L38 (ljubičasto) je u S1, S4, S5, S8, S9, S12, S13, S16, L25 (narandžasto) je u okviru scenarijuma S1, S2, S5, S6, S9, S10, S13, S14, a L23 (sivo) u sklopu S3, S4, S7, S8, S11, S12, S15, S16.

Tabela 48. Definisani scenarijumi za drugi smer

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16
lokacije	91	91	91	91	91	91	91	91	92	92	92	92	92	92	92	92
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82
	16	20	16	16	20	20	20	16	16	20	16	16	16	20	20	20
	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65
	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68
	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71
	44	44	47	44	44	47	47	47	44	44	47	44	47	47	44	47
	31	31	31	29	29	31	29	29	31	31	31	29	29	31	29	29

Kada je u pitanju i drugi smer kretanja vozila sa opasnom robom, takođe se pojavljuju određene lokacije koje su obavezne, odnosno nalaze se u svakom od 16 scenarija. Vodeći računa o međusobnoj udaljenosti dve uzastopne lokacije, koja ne sme biti manja od 50 km, a ni veća od 200 km za, drugi smer deonica mreže autoputa definisane su sledeće obavezne lokacije: L82, L12, L65, L68 i L71.

Na [slici 9](#) primenom različitih boja prikazane su različite kombinacije scenarija.



Slika 9. Scenarija za drugi smer autoputa

Crvenom bojom su označene obavezne lokacije tj. one koje se nalaze u svim scenarijima. Siva boja označava lokaciju (L91) koja se nalazi u osam scenarija (S1-S8), crnom je označena L92 koja je sastavni deo takođe osam scenarija (S9-S16). Svetlo zelena boja se odnosi na L44 i deo je S1, S2, S4, S5, S9, S10, S12, S13, dok je L47 (žuta) uključena u S3, S6-S8, S11, S13, S14 i S16. Raspored ostalih lokacija po scenarijima je sledeći: L31 (plava) je deo S1-S3, S6, S9-S11, S14, L20 (ljubičasto) je u S2, S5-S7, S10, S14-S16, L16 (zeleno) je u okviru scenarija S1, S3, S4, S8, S9, S11-S13, a L83 (svetlo plavo) nije sastavni deo nijednog scenarija, zbog blizine koju ima sa dve lokacije.

Dragan Smiljanić, Fuzzy višekriterijumska model za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu



6.2. VREDNOVANJE I IZBOR SCENARIJA PRIMENOM FUZZY VKO Z - GIS MODELAA

Složena prostorna analiza koristila je različite tipove geografskih podataka i slojeve karte. Višekriterijumska pristup je primenjen za izračunavanje vrednosti rangiranja pogodnosti odabranih lokacija za parkiranje.

Definisana su četiri kriterijuma (faktora) koji utiču na pogodnost lokacije:

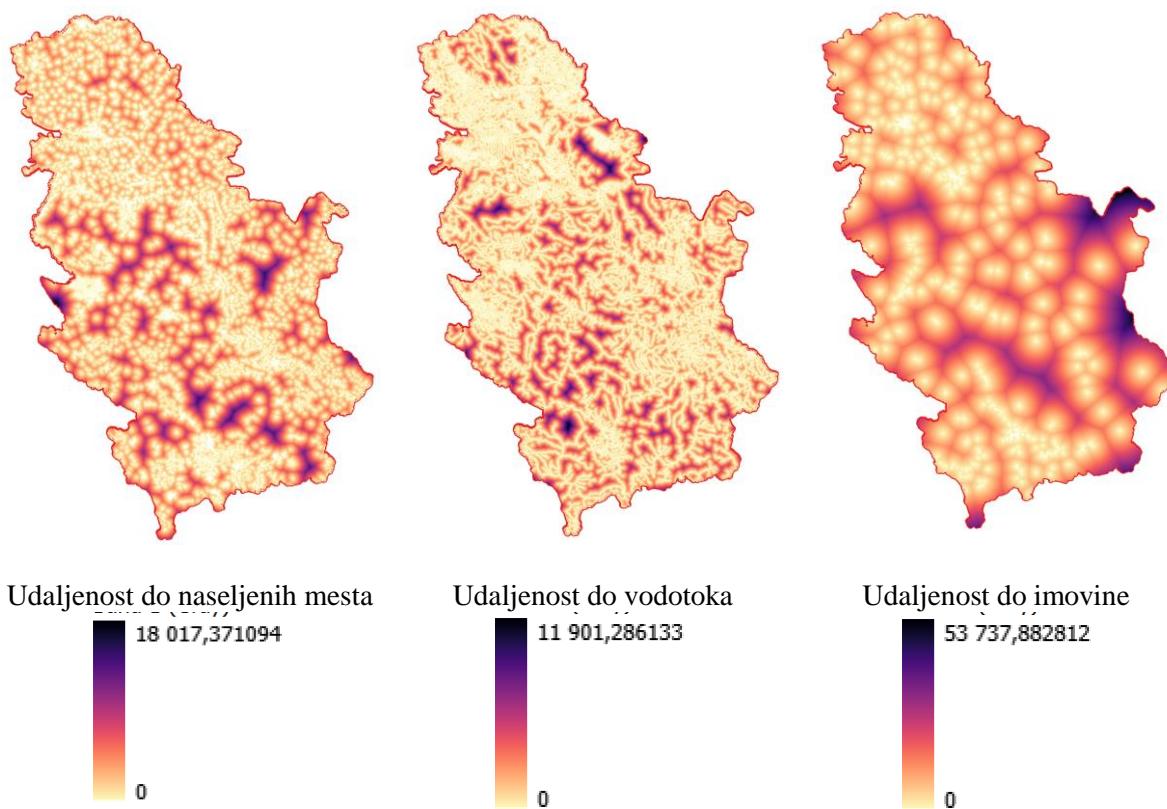
- C1 - udaljenost naseljenih mesta - što dalje moguće - 0.268;
- C2 - zaštita životne sredine i udaljenost vodenih tokova - što dalje moguće - 0.244;
- C3 - materijalna dobra (industrijski, komunalni, javni i drugi objekti) - što dalje moguće - 0.206 i
- C4 - raspoloživa infrastruktura što bliže moguće - 0.243.

Vrednosti kriterijuma koje su korišćene u GIS modelu predstavljene su kao crisp vrednosti, a dobijene su defazifikacijom gore predstavljenih fuzzy vrednosti.

Lokacije potencijalnih parkinga za vozila sa opasnom robom definisane su na osnovu stručnih znanja autora (C4 - infrastruktura dostupna). Pripremljen je tačkasti vektorski sloj sa lokacijama. Primarni resurs za geografske podatke ostala tri ulazna faktora (C1-C3) bio je OpenStreetMap. Iz OpenStreetMap-a korisćeni su poligoni vektorskog podataka označenih kao „landuse=residential“ za informacije o naseljenim mestima (C1). Kao osnova zaštićena područja (C2) podrazumevaju se svi vodiči tokovi – svi objekti u OpenStreetMap-u sa ovom oznakom “waterway”. Linijski vektorski sloj je kreiran za ovaj kriterijum. Materijalna dobra (C3) su identifikovane kao oblasti označene kao “landuse = industrial” i “landuse = commercial”. Ove oblasti su predstavljene poligonskim vektorskim podacima u GIS modelu. Kao što je pomenuto, osnovni ulazni slojevi bili su vektorski slojevi – tačke za lokacije potencijalnih parkirališta, linije za vodotokove, poligoni za naseljena mesta i materijalna dobra.

Za GIS model koji koristi VKO evaluaciju, bilo je neophodno koristiti rasterske slojeve. Dakle, konverzija svih ulaznih podataka iz vektorskog slojeva u rasterske slojeve je bila potrebna. Rasterski sloj se može tumačiti kao mreža (matrica). Rastersko predstavljanje prostornih podataka omogućava korišćenje takozvanog rasterskog kalkulatora za realizaciju osnovnih aritmetičkih operacija sa slojevima karte.

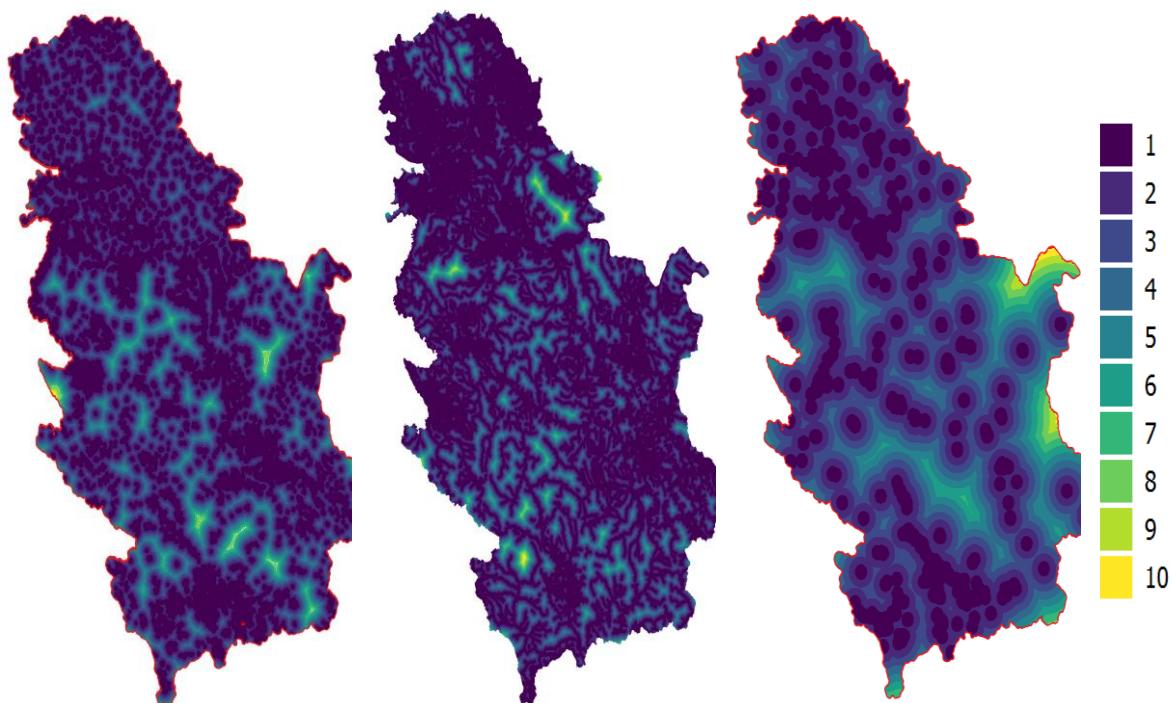
U ovom GIS modelu korišćeno je množenje rasterskih slojeva pripremljenih na osnovu vektorskih slojeva. Korišćeni su različiti algoritmi programske biblioteke za čitanje i upisivanje podataka u rastere u GIS formatu (GDAL). Prvo, na samom početku korišćena su četiri ulazna vektorska sloja (trouglasta u GIS modelu). Drugo, ovi vektorski podaci su rasterizovani da bi se kreirala njihova rasterska verzija - ulazni rasterski slojevi. Vrednost „1“ je korišćena u celijama koje označavaju lokacije sa vodotokom, naseljena mesta i imanja u novim rasterskim slojevima. Vrednosti 10, 8 i 7 dodeljene su na osnovu tipa infrastrukture - benzinska stanica, odmorište ili naplatna stanica u rasterizovanom infrastrukturnom sloju. U trećem koraku izračunata je blizina vodotoka, naseljenih mesta i imanja, kao važan faktor odluke za model. Ciljne tačke za ovaj proračun bile su celije (pikseli) sa vrednošću „1“ (lokacija vodotoka, naseljena mesta, imanja). GDAL algoritam koji se koristi u ovom koraku generiše rasterski blizinski sloj koji pokazuje rastojanje od centra svakog piksela do centra najbližeg piksela identifikovanog kao ciljni piksel. Ciljni pikseli su oni u izvornom rasteru (rasterski slojevi iz prethodnog koraka) za koje je vrednost rasterskog piksela u skupu vrednosti ciljnih piksela. Rezultujući blizinski rasterski slojevi se nalaze na [slici 18](#).



Slika 18. Blizinski rasterski slojevi

Dragan Smiljanić, Fuzzy višekriterijumska model za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu

U četvrtom koraku bilo je potrebno izvesti rasterske slojeve pogodnosti na osnovu blizine vodotoka, naseljenih mesta i imanja. Bilo je potrebno kreirati rasterske slojeve gde vrednosti od 1 do 10 ukazuju na pogodnost svake rasterske celije za novi parking. Vrednost 10 je dodeljena najpogodnijim celijama. Nasuprot tome, vrednost 1 je dodeljena najmanje pogodnim celijama.



Rangiranje podobnosti

Slika 19. Pogodnost rasterskih slojeva

U petom koraku VKO evaluacije korišćena su tri rasterska sloja podobnosti (slika 19 - za blizinu vodotoka, naseljenih mesta, imanja) i jedan rasterski sloj sa podacima o lokaciji (infrastrukturni). Za ovaj korak je korišćena sledeća formula za izračunavanje izlaznog rastera:

$$0.268 * \text{"reclass_res"} + 0.244 * \text{"reclass_water"} + 0.206 * \text{"reclass_log"} + 0.243 * \text{"infrastructure"}$$

Poslednji korak GIS modela je uzimanje vrednosti od VKO izlaznog rasterskog sloja do slojeva vektora tačke sa lokacijama potencijalnih parkirališta za vozila sa opasnom robom. Konačno, dobijene su vrednosti podobnosti na osnovu četiri ulazna kriterijuma (C1-C4) lokacija (tabela 49 i 50).

Tabela 49. Vrednosti podobnosti izračunate na osnovu ulaznih kriterijuma – smer 1

ID	Ime lokacije	IA ime deonice puta	Vrednost
2	„Begaljičko Brdo” - smer ka Nišu	Beograd - Niš	4.354
7	„Dražanj” - smer ka Nišu	Beograd - Niš	4.364
9	„Krežbinac” smer ka Nišu	Beograd - Niš	3.354
23	„Lajkovac“ - smer ka Pakovraću	Beograd - Pakovraće	4.766
25	uređenje parkirališta, smer ka Pakovraću	Beograd - Pakovraće	3.622
36	„Kuzmin” - smer ka Beogradu	Batrovci - Beograd	3.416
38	„Laćarak” - smer ka Beogradu	Batrovci - Beograd	3.416
54	„Bikovo” - smer ka Beogradu	Horgoš - Beograd	3.866
58	„Sirig” - smer ka Beogradu	Horgoš - Beograd	3.416
63	Putarina „Stara Pazova” - smer ka Beogradu	Horgoš - Beograd	2.931
74	„Toplik“ - smer ka graničnom prelazu Gradina	Niš - Gradina	3.560
76	„Sopot“ - smer ka graničnom prelazu Gradina	Niš - Gradina	3.148
86	„Čokot”, smer ka graničnom prelazu Preševo	Niš - Presevo	3.148
89	Putarina „Preševo”- smer ka graničnom prelazu Preševo	Niš - Presevo	2.869

Tabela 50. Vrednosti podobnosti izračunate na osnovu ulaznih kriterijuma – smer 2

ID	Ime lokacije	IA ime deonice puta	Vrednost
12	„Trupale”, privedeno toj nameni po ukidanju naplatne rampe - smer ka Beogradu	Niš - Beograd	3.354
16	Dražanj” - smer ka Beogradu	Niš - Beograd	4.364
20	„Begaljičko Brdo” - smer ka Beogradu	Niš - Beograd	4.560
29	uređenje parkirališta, smer ka Beogradu	Pakovraće - Beograd	3.622
31	Lajkovac“ - smer ka Beogradu	Pakovraće - Beograd	4.766
44	Odmorište A3, smer ka graničnom prelazu Batrovci	Beograd - Batrovci	3.416

Dragan Smiljanić, Fuzzy višekriterijumska model za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu

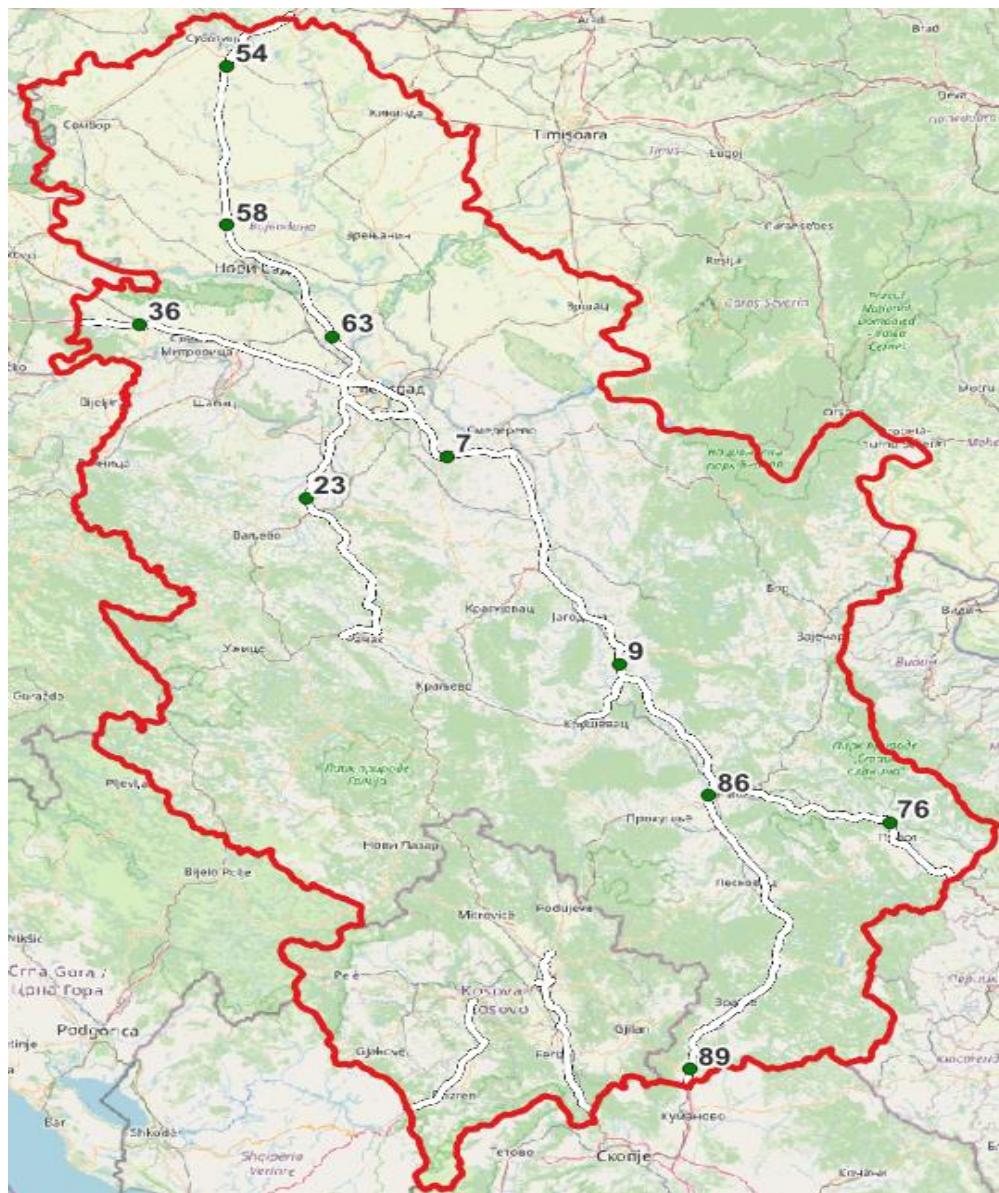
47	„Laćarak” - smer ka graničnom prelazu Batrovci	Beograd - Batrovci	3.148
65	Putarina „Stara Pazova” - smer ka Horgošu	Beograd - Horgoš	2.931
68	„Sirig” - smer ka Horgošu	Beograd - Horgoš	3.416
71	„Bikovo” - smer ka Horgošu	Beograd - Horgoš	3.866
82	„Sinjac“ - smer ka Nišu	Gradina - Niš	3.828
83	„Toplik“ - smer ka Nišu	Gradina - Niš	3.560
91	Putarina „Preševo”- smer ka Nišu	Preševo - Niš	2.869
92	„Valoni Petrol”, smer ka Nišu	Preševo - Niš	2.662

Vrednosti podobnosti za svaku lokaciju potencijalnog parkirališta korišćene su za procenu naših 32 scenarija (16 za svaki pravac). Svaki scenario sadrži kombinaciju devet ili deset lokacija potencijalnih parkinga. U svakom scenarioju, pet lokacija je bilo obavezno. Druge lokacije su korišćene za stvaranje alternativa. Za izračunavanje vrednosti podobnosti scenarioja korišćen je zbir vrednosti pogodnosti lokacija potencijalnog parkinga. Vrednosti podobnosti scenarioja poređane u opadajućem redosledu (od najboljeg do najgoreg scenarioja) su [u tabelama 51 i 52](#), uključujući vizuelizaciju najboljih scenarioja.

Tabela 51. Rezultati Fuzzy PIPRECIA Z modela za prvi smer

Rang	Scenario	Vrednosti
1	S3	35.278
1	S4	35.278
3	S11	35.268
3	S12	35.268
5	S1	34.134
5	S2	34.134
7	S9	34.124
7	S10	34.124
9	S7	32.542
9	S8	32.542

11	S15	32.532
11	S16	32.532
13	S5	31.398
13	S6	31.398
15	S13	31.388
15	S14	31.388



Slika 20. Grafički prikaz najboljeg scenarija za prvi smer

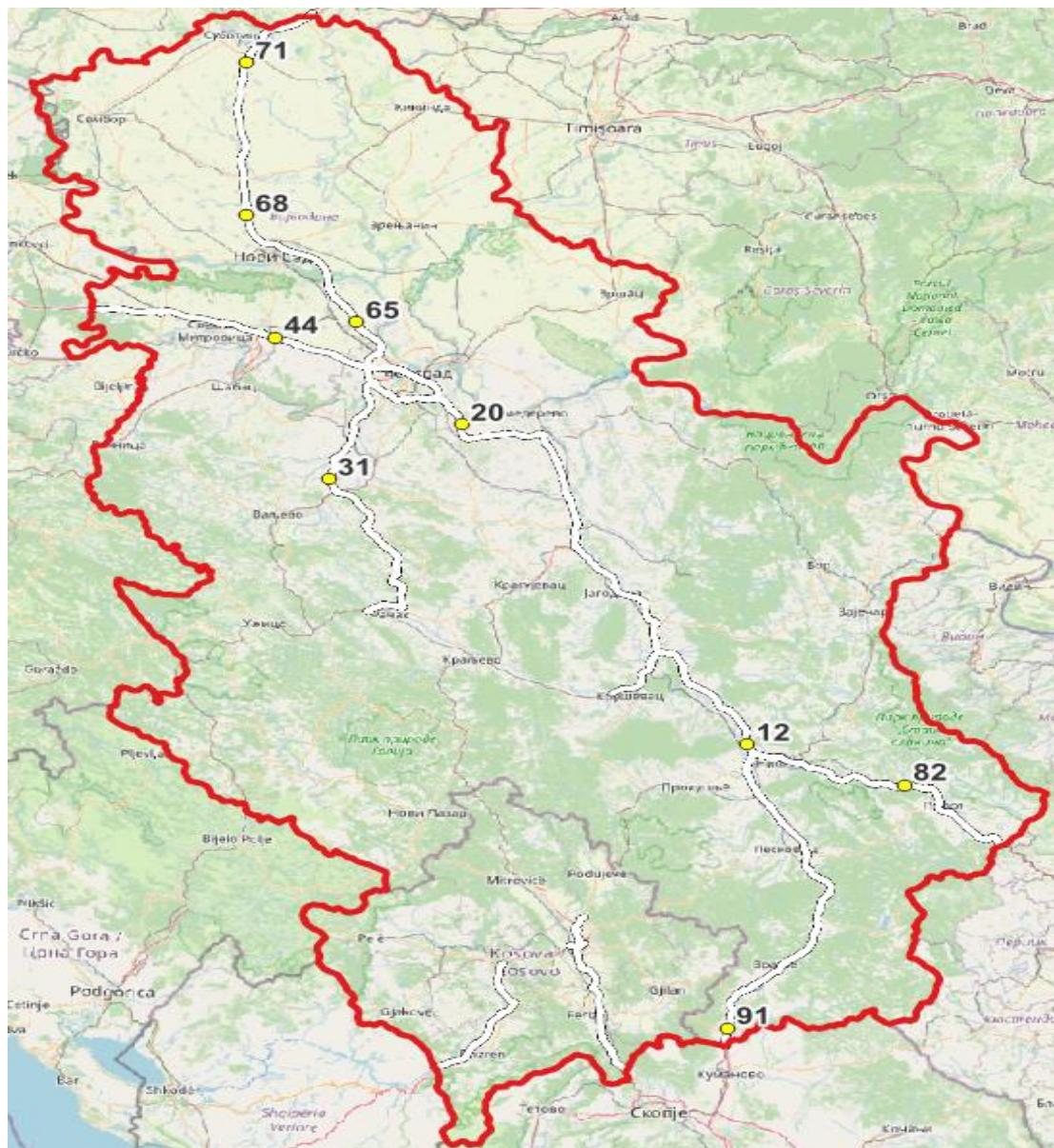
Dragan Smiljanić, Fuzzy višekriterijumska model za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu



Rezultati primjenjenog GIS modela baziranog na težinama kriterijuma koje su razmatrane i dobijene sa Fuzzy PIPRECIA Z metodom za prvi smer pokazuju da su određena scenarija veoma bliska sa aspekta konačne vrednosti. Kada je u pitanju prvi smer donosiocima odluke tj. nadležnom ministarstvu mogu se preporučiti četiri scenarija (S3, S4, S11 i S12) zbog razlike u vrednosti koja se ogleda u nijansama. Uzrok za ovakve rezultate je svakako činjenica da postoje lokacije koje su obavezne i koje čine svaki scenario. Međutim, bitno je istaći da su scenariji S3 (slika 20) i S4 najbolji prema razmatranim parametrima i uslovima koji su prethodno opisani.

Tabela 52. Rezultati Fuzzy PIPRECIA Z modela za drugi smer

Rang	Scenario	Vrednosti
1	S2	35.521
1	S10	35.521
3	S1	35.325
3	S9	35.325
5	S6	35.253
5	S14	35.253
7	S3	35.057
7	S11	35.057
9	S5	33.571
9	S15	33.571
11	S4	33.375
11	S12	33.375
13	S7	33.303
13	S16	33.303
15	S8	33.107
15	S13	33.107



Slika 21. Grafički prikaz najboljeg scenarija za drugi smer

Rezultati primjenjenog GIS modela baziranog na težinama kriterijuma koje su razmatrane i dobijene sa Fuzzy PIPRECIA Z metodom za drugi smer, takođe pokazuju da su određena scenarija veoma bliska sa aspekta konačne vrednosti (S2, S10, S1, S9, S6, S14, S3, S11). Međutim, bitno je istaći da scenario S2 (slika 21) predstavlja izabrani scenario koji pokazuju najbolje performanse.

Dragan Smiljanić, *Fuzzy višekriterijumska model za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom*, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu

7. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA I PRAVCI BUDUĆIH ISTRAŽIVANJA

U ovoj studiji prikazano je obimno istraživanje vezano za definisanje najpogodnijih potencijalnih lokacija za parkiranje vozila koja prevoze opasnu robu. Izvršiti kompleksno istraživanje bez adekvatnih podloga literature u smislu nepostojanja sličnog modela za izbor scenarija sa lokacijama za parkiranje vozila sa opasnom robom je svakako veliki izazov. Međutim, posmatrano principom reflekcije, to podrazumeva još veći doprinos sveukupnoj literaturi koja obrađuje oblast vezanu za upravljanje lancem snabdevanja opasnom robom, ali i doprinos nadležnim institucijama i privrednom sektoru u smislu postavljanja standarda u ovoj oblasti. Dakle, u ovom istraživanju je po prvi put razvijen višefazni model pomoću kojeg su definisani scenariji sa lokacijama za parkiranje vozila sa opasnom robom, a u poslednjoj fazi primenom GIS modela izabrani najbolji scenariji za oba smera kretanja vozila na mreži autoputeva u Republici Srbiji, čime su potvrđene obe postavljene hipoteze.

U definisanom modelu u okviru doktorske disertacije u razmatranje je uzeto ukupno 95 potencijalnih lokacija na ukupnoj dužini autoputeva Republike Srbije od 964 km. Ukupna struktura autoputa se odnosi na šest deonica posmatrajući oba smera, pa je evidentno da je trebalo primeniti $6 \times 2 = 12$ modela kako bi se izabrao željeni skup najpogodnijih lokacija koji iznosi 28 prema postavljenom kriterijumu eksperata uključenih u proces odlučivanja. S obzirom da su dužine deonice u opsegu od 109 do 238 km, izabrane su dve odnosno tri lokacije po deonici po smeru, a u zavisnosti od dužine deonice, što je detaljno objašnjeno u prethodnim delovima rada.

U okviru doktorske disertacije detaljno je elaboriran razvijeni model kroz primer proračuna izabrane deonice autoputa kako bi bilo jednostavnije pratiti i po potrebi reprodukovati razvijenu metodologiju, dok su rezultati naravno predstavljeni za svih 12 modela. Nakon toga, integrисани Fuzzy PIPRECIA Z - GIS model primenjen je na ukupno 28 lokacija koje su prethodno izabrane kao najpogodnije za parkiranje vozila sa opasnom robom. Kreirajući različite kombinacije od 14 lokacija (po smerovima) i uvažavajući njihovu minimalnu međusobnu udaljenost kreirano je po 16 scenarija po smeru, što znači ukupno $16 \times 2 = 32$. Bitno je napomenuti da je određeni broj lokacija prisutan u svakom scenariju po smeru, a zbog prethodno definisane minimalne međusobne distance, jer u suprotnom na velikoj udaljenosti ne bi postojala nijedna lokacija za parkiranje vozila sa opasnom robom. Vrednosti razmatranih kriterijuma (težinski koeficijenti) koji su dobijeni sa Fuzzy PIPRECIA Z metodom su dalje integrisani sa GIS modelom u cilju vrednovanja kreiranih scenarija i definisanja najpogodnijeg

u odnosu na razmatrani skup. Dobijeni rezultati pokazuju da su scenariji S3 i S4 najbolji prema razmatranim parametrima i uslovima za prvi smer, a scenario S2 odnosno S10 za drugi smer.

Naredni važan korak predstavlja implementacija predloženog rešenja, koja zavisi od nadležnih institucija. Možda je potrebno napomenuti da je kroz izradu doktorske disertacije održavana stalna komunikacija sa predstavnicima nadležnih institucija, koji su na dobar način prihvatili ovu ideju. Interakcijom sa nadležnim organima i usvajanjem predloženog rešenja može se obezbediti preventivni inženjering i smanjiti rizik od negativnih pojava u transportu i parkiranju vozila sa opasnom robom, te smanjiti međusobna interakcija sa drugim učesnicima u saobraćaju. Primenom ovakvog sistemskog pristupa moguće je uticati na zaštitu životne sredine i svih učesnika u lancu snabdevanja opasnom robom.

7.1. DOPRINOSI DOKTORSKE DISERTACIJE

Doprinosi ovog rada se mogu predstaviti kroz sledeće činjenice:

- Razvijen je originalni višekriterijumska model Fuzzy PIPRECIA-Z-Fuzzy-MARCOS-Z koji podrazumeva integraciju različitih metoda sa Z brojevima.
- Ovaj model je prvi put predstavljen u literaturi, jer je izvršeno proširenje fuzzy PIPRECIA metode sa Z brojevima, što omogućava da se sa većom preciznošću utvrde težine kriterijuma.
- Doprinos razvoja ovog modela, jeste u činjenici da može biti implementiran kroz različite oblasti. Sa društvenog i stručnog aspekta doprinos razvijenog modela može se ogledati kroz njegovo prilagođavanje konkretnim uslovima koji vladaju u realnom vremenu. U zavisnosti od društvenih, tehnoloških, ekoloških i ekonomskih potreba i zahteva eksperti u datoj oblasti mogu modelirati rezultate, tako što uzimajući u obzir prethodno navedeno određuju značaj kriterijuma na osnovu kojih se vrši vrednovanje ili promena ulaznih parametara.
- Model koji je razvijen u okviru ovog istraživanja može poslužiti donosiocima odluka pri nadležnim organima da definišu broj i tačan raspored parkirališta za vozila sa opasnom robom koja imaju najbolje performanse.

Dalje, moguće je izdvojiti još neke doprinose ovog rada, a koji se ogledaju kroz sledeće činjenice:

- Prvi put je u literaturi predstavljen integrisani Fuzzy PIPRECIA Z - GIS model koji omogućava precizno vrednovanje i izbor scenarija sa devet odnosno 10 lokacija za parkiranje vozila sa opasnom robom.

- Izvršeno istraživanje predstavlja pionirsku studiju u oblasti transporta opasne robe koja definiše lokacije na kompletnoj mreži autoputa jedne države za bezbedno parkiranje vozila koja prevoze opasnu robu.
- Kreiranje modela koji može imati izuzetnu važnost u ostvarivanju preventivnog inženjeringu i smanjenju rizika od dešavanja akcidenata, jer se na jedan način razvija metodologija upravljanja transportom opasne robe na teritoriji jedne države.
- Davanje preporuka nadležnim državnim organima za implementaciju razvijenog modela, koji sigurno može poslužiti kao benčmarking za neke druge države.

7.2. IMPLIKACIJE ISTRAŽIVANJA

Menadžerske implikacije se odnose na to da model koji je razvijen u okviru ovog istraživanja može poslužiti donosiocima odluka pri nadležnim organima da definišu broj i tačan raspored parkirališta za vozila sa opasnom robom koja imaju najbolje performanse, jer konačnu odluku o broju parkirališta donose nadležni organi u skladu sa kriterijumima koje budu definisali. Trenutno, prema saznanjima sa kojima se raspolagalo tokom izrade ove doktorske disertacije, oblast parkirališta za vozila koja prevoze opasnu robu nije regulisana na globalnom nivou, pa je upravo ostavljena mogućnost da nadležne institucije u okviru svojih akata to definišu. Pošto raste svest svih učesnika o riziku u oblasti transporta opasne robe i razvija se svest o intenzivnijoj zaštiti životne sredine, očekuje se u budućem periodu još veća aktivnost, kako privrednih, tako i nadležnih institucija u ovoj oblasti.

7.3. BUDUĆA ISTRAŽIVANJA

Buduća istraživanja bi mogla obuhvatiti kreiranje sveobuhvatnog sistema podrške odlučivanja koji bi uključio kreirana scenarija sa lokacijama za parkiranje vozila sa opasnom robom, sa mogućnošću upravljanja rutiranjem u realnom vremenu. Takođe, model bi mogao obuhvatiti podatke o performansama kompanija koje se bave transportom opasne robe, imenovanim savetnicima u ovoj oblasti, te donošenju odluka u realnom vremenu na bazi trenutnog praćenja vozila i svakodnevnom ažuriranju podataka. Takođe, nastavak istraživanja treba da ide u smeru monitoringa budućih parking mesta i reagovanja u skladu sa budućim potrebama, kao i kreiranju opšteg sistema za upravljanje lancima snabdevanja opasnom robom. Konstantno poboljšanje ove oblasti u smislu povećanja sistema bezbednosti i preventivnog inženjeringu sa jedne strane, te smanjenje rizika od potencijalnog nastanka akcidenta i smanjenje rizika za sve učesnike u lancu snabdevanja opasnom robom, treba biti jedan od imperativa budućih istraživanja u okviru ove oblasti.

LITERATURA

1. ADR, Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road – ADR, United Nations, 2025
2. Ak, R., Bahrami, M., & Bozkaya, B. (2020). A time-based model and GIS framework for assessing hazardous materials transportation risk in urban areas. *Journal of Transport & Health*, 19, 100943.
3. Akram, M., Khan, A., Luqman, A., Senapati, T., & Pamucar, D. (2023). An extended MARCOS method for MCGDM under 2-tuple linguistic q-rung picture fuzzy environment. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 120, 105892.
4. Ali, J. (2022). A q-rung orthopair fuzzy MARCOS method using novel score function and its application to solid waste management. *Applied Intelligence*, 52(8), 8770-8792.
5. Attri, R., & Mishra, A. (2022). A hybrid decision making framework based on fuzzy PIPRECIA-fuzzy EDAS for failure mode and effects analysis. *International Journal of Productivity and Quality Management*, 35(4), 473-493.
6. Ayyildiz, E., & Taskin Gumus, A. (2021). Pythagorean fuzzy AHP based risk assessment methodology for hazardous material transportation: an application in Istanbul. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 35798-35810.
7. Bączkiewicz, A. (2022, September). Temporal SWARA-SPOTIS for Multi-Criteria Assessment of European Countries Regarding Sustainable RES Exploitation. In *Special Sessions in the Advances in Information Systems and Technologies Track of the Conference on Computer Science and Intelligence Systems* (pp. 171-191). Cham: Springer Nature Switzerland.
8. Badi, I., & Bouraima, M. B. (2023). Development of MCDM-based Frameworks for Proactively Managing the Most Critical Risk Factors for Transport Accidents: A Case Study in Libya. *Spectrum of engineering and management sciences*, 1(1), 38-47.
9. Batarliene, N. (2020). Essential safety factors for the transport of dangerous goods by road: A case study of Lithuania. *Sustainability*, 12(12), 4954.
10. Bęczkowska, S. A., & Grabarek, I. (2021). The importance of the human factor in safety for the transport of dangerous goods. *International journal of environmental research and public health*, 18(14), 7525.

11. Betkier I., Zak J. K., Mitkow, S. (2021). Parking Lots Assignment Algorithm for Vehicles Requiring Specific Parking Conditions in Vehicle Routing Problem. *IEEE Access* 9. 161469 – 161487.
12. Bonab, S. R., Haseli, G., Rajabzadeh, H., Ghoushchi, S. J., Hajiaghaei-Keshteli, M., & Tomaskova, H. (2023). Sustainable resilient supplier selection for IoT implementation based on the integrated BWM and TRUST under spherical fuzzy sets. *Decision making: applications in management and engineering*, 6(1), 153-185.
13. Božanić, D., Epler, I., Puška, A., Biswas, S., Marinković, D., & Koprivica, S. (2023). Application of the dibr ii–rough mabac decision-making model for ranking methods and techniques of lean organization systems management in the process of technical maintenance. *Facta Universitatis, Series: Mechanical Engineering*.
14. Bozanic, D., Tešić, D., & Milić, A. (2020). Multicriteria decision making model with Z-numbers based on FUCOM and MABAC model. *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 3(2), 19-36.
15. Caro, D., Paralera C. (2011). Analysis of the need for a network of service/resting areas especially adapted to the transport of dangerous goods. *Journal of Transportation Security* 4, Springer. 187-200.
16. Caro, M., Fedriani, E., Tenorio, A. (2015). Design of an Efficient Algorithm to Determine a Near-Optimal Location of Parking Areas for Dangerous Goods in the European Road Transport Network. 6th International Conference, ICCL 2015, Holandija. 617-626. DOI: 10.1007/978-3-319-24264-4_42.
17. Caro-Vela, M.D., Paralera, C., Contreras, I. (2013). A DEA-inspired approach to selecting parking areas for dangerous-goods trucks. *EJTIR* 13(3). 184-200. ISSN: 1567-7141.
18. Chatterjee, K., & Kar, S. (2018). A multi-criteria decision making for renewable energy selection using Z-numbers in uncertain environment. *Technological and economic development of economy*, 24(2), 739-764.
19. Chen, H., Huang, A. B., Peng, B., & Liu, Y. M. (2023). Evaluation of post-earthquake geological environment carrying capacity based on AHP-GIS coupled analysis method. *Acadlore Transactions on Geosciences*, 2(1), 14-23.
20. Chen, N., Liu, Q., Stević, Ž., Andrejić, M., & Pajić, V. (2024). An integrated cost based approach for warehouse performance evaluation: A new multiphase model. *Alexandria Engineering Journal*, 101, 62-77.

21. Dabić-Miletić, S., & Raković, K. (2023). Ranking of Autonomous Alternatives for the Realization of Intralogistics Activities in Sustainable Warehouse Systems using the TOPSIS Method. *Spectrum of Engineering and Management Sciences*, 1(1), 48-57.
22. Delfani, F., Kazemi, A., Seyedhosseini, S. M., & Niaki, S. T. A. (2020). A green hazardous waste location-routing problem considering the risks associated with transportation and population. *International Journal of Engineering*, 33(11), 2272-2284.
23. Deng, F., Li, Y., Lin, H., Miao, J., & Liang, X. (2020). A BWM-TOPSIS hazardous waste inventory safety risk evaluation. *International journal of environmental research and public health*, 17(16), 5765.
24. Derse, O., Oturakci, M., & Dagsuyu, C. (2022). Risk analysis application to hazardous material transportation modes. *Transportation research record*, 2676(3), 586-597.
25. Diakoulaki, D., Mavrotas, G., & Papayannakis, L. (1995). Determining objective weights in multiple criteria problems: The critic method. *Computers & Operations Research*, 22(7), 763-770.
26. Direktiva 2002/15/EZ, Uredba (EZ) br. 561/2006
27. Ebrahimi, H., & Tadic, M. (2018). Optimization of dangerous goods transport in urban zone. *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 1(2), 131-152.
28. El-Araby, A., Sabry, I., & El-Assal, A. (2022). A comparative study of using MCDM methods integrated with entropy weight method for evaluating facility location problem. *Operational research in engineering sciences: theory and applications*, 5(1), 121-138.
29. Feng, J. (2022). An integrated multi-criteria decision-making method for hazardous waste disposal site selection. *Environment, Development and Sustainability*, 24(6), 8039-8070.
30. Fornalchyk, Y., Afonin, M., Postransky, T., & Boikiv, M. (2021). Risk assessment during the transportation of dangerous goods considering the functional state of the driver. *Transport Problems*, 16(1), 139-152
31. Gai, L., Liu, H. C., Wang, Y., & Xing, Y. (2023). Green supplier selection and order allocation using linguistic Z-numbers MULTIMOORA method and bi-objective non-linear programming. *Fuzzy Optimization and Decision Making*, 22(2), 267-288.
32. Giachetti, R. E., & Young, R. E. (1997). A parametric representation of fuzzy numbers and their arithmetic operators. *Fuzzy sets and systems*, 91(2), 185-202.

33. Görçün, Ö. F., Chatterjee, P., Stević, Ž., & Küçükönder, H. (2024). An integrated model for road freight transport firm selection in third-party logistics using T-spherical Fuzzy sets. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 186, 103542.
34. Gorcun, O. F., Senthil, S., & Küçükönder, H. (2021). Evaluation of tanker vehicle selection using a novel hybrid fuzzy MCDM technique, *Decision Making: Applications in Management and Engineering* 4(2), 140-162
35. Gošić, A., Sremac, S., & Smiljanić, D. (2022). Elektronski sistemi prevencije tokom pretakanja naftnih derivata Electronic crossfill prevention system for loading/unloading fuel. *Ecologica*, 29(105), 47-56.
36. Hervás-Peralta, M., Poveda-Reyes, S., Santarremigia, F. E., & Molero, G. D. (2020). Designing the layout of terminals with dangerous goods for safer and more secure ports and hinterlands. *Case studies on transport policy*, 8(2), 300-310.
37. Hsu, H. Y., Hwang, M. H., & Tsou, P. H. (2023). Applications of BWM and GRA for evaluating the risk of picking and material-handling accidents in warehouse facilities. *Applied Sciences*, 13(3), 1263.
38. Huang, B. (2006). GIS-based route planning for hazardous material transportation. *Journal of Environmental Informatics*, 8(1).
39. Huang, S. H. S., Hsu, W. K. K., & Chen, J. W. (2020). A safety evaluation system based on a revised fuzzy AHP for dangerous goods in airfreights. *Journal of Transportation Safety & Security*, 12(5), 611-627.
40. Huang, W., Li, Y., Kou, X., Wang, W., & Xu, Y. (2021). Using a FMEA-TIFIAD approach to identify the risk of railway dangerous goods transportation system. *Group Decision and Negotiation*, 30, 63-95.
41. Huskanović, E., Stević, Ž., & Simić, S. (2023). Objective-subjective CRITIC-MARCOS model for selection forklift in internal transport technology processes. *Mechatronics and Intelligent Transportation Systems*, 2(1), 20-31.
42. Izdebski, M., Jacyna-Gołda, I., & Gołda, P. (2022). Minimisation of the probability of serious road accidents in the transport of dangerous goods. *Reliability Engineering & System Safety*, 217, 108093.
43. Jana, C. & Pal, M. (2023). Interval-Valued Picture Fuzzy Uncertain Linguistic Dombi Operators and Their Application in Industrial Fund Selection. *Journal of Industrial Intelligence*, 1(2), 110-124.

44. Janno, J., & Koppel, O. (2017). Human factor as the main operational risk in dangerous goods transportation chain. *Business Logistics in Modern Management*, 63-68.
45. Jovanović, S., Zavadskas, E. K., Stević, Ž., Marinković, M., Alrasheedi, A. F., & Badi, I. (2023). An Intelligent Fuzzy MCDM Model Based on D and Z Numbers for Paver Selection: IMF D-SWARA—Fuzzy ARAS-Z Model. *Axioms*, 12(6), 573.
46. Jusufbašić, A., & Stević, Ž. (2023). Measuring Logistics Service Quality Using the SERVQUAL Model. *Journal of Intelligent Management Decision*, 2, 1-10.
47. Kabak, M., & Keskin, İ. (2018). Hazardous materials warehouse selection based on GIS and MCDM. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 43, 3269-3278.
48. Kang, B., Wei, D., Li, Y., & Deng, Y. (2012). Decision making using Z-numbers under uncertain environment. *Journal of computational Information systems*, 8(7), 2807-2814.
49. Kanj, H., & Abi-Char, P. E. (2019, August). A new Fuzzy-TOPSIS based risk decision making framework for dangerous good transportation. In 2019 IEEE 21st International Conference on High Performance Computing and Communications; IEEE 17th International Conference on Smart City; IEEE 5th International Conference on Data Science and Systems (HPCC/SmartCity/DSS) (pp. 2666-2672). IEEE.
50. Kanj, H., Kotb, Y., Alakkoumi, M., & Kanj, S. (2024). Dynamic Decision Making Process for Dangerous Good Transportation using a combination of TOPSIS and AHP methods with Fuzzy Sets. *IEEE Access*.
51. Kara, K., & Yalçın, G. C. (2023). Assessing Railway Transportation Performance of European Countries with CRITIC and ROV Techniques. *Demiryolu Mühendisliği*, (17), 93-106.
52. Keleş, N. (2023). A Multi-Criteria Decision-Making Framework Based on The MEREC Method for The Comprehensive Solution of Forklift Selection Problem. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 18(2), 573-590.
53. Keršulienė, V., Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. (2010). Selection of rational dispute resolution method by applying new step-wise weight assessment ratio analysis (SWARA). *Journal of business economics and management*, 11(2), 243-258.
54. 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.

55. Keshavarz-Ghorabae, M. (2023). Using SWARA II for Subjective Evaluation of Transport Emissions Reduction Policies. *The Open Transportation Journal*, 17(1).
56. Keshavarz-Ghorabae, M., Amiri, M., Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Antucheviciene, J. (2021). Determination of objective weights using a new method based on the removal effects of criteria (MEREC). *Symmetry*, 13(4), 525.
57. Klir, G., & Yuan, B. (1995). Fuzzy sets and fuzzy logic (Vol. 4, pp. 1-12). New Jersey: Prentice hall.
58. Mentes, A., & Helvacioglu, I. H. (2012). Fuzzy decision support system for spread mooring system selection. *Expert Systems with Applications*, 39(3), 3283-3297.
59. Milovanović, B., (2012), Prilog razvoju metodologije za izbor trasa za kretanje vozila koja transportuju opasnu robu sa aspekta upravljanja rizikom, Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet, doktorska disertacija
60. Mishra, A. R., Rani, P., Alrasheedi, A. F., & Dwivedi, R. (2023). Evaluating the blockchain-based healthcare supply chain using interval-valued Pythagorean fuzzy entropy-based decision support system. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 126, 107112.
61. Miškić, S., Stević, Ž., & Marinković, D. (2023). Evaluating the efficiency of a transport company applying an objective-subjective model. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 18(4), 277-291.
62. Monprapussorn, S., Thaitakoo, D., & Banomyong, R. (2011). Sustainability framework for hazardous materials transport route planning. *International Journal of Sustainable Society*, 3(1), 33-51.
63. Ogundoyin, S. O., & Kamil, I. A. (2023). An integrated Fuzzy-BWM, Fuzzy-LBWA and V-Fuzzy-CoCoSo-LD model for gateway selection in fog-bolstered Internet of Things. *Applied Soft Computing*, 143, 110393.
64. Özkan, B. A. L. İ., & Eroğlu, Ö. (2014). Assessment of 3PL providers for hazardous materials. *Journal of Management and Information Science*, 2(2), 27-40.
65. Pajić, V., Andrejić, M., & Kilibarda, M. (2022). Sustainable transportation mode selection from the freight forwarder's perspective in trading with western EU countries. *Sustainable Futures*, 4, 100090.
66. Pamučar, D., Sremac, S., Stević, Ž., Ćirović, G., & Tomić, D. (2019). New multi-criteria LNN WASPAS model for evaluating the work of advisors in the transport of hazardous goods. *Neural Computing and Applications*, 31, 5045-5068.

67. Pamučar, D., Stević, Ž., & Sremac, S. (2018). A new model for determining weight coefficients of criteria in mcdm models: Full consistency method (fucom). *Symmetry*, 10(9), 393.
68. Peng, H. G., Wang, X. K., & Wang, J. Q. (2022). New MULTIMOORA and pairwise evaluation-based MCDM methods for hotel selection based on the projection measure of Z-numbers. *International Journal of Fuzzy Systems*, 1-20.
69. Petrović, N., Živanović, T., & Mihajlović, J. (2023). Evaluating the annual operational efficiency of passenger and freight road transport in Serbia through entropy and TOPSIS methods. *Journal of Engineering Management and Systems Engineering*, 2(4), 204-211.
70. Planić, J. (2022). Defining risks on road sections during the transport of dangerous goods in the Serbian army using the linear mathematical programming model. *Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier*, 70(4), 939-971.
71. Podvezko, V. (2009). Application of AHP technique. *Journal of Business Economics and management*, (2), 181-189.
72. Prasenjit, C. (2021). Model for selecting a route for the transport of hazardous materials using a fuzzy logic system. *Vojnotehnički glasnik*, 69(2), 355-390.
73. Puška, A., Stojanović, I., & Štilić, A. (2023). The influence of objective weight determination methods on electric vehicle selection in urban logistics. *Journal of Intelligent Management Decision*, 2(3), 117-129.
74. Radovanović, M., Božanić, D., Tešić, D., Puška, A., Hezam, I. M., & Jana, C. (2023). Application of Hybrid DIBR-FUCOM-LMAW-Bonferroni-Grey-EDAS Model In Multicriteria Decision-Making. *Facta Universitatis, Series: Mechanical Engineering*, 21(3), 387-403.
75. Radović, D., & Stević, Ž. (2018). Evaluation and selection of KPI in transport using SWARA method. *Transport & Logistics: The International Journal*, 8(44), 60-68.
76. Rezaei, J. (2015). Best-worst multi-criteria decision-making method. *Omega*, 53, 49-57.
77. Saaty, T. L. (1982). The analytic hierarchy process: A new approach to deal with fuzziness in architecture. *Architectural Science Review*, 25(3), 64-69.
78. Saha, A., Reddy, J., & Kumar, R. (2022). A fuzzy similarity based classification with Archimedean-Dombi aggregation operator. *Journal of Intelligent Management Decision*, 1(2), 118-127.

79. Santarremigia, F. E., Molero, G. D., Poveda-Reyes, S., & Aguilar-Herrando, J. (2018). Railway safety by designing the layout of inland terminals with dangerous goods connected with the rail transport system. *Safety Science*, 110, 206-216.
80. Shekhovtsov, A., Więckowski, J., Kizielewicz, B., & Sałabun, W. (2022). Towards Reliable Decision-Making in the green urban transport domain. *Facta Universitatis, Series: Mechanical Engineering*, 20(2), 381-398.
81. Simić, V., Milovanović, B., Pantelić, S., Pamučar, D., & Tirkolaee, E. B. (2023). Sustainable route selection of petroleum transportation using a type-2 neutrosophic number based ITARA-EDAS model. *Information Sciences*, 622, 732-754.
82. Smiljanić, D., Sremac, S., Tanackov, I., Stević, Ž., Márton, P., & Stojić, G. (2024). A novel hybrid fuzzy model for selection of parking lots for vehicles with dangerous goods. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 131, 107882.
83. Smiljanić, D., Stojić, G., Kopić, M., (2021). Supstitucija vida transporta opasne robe i njeni efekti. *Tehnika*, 71(1), 91-96
84. Sremac S. & Matijašević M., (2021) Transport of Dangerous Goods (Transport Opasne Robe – in Serbian), University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia
85. Sremac, S., & Smiljanić, D. (2021). Pakovanje opasnih materija u propisanu ambalažu Packaging of hazardous materials in the prescribed ambalage. *Ecologica*, 28(101), 22-28.
86. Sremac, S., Stević, Ž., Pamučar, D., Arsić, M., & Matić, B. (2018). Evaluation of a third-party logistics (3PL) provider using a rough SWARA–WASPAS model based on a new rough dombi aggregator. *Symmetry*, 10(8), 305.
87. Sremac, S., Ziramov, N., Tanackov, I., Stević, Ž., & Ristić, B. (2020). Ammonia-risk distribution by logistic subsystems and type of consequence. *Burns*, 46(2), 360-369.
88. Stanković, M., Stević, Ž., Das, D. K., Subotić, M., & Pamučar, D. (2020). A new fuzzy MARCOS method for road traffic risk analysis. *Mathematics*, 8(3), 457.
89. Stanujkic, D., Zavadskas, E. K., Karabasevic, D., Smarandache, F., & Turskis, Z. (2017). The use of the pivot pairwise relative criteria importance assessment method for determining the weights of criteria. *Romanian Journal of Economic Forecasting*, 20(4), 116-133.
90. Stević, Ž., & Brković, N. (2020). A novel integrated FUCOM-MARCOS model for evaluation of human resources in a transport company. *Logistics*, 4(1), 4.

91. Stević, Ž., Stjepanović, Ž., Božičković, Z., Das, D. K., & Stanujkić, D. (2018). Assessment of conditions for implementing information technology in a warehouse system: A novel fuzzy piprecia method. *Symmetry*, 10(11), 586.
92. Stević, Ž., Zavadskas, E. K., Tawfiq, F. M., Tchier, F., & Davidov, T. (2022). Fuzzy Multicriteria Decision-Making Model Based on Z Numbers for the Evaluation of Information Technology for Order Picking in Warehouses. *Applied Sciences*, 12(24), 12533.
93. Švadlenka, L., Bošković, S., Jovčić, S., Simic, V., Kumar, S., & Zanne, M. (2023). Third-party logistics provider selection for sustainable last-mile delivery: A case study of E-shop in Belgrade. *Journal of Urban Development and Management*, 2(1), 1-13.
94. Tešić, D., Božanić, D., Puška, A., Milić, A., & Marinković, D. (2023). Development of the MCDM fuzzy LMAW-grey MARCOS model for selection of a dump truck. *Reports in Mechanical Engineering*, 4(1), 1-17.
95. Tseng, P. H., & Pilcher, N. (2023). A Safety Assessment Model for Handling Dangerous Goods in Port Operations: The Key Role of Detection Capability. *Journal of Marine Science and Engineering*, 11(9), 1704.
96. Ulutaş, A., Popovic, G., Radanov, P., Stanujkic, D., & Karabasevic, D. (2021). A new hybrid fuzzy PSI-PIPRECIA-CoCoSo MCDM based approach to solving the transportation company selection problem. *Technological and Economic Development of Economy*, 27(5), 1227-1249.
97. Vojinović, N., Sremac, S., & Zlatanović, D. (2021). A novel integrated fuzzy-rough MCDM model for evaluation of companies for transport of dangerous goods. *Complexity*, 2021, 1-16.
98. Wang, Y., Wang, J., Chen, J., & Liu, K. (2023). Optimal Location of Emergency Facility Sites for Railway Dangerous Goods Transportation under Uncertain Conditions. *Applied Sciences*, 13(11), 6608.
99. Więckowski, J., Kizielewicz, B., Shekhovtsov, A., & Sałabun, W. (2023). How do the criteria affect sustainable supplier evaluation? - A case study using multi-criteria decision analysis methods in a fuzzy environment. *Journal of Engineering Management and Systems Engineering*, 2(1), 37-52.
100. Xu, W., Das, D. K., Stević, Ž., Subotić, M., Alrasheedi, A. F., & Sun, S. (2023). Trapezoidal Interval Type-2 Fuzzy PIPRECIA-MARCOS Model for Management Efficiency of Traffic Flow on Observed Road Sections. *Mathematics*, 11(12), 2652.



LITERATURA



101. Xu, Z., & Liao, H. (2013). Intuitionistic fuzzy analytic hierarchy process. *IEEE transactions on fuzzy systems*, 22(4), 749-761.
102. Yang, Y., Zhong, M., & Qi, H. (2022). Research on Emergency Response System of Dangerous Goods Transportation Vehicles. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 10, 71-77.
103. Yilmaz, Z., & Verter, V. (2022). A Multi-Criteria Decision-Making Approach for Hazmat Transportation. In *New Perspectives in Operations Research and Management Science: Essays in Honor of Fusun Ulengin* (pp. 361-383). Cham: Springer International Publishing.
104. Zadeh, L. A. (2011). A note on Z-numbers. *Information sciences*, 181(14), 2923-2932.
105. Zadeh, L. A., & Aliev, R. A. (2018). Fuzzy logic theory and applications: part I and part II. World Scientific Publishing.
106. Zakon o radnom vremenu posade vozila u drumskom prevozu i tahografima ("Sl. glasnik RS", br. 96/2015 i 95/2018)
107. Zhang, J., Hodgson, J., & Erkut, E. (2000). Using GIS to assess the risks of hazardous materials transport in networks. *European Journal of Operational Research*, 121(2), 316-329.
108. Zhou, K., Huang, G., Zhao, Q., & Wang, S. (2019, September). Performance Evaluation of Dangerous Goods Transport Vehicle Based on Analytic Network Process (ANP). In 2019 4th International Conference on Intelligent Transportation Engineering (ICITE) (pp. 232-236). IEEE.
109. Žižović, M., & Pamucar, D. (2019). New model for determining criteria weights: Level Based Weight Assessment (LBWA) model. *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 2(2), 126-137.
110. www.factsonline.nl/browse-chemical-accidents-in-database, pristupljeno: 01.06.2023. godine.
111. <https://ec.europa.eu/eurostat>

PRILOG

U nastavku je prikazan primer popunjene ankete koja je distribuirana formiranim timu eksperata da izvrši vrednovanje prvo četiri uticajna kriterijuma, a nakon toga i vrednovanje 95 lokacija kroz 12 podanketa, jer kao što je napomenuto formirano je 12 modela za svaki smer od šest deonice mreže autoputeva u Republici Srbiji.

Od potencijalnih 95 parkirališta za teretna vozila potrebno je odabrati zadovoljavajući broj parkirališta, koji ispunjavaju minimalne kriterijume za parkiranje vozila sa opasnom robom.

I deo - KRITERIJUMI:

- K1 – Udaljenost naseljenih mesta
- K2 – Zaštita životne sredine i udaljenost vodenih tokova
- K3 – Materijalna dobra (industrijski, komunalni, javni i drugi objekti)
- K4 – Raspoloživa infrastruktura.

Kriterijume je potrebno vrednovati na osnovu skale prikazane u [tabeli P1](#) i verovatnoće ocene ([tabela P2](#)). Prvo se poređaju kriterijumi od prvog do poslednjeg, zatim se vrši ocenjivanje, počev od drugog kriterijuma. Određuje se koliko je drugi kriterijum važniji u odnosu na prvi, zatim treći u odnosu na drugi itd. do kraja. U suštini ocenjuje se koliko je kriterijum K_j važniji u odnosu na prethodni K_{j-1} . Ukoliko je kriterijum K_j u odnosu na C_{j-1} važniji primenjuje se skala na levoj strani tabele 1-2. Ukoliko je manje važniji primenjuje se desna strana i skala 0-1.

Tabela P1. Skala za ocenjivanje značaja kriterijuma

Skala 0-1	ocena	Skala 1-2	ocena
skoro jednaka vrednost	1	slabo manje značajan	1
slabo više značajan	2	umereno manje značajan	1/2
umereno više značajan	3	manje značajan	1/3
više značajan	4	veoma manje značajan	1/4
mnogo više značajan	5	mnogo manje značajan	1/5
dominantno više značajan	6	dominantno manje značajan	1/6
apsolutno više značajan	7	apsolutno manje značajan	1/7

Tabela P2. Verovatnoća dodeljivanja određene ocene

Lingvistička promenljiva	Oznaka
Veoma mala verovatnoća	VM
Mala verovatnoća	M
Srednja verovatnoća	S
Velika verovatnoća	V
Veoma velika verovatnoća	VV

Na osnovu prethodnog objašnjenja oceniti značaj kriterijuma za lokacije ADR parkirališta, te popuniti [tabele P3](#), te [P5](#).

KRITERIJUMI:

- K1 – udaljenost naseljenih mesta
- K2 – Zaštita životne sredine i udaljenost vodenih tokova
- K3 – Materijalna dobra (industrijski, komunalni, javni i drugi objekti)
- K4 – Raspoloživa infrastruktura.

Tabela P3. Ocenjivanje značaja kriterijuma

Kriterijum	Ocenjivanje značaja kriterijuma	Verovatnoća dodeljivanja određene ocene
K1 – Udaljenost naseljenih mesta		
K2 – Zaštita životne sredine i udaljenost vodenih tokova	1/2	V
K3 – Materijalna dobra (industrijski, komunalni, javni i drugi objekti)	1/4	V
K4 – Raspoloživa infrastruktura	3	S

NAPOMENA: Kod prvog kriterijuma ostaje prazno polje (sivo).

II deo – OCENJIVANJE ALTERNATIVA

Alternative je potrebno oceniti na osnovu skale i verovatnoće prikazanih u [tabeli P4](#). Najbolje je odštampati ovu sliku kako bi se jednostavnije vršilo ocenjivanje, bez stalnog vraćanja na ovu stranicu. U polje A potrebno je upisati slovnu oznaku npr. VP, dok se u polje B unosi takođe slovna oznaka kao npr. M po uzoru na verovatnoću ocene koje je prethodno objašnjena.

Tabela P4. Skala za ocenjivanje alternativa i verovatnoća

Ocena	Oznaka	Verovatnoća	Oznaka
Ekstremno loše	EL	Veoma mala	VM
Veoma Loše	VL	Mala	M
Loše	L	Srednja	S
Srednje loše	SL	Velika	V
Srednje	S	Veoma velika	VV
Srednje dobro	SD		
Dobro	D		
Veoma dobro	VD		
Ekstremno dobro	ED		

1a – ocenjivanje lokacija deonica D1 na putnom pravcu granični prelaz Batrovci – Beograd dužine 110 km, [smer ka Beogradu](#):

- A. proširenje i uređenje parkirališta na stanici za naplatu putarine „Šid”, smer ka Beogradu, geografske koordinate: N 45.048096, E 19.193719;
- B. uređenje parkirališta na stanici za snabdevanje gorivom „MOL”, smer ka Beogradu, geografske koordinate: N 45.048080, E 19.198375;
- C. uređenje parkirališta na stanici za snabdevanje gorivom „SHELL Adaševci”, smer ka Beogradu, geografske koordinate: N 45.046598, E 19.226415;
- D. postojeće parkiralište „Kuzmin” - smer ka Beogradu, geografske koordinate: N 45.040378, E 19.365987;
- E. uređenje parkirališta na stanici za snabdevanje gorivom „OMV”, smer ka Beogradu, geografske koordinate: N 45.036574, E 19.450535;
- F. postojeće parkiralište „Laćarak” - smer ka Beogradu, geografske koordinate: N 45.018522, E 19.521174;

- G. postojeće parkiralište „Šašinci” - smer ka Beogradu, geografske koordinate: N 44.978516, E 19.733579;
- H. postojeće samostalno parkiralište „Ruma” - smer ka Beogradu, geografske koordinate: N 44.957728, E 19.823087;
- I. proširenje i uređenje odmorišta „Pećinci“, smer ka Beogradu, geografske koordinate: N 44.909847, E 19.988115;
- J. proširenje i uređenje parkirališta na stanici za naplatu putarine „Šimanovci”, smer ka Beogradu, geografske koordinate: N 44.881559, E 20.114435;

Tabela P5. Ocenjivanje lokacija na deonici puta 1a

K1 - Udaljenost naseljenih mesta			K2 - Zaštita životne sredine i udaljenost vodenih tokova		K3 - Materijalna dobra (industrijski, komunalni, javni i drugi objekti)		K4 - Raspoloživa infrastruktura	
LOKACIJA	OCENA	VEROVA-TNOĆA	OCENA	VEROVA-TNOĆA	OCENA	VEROVA-TNOĆA	OCENA	VEROVA-TNOĆA
A	VD	V	L	V	S	M	VL	VV
B	D	V	VL	V	SL	VV	L	S
C	VD	V	L	VV	D	VV	SL	S
D	VD	VV	VD	VV	ED	S	D	VV
E	L	VV	VD	M	SL	S	L	V
F	D	V	VD	S	VD	VV	VD	VV
G	VL	V	D	V	SL	S	VD	V
H	VD	V	D	S	EL	V	D	S
I	D	V	VD	VV	VD	V	VD	V
J	L	VV	S	V	EL	VV	D	V

1b – ocenjivanje lokacija deonica D1 na putnom pravcu granični prelaz Batrovci – Beograd dužine 110 km, *smer ka graničnom prelazu Batrovci*:

- A. proširenje i uređenje parkirališta na stanici za naplatu putarine „Šimanovci”, smer ka graničnom prelazu Batrovci, geografske koordinate: N 44.882865, E 20.113285;
- B. proširenje i uređenje odmorišta „Pećinci“, smer ka graničnom prelazu Batrovci, geografske koordinate: N 44.910558, E 19.988349;

- C. proširenje i uređenje odmorišta A3, smer ka graničnom prelazu Batrovci, geografske koordinate: N 44.944919, 19.864769;
- D. postojeće parkiralište „Šašinci” - smer ka graničnom prelazu Batrovci, geografske koordinate: N 44.976774, E 19.743911;
- E. postojeće parkiralište „Laćarak” - smer ka graničnom prelazu Batrovci, geografske koordinate: N 45.018774, E 19.530994;
- F. uređenje parkirališta na stanici za snabdevanje gorivom „OMV”, smer ka Beogradu, geografske koordinate: N 45.035190, E 19.449652;
- G. postojeće parkiralište „Kuzmin” - smer ka graničnom prelazu Batrovci, geografske koordinate: N 45.041144, E 19.365890;
- H. uređenje parkirališta na stanici za snabdevanje gorivom „NIS Petrol - Adaševci”, smer ka graničnom prelazu Batrovci, geografske koordinate: N 45.041930, E 19.263613;
- I. proširenje i uređenje parkirališta na stanici za naplatu putarine „Šid”, smer ka graničnom prelazu Batrovci, geografske koordinate: N 45.048837, E 19.190733;

Tabela P6. Ocenjivanje lokacija na deonici puta 1b

LOKACIJA	OCENA	VEROVA-TNOĆA	K2 - Zaštita životne sredine i udaljenost vodenih tokova		K3 - Materijalna dobra (industrijski, komunalni, javni i drugi objekti)		K4 - Raspoloživa infrastruktura	
			OCENA	VEROVA-TNOĆA	OCENA	VEROVA-TNOĆA	OCENA	VEROVA-TNOĆA
A	L	VV	S	V	EL	VV	D	V
B	D	V	VD	VV	VD	V	VD	V
C	VD	VV	VD	V	VD	V	VD	V
D	VL	V	D	V	SL	S	VD	V
E	D	V	VD	S	VD	VV	VD	VV
F	L	VV	VD	M	SL	S	L	V
G	VD	VV	VD	VV	ED	S	D	VV
H	VL	V	S	M	L	VV	D	V
I	VD	V	L	V	S	M	VL	VV

Dragan Smiljanić, Fuzzy višekriterijumska model za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu

2a – deonica D2 na putnom pravcu Beograd - Niš dužine 238 km, smer ka Nišu:

- A. proširenje i uređenje parkirališta na stanici za naplatu putarine „Bubanj Potok“ - smer ka Nišu, geografske koordinate: N 44.6625586, E 20.613174;
- B. postojeće parkiralište „Begaljičko Brdo“ - smer ka Nišu, geografske koordinate: N 44.623228, E 20.638292;
- C. uređenje parkirališta na stanici za snabdevanje gorivom „Gazprom Petrol - Mali Požarevac“, smer ka Nišu, geografske koordinate: N 44.574007, E 20.645996;
- D. uređenje parkirališta na stanici za snabdevanje gorivom „Gazprom Petrol – Velika Plana“, smer ka Nišu, geografske koordinate: N 44.344638, E 21.078694;
- E. uređenje parkirališta „Stari hrast“ - smer ka Nišu, geografske koordinate: N 44.237290, E 21.117383;
- F. uređenje parkirališta na stanici za snabdevanje gorivom „OMV“, smer ka Nišu, geografske koordinate: N 44.206312, E 21.105445;
- G. postojeće parkiralište „Dražanj“ - smer ka Nišu, geografske koordinate: N 44.567137, E 20.696598;
- H. uređenje parkirališta na stanici za snabdevanje gorivom „EKO“, smer ka Nišu, geografske koordinate: N 43.952491, E 21.366605;
- I. postojeće parkiralište „Krežbinac“ smer ka Nišu, geografske koordinate: N 43.797089, E 21.433489;
- J. postojeće parkiralište „Europa - Rubin 2“ - smer ka Nišu, geografske koordinate: N 43.749696, E 21.449886;
- K. postojeće parkiralište „Bobovište“ - smer ka Nišu, geografske koordinate: N 43.573687, E 21.670849;
- L. parkiralište „Trupale“, privedeno nameni po ukidanju naplatne rampe - smer ka Nišu, geografske koordinate: N 43.380625, E 21.809286;

Tabela P7. Ocenjivanje lokacija na deonici puta 2a

LOKACIJA	OCENA	VEROVA-TNOĆA	K2 - Zaštita životne sredine i udaljenost vodenih tokova		K3 - Materijalna dobra (industrijski, komunalni, javni i drugi objekti)		K4 - Raspoloživa infrastruktura	
			OCENA	VEROVA-TNOĆA	OCENA	VEROVA-TNOĆA	OCENA	VEROVA-TNOĆA
A	EL	VV	SL	M	L	V	D	V
B	VD	V	VD	S	VD	V	D	S
C	L	VV	S	M	S	S	D	S
D	EL	V	S	M	VL	V	SD	V
E	VL	VV	SD	V	VL	V	D	V
F	L	VV	SD	S	D	V	SL	VV
G	D	VV	SD	V	D	VV	D	V
H	EL	V	VL	V	L	S	S	V
I	L	S	SD	S	SD	V	VD	V
J	VL	V	SL	V	VL	S	D	VV
K	VL	VV	D	S	SL	V	VD	VV
L	L	VV	SD	V	S	S	SD	V

2b – deonica D2 na putnom pravcu Beograd - Niš dužine 238 km, smer ka Beogradu:

- A. parkiralište „Trupale”, privedeno toj nameni po ukidanju naplatne rampe - smer ka Beogradu, geografske koordinate: N 43.390811, E 21.802171;
- B. uređenje parkirališta na stanicu za snabdevanje gorivom „Gazprom Petrol”, smer ka Beogradu, geografske koordinate: N 44.063611, E 21.205663;
- C. uređenje parkirališta na stanicu za snabdevanje gorivom „EKO”, smer ka Beogradu, geografske koordinate: N 43.955092, 21.363924;
- D. postojeće parkiralište „Dražanj” - smer ka Beogradu, geografske koordinate: N 44.567664, E 20.696228;
- E. uređenje parkirališta na stanicu za snabdevanje gorivom „OMV”, smer ka Beogradu, geografske koordinate: N 44.205784, E 21.108047;

- F. postojeće parkiralište „AMSS” - smer ka Beogradu, geografske koordinate: N 44.349835, E 21.076205;
- G. uređenje parkirališta na stanici za snabdevanje gorivom „Gazprom Petrol - Mali Požarevac”, smer ka Beogradu, geografske koordinate: N 44.574710, E 20.650760;
- H. postojeće parkiralište „Begaljičko Brdo” - smer ka Beogradu, geografske koordinate: N 44.618251, E 20.640243;
- I. proširenje i uređenje parkirališta na stanici za naplatu putarine „Bubanj Potok“ - smer ka Beogradu, geografske koordinate: N 44.665884, E 20.611839;

Tabela P8. Ocenjivanje lokacija na deonici puta 2b

K1 - Udaljenost naseljenih mesta			K2 - Zaštita životne sredine i udaljenost vodenih tokova		K3 - Materijalna dobra (industrijski, komunalni, javni i dr. objekti)		K4 - Raspoloživa infrastruktura	
LOKACIJA	OCENA	VEROVA-TNOĆA	OCENA	VEROVA-TNOĆA	OCENA	VEROVA-TNOĆA	OCENA	VEROVA-TNOĆA
A	D	S	VD	V	VD	V	SD	S
B	L	S	SD	M	D	S	D	VV
C	VL	V	L	V	L	M	S	V
D	SD	VV	D	V	D	VV	SD	V
E	L	VV	SD	S	D	V	SL	VV
F	EL	V	S	M	VL	V	SD	V
G	L	VV	S	M	S	S	D	S
H	VD	V	VD	S	VD	V	D	S
I	EL	VV	SL	M	L	V	D	V

3a – deonica D3 na putnom pravcu granični prelaz Horgoš - Beograd dužine 210 km, smer ka Beogradu:

- A. postojeće parkiralište „Horgoš” - smer ka Beogradu, geografske koordinate: N 46.141037, E 19.904305;
- B. proširenje i uređenje parkirališta na stanici za naplatu putarine „Subotica“ - smer ka Beogradu, geografske koordinate: N 46.020342, E 19.733309;
- C. postojeće parkiralište „Bikovo” - smer ka Beogradu, geografske koordinate: N 45.997220, E 19.720565;
- D. uređenje parkirališta na stanici za snabdevanje gorivom „EKO”, smer ka Beogradu, geografske koordinate: N 45.966816, E 19.709897;
- E. uređenje parkirališta na stanici za snabdevanje gorivom „OMV”, smer ka Beogradu, geografske koordinate: N 45.791912, E 19.694003;
- F. postojeće parkiralište „Mandić” - smer ka Beogradu, geografske koordinate: N 45.507824, E 19.725166;
- G. postojeće parkiralište „Sirig” - smer ka Beogradu, geografske koordinate: N 45.411754, E 19.736421;
- H. proširenje i uređenje parkirališta na stanici za naplatu putarine „Gazprom petrol” - smer ka Beogradu, geografske koordinate: N 45.275617, E 19.922316;
- I. postojeće samostalno parkiralište „Kovilj” - smer ka Beogradu, geografske koordinate: N 45.216111, E 20.063435;
- J. proširenje i uređenje parkirališta na stanici za snabdevanje gorivom „OMV” - smer ka Beogradu, geografske koordinate: N 45.149095, E 20.082602;
- K. uređenje parkirališta na stanici za snabdevanje gorivom „Petrol - Stara Pazova”, smer ka Beogradu, geografske koordinate: N 44.994081, E 20.208520;
- L. proširenje i uređenje parkirališta na stanici za naplatu putarine „Stara Pazova” - smer ka Beogradu, geografske koordinate: N 45.005311, E 20.201381;

Tabela P9. Ocenjivanje lokacija na deonici puta 3a

		K1 - Udaljenost naseljenih mesta		K2 - Zaštita životne sredine i udaljenost vodenih tokova		K3 - Materijalna dobra (industrijski, komunalni, javni i drugi objekti)		K4 - Raspoloživa infrastruktura	
LOKACIJA	OCENA	VEROVA-TNOĆA	OCENA	VEROVA-TNOĆA	OCENA	VEROVA-TNOĆA	OCENA	VEROVA-TNOĆA	
A	VD	V	L	M	VD	S	D	V	
B	L	VV	S	VV	D	VV	L	S	
C	VD	S	D	V	D	S	D	VV	
D	D	S	D	VV	D	V	SL	S	
E	D	S	D	M	SD	V	L	V	
F	SD	V	SD	V	SL	VV	SL	VV	
G	D	VV	D	VV	VD	M	D	S	
H	SD	S	VL	VV	D	V	SL	V	
I	D	S	L	V	D	VV	D	S	
J	D	V	SL	V	D	VV	SL	V	
K	SL	S	D	V	VL	VV	SD	S	
L	VD	V	D	V	D	S	VL	VV	

3b – deonica D3 na putnom pravcu granični prelaz Horgoš - Beograd dužine 210 km, smer ka Horgošu:

- A. uređenje parkirališta na stanici za snabdevanje gorivom „Gazprom Petrol - Stari Banovci”, smer ka Horgošu, geografske koordinate: N 44.971564, E 20.233750;
- B. proširenje i uređenje parkirališta na stanici za naplatu putarine „Stara Pazova” - smer ka Horgošu, geografske koordinate: N 45.007716, E 20.201092;
- C. proširenje i uređenje parkirališta na stanici za naplatu putarine „OMV” - smer ka Horgošu, geografske koordinate: N 45.146917, E 20.084616;
- D. proširenje i uređenje parkirališta na stanici za naplatu putarine „Lukoil” - smer ka Beogradu, geografske koordinate: N 45.276770, E 19.922133;

- E. postojeće parkiralište „Sirig” - smer ka Horgošu, geografske koordinate: N 45.411882, E 19.737440;
- F. uređenje parkirališta na stanicu za snabdevanje gorivom „OMV”, smer ka Horgošu, geografske koordinate: N 45.795210, E 19.694154;
- G. uređenje parkirališta na stanicu za snabdevanje gorivom „EKO”, smer ka Horgošu, geografske koordinate: N 45.968132, E 19.711528;
- H. postojeće parkiralište „Bikovo” - smer ka Horgošu, geografske koordinate: N 45.996951, E 19.721541;
- I. proširenje i uređenje parkirališta na stanicu za naplatu putarine „Subotica“ - smer ka Horgošu, geografske koordinate: N 46.022419, E 19.734835;
- J. postojeće parkiralište „Horgoš” - smer ka Horgošu, geografske koordinate: N 46.140524, E 19.904895;

Tabela P10. Ocenjivanje lokacija na deonici puta 3b

LOKACIJA	OCENA	VEROVA-TNOĆA	K2 - Zaštita životne sredine i udaljenost vodenih tokova		K3 - Materijalna dobra (industrijski, komunalni, javni i drugi objekti)		K4 - Raspoloživa infrastruktura	
			OCENA	VEROVA-TNOĆA	OCENA	VEROVA-TNOĆA	OCENA	VEROVA-TNOĆA
A	SL	S	SD	VV	L	VV	D	VV
B	VD	V	D	V	D	S	VL	VV
C	D	V	SL	V	D	VV	SL	V
D	SD	S	VL	VV	D	V	SL	V
E	VD	M	D	VV	VD	M	SL	V
F	D	S	D	M	SD	V	L	V
G	D	S	D	VV	D	V	SL	S
H	VD	S	D	V	D	S	D	VV
I	VL	VV	S	VV	D	VV	L	S
J	VD	V	L	M	VD	S	D	V

Dragan Smiljanić, Fuzzy višekriterijumska model za određivanje lokacija parkiranja vozila sa opasnom robom, doktorska disertacija, 2025, FTN, Univerzitet u Novom Sadu

4a – deonica D4 na putnom pravcu Niš - granični prelaz Preševo dužine 155 km, smer ka graničnom prelazu Preševo:

- A. postojeće parkiralište „Čokot”, smer ka graničnom prelazu Preševo, geografske koordinate: N 43.311418, E 21.800516;
- B. parkiralište „Doljevac”, privедено nameni po ukidanju naplatne rampe, smer ka graničnom prelazu Preševo, geografske koordinate: N 43.200428, E 21.843792;
- C. uređenje parkirališta na stanicu za snabdevanje gorivom „Valoni Petrol”, smer ka graničnom prelazu Preševo, geografske koordinate: N 42.423125, E 21.738759;
- D. proširenje i uređenje parkirališta na stanicu za naplatu putarine „Preševo” - smer ka graničnom prelazu Preševo, geografske koordinate: N 42.301280, E 21.708974;

Tabela P11. Ocenjivanje lokacija na deonici puta 4a

		K1 - Udaljenost naseljenih mesta		K2 - Zaštita životne sredine i udaljenost vodenih tokova		K3 - Materijalna dobra (industrijski, komunalni, javni i drugi objekti)		K4 - Raspoloživa infrastruktura	
LOKACIJA	OCENA	VEROVA-TNOĆA	OCENA	VEROVA-TNOĆA	OCEN	VEROVA-TNOĆA	OCENA	VEROVA-TNOĆA	
A	SL	V	S	S	L	V	VD	V	
B	SL	V	L	V	SD	S	SL	VV	
C	S	S	L	VV	VD	V	D	V	
D	D	VV	VD	V	SD	V	S	S	

4b – deonica D4 na putnom pravcu Niš - granični prelaz Preševo dužine 155 km, smer ka Nišu:

- A. uređenje parkirališta na stanicu za snabdevanje gorivom „MOL”, smer ka Nišu, geografske koordinate: N 42.245320, E 21.702505;
- B. proširenje i uređenje parkirališta na stanicu za naplatu putarine „Preševo”- smer ka Nišu, geografske koordinate: N 42.303275, E 21.709934;
- C. uređenje parkirališta na stanicu za snabdevanje gorivom „Valoni Petrol”, smer ka Nišu, geografske koordinate: N 42.416192, E 21.736043;
- D. uređenje parkirališta na stanicu za snabdevanje gorivom „OMV”, smer ka Nišu, geografske koordinate: N 43.182662, E 21.862562;

- E. parkiralište „Doljevac”, privедено nameni po ukidanju naplatne rampe, smer ka Nišu, geografske koordinate: N 43.200729, E 21.844315;
- F. postojeće parkiralište „Čokot”, smer ka Nišu: geografske koordinate: N 43.311925, E 21.801841;

Tabela P12. Ocenjivanje lokacija na deonici puta 4b

		K1 - Udaljenost naseljenih mesta		K2 - Zaštita životne sredine i udaljenost vodenih tokova		K3 - Materijalna dobra (industrijski, komunalni, javni i drugi objekti)		K4 - Raspoloživa infrastruktura	
LOKACIJA	OCENA	VEROVA-TNOĆA	OCENA	VEROVA-TNOĆA	OCENA	VEROVA-TNOĆA	OCENA	VEROVA-TNOĆA	
A	VD	V	D	VV	D	VV	SL	S	
B	D	VV	VD	V	SD	V	S	S	
C	D	S	SD	VV	VD	V	D	V	
D	S	S	SD	V	VD	V	S	S	
E	SL	V	L	V	SD	S	SL	VV	
F	L	V	S	S	L	V	VD	V	

5a – deonica D5 na putnom pravcu Niš - granični prelaz Gradina dužine 109 km, [smer ka graničnom prelazu Gradina](#):

- A. uređenje parkirališta na odmorištu „Toplik“ - smer ka graničnom prelazu Gradina, geografske koordinate: N 43.251880, E 22.168762;
- B. uređenje parkirališta na odmorištu „Sinjac“ - smer ka graničnom prelazu Gradina, geografske koordinate: N 43.228743, E 22.434255;
- C. uređenje parkirališta na odmorištu „Sopot“ - smer ka graničnom prelazu Gradina, geografske koordinate: N 43.203801, E 22.555486;
- D. uređenje parkirališta na odmorištu „Sukovo“ - smer ka graničnom prelazu Gradina, geografske koordinate: N 43.069938, E 22.676119;
- E. proširenje i uređenje parkirališta na stanici za naplatu putarine „Dimitrovgrad“ - smer ka graničnom prelazu Gradina, geografske koordinate: N 43.021264, E 22.737708

Tabela P13. Ocjenjivanje lokacija na deonici puta 5a

K1 - Udaljenost naseljenih mesta			K2 - Zaštita životne sredine i udaljenost vodenih tokova		K3 - Materijalna dobra (industrijski, komunalni, javni i drugi objekti)		K4 - Raspoloživa infrastruktura	
LOKACIJA	OCENA	VEROVA-TNOĆA	OCENA	VEROVA-TNOĆA	OCENA	VEROVA-TNOĆA	OCENA	VEROVA-TNOĆA
A	VD	S	D	V	VD	V	SD	V
B	D	S	S	S	VD	V	VD	S
C	S	V	VL	V	SD	S	D	V
D	SL	V	S	S	SD	V	D	S
E	S	S	L	V	SD	V	S	VV

5b – deonica D5 na putnom pravcu Niš - granični prelaz Gradina dužine 109 km, [smer ka Nišu](#):

- A. proširenje i uređenje parkirališta na stanici za naplatu putarine „Dimitrovgrad” - smer ka Nišu, geografske koordinate: N 43.022065, E 22.736881;
- B. uređenje parkirališta na odmorištu „Srećkovac“ - smer ka Nišu, geografske koordinate: N 43.056205, E 22.696345;
- C. uređenje parkirališta na odmorištu „Sopot“ - smer ka Nišu, geografske koordinate: N 43.207845, E 22.553470;
- D. uređenje parkirališta na odmorištu „Sinjac“ - smer ka Nišu, geografske koordinate: N 43.229328, E 22.433624;
- E. uređenje parkirališta na odmorištu „Toplik“ - smer ka Nišu, geografske koordinate: N 43.252240, E 22.169761;
- F. uređenje parkirališta “Tir - top trans” - smer ka Nišu, geografske koordinate: N 43.318732, E 22.015847;
- G. uređenje parkirališta na odmorištu „Gornja Vrežina“ - smer ka Nišu, geografske koordinate: N 43.321342, E 21.985141;

Tabela P14. Ocenjivanje lokacija na deonici puta 5b

		K1 - Udaljenost naseljenih mesta		K2 - Zaštita životne sredine i udaljenost vodenih tokova		K3 - Materijalna dobra (industrijski, komunalni, javni i drugi objekti)		K4 - Raspoloživa infrastruktura	
LOKACIJA	OCENA	VEROVA-TNOĆA	OCENA	VEROVA-TNOĆA	OCENA	VEROVA-TNOĆA	OCENA	VEROVA-TNOĆA	
A	SD	S	S	V	D	V	S	VV	
B	D	V	VL	VV	VD	S	D	S	
C	S	V	EL	V	SD	S	D	V	
D	SD	V	SD	S	VD	V	VD	S	
E	VD	S	SD	V	VD	V	SD	V	
F	D	S	D	V	SD	S	D	V	
G	SD	S	D	V	D	V	D	V	

6a – deonica D6 na putnom pravcu Beograd - Pakovraće dužine 142 km, [smer ka Pakovraću](#):

- A. proširenje i uređenje parkirališta na stanici za naplatu putarine „Obrenovac” - smer ka Pakovraću, geografske koordinate: N 44.574357, E 20.190769;
- B. proširenje i uređenje parkirališta na odmorištu „Lajkovac“ - smer ka Pakovraću, geografske koordinate: N 44.406571, E 20.094442;
- C. proširenje i uređenje parkirališta na odmorištu - smer ka Pakovraću, geografske koordinate: N 44.154518, E 20.324923;
- D. uređenje parkirališta, smer ka Pakovraću, geografske koordinate: N 44.074106, E 20.376779;
- E. uređenje parkirališta na stanici za snabdevanje gorivom „Gasprom Petrol”, smer ka Pakovraću, geografske koordinate: N 43.936396, E 20.399985;
- F. proširenje i uređenje parkirališta na stanici za naplatu putarine „Čačak - Pakovraće” – oba smera, geografske koordinate: N 43.903134, E 20.2616637

Tabela P15. Ocenjivanje lokacija na deonici puta 6a

K1 - Udaljenost naseljenih mesta			K2 - Zaštita životne sredine i udaljenost vodenih tokova		K3 - Materijalna dobra (industrijski, komunalni, javni i drugi objekti)		K4 - Raspoloživa infrastruktura	
LOKACIJA	OCENA	VEROVA-TNOĆA	OCENA	VEROVA-TNOĆA	OCENA	VEROVA-TNOĆA	OCENA	VEROVA-TNOĆA
A	S	V	SD	S	SL	S	S	V
B	D	S	VD	S	D	V	D	VV
C	D	S	D	V	VD	V	VD	S
D	S	S	VD	V	D	V	VD	V
E	S	V	D	S	SL	VV	S	S
F	SL	V	VL	VV	L	VV	S	V

6b – deonica D6 na putnom pravcu Beograd - Pakovraće dužine 142 km, [smer ka Beogradu](#):

- A. uređenje parkirališta na planiranoj stanici za snabdevanje gorivom, smer ka Beogradu, geografske koordinate: N 43.936223, E 20.401966;
- B. uređenje parkirališta, smer ka Beogradu, geografske koordinate: N 44.070679, E 20.378468;
- C. proširenje i uređenje parkirališta na odmorištu - smer ka Beogradu, geografske koordinate: N 44.168349, E 20.312978;
- D. proširenje i uređenje parkirališta na odmorištu „Lajkovac“ - smer ka Beogradu, geografske koordinate: N 44.405981, E 20.095398;
- E. proširenje i uređenje parkirališta na stanici za naplatu putarine „Obrenovac“ - smer ka Beogradu, geografske koordinate: N 44.571252, E 20.190629;

Tabela P16. Ocjenjivanje lokacija na deonici puta 6b

K1 - Udaljenost naseljenih mesta			K2 - Zaštita životne sredine i udaljenost vodenih tokova		K3 - Materijalna dobra (industrijski, komunalni, javni i drugi objekti)		K4 - Raspoloživa infrastruktura	
LOKACIJA	OCENA	VEROVA-TNOĆA	OCENA	VEROVA-TNOĆA	OCENA	VEROVA-TNOĆA	OCENA	VEROVA-TNOĆA
A	S	V	D	S	SL	VV	L	V
B	S	S	VD	V	D	V	VD	V
C	D	S	SD	V	VD	V	VD	S
D	SD	V	D	S	D	V	D	VV
E	S	V	SL	V	SL	S	S	V

План третмана података

Назив пројекта/истраживања
Fuzzy вишекритеријумски модел за одређивање локација паркирања возила са опасном робом Fuzzy multi-criteria model for determining parking locations of vehicles with dangerous goods
Назив институције/институција у оквиру којих се спроводи истраживање
а) Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду б) в)
Назив програма у оквиру ког се реализује истраживање
Истраживање је реализовано у оквиру израде докторске дисертације на студијском програму Саобраћај, у оквиру докторских академских студија на Факултету техничких наука у Новом Саду, Универзитета у Новом Саду.
1. Опис података
1.1 Врста студије
<i>Укратко описати тип студије у оквиру које се подаци прикупљају</i>
Докторска дисертација
1.2 Врсте података
а) квантитативни
<u>б) квалитативни</u>
1.3. Начин прикупљања података
<u>а) анкете, упитници, тестови</u>
б) клиничке процене, медицински записи, електронски здравствени записи
в) генотипови: навести врсту _____
г) административни подаци: навести врсту _____
д) узорци ткива: навести врсту _____
ђ) снимци, фотографије: навести врсту _____
е) текст, навести врсту _____
ж) мапа, навести врсту _____
з) остало: описати _____

1.3 Формат података, употребљене скале, количина података

1.3.1 Употребљени софтвер и формат датотеке:

- a) Excel фајл, датотека _____
- b) SPSS фајл, датотека _____
- c) **PDF фајл, датотека** _____
- d) Текст фајл, датотека _____
- e) JPG фајл, датотека _____
- f) Остало, датотека _____

1.3.2. Број записа (код квантитативних података)

- а) број варијабли - **велики број варијабли који подразумева утицајне улазне параметре, број разматраних локација, преференција експерата у групном одлучивању, варијабле везане за квантификацију података итд.**
- б) број мерења (испитаника, процена, снимака и сл.) **велики број извршених моделирања кроз креиране тестове верификације.**

1.3.3. Поновљена мерења

- а) да
- б) не**

Уколико је одговор да, одговорити на следећа питања:

- а) временски размак између поновљених мера је _____
- б) варијабле које се више пута мере односе се на _____
- в) нове верзије фајлова који садрже поновљена мерења су именоване као

Напомене: _____

Да ли формати и софтвер омогућавају дељење и дугорочну валидност података?

- а) Да**
- б) Не**

Ако је одговор не, образложити _____

2. Прикупљање података

2.1 Методологија за прикупљање/генерисање података

2.1.1. У оквиру ког истраживачког нацрта су подаци прикупљени?

- а) експеримент, навести тип _____
- б) корелационо истраживање, навести тип _____
- ц) анализа текста, навести тип **анализа релевантне литературе у предметној области**
- д) остало, навести шта **експертско оцењивање, релевантне базе надлежних институција**

2.1.2 Навести врсте мерних инструмената или стандарде података специфичних за одређену научну дисциплину (ако постоје).

2.2 Квалитет података и стандарди

2.2.1. Третман недостајућих података

- а) Да ли матрица садржи недостајуће податке? Да Не

Ако је одговор да, одговорити на следећа питања:

- а) Колики је број недостајућих података? _____
 - б) Да ли се кориснику матрице препоручује замена недостајућих података? Да Не
 - в) Ако је одговор да, навести сугестије за третман замене недостајућих података
-

2.2.2. На који начин је контролисан квалитет података? Описати

Квалитета података, као и добијених резултата на основу истих контролисан је применом неколико тестова верификације специфичних за област докторске дисертације. Односи се на анализу осетљивости, упоредну анализу, прорачун статистичких тестова корелације, као и динамичке матрице одлучивања.

2.2.3. На који начин је извршена контрола уноса података у матрицу?

Улазни параметри су дефинисани кроз процес групног доношења одлука, што подразумева експертске оцене.

3. Третман података и пратећа документација

3.1. Третман и чување података

3.1.1. Подаци ће бити депоновани **Универзитет у Новом Саду** репозиторијум **кроз докторску дисертацију**

3.1.2. URL адреса

3.1.3. DOI

3.1.4. Да ли ће подаци бити у отвореном приступу?

a) Да

б) Да, али после ембарга који ће трајати до _____

в) Не

Ако је одговор не, навести разлог _____

3.1.5. Подаци неће бити депоновани у репозиторијум, али ће бити чувани.

Образложење

3.2 Метаподаци и документација података

3.2.1. Који стандард за метаподатке ће бити примењен?

Стандард који примењује Репозиторијум докторских дисертација Универзитета у Новом Саду.

3.2.1. Навести метаподатке на основу којих су подаци депоновани у репозиторијум.

Ако је потребно, навести методе које се користе за преузимање података, аналитичке и процедуралне информације, њихово кодирање, детаљне описе варијабли, записа итд.

3.3 Стратегија и стандарди за чување података

3.3.1. До ког периода ће подаци бити чувани у репозиторијуму?

3.3.2. Да ли ће подаци бити депоновани под шифром? Да **Не**

3.3.3. Да ли ће шифра бити доступна одређеном кругу истраживача? Да **Не**

3.3.4. Да ли се подаци морају уклонити из отвореног приступа после извесног времена?

Да **Не**

Образложити

4. Безбедност података и заштита поверљивих информација

Овај одељак МОРА бити попуњен ако ваши подаци укључују личне податке који се односе на учеснике у истраживању. За друга истраживања треба такође размотрити заштиту и сигурност података.

4.1 Формални стандарди за сигурност информација/података

Истраживачи који спроводе испитивања с л људима морају да се придржавају Закона о заштити података о личности

(https://www.paragraf.rs/propisi/zakon_o_zastiti_podataka_o_ljnosti.html) и одговарајућег институционалног кодекса о академском интегритету.

4.1.2. Да ли је истраживање одобрено од стране етичке комисије? Да **Не**

Ако је одговор Да, навести датум и назив етичке комисије која је одобрила истраживање

4.1.2. Да ли подаци укључују личне податке учесника у истраживању? Да **Не**

Ако је одговор да, наведите на који начин сте осигурали поверљивост и сигурност информација везаних за испитанике:

a) Подаци нису у отвореном приступу

- б) Подаци су анонимизирани
ц) Остало, навести шта

5. Доступност података

5.1. Подаци ће бити

- а) јавно доступни**
б) доступни само уском кругу истраживача у одређеној научној области
ц) затворени

Ако су подаци доступни само уском кругу истраживача, навести под којим условима могу да их користе:

Ако су подаци доступни само уском кругу истраживача, навести на који начин могу приступити подацима:

5.4. Навести лиценцу под којом ће прикупљени подаци бити архивирани.

Ауторство – некомерцијално

6. Улоге и одговорност

6.1. Навести име и презиме и мејл адресу власника (аутора) података

Драган Смиљанић, targija996@gmail.com

6.2. Навести име и презиме и мејл адресу особе која одржава матрицу с подацима

Драган Смиљанић, targija996@gmail.com

6.3. Навести име и презиме и мејл адресу особе која омогућује приступ подацима другим истраживачима

Драган Смиљанић, targija996@gmail.com