

**МИНИСТАРСТВО ОДБРАНЕ
УНИВЕРЗИТЕТ ОДБРАНЕ У БЕОГРАДУ
ВОЈНА АКАДЕМИЈА
ДОКТОРСКЕ АКАДЕМСКЕ СТУДИЈЕ
„МЕНАЦМЕНТ У ОДБРАНИ”**



**ИЗБОР ЛОКАЦИЈА ЗА САВЛАЂИВАЊЕ ВОДЕНИХ
ПРЕПРЕКА У ОДБРАМБЕНОЈ ОПЕРАЦИЈИ ПРИМЕНОМ
МЕТОДА ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКОГ ОДЛУЧИВАЊА**

- докторска дисертација -

МЕНТОР:
пуковник
ванр. проф. др Дарко Божанић

КАНДИДАТ:
потпуковник, асистент
мс Душко Тешић

- Београд, 2025. година -

„Наша је одговорност као научника, знајући велики напредак који долази из задовољавајуће филозофије незнања, велики напредак који је плод слободе мишљења, да се прогласи вредношћу ове слободе; ... ; и да тражимо ову слободу као нашу дужност према свим будућим генерацијама”

(Feynman, 1955)

ЗАХВАЛНИЦА

Са великом захвалношћу и дубоким поштовањем желим да искажем признање онима који су ми на разне начине помогли и подржали ме током израде ове докторске дисертације. Најпре, дугујем посебну захвалност мом ментору и пријатељу, професору др Дарку Божанићу, чије је вођство, стручно знање и бескрајно стрпљење било кључно за мој академски и научно-истраживачки напредак. Професор Божанић је својим конструктивним саветима, ненаметљивом подршком и искреном посвећеношћу значајно утицао на квалитет и ток ове дисертације. Без његове мудре визије и усмерења, остварење овог циља било би много теже.

Непроцењиву захвалност дугујем својој породици, без чије љубави, разумевања и подршке не бих успео. Моја супруга Ана била је ту у сваком тренутку, пружала ми неопходну снагу, била ослонац и подршка у најизазовнијим моментима рада на овом истраживању. Њена посвећеност нашој породици и мојим циљевима омогућила ми је да дам све од себе у раду. Анђела и Немања, моја драга деца, били су моја највећа инспирација и светлост у тренуцима умора. Њихова радозналост, ведрина и непресушна љубав давали су ми снагу и подсећали ме на важност свега што радим.

Поред најближих, посебну захвалност дугујем и осталој породици, пријатељима, колегама и родбини који су веровали у мене, пружали подршку и бодрили ме током целог овог пута. Њихова верност и брига били су од изузетног значаја за мене.

Посебну захвалност желим да искажем и професору др Драгану Памучару за његову несебичну подршку, стручност и смернице које су биле од непроцењиве важности у развоју мојих научно-истраживачких способности. Његов увид и конструктивни савети током израде ове дисертације значајно су допринели квалитету и успеху мог рада.

Сви ви сте, на различите начине, учинили овај пут мање тежим, а успех и постигнут циљ неупоредиво вреднијим. Овај рад је делом и ваша заслуга, и захвалан сам вам на томе што сте били део мог живота током овог путовања.

САДРЖАЈ

| | |
|--|-----------|
| СПИСАК СЛИКА | 10 |
| СПИСАК ТАБЕЛА | 12 |
| СКРАЋЕНИЦЕ | 16 |
| УВОД | 19 |
| 1. ФОРМУЛАЦИЈА ПРОБЛЕМА ИСТРАЖИВАЊА | 20 |
| 1.1. Основни хипотетички ставови о проблему истраживања..... | 20 |
| 1.2. Значај истраживања | 21 |
| 1.3. Друштвени значај истраживања | 21 |
| 1.4. Научни значај истраживања | 21 |
| 1.5. Резултати претходних истраживања | 22 |
| 2. ОДРЕЂЕЊЕ ПРЕДМЕТА ИСТРАЖИВАЊА | 26 |
| 2.1. Теоријско одређење предмета..... | 26 |
| 2.2. Научно верификовано сазнање | 26 |
| 2.3. Научно евидентирано, али не и верификовано научно сазнање | 26 |
| 2.4. Емпиријско, искуствено и (не)научно сазнање | 27 |
| 2.5. Непостојеће сазнање о предмету истраживања | 27 |
| 2.6. Операционално одређење истраживања | 29 |
| 2.7. Чиниоци садржаја предмета истраживања | 29 |
| 2.8. Временско одређење предмета истраживања..... | 32 |
| 2.9. Просторно одређење предмета истраживања..... | 32 |
| 2.10. Дисциплинарно одређење предмета истраживања | 32 |
| 3. ЦИЉЕВИ ИСТРАЖИВАЊА | 33 |
| 4. ХИПОТЕЗЕ И НАЧИН ЊИХОВЕ ПРОВЕРЕ | 33 |
| 4.1. Општа (генерална) хипотеза | 33 |
| 4.2. Прва посебна хипотеза | 34 |
| 4.2.1. Прва појединачна хипотеза..... | 34 |
| 4.2.2. Друга појединачна хипотеза | 34 |
| 4.2.3. Трећа појединачна хипотеза | 34 |
| 4.2.4. Четврта појединачна хипотеза..... | 34 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 4.2.5. | Пета појединачна хипотеза | 35 |
| 4.3. | Друга посебна хипотеза | 35 |
| 4.3.1. | Прва појединачна хипотеза..... | 35 |
| 4.3.2. | Друга појединачна хипотеза | 35 |
| 4.3.3. | Трећа појединачна хипотеза | 36 |
| 4.3.4. | Четврта појединачна хипотеза..... | 36 |
| 4.3.5. | Пета појединачна хипотеза | 36 |
| 4.4. | Трећа посебна хипотеза | 36 |
| 4.4.1. | Прва појединачна хипотеза..... | 36 |
| 4.4.2. | Друга појединачна хипотеза | 37 |
| 4.4.3. | Трећа појединачна хипотеза | 37 |
| 4.4.4. | Четврта појединачна хипотеза..... | 37 |
| 4.4.5. | Пета појединачна хипотеза | 37 |
| 5. | МЕТОДЕ..... | 37 |
| 5.1. | Основне методе | 37 |
| 5.2. | Општенаучне методе | 39 |
| 5.3. | Методе прикупљања података | 39 |
| 5.4. | Методе вишекритеријумског одлучивања..... | 40 |
| 6. | ОЧЕКИВАНИ РЕЗУЛТАТИ | 40 |

ПРВИ ДЕО

САВЛАЂИВАЊЕ ВОДЕНИХ ПРЕПРЕКА У ОДБРАМБЕНОЈ ОПЕРАЦИЈИ

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 1. | УОПШТЕ О ОПЕРАЦИЈАМА | 41 |
| 1.1. | Одбрамбена операција | 43 |
| 1.2. | Инжињеријска и противинжињеријска дејства у одбрамбеној операцији | 46 |
| 2. | УОПШТЕ О САВЛАЂИВАЊУ ВОДЕНИХ ПРЕПРЕКА..... | 50 |
| 3. | СПЕЦИФИЧНОСТИ САВЛАЂИВАЊА ВОДЕНИХ ПРЕПРЕКА У ОДБРАМБЕНОЈ ОПЕРАЦИЈИ..... | 53 |
| 3.1. | Место преласка газом | 53 |
| 3.2. | Место преласка дубоким газом..... | 55 |
| 3.3. | Место преласка подводним газом | 55 |
| 3.4. | Скелско место преласка..... | 57 |

| | |
|-----------------------------------|----|
| 3.5. Мостовно место преласка..... | 60 |
|-----------------------------------|----|

ДРУГИ ДЕО

ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКО ОДЛУЧИВАЊЕ

| | |
|--|-----|
| 1. УОПШТЕ О ОДЛУЧИВАЊУ | 64 |
| 2. ТЕОРИЈСКИ ОКВИР ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКОГ ОДЛУЧИВАЊА | 72 |
| 3. ДЕФИНИСАЊЕ КРИТЕРИЈУМА..... | 81 |
| 4. ДЕФИНИСАЊЕ АЛТЕРНАТИВА..... | 83 |
| 5. ДЕФИНИСАЊЕ И ПРОРАЧУН ТЕЖИНСКИХ КОЕФИЦИЈЕНАТА КРИТЕРИЈУМА..... | 84 |
| 6. ОПИС КОРИШЋЕНИХ МЕТОДА ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКОГ ОДЛУЧИВАЊА..... | 85 |
| 6.1. Теорије за третирање неизвесности при одлучивању | 85 |
| 6.1.1. Фази бројеви | 85 |
| 6.1.2. Груби бројеви | 91 |
| 6.1.3. Греј бројеви | 93 |
| 6.2. Методе за одређивање тежинских коефицијената критеријума..... | 94 |
| 6.2.1. Fuzzy DIBR | 94 |
| 6.2.2. TrFN DIBR | 96 |
| 6.2.3. DIBR II | 97 |
| 6.2.4. Fuzzy DIBR II..... | 98 |
| 6.2.5. TrFN DIBR II..... | 100 |
| 6.2.6. Rough DIBR II..... | 100 |
| 6.2.7. Grey DIBR II | 102 |
| 6.3. Методе за избор оптималне алтернативе..... | 104 |
| 6.3.1. MARCOS..... | 104 |
| 6.3.2. CODAS | 108 |
| 6.3.3. Fuzzy LMAW | 110 |
| 6.3.4. Fermatean fuzzy MAIRCA..... | 111 |
| 6.3.5. Grey COPRAS | 112 |
| 6.3.6. Rough SAW | 114 |
| 6.3.1. TrFN SAW | 115 |
| 6.4. Оператори за агрегацију групних одлука | 115 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 6.4.1. | Bonferroni mean (BM) оператор | 115 |
| 6.4.2. | Einstein weighted arithmetic average (EWAA) оператор | 116 |
| 6.4.3. | Normalized weighted geometric Bonferroni mean (NWGBM) оператор | 116 |
| 6.4.4. | Hamacher weighted arithmetic aggregation (HWAA) оператор | 116 |
| 6.4.5. | Fermatean fuzzy weighted geometric (FFWG) оператор | 117 |
| 6.5. | Експертски систем за подршку одлучивању DEXi | 117 |
| 7. | АНАЛИЗА ОСЕТЉИВОСТИ – КОНЗИСТЕНТНОСТИ ИЗЛАЗНИХ РЕЗУЛТАТА | 118 |
| 8. | ЕКСПЕРТСКО ОЦЕЊИВАЊЕ..... | 120 |
| 8.1. | Избор и оцена квалитета експерата | 123 |
| 8.2. | Делфи метода експертског оцењивања | 126 |

ТРЕЋИ ДЕО

ПРИКАЗ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

| | | |
|-----------|--|------------|
| 1. | ОПИС КРИТЕРИЈУМА | 129 |
| 1.1. | Квалитет прилазних путева | 129 |
| 1.2. | Обим радова на уређењу овострани и онострани обале | 132 |
| 1.3. | Ширина водене препреке | 134 |
| 1.4. | Дубина водене препреке | 135 |
| 1.5. | Брзина водене препреке | 136 |
| 1.6. | Састав дна водене препреке | 137 |
| 1.7. | Услови маскирања | 138 |
| 1.8. | Угроженост места преласка од дејстава непријатеља | 141 |
| 1.9. | Утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање | 142 |
| 1.10. | Услови за утврђивање | 144 |
| 1.11. | Постојање налазишта месног материјала, месних средстава и радионица (индустријских погона) | 146 |
| 1.12. | Могућност истовременог спуштања пловних чланака на воду | 148 |
| 1.13. | Тенденција водостаја | 149 |
| 1.14. | Могућности развоја возила (тенкова) за дејство и маневар на супротној обали. | 150 |
| 2. | ИЗБОР ЛОКАЦИЈЕ ЗА МЕСТО ПРЕЛАСКА ГАЗОМ..... | 152 |
| 2.1. | Одређивање тежинских коефицијената критеријума | 155 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 2.2. | Избор оптималне локације за место преласка газом | 160 |
| 2.3. | Анализа осетљивости..... | 162 |
| 2.4. | Компаративна анализа | 164 |
| 3. | ИЗБОР ЛОКАЦИЈЕ ЗА МЕСТО ПРЕЛАСКА ДУБОКИМ ГАЗОМ | 167 |
| 3.1. | Одређивање тежинских коефицијената критеријума | 170 |
| 3.2. | Избор оптималне локације за место преласка дубоким газом..... | 175 |
| 3.3. | Анализа осетљивости..... | 179 |
| 3.4. | Компаративна анализа | 180 |
| 4. | ИЗБОР ЛОКАЦИЈЕ ЗА МЕСТО ПРЕЛАСКА ПОДВОДНИМ ГАЗОМ | 182 |
| 4.1. | Одређивање тежинских коефицијената критеријума | 185 |
| 4.2. | Избор оптималне локације за место преласка подводним газом | 190 |
| 4.3. | Анализа осетљивости..... | 195 |
| 4.4. | Компаративна анализа | 196 |
| 5. | ИЗБОР ЛОКАЦИЈЕ ЗА СКЕЛСКО МЕСТО ПРЕЛАСКА..... | 199 |
| 5.1. | Одређивање тежинских коефицијената критеријума | 201 |
| 5.2. | Избор оптималне локације за скелско место преласка..... | 206 |
| 5.3. | Анализа осетљивости..... | 209 |
| 5.4. | Компаративна анализа | 210 |
| 6. | ИЗБОР ЛОКАЦИЈЕ ЗА МОСТОВНО МЕСТО ПРЕЛАСКА..... | 213 |
| 6.1. | Одређивање тежинских коефицијената критеријума | 216 |
| 6.2. | Избор оптималне локације за мостовно место преласка..... | 220 |
| 6.3. | Анализа осетљивости..... | 223 |
| 6.4. | Компаративна анализа | 224 |
| 7. | ДИСКУСИЈА РЕЗУЛТАТА | 227 |

ЧЕТВРТИ ДЕО

ТЕСТИРАЊЕ МОДЕЛА

| | | |
|-----------|---|------------|
| 1. | ТЕСТИРАЊЕ МОДЕЛА ПОМОЋУ ЕКСПЕРАТА..... | 230 |
| 1.1. | Избор локације за место преласка газом..... | 230 |
| 1.2. | Избор локације за место преласка дубоким газом..... | 231 |
| 1.3. | Избор локације за место преласка подводним газом..... | 233 |
| 1.4. | Избор локације за скелско место преласка..... | 234 |

| | |
|--|-----|
| 1.5. Избор локације за мостовно место преласка | 235 |
|--|-----|

ПЕТИ ДЕО

ИДЕЈНО РЕШЕЊЕ СОФТВЕРА ЗА ПОДРШКУ ОДЛУЧИВАЊУ

| | |
|--|------------|
| 1. ОПИС СОФТВЕРА | 238 |
| 2. ГРАФИЧКИ ПРИКАЗ СОФТВЕРА | 238 |
| ЗАКЉУЧАК..... | 240 |
| ЛИТЕРАТУРА..... | 255 |
| ПРИЛОЗИ..... | 277 |

СПИСАК СЛИКА

| | |
|---|-----|
| Слика 1. Подела операција према критеријуму дејства | 42 |
| Слика 2. Хидрографска испресецаност Републике Србије..... | 51 |
| Слика 3. Начелна шема места преласка дубоким и подводним газом тенковима | 56 |
| Слика 4. Начелна шема скелског места преласка..... | 59 |
| Слика 5. Начелна шема мостовног места преласка..... | 62 |
| Слика 6. Фазе процеса оперативног планирања на нивоу батаљона..... | 68 |
| Слика 7. Фазе процеса одлучивања..... | 70 |
| Слика 8. Развој теорије вишекритеријумског одлучивања у XIX веку | 72 |
| Слика 9. Развој теорије вишекритеријумског одлучивања до седамдесетих година XX века..... | 73 |
| Слика 10. Класификација вишекритеријумског одлучивања | 77 |
| Слика 11. Елементи модела вишекритеријумског одлучивања | 79 |
| Слика 12. Начелне фазе вишекритеријумског одлучивања..... | 80 |
| Слика 13. Троугласти фази број | 87 |
| Слика 14. Троугласти фази број са степеном уверености..... | 88 |
| Слика 15. Трапезоидни фази број са степеном уверености..... | 90 |
| Слика 16. Груби број са степеном уверености..... | 92 |
| Слика 17. Интервални греј број са степеном уверености | 94 |
| Слика 18. Процедура експертског оцењивања..... | 122 |
| Слика 19. Модел примене процедуре Делфи методе | 127 |
| Слика 20. Алгоритам спровођења истраживања | 128 |
| Слика 21. DEXi модел за дефинисање линвистичких дескриптора за критеријум „Квалитет прилазних путева” | 131 |
| Слика 22. DEXi модел за дефинисање линвистичких дескриптора за критеријум „Обим радова на уређењу оностране и оностране обале” | 133 |
| Слика 23. DEXi модел за дефинисање линвистичких дескриптора за критеријум „Услови маскирања” | 140 |
| Слика 24. DEXi модел за дефинисање линвистичких дескриптора за критеријум „Угроженост места преласка од дејства непријатеља” | 141 |
| Слика 25. DEXi модел за дефинисање линвистичких дескриптора за критеријум „Утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање” | 143 |
| Слика 26. DEXi модел за дефинисање линвистичких дескриптора за критеријум „Услови за утврђивање” | 145 |
| Слика 27. DEXi модел за дефинисање линвистичких дескриптора за критеријум „Постојање налазишта месног материјала, месних средстава и радионица (индустријских погона)” .. | 147 |
| Слика 28. Алгоритам за избор локације за успоставу места преласка водене препреке газом у одбрамбеној операцији..... | 152 |
| Слика 29. Сценарији промена тежина критеријума (МПГ)..... | 163 |
| Слика 30. Рангови алтернатива добијени применом сценарија (МПГ)..... | 164 |
| Слика 31. Рангови алтернатива добијени различитим методама (МПГ) | 165 |
| Слика 32. Вредности Пирсоновог коефицијента корелације добијених рангова (МПГ) .. | 166 |
| Слика 33. Алгоритам за избор локације за успоставу места преласка водене препреке дубоким газом у одбрамбеној операцији..... | 167 |
| Слика 34. Сценарији промена тежина критеријума (МПДГ) | 179 |
| Слика 35. Рангови алтернатива добијени применом сценарија (МПДГ) | 180 |

| | |
|---|-----|
| Слика 36. Рангови алтернатива добијени различитим методама (МПДГ)..... | 181 |
| Слика 37. Алгоритам за избор локације за успоставу места преласка водене препреке подводним газом у одбрамбеној операцији | 182 |
| Слика 38. Сценарији промена тежина критеријума (МППГ)..... | 195 |
| Слика 39. Рангови алтернатива добијени применом сценарија (МППГ)..... | 196 |
| Слика 40. Рангови алтернатива добијени различитим методама (МППГ) | 197 |
| Слика 41. Вредности Пирсоновог коефицијента корелације добијених рангова (МППГ) | 197 |
| Слика 42. Алгоритам за избор локације за успоставу скелског места преласка преко водене препреке у одбрамбеној операцији | 199 |
| Слика 43. Сценарији промена тежина критеријума (СМП) | 209 |
| Слика 44. Рангови алтернатива добијени применом сценарија (СМП) | 210 |
| Слика 45. Рангови алтернатива добијени различитим методама (СМП) | 211 |
| Слика 46. Вредности Пирсоновог коефицијента корелације добијених рангова (СМП) .. | 211 |
| Слика 47. Алгоритам за избор локације за успоставу мостовног места преласка преко водене препреке у одбрамбеној операцији | 213 |
| Слика 48. Сценарији промена тежина критеријума (ММП)..... | 223 |
| Слика 49. Рангови алтернатива добијени применом сценарија (ММП) | 224 |
| Слика 50. Рангови алтернатива добијени различитим методама (ММП) | 225 |
| Слика 51. Вредности Пирсоновог коефицијента корелације добијених рангова (ММП) .. | 226 |
| Слика 52. Збирни преглед рангова алтернатива за сва места преласка..... | 229 |
| Слика 53. Графички приказ софтвера | 239 |

СПИСАК ТАБЕЛА

| | |
|---|-----|
| Табела 1. Подаци о већим воденим токовима у Републици Србији | 50 |
| Табела 2. Зависност брзине воденог тока и максималне дубине за прелазак, за људство и технику..... | 54 |
| Табела 3. Рангирање критеријума по значајности од стране експерата | 106 |
| Табела 4. Агрегирани рангови критеријума применом MARCOS методе..... | 107 |
| Табела 5. Агрегирани рангови критеријума применом EWAA и HWAA оператора..... | 108 |
| Табела 6. Вредности тежинских коефицијената елемената оцене компетенције експерата | 124 |
| Табела 7. Коефицијенти компетенција експерата у Експертској групи 1 | 124 |
| Табела 8. Коефицијенти компетенција експерата у Експертској групи 2..... | 125 |
| Табела 9. Идентификовани критеријуми за сваког од места прелазака | 129 |
| Табела 10. Лингвистички дескриптори за критеријум „Квалитет прилазних путева” | 132 |
| Табела 11. Лингвистички дескриптори за критеријум „Обим радова на уређењу оностране и оностране обале” | 134 |
| Табела 12. Лингвистички дескриптори за критеријум „Ширина водене препреке” | 135 |
| Табела 13. Лингвистички дескриптори за критеријум „Дубина водене препреке” | 136 |
| Табела 14. Лингвистички дескриптори за критеријум „Брзина водене препреке” | 137 |
| Табела 15. Лингвистички дескриптори за критеријум „Састав дна водене препреке” | 138 |
| Табела 16. Лингвистички дескриптори за критеријум „Услови маскирања” | 140 |
| Табела 17. Лингвистички дескриптори за критеријум „Угроженост места преласка од дејства непријатеља” | 142 |
| Табела 18. Лингвистички дескриптори за критеријум „Утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање”..... | 144 |
| Табела 19. Лингвистички дескриптори за критеријум „Услови за утврђивање” | 146 |
| Табела 20. Лингвистички дескриптори за критеријум „Постојање налазишта месног материјала, месних средстава и радионица (индустријских погона)”..... | 148 |
| Табела 21. Лингвистички дескриптори за критеријум „Могућност истовременог спуштања пловних чланака на воду” | 148 |
| Табела 22. Лингвистички дескриптори за критеријум „Тенденција водостаја”..... | 150 |
| Табела 23. Лингвистички дескриптори за критеријум „Могућности развоја возила (тенкова) за дејство и маневар на супротној обали” | 151 |
| Табела 24. Нормализовани коефицијенти компетенција експерата (МПП)..... | 154 |
| Табела 25. Критеријуми који условљавају избор локације за место преласка газом..... | 154 |
| Табела 26. Експертска мишљења у вези са рангом критеријума (МПП)..... | 155 |
| Табела 27. Експертска мишљења у вези са односом међу критеријумима за Fuzzy DIBR методу | 155 |
| Табела 28. Експертска мишљења у вези са односом међу критеријумима за Fuzzy DIBR II методу | 156 |
| Табела 29. Степен уверености експерата у дате тврдње (МПП) | 157 |
| Табела 30. Вредности тежинских коефицијената критеријума добијених помоћу Fuzzy DIBR методе..... | 158 |
| Табела 31. Вредности тежинских коефицијената критеријума добијених помоћу Fuzzy DIBR II методе | 158 |
| Табела 32. Агрегиране вредности тежина критеријума за сваку од метода (МПП)..... | 159 |

| | |
|--|-----|
| Табела 33. Коначне вредности тежина критеријума за место преласка газом | 160 |
| Табела 34. Почетна матрица одлучивања за место преласка газом | 160 |
| Табела 35. Fuzzy почетна матрица одлучивања | 162 |
| Табела 36. Вредности коначног индекса (Q) и ранг алтернатива за место преласка газом | 162 |
| Табела 37. Интерпретација резултата Пирсоновог коефицијента корелације | 165 |
| Табела 38. Нормализовани коефицијенти компетенција експерата (МПДГ) | 169 |
| Табела 39. Критеријуми који условљавају избор локације за место преласка дубоким газом | 169 |
| Табела 40. Експертска мишљења у вези са рангом критеријума (МПДГ) | 170 |
| Табела 41. Експертска мишљења у вези са односом међу критеријумима за TrFN DIBR методу | 171 |
| Табела 42. Експертска мишљења у вези са односом међу критеријумима за TrFN DIBR II методу | 171 |
| Табела 43. Степен уверености експерата у дате тврдње (МПДГ) | 172 |
| Табела 44. Вредности тежинских коефицијената критеријума добијених помоћу TrFN DIBR методе | 173 |
| Табела 45. Вредности тежинских коефицијената критеријума добијених помоћу Fuzzy DIBR II методе | 173 |
| Табела 46. Агрегиране вредности тежина критеријума за сваку од метода (МПДГ) | 174 |
| Табела 47. Коначне вредности тежина критеријума за место преласка дубоким газом | 175 |
| Табела 48. Почетна матрица одлучивања за место преласка дубоким газом | 175 |
| Табела 49. Фази почетна матрица одлучивања за место преласка дубоким газом | 177 |
| Табела 50. Нормализована почетна матрица одлучивања | 177 |
| Табела 51. Отежана матрица одлучивања | 178 |
| Табела 52. Финалне вредности преференције и ранг алтернатива за место преласка дубоким газом | 179 |
| Табела 53. Нормализовани коефицијенти компетенција експерата (МППГ) | 184 |
| Табела 54. Критеријуми који условљавају избор локације за место преласка подводним газом | 184 |
| Табела 55. Експертска мишљења у вези са рангом критеријума (МППГ) | 185 |
| Табела 56. Значајност (ранг) критеријума (МППГ) | 186 |
| Табела 57. Ферматеан фази лингвистичка скала за процену значајности критеријума | 186 |
| Табела 58. Експертска мишљења у вези са односом међу критеријумима (МППГ) | 187 |
| Табела 59. Експертска мишљења у вези са односом међу критеријумима у ферматеан фази вредностима поређења | 188 |
| Табела 60. Коначне (агрегиране) вредности поређења суседних критеријума. | 189 |
| Табела 61. Коначне вредности тежинских коефицијената критеријума за место преласка подводним газом | 189 |
| Табела 62. Почетна матрица одлучивања за место преласка подводним газом | 190 |
| Табела 63. Ферматеан фази почетна матрица одлучивања | 192 |
| Табела 64. Нормализована почетна матрица одлучивања | 192 |
| Табела 65. Матрица теоријских пондера | 193 |
| Табела 66. Матрица стварних пондера | 193 |
| Табела 67. Матрица јаза између теоријских и стварних пондера | 194 |

| | |
|--|-----|
| Табела 68. Вредности критеријумске функције и ранг алтернатива за место преласка подводним газом | 194 |
| Табела 69. Нормализоване вредности коефицијената компетенција експерата (СМП) | 200 |
| Табела 70. Критеријуми који условљавају избор локације за успоставу скелског места преласка | 201 |
| Табела 71. Експертска мишљења у вези са рангом критеријума (СМП) | 202 |
| Табела 72. Значајност (ранг) критеријума (СМП) | 202 |
| Табела 73. Степен уверености експерата у дате тврдње (СМП) | 203 |
| Табела 74. Експертска мишљења у вези са односом међу критеријумима (СМП) | 204 |
| Табела 75. Експертска мишљења у вези са односом међу критеријумима у греј вредностима поређења | 204 |
| Табела 76. Коначне (агрегиране) греј вредности поређења суседних критеријума..... | 205 |
| Табела 77. Коначне вредности тежинских коефицијената критеријума за скелско место преласка | 206 |
| Табела 78. Почетна матрица одлучивања за скелско место преласка | 206 |
| Табела 79. Греј почетна матрица одлучивања | 208 |
| Табела 80. Вредности степена корисности и ранг алтернатива | 208 |
| Табела 81. Нормализоване вредности коефицијената компетенција експерата (ММП) ... | 215 |
| Табела 82. Критеријуми који условљавају избор локације за успоставу мостовног места преласка | 215 |
| Табела 83. Експертска мишљења у вези са рангом критеријума (ММП) | 216 |
| Табела 84. Значајност (ранг) критеријума (ММП) | 216 |
| Табела 85. Степен уверености експерата у дате тврдње (ММП) | 217 |
| Табела 86. Експертска мишљења у вези са односом међу критеријумима (ММП) | 218 |
| Табела 87. Експертска мишљења у вези са односом међу критеријумима у грубим вредностима поређења | 219 |
| Табела 88. Коначне (агрегиране) грубе вредности поређења суседних критеријума..... | 219 |
| Табела 89. Коначне вредности тежинских коефицијената критеријума (ММП) | 220 |
| Табела 90. Почетна матрица одлучивања за мостовно место преласка | 221 |
| Табела 91. Груба почетна матрица одлучивања | 222 |
| Табела 92. Вредности критеријумске функције и ранг алтернатива за мостовно место преласка | 222 |
| Табела 93. Ранг алтернатива на основу експертских мишљења (МПГ) | 230 |
| Табела 94. Коначан ранг алтернатива заснован на експертским мишљењима за место преласка газом..... | 231 |
| Табела 95. Ранг алтернатива на основу експертских мишљења (МПДГ) | 231 |
| Табела 96. Коначан ранг алтернатива заснован на експертским мишљењима за место преласка дубоким газом | 232 |
| Табела 97. Ранг алтернатива на основу експертских мишљења (МППГ) | 233 |
| Табела 98. Коначан ранг алтернатива заснован на експертским мишљењима за место преласка подводним газом..... | 234 |
| Табела 99. Ранг алтернатива на основу експертских мишљења (СМП)..... | 234 |
| Табела 100. Коначан ранг алтернатива заснован на експертским мишљењима за скелско место преласка..... | 235 |
| Табела 101. Ранг алтернатива на основу експертских мишљења (ММП)..... | 236 |

Табела 102. Коначан ранг алтернатива заснован на експертским мишљењима за мостовно место преласка..... 236

СКРАЋЕНИЦЕ

| Скраћеница | Пун назив |
|------------|--|
| AHP | Analytical Hierarchy Process |
| ANP | Analytic Network Process |
| ARAS | Additive Ratio Assessment |
| BM | Bonferroni mean |
| BWM | Best worst method |
| CoCoSo | Combined Compromise Solution |
| CODAS | Combinative Distance-based Assessment |
| COPRAS | Complex Proportional Assessment |
| CRADIS | Compromise ranking of alternatives from distance to ideal solution |
| DEMATEL | Decision Making Trial and Evaluation Laboratory |
| DIBR | Defining Interrelationships Between Ranked criteria |
| EDAS | Evaluation Based on Distance from Average Solution |
| ELECTRE | Elimination Et Choix Traduisant la Realité |
| EWAA | Einstein weighted arithmetic average |
| FF | Fermatean fuzzy |
| FFWA | Fermatean fuzzy weighted average operator |
| FFWG | Fermatean fuzzy weighted geometric |
| FFWG | Fermatean fuzzy weighted geometric operator |
| FFWPA | Fermatean fuzzy weighted power average |
| FN | Fuzzy numbers |
| FUCOM | Full Consistency Method |
| GRUS | Group Decision Support System Group Support |
| GN | Grey numbers |
| HWAA | Hamacher weighted arithmetic aggregation |
| LBWA | Level Based Weight Assessment |
| LMAW | Logarithm Methodology of Additive Weights |
| MABAC | Multi-Attributive Border Approximation area Comparison |
| MACBETH | Measuring Attractiveness by a categorical Based Evaluation Technique |

| | |
|------------|--|
| MAIRCA | MultiAttributive Ideal-Real Comparative Analysis |
| MARCOS | Measurement Alternatives and Ranking according to the Compromise Solution |
| MOORA | Multi-Objective Optimization on the basis of Ratio Analysis |
| MULTIMOORA | Multi-Objective Optimization on the basis of a Ratio Analysis plus the full MULTIplicative form |
| NWGBM | Normalized weighted geometric Bonferroni mean |
| OCRA | Operational Competitiveness Rating |
| PROMETHEE | Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations |
| RAFSI | Ranking of Alternatives through Functional mapping of criterion sub-intervals into a Single Interval |
| RAWEC | Ranking of Alternatives with Weights of Criterion |
| RN | Rough numbers |
| SAW | Simple Additive Weighting |
| SIWEC | Simple Weight Calculation |
| SWARA | Stepwise Weight Assessment Ratio Analysis |
| SWOT | Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats |
| TFN | Triangular fuzzy number |
| TODIM | Tomada de Decisao Interativa e Multicriterio |
| TOPSIS | Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution |
| TrFN | Trapezoidal fuzzy number |
| VIKOR | Вишекритеријумска оптимизација и компромисно решење |
| WASPAS | Weighted Aggregated Sum Product Assessment |
| ВКО | Вишекритеријумско одлучивање |
| ДО | Доносилац одлуке |
| ММП | Мостовно место преласка |
| МП | Место преласка |
| МПГ | Место преласка газом |
| МПДГ | Место преласка дубоким газом |
| МПЛ | Место преласка преко леда |
| МПП | Место преласка пливањем |

| | |
|---------|--------------------------------|
| МППГ | Место преласка подводним газом |
| ПМ М-71 | Понтонски мост М-71 |
| СМП | Скелско место преласка |

УВОД

Савлађивање водених препрека у свим армијама света представља једну од најтежих и најопаснијих борбених радњи. Да би се успешно савладала било која водена препрека, потребно је извршити бројне припреме. Припреме се, углавном, састоје од извиђања локација успоставе места преласка и самог успостављања места преласка. У зависности од потреба операције, могу се успоставити различита места преласка: десантно, скелско, мостовно место преласка, место преласка преко леда, место преласка пливањем, место преласка газом, место преласка дубоким газом, место преласка подводним газом. Специфичности сваке од операција, условљавају различито оперативно окружење у којем се савлађује водена препрека.

Да би се приступило самој успостави места преласка, неопходно је донети исправну одлуку о његовој локацији, где пресудну улогу имају познавање оперативног окружења и искуство инжињеријског официра и његово познавање тактике и технике употребе како понтонирских јединица, тако и других јединица које савлађују водену препреку. Наведено искуство и знања захтевају дугогодишњи рад на задацима које реализују понтонирске јединице.

У циљу бржег и квалитетнијег доношења одлука о избору локација за места преласка и пружања помоћи мање искусним старешинама за доношење одлука о местима прелазака у одбрамбеној операцији, у овом истраживању биће израђени модели за подршку одлучивању, који ће обухватити све чиниоце који су неопходни за доношење оптималне одлуке о избору локације места прелазака. Наведени модели обухватиће релевантне методе вишекритеријумског одлучивања за дефинисање тежинских коефицијената критеријума, засноване на експертским мишљењима, као и методе које одређују оптималну локацију из скупа понуђених. Ради провере стабилности предложеног модела, биће извршена анализа осетљивости излазних резултата предложеног методског поступка, за свако од места прелазака, као и поређење добијених резултата са резултатима добијеним помоћу других метода вишекритеријумског одлучивања. На крају, предложени методски поступак биће тестиран помоћу експерата из области истраживања.

Овакав приступ одлучивању ствара основу за израду софтвера за подршку одлучивању приликом доношења одлуке о избору локација за места прелазака у одбрамбеној операцији, који би био имплементиран у понтонирским јединицама Војске Србије. Без обзира на

квалитет, овакав тип софтвера представља само помоћ доносиоцу одлуке. Човек и даље централна фигура у одлучивању, односно инжињеријски официр је и даље тај који доноси коначну одлуку.

1. ФОРМУЛАЦИЈА ПРОБЛЕМА ИСТРАЖИВАЊА

Основне функције формулације проблема истраживања остварују се кроз: хипотетичке ставове о проблему истраживања, значај истраживања и резултате претходних истраживања (Milosavljević & Radosavljević, 2003, p. 409). Самим поступком формулације проблема истраживања „обавља се прелаз од стварног друштвеног проблема до проблема који се решава конкретним истраживањем или серијом истраживања” (Bazić & Danilović, 2015).

1.1. Основни хипотетички ставови о проблему истраживања

Формулисање основних хипотетичких ставова о проблему истраживања обухвата следеће хипотетичке ставове: општи хипотетички став о целини проблема, о самој структури проблема, о функцијама проблема и о везама и односима (Gordić et al., 2015).

Савлађивање водених препрека представља врсту противинжињеријских дејстава која има за циљ обезбеђења покрета (маневра) јединица у борбеним дејствима. Обзиром на велико богатство водених токова на простору наше земље, савлађивање водених препрека у дефанзивним дејствима против непријатеља имаће велики значај.

Како би се успешно савладала водена препрека, неопходно је успоставити место преласка на одређеној локацији која задовољава неопходно услове (критеријуме), у додељеном рејону, у складу са добијеним задатком. Сам избор локације, за свако од места прелазака, је начелно дефинисан нормативно-правним прописима која регулишу ову област у Војсци Србије. Постојећа документа дају само обресе критеријума и ослањају се на искуство које старешине имају. Критеријуми који су утврђени, не разматрају детаљно све чиниоце који утичу на доношење одлуке о локацији, односно нису потпуни. Такође, наведени чиниоци нису детаљно разрађени, нити су описани у толикој мери да могу служити као стандарда оперативна процедура приликом избора локације, а посебно старешинама која немају довољно искуства у овој области. Део критеријума је

квалитативног карактера, тако да на његову процену утиче субјективизам доносиоца одлуке.

Како би се отклониле грешке приликом одлучивања о избору локација за савлађивање водених препрека у одбрамбеној операцији, првенствено због недостатка искуства доносиоца одлука и непрецизности и непотпуности доступних информација, неопходно је утврдити модел за подршку одлучивању који би омогућио доносиоцима одлуке да изаберу оптималну локацију, на основу претходно дефинисаних критеријума, у којем би се субјективност смањила на најмању могућу меру. Неопходно је напоменути, да грешке које је се учине приликом избора локације за успостављање места преласка преко водене препреке, као последицу могу имати људске жртве и проузроковати штету на наоружању и војној опреми.

Суштина проблема истраживања може се формулисати као: *„Свеобухватна анализа и идентификација критеријума и њихове значајности за избор локација за савлађивање водених препрека и формирање модела за доношење одлука за избор локација за савлађивање водених препрека у одбрамбеној операцији.”*

1.2. Значај истраживања

Значај истраживања се детерминише помоћу друштвене и научне оправданости и значаја истраживања. Друштвени значај је условљен доприносом истраживања приликом решавања друштвених проблема, док се научни значај огледа у доприносу истраживања науци (Milosavljević & Radosavljević, 2003, pp. 410-411,442).

1.3. Друштвени значај истраживања

Друштвени значај и оправданост овог истраживања садржи се у унапређењу процеса одлучивања и пружању помоћи мање искусним инжињеријским и другим официрима приликом доношења одлуке приликом избора локација за савлађивање водених препрека у одбрамбеној операцији.

1.4. Научни значај истраживања

Научни значај и оправданост истраживања се остварује као хеуристички и верификаторни резултат, односно као спознаје саме појаве или методологије – метода

(Milosavljević & Radosavljević, 2003, p. 442). У овом истраживању, научна оправданост се огледа у свеобухватном дефинисању критеријума који условљавају избор, њихове значајности и односа битних за доношење одлуке, као и кроз увођење вишекритеријумског одлучивања у сам процес одлучивања приликом избора локација за савлађивање водених препрека у одбрамбеној операцији.

1.5. Резултати претходних истраживања

Теоријом избора локације, бавили су се бројни аутори у својим истраживањима. Брендон и Чиу (Brandeau & Chiu, 1989) у свом истраживању о локацијским проблемима говоре о Алфреду Веберу као једном од зачетника ове теорије, који је у свом раду о избору локација у индустрији „Theory of the Location of Industries” представио методе за израчунавање „локалних троуглова” у постављању индустрије између сировина и тржишта. Такође, као његовог следбеника наводе Грифина и Исарда (Griffin & Isard, 1957) са својим истраживањем о локацијама у индустрији, употреби земљишта и сличних проблема. Као другог зачетника ове теорије, аутори наводе Хотелинга (Hotelling, 1929) који је први представио локацијску игру (енг. Location Game) у Теорији игара, док Смитија (Smithies, 1941) и Стивенса (Stevens, 1961) наводе као ауторе који су надоградили (унапредили) његово истраживање. Истраживачи, који су проблем локације сагледавали са аспекта локације центара (нпр. постројења, складишта) на саобраћајној мрежи, где су дефинисани неопходни и довољни услови да се на чворовима у мрежи појаве оптимална решења, јесу и Вендел и Хартер (Wendell & Hurter, 1973), као и други аутори. Избором локације физичких објеката бавили су се и Армор и Буфа (Armour & Buffa, 1994) представљајући компјутерски програм заснован на хеуристичком алгоритму за избор локације за производни погон. У наредним годинама, многи аутори су наставили да проучавају овај проблем.

Развојем линеарног програмирања и квантитативних приступа теорији одлучивања, развија се и вишекритеријумско одлучивање, које представља тражење оптималног решења из скупа могућих решења, посматраних са више аспеката - критеријума. Критеријумска функција, односно њена вредност указује на чињеницу да ли је систем који се посматра добар или лош у односу на дефинисане алтернативе, тј. представљају решења која највише одговарају дефинисаном критеријуму, уз услов поштовања задатих ограничења (Orićović, 1986). Методе вишекритеријумског одлучивања представљају добар алат за избор локације,

што доказују бројна истраживања из ове области. Масам (Massam, 1988) врши одабир локација за центре примарне здравствене заштите у региону у Замбији и одговарајућих локација за нове ватрогасне станице у граду Норт Јорк, Онтарио, Канада помоћу линеарног програмирања (енг. Linear programming). Бранс и др. (Brans et al., 1986) приказују примену PROMETHEE (енг. Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluations) методе на проблему избора локације за електрану. Чен (С.-Т. Chen, 2000) врши избор локације за нову фабрику у фази (енг. Fuzzy) окружењу, односно применом фази теорије која добро третира неизвесности. Ценг и др. (Tzeng et al., 2002) врше избор локације за ресторан применом аналитичког хирерахијског процеса (АНП – енг. Analytical Hierarchy Process) и VIKOR (ВИшекритеријумска оптимизација и КОмпромисно Решење). Применом метода TOPSIS (енг. Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) и АНП у фази окружењу, Онут и др. (Önüt et al., 2010) решавају проблем избора локације за тржни центар и Истамбулу, Турска. Избор локације за терминал за суву луку (енг. Dry Port Terminal) приказан је у (Tadic et al., 2020), где аутори користе методе Delphi, АНП и CODAS (енг. Combinative Distance-based Assessment) и теорију сивих бројева. Бојачи и Сисман (Boyası & Şişman, 2022) користе методе АНП и TOPSIS са Питагориним нејасним бројевима са интервалном вредношћу (енг. interval-valued Pythagorean fuzzy numbers) за избор локације за изградњу пандемијске болнице, а мотивисани пандемијом вируса COVID-19. До данашњег дана, објављен је велики број радова који решавају реалне проблеме избора локације применом метода вишекритеријумског одлучивања. Заједничко за сва истраживања је чињеница да се овим методама може успешно вршити избор локације.

За решавање проблема избора локације везаних за војну сферу, коришћене су различите методе вишекритеријумског одлучивања. Божанић и др. (2016) врше избор локација за израду маскирних везова применом АНП и МАВАС (енг. Multi-Attributive Border Approximation area Comparison) методе у условима неизвесности, у фази окружењу. Гиговић и др. (2016) примењују методе DEMATEL-ANP (DEcision MAKing Trial and Evaluation Laboratory – Analytic Network Process) и MAIRCA (MultiAttributive Ideal-Real Comparative Analysis) за избор локације за складиште муниције. Јоги и др. (Yogi, 2017) врше избор локације за премештање поморске базе, сагледавајући изводљивост оваквог премештања применом SWOT (енг. Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) анализе и АНП методе. За избор локације за поморску базу у Индонезији, Сихарио и др. (Suharyo et al., 2017)

користе фази алгоритам, који пореде са резултатима добијеним помоћу фази АНР методе. Пурномо и др. (Purnomo et al., 2020) бирају, такође, локацију за поморску базу у Индонезији, али применом класичне АНР методе. Ариф и др. (Arif et al., 2021) бирају локацију за изградњу складишта арсенала за потребе Индонежанске морнарице применом фази алгоритма. У раду (Silva et al., 2019), аутори врше избор интегрисаног безбедносног подручја за лоцирање државне војне организације на основу система групних одлука, помоћу софтвера за подршку одлучивању GRUS (енг. Group Decision Support System GRoUp Support). Избор локације објекта за одржавање и поправке за подршку операцијама Индонежанске морнарице, Сихарио и др. (Suharyo et al., 2020) врше применом фази алгоритма, односно фази теорије. Интеграција поједностављене оптимизације роја са методом АНР за решавање проблема локације војног логистичког складишта приказан је у (Lai, 2019). Применом АНР, VIKOR и PROMETHEE метода, Сенароглу и Челеби (Sennaroglu & Varlik Celebi, 2018) су извршили избор локације за војни аеродром. Избор локације за складиште као дистрибутивни центар у реалном војном логистичком систему, Фарахани и Асгари (Farahani & Asgari, 2007) су извршили помоћу TOPSIS методе. Божанић и др. (2020) врше избор локације за логорски простор, која има улогу да појединцима и јединицама војске обезбеди редовне услове за живот и рад у условима ван касарне применом метода LBWA (енг. Level Based Weight Assessment) и MAIRCA, као и Z-бројева, где се концепт ових бројева односи на питање поузданости информација. Аутори у (Jokić et al., 2021) бирају локацију за ватрени положај минобацача, такође применом LBWA методе и МАВАС методе у фази окружењу, у условима неизвесности. Избор локације за командно место бригаде у току борбених дејстава применом FUCOM (енг. FULL COnsistency Method) и МАВАС методе, заједно са Z-бројевима, у условима неизвесности представљен је у (Božanić, Tešić, et al., 2020).

Сам избор локација за савлађивање водених препрека, није често обрађивани проблем истраживања, те не постоји велики број објављених радова из ове области. Једини страни рад који проучава ову област, а који се може наћи претраживањем различитих база научних и стручних радова из међународних часописа и одржаних конференција, јесте истраживање које се бави избором идеалне локације на плажи за пристајање (излазак) амфибијских средстава у амфибијским операцијама (Setiadji et al., 2020). Аутори у овом истраживању

дефинишу критеријуме који условљавају избор локације и применом фази алгоритма траже оптималну локацију из скупа предложених.

Избором локација за савлађивање водених препрека применом метода вишекритеријумског одлучивања, првенствено се баве научни радници са Војне академије, Универзитета одбране у Београду, те стога су, поред претходно наведеног рада, сва остала истраживања њихово ауторско дело. Божанић (2017) врши избор десантног, скелског и мосног места преласка, као и одсека преласка у нападној операцији применом различитих метода вишекритеријумског одлучивања. Истраживање које се спроводи у овој дисертацији представља логичан наставак претходно наведеног истраживања, обзиром да се обрађује други сегмент савлађивања водених препрека, односно избор локација за савлађивање водених препрека у одбрамбеној операцији, где се услови извођења ове борбене радње разликују у зависности од врсте операције. Тешић и Божанић (2018) врше избор локације за савлађивање водене препреке подводним газом тенковима применом MAIRCA методе, а тежинске коефицијената критеријума одређују применом метода рангирања. Божанић и др. (2018) бирају локацију за прелазак тенковима дубоким газом помоћу метода АНР и МАВАС у условима неизвесности, у фази окружењу. Такође, Божанић и др. (2019) дефинишу услове за избор локације за постављање једнораспоног моста од Бејли материјала и врше избор локације помоћу метода FUCOM и МАВАС, у фази окружењу које добро третира неизвесност. Избор локације за савлађивање препреке помоћи тешког механизованог моста (ТММ-3), аутори у (Tešić, Božanić, et al., 2022) врше применом DIBR (енг. Defining Interrelationships Between Ranked criteria) и MARCOS (енг. Measurement Alternatives and Ranking according to the COmpromise Solution) метода и фази бројева. Избор локације за прелаз реке у најкритичнијој, првој фази, односно избор локације десантног места преласка у Војсци Србије, аутори у (Božanić et al., 2022) спровode помоћу LMAW (Logarithm Methodology of Additive Weights) методе која је унапређена троугластим фази бројевима ради бољег третирања неизвесности и пореде добијене резултате са резултатима метода SAW (Simple Additive Weighting), МАВАС, VIKOR, COPRAS (енг. Complex Proportional Assessment) и MAIRCA, у фази окружењу. Тешић и др. (2018) примењују методе АНР, у фази окружењу, и TOPSIS за избор локације за савлађивање залеђене водене препреке тенковима, коришћењем Ма-Зенгове (енг. Ma-Zheng) скале. Божанић и Памучар (2014) врше избор локације за савлађивање водених препрека применом фази логичког система и

фази теорије. Памучар и др. (Pamučar, Vožanić, Đorović, et al., 2011) моделовали су, такође, фази логички систем за подршку одлучивању при избору локације за успостављање мосног места преласка. Такође, из ових истраживања, може се закључити да се проблеми избора локација за савлађивање водених препрека могу успешно решавати применом метода вишекритеријумског одлучивања. Претходно наведена истраживања представљају основу за истраживање ове докторске дисертације.

2. ОДРЕЂЕЊЕ ПРЕДМЕТА ИСТРАЖИВАЊА

2.1. Теоријско одређење предмета

Предмет истраживања је детерминисан формулацијом проблема и прелиминарно се може дефинисати као „**Избор локација за савлађивање водених препрека у одбрамбеној операцији применом метода вишекритеријумског одлучивања**”.

2.2. Научно верификовано сазнање

Научно евидентирано и верификовано сазнање се заснива на најзначајнијим научним постулатима, судовима и закључцима из области савлађивања водених препрека и вишекритеријумског одлучивања. Прву област сачињавају знања о начинима савлађивања водених препрека, техници и тактици употребе јединица при савлађивању препрека и организацији рада приликом савлађивања водених препрека, као и о свим другим предметима, појавама и процесима који су прописани постојећом нормативно-правном регулативом која регулише ову област у Војсци Србије. Друга област подразумева верификоване методе вишекритеријумског одлучивања, које имају за циљ дефинисање тежинских коефицијената критеријума и избора оптималне алтернативе из скупа понуђених, и њихова научно доказана успешна примена у различитим научним областима, па и у војсци.

2.3. Научно евидентирано, али не и верификовано научно сазнање

Под неверификованим научним сазнањем подразумева се научно сазнање које је евидентирано, али није верификовано и сматра се истинским предметом верификационих истраживања. Ова сазнања суштински одређују материју која ће бити обухваћена процесом истраживања.

Неверификована сазнања у овом истраживању су: знања о условима (критеријумима) које је потребно да задовоље локације за савлађивање водене препреке у одбрамбеној операцији, као и о њиховим међусобним односима.

2.4. Емпиријско, искуствено и (не)научно сазнање

Овај начин сазнања обухвата несистематизована, појединачна, спонтана и понекад стихијски стечена знања из области истраживања. Применом метода научног сазнања и истраживања и ослањајући се на верификовано и неверификовано научно сазнање, ово сазнање треба да формира систематизовану сазнајну целину која ће бити истински предмет истраживања.

Основна сазнања која представљају емпиријско, искуствено и ненаучно сазнање стицали су и стичу бројни инжињеријски официри у свом раду у понтонирским јединицама војске, која су делом имплементирана у постојеће правилнике, правила и упутства која се налазе на употреби у Војсци Србије. Да би се дошло до свеобухватног сазнања из области савлађивања водених препрека, односно услова у којима се изводи ова борбена радња, као и критеријумима који условљавају избор локација за савлађивање водених препрека у одбрамбеној операцији и њиховим односима, приступиће се методи испитивања лица која ова сазнања поседују, а након тога и другима методама доћи до одређених научних сазнања.

2.5. Непостојеће сазнање о предмету истраживања

Научна сазнања о предмету истраживања која су недостајућа, односно представљају сазнања до којих треба доћи овим истраживањем су: знања о свим критеријумима који условљавају избор локације за савлађивање водене препреке у одбрамбеној операцији, њихови односи и утицај на коначну одлуку, неизвесност приликом оцењивања (евалуације) алтернатива по свим дефинисаним критеријумима и јединствен верификован и стабилан модел за подршку одлучивању у избору локација за савлађивање водених препрека у одбрамбеној операцији.

Ради бољег схватања проблема и предмета истраживања, у наставку текста, дефинисане су само битне детерминирајуће категорије и најважнији термини и појмови: избор, локација, савлађивање водених препрека, одбрамбена операција, вишекритеријумско одлучивање и модел.

Избор представља одабир, пробирање, одабирање, бирање, асортиман, селекцију, селектирање, пробирање, опредељење, одлуку, решење (Ćosić, 2008, p. 220). У смислу овог истраживања, реч означава одабир једне локације између две или више локација, на основу дефинисаних критеријума.

Локација јесте место прецизно одређено у циљу извођења неких активности, односно представља положај, тачку, пункт, средиште, место, локалитет (Ćosić, 2008, p. 300). За потребе овог истраживања термин локација представља место на воденој препреци које задовољава одређене услове за успостављање места преласка у одбрамбеној операцији.

Савлађивање водених препрека представља један од насложенијих облика борбених дејстава, односно противинжињеријских дејстава и дефинише се као скуп мера, радњи и поступака који се предузимају ради преласка јединица преко водене препреке у циљу извршења постављеног задатка (Pifat, 1980, p. 13).

Одбрамбена операција је врста борбених операција која се изводи у ситуацијама када непријатељ предузима иницијативу и покушава да се пробије у брањени простор или жели да заузме одређену територију, а спроводи се ради сламања нападне моћи непријатеља, преузимања иницијативе и прелазак у активна дејства (*Doktrina operacija Vojske Srbije*, 2012, p. 35; *Doktrina Vojske Srbije*, 2010, pp. 79–80).

Вишекритеријумско одлучивање представља тражење оптималног решења из скупа од два или више понуђених решења, на основу дефинисаних услова (критеријума) које решење треба да задовољи. Основни појмови који се користе у оваквом начину одлучивања јесу: критеријуми, циљеви, алтернативе (Hwang & Yoon, 1981, p. 16). Критеријуми представљају меру ефективности и основу за вредновање алтернатива. Алтернативе¹ јесу могућности за решење проблема и постизање постављеног циља, док циљеви представљају нешто чему треба тежити у потпуности, односно то су априорне вредности или нивои аспирације (Hwang & Yoon, 1981, p. 16).

Проблеми који се решавају методама вишекритеријумског одлучивања имају неке заједничке карактеристике које се састоје у (Hwang & Yoon, 1981, p. 2):

- Доносилац одлуке мора да формулише већи број критеријума, са којих се посматрају наведене алтернативе;

¹ лат. Alternativa - избор, опредељивање за једну од могућности

- Конфликтност критеријума ;
- Сваки критеријум има различиту јединицу мере, па су неупоредиве;
- Увек је једна алтернатива, из листе алтернатива, оптимална.

Модел представља „имитацију, прототип или пројекцију неког предмета – дела постојеће, прошле и могуће будуће друштвене реалности” (Milosavljević & Radosavljević, 2003, p. 271). Према Милосављевићу и Радосављевићу (2003, p. 272) постоје три основне врсте модела: модели – имитације, модели – прототипови и пројективни модели. У складу са формулисаним проблемом и предметом истраживања, у овој дисертацији биће примењен пројективни модел, односно модел замисли будућих реалитета. Конкретно, биће креирани математички модели вишекритеријумског одлучивања, применом метода које служе за одређивање тежинских коефицијената дефинисаних критеријума и оне које су намењене за одређивање оптималних алтернатива из скупа понуђених, применом експертских мишљења.

2.6. Операционално одређење истраживања

Операционално одређење предмета састоји се из следеће четири целине: чиниоци садржаја предмета истраживања, временско одређење предмета истраживања, просторно одређење предмета истраживања и дисциплинарног одређења предмета истраживања (Gordić et al., 2015).

2.7. Чиниоци садржаја предмета истраживања

ПРВИ ДЕО

САВЛАЂИВАЊЕ ВОДЕНИХ ПРЕПРЕКА У ОДБРАМБЕНОЈ

ОПЕРАЦИЈИ

У овом делу дисертације, обрађују се теоретске одредбе везане за операције у Војсци Србије, њихову поделу и опис, са посебним акцентом на одбрамбеној операцији, као и теоретске одредбе које се односе на инжињеријска и противинжињеријска дејства, са тежиштем на савлађивању водених препрека. Такође, дате су општа теоријска сазнања о савлађивању водених препрека, са описом места прелазака преко водене препреке, са специфичностима њиховог

успостављања у одбрамбеној операцији. Ова глава је операционализована кроз три поглавља:

1. Уопште о операцијама
 - 1) Одбрамбена операција
 - 2) Инжињеријска и противинжињеријска дејства у одбрамбеној операцији
2. Уопште о савлађивању водених препрека
3. Специфичности савлађивања водених препрека у одбрамбеној операцији
 - 1) Место преласка газом
 - 2) Место преласка дубоким газом
 - 3) Место преласка подводним газом
 - 4) Скелско место преласка
 - 5) Мостовно место преласка

ДРУГИ ДЕО

ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКО ОДЛУЧИВАЊЕ

Други део даје опште теоријске одредбе о одлучивању, кроз историјски развој, дефинисање појмова и процеса одлучивања, класификације и типологије одлучивања, са дескрипцијом и објашњењем вишекритеријумског одлучивања, са свим његовим основним елементима. Такође, у овом делу дат је и опис начина провере осетљивости – конзистентности излазних резултата метода вишекритеријумског одлучивања. У посебном поглављу овог дела, описано је и експертско оцењивање, у обиму који је потребан за предметно истраживање, а операционализација овог дела дисертације, извршена је на следећи начин:

1. Уопште о одлучивању
2. Теоријски оквир вишекритеријумског одлучивања
3. Дефинисање критеријума
4. Дефинисање алтернатива
5. Дефинисање и прорачун тежинских коефицијената критеријума
6. Опис коришћених метода вишекритеријумског одлучивања
7. Анализа осетљивости – конзистентности излазних резултата
8. Експертско оцењивање

ТРЕЋИ ДЕО

ПРИКАЗ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

Трећи део дисертације представља апликативни део истраживања, где је за свако место преласка, помоћу експерата, извршено дефинисање критеријума који условљавају избор локација за савлађивање водених препрека у одбрамбеној операцији, дефинисани међусобни односи и значајност (тежински коефицијент) сваког од критеријума, формиран вишекритеријумски модел, дефинисане алтернативе и примењен модел на конкретном проблему. Такође, за свако од места прелазака, и сваки представљени модел вишекритеријумског одлучивања, извршена је анализа осетљивости – конзистентности излазних резултата и компаративна анализа. На крају овог дела, резултати добијени у претходним поглављима су дискутовани, а глава је операционализована кроз шест поглавља:

1. Избор локације за место преласка газом
2. Избор локације за место преласка дубоким газом
3. Избор локације за место преласка подводним газом
4. Избор локације за скелско место преласка
5. Избор локације за мостовно место преласка
6. Дискусија резултата

ЧЕТВРТИ ДЕО

ТЕСТИРАЊЕ МОДЕЛА

У четвртом делу дисертације врши се тестирање представљених модела помоћу експерата, за свако од места прелазака, и састоји се од следећег поглавља:

1. Тестирање модела помоћу експерата

ПЕТИ ДЕО

ИДЕЈНО РЕШЕЊЕ СОФТВЕРА ЗА ПОДРШКУ ОДЛУЧИВАЊУ

У петом делу дисертације описан је и графички приказан софтвер за подршку одлучивању, што је операционализовано кроз два поглавља:

1. Опис софтвера
2. Графички приказ софтвера

2.8. Временско одређење предмета истраживања

Полазећи од чињенице да су све појаве и процеси одигравају у одређеном времену и њиме су одређени (Gordić et al., 2015), ово истраживање обухвата период од 1991. године и почетка сукоба на просторима бивше Социјалистичке Федеративне Републике Југославије и важеће нормативно-правне акте и технике и тактике које су тренутно на снази, до будућности, односно до развоја модела за подршку одлучивању приликом избора локација за савлађивање водених препрека у одбрамбеној операцији и до будућих (планираних, наредних) пројеката за израду софтвера за одлучивање и његову имплементацију у јединице Војске Србије. Такође, временско одређење предмета је одређено и средствима која се тренутно налазе на употреби у јединицама Војске Србије, односно обухвата период до замене постојећих средстава новим, са другачијим карактеристикама, техникама и тактикама употребе.

2.9. Просторно одређење предмета истраживања

Обзиром да је простор један од чинилаца сваке појаве и процеса (Milosavljević & Radosavljević, 2003, p. 422), простор истраживања, у ужем смислу, обухвата територију распореда и извршавања задатака понтонирских јединица Војске Србије. У ширем смислу, простор истраживања обухвата и целу територију Републике Србије где је могуће изводити одбрамбену операцију, а конкретно у захвату водених препрека.

2.10. Дисциплинарно одређење предмета истраживања

Предмет истраживања је интердисциплинарног карактера и у ширем смислу обухвата научну област Војних наука, док у ужем смислу обухвата области менаџмента у одбрани, теорије одлучивања, вишекритеријумског одлучивања, операционих истраживања, тактике са системима наоружања, инжињерије и области савлађивања водених препрека. Такође, предмет истраживања обухвата и области примењене математике и информатике, као и њену подобласт вештачку интелигенцију.

3. ЦИЉЕВИ ИСТРАЖИВАЊА

Обзиром да циљеви истраживања представљају квалитативне и квантитативне особине сазнања до којих се долази истраживањем, односно да подразумевају њихову оријентацију (место, улогу и функцију) у научном сазнању, као и да су практични, односно друштвени, и да су условљени предметом и формулацијом проблема, у наставку текста дефинисани су научни и друштвени циљ истраживања (Milosavljević & Radosavljević, 2003, pp. 424–428).

Научни циљ истраживања је да се на нивоу научне дескрипције, научне класификације и типологије и свеобухватног научног објашњења дефинишу сви критеријуми који условљавају избор локација за савлађивање водених препрека у одбрамбеној операцији, њихова значајност и односи битни за доношење одлуке, као и да се у овај процес имплементира вишекритеријумско одлучивање, где ће се кроз наведени процес унапредити процес доношења одлука у вези са предметом истраживања.

Друштвени циљ истраживања је да се унапреди процес одлучивања и тиме пружи помоћ мање искусним инжињеријским и другим официрима приликом доношења одлуке приликом избора локација за савлађивање водених препрека у одбрамбеној операцији, чиме ће се дати основ за измену постојеће нормативно-правне регулативе која регулише предметну област, а сам процес што више аутоматизује.

4. ХИПОТЕЗЕ И НАЧИН ЊИХОВЕ ПРОВЕРЕ

На основу дефинисаног проблема и предмета истраживања, досадашњег емпиријског и научног сазнања, хипотетички оквир истраживања се одређује кроз једну општу, три посебне и по пет појединачних хипотеза за сваку од три посебне (Milosavljević & Radosavljević, 2003, pp. 428–436).

4.1. Општа (генерална) хипотеза

Резултатима ваљане примене методе анализе теоријских и емпиријских сазнања о савлађивању водених препрека, долази се до улазних података за примену стабилног вишекритеријумског модела, којим се може допринети унапређењу процеса одлучивања при избору локација за савлађивање водених препрека у одбрамбеној операцији.

Начин провере: Доказивањем посебних хипотеза.

4.2. Прва посебна хипотеза

Комбинацијом теоријског и емпиријског сазнања, могуће је идентификовати скуп критеријума (услова) који утичу на избор локација за савлађивање водених препрека у одбрамбеној операцији.

Начин провере: Доказивањем појединачних хипотеза.

4.2.1. Прва појединачна хипотеза

Комбинацијом теоријског и емпиријског сазнања, могуће је идентификовати скуп критеријума (услова) који утичу на избор локације за место преласка газом у одбрамбеној операцији.

Начин провере: идентификовање критеријума од стране експерата, анализа нормативне регулативе.

4.2.2. Друга појединачна хипотеза

Комбинацијом теоријског и емпиријског сазнања, могуће је идентификовати скуп критеријума (услова) који утичу на избор локације за место преласка дубоким газом у одбрамбеној операцији.

Начин провере: идентификовање критеријума од стране експерата, анализа нормативне регулативе.

4.2.3. Трећа појединачна хипотеза

Комбинацијом теоријског и емпиријског сазнања, могуће је идентификовати скуп критеријума (услова) који утичу на избор локације за место преласка подводним газом у одбрамбеној операцији.

Начин провере: идентификовање критеријума од стране експерата, анализа нормативне регулативе.

4.2.4. Четврта појединачна хипотеза

Комбинацијом теоријског и емпиријског сазнања, могуће је идентификовати скуп критеријума (услова) који утичу на избор о избору локације за скелско место преласка у одбрамбеној операцији.

Начин провере: идентификовање критеријума од стране експерата, анализа нормативне регулативе.

4.2.5. Пета појединачна хипотеза

Комбинацијом теоријског и емпиријског сазнања, могуће је идентификовати скуп критеријума (услова) који утичу на избор локације за мостовно место преласка у одбрамбеној операцији.

Начин провере: идентификовање критеријума од стране експерата, анализа нормативне регулативе.

4.3. Друга посебна хипотеза

Одређивањем значајности критеријума, могуће је сагледати утицај појединачних елемената (критеријума) на доношење оптималне одлуке о избору локација за савлађивање водених препрека у одбрамбеној операцији.

Начин провере: Доказивањем појединачних хипотеза.

4.3.1. Прва појединачна хипотеза

Одређивањем значајности критеријума, могуће је сагледати утицај појединачних елемената (критеријума) на доношење оптималне одлуке о избору локације за место преласка газом у одбрамбеној операцији.

Начин провере: Одређивањем значајности критеријума од стране експерата.

4.3.2. Друга појединачна хипотеза

Одређивањем значајности критеријума, могуће је сагледати утицај појединачних елемената (критеријума) на доношење оптималне одлуке о избору локације за место преласка дубоким газом у одбрамбеној операцији.

Начин провере: Одређивањем значајности критеријума од стране експерата.

4.3.3. Трећа појединачна хипотеза

Одређивањем значајности критеријума, могуће је сагледати утицај појединачних елемената (критеријума) на доношење оптималне одлуке о избору локације за место преласка подводним газом у одбрамбеној операцији.

Начин провере: Одређивањем значајности критеријума од стране експерата.

4.3.4. Четврта појединачна хипотеза

Одређивањем значајности критеријума, могуће је сагледати утицај појединачних елемената (критеријума) на доношење оптималне одлуке о избору локације за скелско место преласка у одбрамбеној операцији.

Начин провере: Одређивањем значајности критеријума од стране експерата.

4.3.5. Пета појединачна хипотеза

Одређивањем значајности критеријума, могуће је сагледати утицај појединачних елемената (критеријума) на доношење оптималне одлуке о избору локације за мостовно место преласка у одбрамбеној операцији.

Начин провере: Одређивањем значајности критеријума од стране експерата.

4.4. Трећа посебна хипотеза

На основу дефинисаног скупа критеријума и њихове значајности, могуће је формирати стабилан вишекритеријумски модел за доношење оптималне одлуке о избору локација за савлађивање водених препрека у одбрамбеној операцији.

Начин провере: Доказивањем појединачних хипотеза.

4.4.1. Прва појединачна хипотеза

На основу дефинисаног скупа критеријума и њихове значајности, могуће је формирати стабилан вишекритеријумски модел за доношење оптималне одлуке о избору локације за место преласка газом у одбрамбеној операцији.

Начин провере: Помоћу експерата.

4.4.2. Друга појединачна хипотеза

На основу дефинисаног скупа критеријума и њихове значајности, могуће је формирати стабилан вишекритеријумски модел за доношење оптималне одлуке о избору локације за место преласка дубоким газом у одбрамбеној операцији.

Начин провере: Помоћу експерата.

4.4.3. Трећа појединачна хипотеза

На основу дефинисаног скупа критеријума и њихове значајности, могуће је формирати стабилан вишекритеријумски модел за доношење оптималне одлуке о избору локације за место преласка подводним газом у одбрамбеној операцији.

Начин провере: Помоћу експерата.

4.4.4. Четврта појединачна хипотеза

На основу дефинисаног скупа критеријума и њихове значајности, могуће је формирати стабилан вишекритеријумски модел за доношење оптималне одлуке о избору локације за скелско место преласка у одбрамбеној операцији.

Начин провере: Помоћу експерата.

4.4.5. Пета појединачна хипотеза

На основу дефинисаног скупа критеријума и њихове значајности, могуће је формирати стабилан вишекритеријумски модел за доношење оптималне одлуке о избору локације за мостовно место преласка у одбрамбеној операцији.

Начин провере: Помоћу експерата.

5. МЕТОДЕ

5.1. Основне методе

Проблем истраживања условљава коришћење основних метода научног сазнања и истраживања (Milosavljević & Radosavljević, 2003, pp. 205–240), пре свега аналитичких (методе анализе, специјализације, апстракције, дедукције и класификације), а затим и синтетичких (методе синтезе, конкретизације, генерализације, индукције), као и методе дефиниције.

Помоћу методе анализе и синтезе вршиће се растављање предмета истраживања на његове саставне елементе, односно спајање саставних чинилаца предмета истраживања у једну целину, физички, мисаоно или комбиновано. Наведене методе користиће се првенствено приликом дефинисања критеријума који условљавају избор локације за места преласка.

Методама индукције и дедукције доносиће се закључци о општим сазнањима на основу посебних и појединачних, односно о посебним и појединачним на основу општих сазнања. Примена ових метода има свој велики значај, такође у одређивању критеријума, као и у приликом дефинисања њихове значајности за избор локација.

Апстракција и конкретизација представљају методе које се прожимају и док метода апстракције представља мисаони процес издвајања битног (општег) из небитног (појединачног), метода конкретизације констатује апстрактни појам и њему додаје одређене ознаке, којима тај појам приближава конкретном реалитету.

За потребе дефинисања одређених појмова у оквиру предмета истраживања, користиће се метода дефиниције, као основна метода чија је намена искључиво одређивање садржаја неког појма, односно треба да садржи суштинске одлике предмета, појава или процеса који се дефинише. Примена ове методе заснована је на дефинисању појмова у вези са предметом истраживања.

Метода генерализације има за циљ формирање научне теорије, односно представља појмовно уопштавање, којим се од једног појма долази до другог који је шири и општији од полазног (Carić & Carić, 2011, pp. 26–32). Наведена метода има своју улогу у изношењу генералних ставова у вези са резултатима истраживања.

Специјализација, као једна од експерименталних аналитичких метода, представља схватање посебног из општег, на основу посебног, односно представља сазнање делова преко целине, тј. целине посредством делова. Њена примена у овом истраживању има за циљ добијање новог појма од општег, који је садржајнији, ужи и конкретнији.

Метода класификације представља облик специјализације и се користи за поделу општег појма на посебне према одређеном критеријуму, а њена примена је условљена предметом истраживања.

5.2. Општенаучне методе

Од општенаучних метода, које могу да служе за стицање научних сазнања из свих научних области, у овом истраживању ће бити коришћене следеће методе: хипотетичко-дедуктивна, компаративна и метода моделовања (Milosavljević & Radosavljević, 2003, pp. 246–293).

Хипотетичко-дедуктивна метода ће бити коришћена за исказивање општости аксиома и доказивање потребе за сталним систематским научним проверавањем теоријског и искуственог друштвеног сазнања, односно дефинисаних критеријума који условљавају избор локација за места преласка. Компаративна метода ће се користити за поређење различитих истраживања из ове области и нормативно-правним документима из предметне области, ради утврђивања, сличности, разлика и идентичности посматраних предмета, појава и процеса. Метода моделовања у овом истраживању има за циљ формирање идеализованог модела, односно замисли будућег реалитета избора локација за савлађивање водених препрека у одбрамбеној операцији.

5.3. Методе прикупљања података

Ради опажања и евидентирања одређених спољашњих манифестација посматраних предмета, појава или процеса, у овом истраживању биће коришћене метода анализе садржаја и испитивања.

Анализа садржаја погодан је алат за дефинисање критеријума који условљавају избор локација, заједно са експертским мишљењима, из свих доступних извора података.

Метода испитивања, а конкретно анкета као техника испитивања, у овом истраживању, користиће се за дефинисање критеријума за избор локација, одређивање њихове значајности, оцењивање алтернатива и тестирање предложеног модела. Прикупљање података овом методом вршиће ће од експерата, првенствено распоређеним у понтонирским батаљонима Војске Србије. Имајући у виду да је део инжињеријских старешина које су стекле огромно искуство у понтонирским јединицама распоређене у друге организационе целине Министарства одбране и Војске Србије, ово истраживање ће обухвати и друге делове јединица, команди и установа како Војске Србије, тако и Министарства одбране. У сегменту цивилног друштва, биће спроведено испитивање и

бивших и пензионисаних припадника Војске Србије, односно понтонирских јединица, чије драгоцено искуство може допринети квалитету овог истраживања.

5.4. Методе вишекритеријумског одлучивања

Увођењем вишекритеријумског одлучивања у процес доношења одлуке приликом избора локација за савлађивање водених препрека, сам процес се у значајно унапређује. Вишекритеријумско одлучивање представља математичке моделе реалитета, где се врши избор оптималне алтернативе из скупа предложених, на основу претходно дефинисаних критеријума који овај избор условљавају. У овом истраживању биће коришћене теорије и бројеви који добро третирају неизвесност, а пре свега фази бројеви (енг. Fuzzy numbers – FN), груби бројеви (енг. Rough numbers – RN), греј бројеви (енг. Grey numbers – GN) различити оператори и сл., као и методе за одређивање тежинских коефицијената критеријума и за одређивање оптималне алтернативе.

6. ОЧЕКИВАНИ РЕЗУЛТАТИ

Наведени приступ омогућава доносиоцима одлуке брже и квалитетније доношење одлуке о избору локација за обрађена места преласка, односно оптимизује време и помаже мање искусним старешинама доношење једне од најважнијих одлука приликом савлађивања водених препрека у одбрамбеној операцији.

Формирањем модела вишекритеријумског одлучивања, ствара се простор за израду софтвера за подршку одлучивању, где би доносилац одлуке унео тражене улазне податке и једним коракom дошао до оптималне локације из скупа понуђених, поштујући основна начела, нормативну регулативу која регулише предметну област и резултате овог истраживања.

ПРВИ ДЕО САВЛАЂИВАЊЕ ВОДЕНИХ ПРЕПРЕКА У ОДБРАМБЕНОЈ ОПЕРАЦИЈИ

*„Реке су били путеви, али и препреке - ко је савладао воду, отворио је пут за трговину
и освајања.”*
(Casson, 1995)

Како би се детерминисало савлађивање водених препрека у одбрамбеној операцији, неопходно је описати основне теоретске одредбе у вези са операцијама, а преваходно са одбрамбеном, инжињеријским дејствима и противдејствима, као и дефинисати савлађивање водених препрека и специфичности сваког од места прелазака у одбрамбеној операцији.

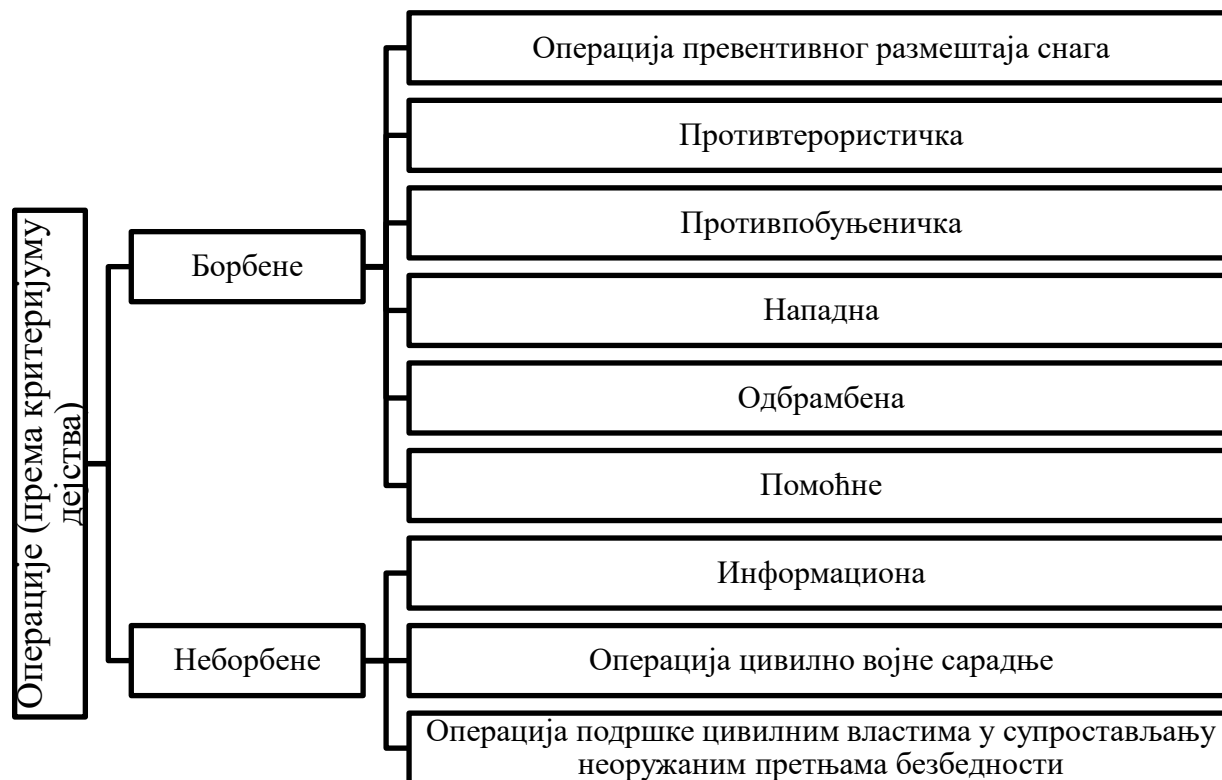
1. УОПШТЕ О ОПЕРАЦИЈАМА

Примена војне силе „представља крајње средство решавања сукоба” (*Doktrina operacija Vojske Srbije*, 2012, р. 10), када су исцрпљена сва политичка средства. Војне снаге се, између осталог, употребљавају у „оружаним сукобима против различитог непријатеља” (*Доктрина операција Војске Србије*, 2012, р. 10), где се, као основни облик примене оружане силе, изводе војне операције (*Doktrina operacija Vojske Srbije*, 2012, р. 12).

Под појмом војних операција, подразумева се друштвена појава, односно процес који има двосмерни ток, где сукобљене стране планирају, припремају и изводе операцију (*Doktrina operacija Vojske Srbije*, 2012, р. 14), односно представља „скуп борбених и/или неборбених активности, покрета и других акција, које се предузимају по јединственој замисли ради остваривања општег циља различитог значаја” (*Doktrina operacija Vojske Srbije*, 2012, р. 32). Овај појам је детерминисан и у (*Vojni rečnik*, 1967, р. 187) где исти представља „скуп бојева и других борбених дејстава који се изводе по јединственој замисли и плану ради постизања оперативног или стратегијског циља”. Према Бајрамију и др. (2017), савремене операције представљају мултидисциплинаран, динамичан и сложен процес, „са огромним трошковима и великим бројем учесника”, где „њихово комплексно и неизвесно оперативно окружење командама и јединицама Војске Србије, приликом постизања жељеног крајњег стања, имплицира многобројне изазове и препреке, чије превазилажење

изискује прецизну координацију свих учесника и појединачних активности, рационално трошење додељених ресурса и, пре свега, јасно дефинисане управљачке акције”.

Подела операција је извршена према различитим критеријумима. Обзиром на предмет истраживања, у наставку текста, биће представљена само подела по критеријуму дејства (Слика 1).



Слика 1. Подела операција према критеријуму дејства (прилагодио аутор, према: *(Doktrina operacija Vojske Srbije, 2012, p. 34)*)

Борбене операције представљају „сложен, планиран и припремљен процес, усмерен ка непријатељу, којим се планираним војним ресурсима, уз учешће других снага одбране, на одређеном простору и за одређено време остварује циљ различитог значаја” (*Doktrina operacija Vojske Srbije, 2012, p. 33*). Неке од основних карактеристика борбених операција,

према Милићу и др. (2019) јесу: „комплексност, неизвесност, динамичност, јединственост, непоновљивост и слично”.

За разлику од борбених, неборбене операције су „сложен, планиран и припремљен процес, усмерен ка будућности, у којем се ограниченим војним ресурсима на одређеном простору и за одређено време изводе неборбене активности у подршци остварења мисије” (*Doktrina operacija Vojske Srbije*, 2012, р. 36).

Основне фазе сваке операције су (*Doktrina operacija Vojske Srbije*, 2012, р. 53):

- 1) „Припрема операције,
- 2) Извођење операције и
- 3) Стабилизација и дезангажовање.”

Фаза припреме операције обухвата све оне активности снага пре извођења операције, које имају за циљ подизање нивоа „својих оперативних способности и борбене готовости” и састоје се од следећих активности: „планирање операције, организовање снага, попуњу потребним ресурсима, обуку и оперативни развој снага” (*Doktrina operacija Vojske Srbije*, 2012, р. 55). У фази извођења операције организује се командовање и руковођење, реализују дејства и против дејства, обезбеђују се снаге које учествују у операцији, врши се маневар снагама, реализује се борбена подршка и заштита сопствених снага, као и цивилно-војна сарадња (*Doktrina operacija Vojske Srbije*, 2012, р. 69). Фаза стабилизације и дезангажовања, као последња фаза операције, након достизања постављеног циља операције, има за циљ да се пређе на политичко решење проблема и да се отклоне последице које су настале у току извођења операције (*Doktrina operacija Vojske Srbije*, 2012, р. 79). Обзиром на предмет истраживања, у следећем делу, теоретски је обрађена одбрамбена операција.

1.1. Одбрамбена операција

Пре детерминисања појма „одбрамбена операција”, неопходно је дефинисати и појам „одбрана”. Према ауторима у (Sivaček & Sivaček, 2011), одбрана представља „реакцију одређеног друштвеног система на потенцијалне или егзистенцијалне ризике и претње које су усмерене ка њему”, односно „област друштвене стварности која обухвата акције и реакције друштва и друштвених група у друштвеном сукобу”. Према Стратегији одбране Републике Србије (*Strategija odbrane Republike Srbije*, 2019), „одбрана је функција државе

којом се обезбеђује заштита и остваривање одбрамбених интереса”. Мишовић (2017) овај појам описује као „усвојени стратегијски концепт према којем оружане снаге и друге структуре државе (друштва) имају основни задатак да штите независност, територијалност, интегритет и постојећи друштвено-политички систем од евентуалне агресије”.

У смислу овог истраживања, одбрамбена операција представља „врсту борбених операција које се примењују у случајевима када непријатељ има иницијативу и настоји да запоседне одређену територију или настоји да се пробије у брањени простор” (*Doktrina Vojske Srbije*, 2010, р. 87), односно „врсту борбених операција које се изводе ради сламања офанзивне моћи непријатеља и стварања предуслова за прелазак сопствених снага у напад” (*Doktrina operacija Vojske Srbije*, 2012, р. 35). Према карактеру, одбрамбена операција може бити: задржавајућа, одсудна или комбинована, односно комбинација задржавајуће и одсудне (*Doktrina operacija Vojske Srbije*, 2012, р. 36), а изводе је оба вида Војске Србије, територијалне снаге или здружене снаге (*Doktrina operacija Vojske Srbije*, 2012, р. 35). У овој врсти операције, снаге браниоца морају бити способне да одоле и да се успешно супроставе непријатељу и да буду у стању да сломају нападну моћ непријатеља (*Vojni rečnik*, 1967, р. 178). Циљ одбрамбене операције се остварује „извршењем општег задатка, а општи задатак извршавањем низа појединачних задатака, упорном одбраном и активним дејствима уз масовно запречавање и синхронизованим дејствима снага на фронту и у властитој позадини” (Milovanović, 2004, р. 253).

На основу предмета истраживања, у наставку текста, описане су специфичности одбрамбене операције у захвату водених токова, са акцентом на оним сегментима који су потребни за истраживање. Као и друге врсте операција, одбрамбена операција се састоји из следећих фаза: припрема, извођење и фаза дезангажовања и стабилизације.

У фази припреме, посебна пажња се мора обратити на постојање водених токова у зони одбрамбене операције. Водени токови у многосте отежавају планирање операције и испољавају свој утицај на (Kovačević, 1994, р. 37):

- 1) избор зоне одбране;
- 2) избор предњег краја одбране;
- 3) груписање снага и формирање оперативног распореда;
- 4) организовање система ватре;
- 5) организовање основних садржаја;

- 6) обезбеђење борбених дејстава;
- 7) организовање садејства и сарадње;
- 8) ангажовање јединица Речне флотиле;
- 9) организовање командовања и руковођења;
- 10) припрему операције у лошим временским условима (киша, снег, магла и сл.).

Према Ковачевићу (1994, р. 42), правилним избором зоне одбране, у односу на водене токове, обезбеђују се услови да властите снаге, у фази извлачења, маневром уназад савладају водену препреку. Уколико се предњи крај одбране протеже на супротној обали воденог тока, под условом да је водени ток у дубини одбране, мора се водити рачуна да се, уколико се планира извлачење снага, планирају, организују и обезбеде места преласка преко водене препреке, а снаге које се налазе испред водене препреке морају бити растеређене сувишних покретних и непокретних средстава (Ковачевић, 1994, р. 43). Приликом груписања снага и формирања оперативног распореда, неопходно је водити рачуна о: систему ватре који мора бити усмерен на прилазним путевима воденој препреци; организацији противваздухопловне и противдесантне одбране; запречавању; могућностима маневра властитих снага; заштити снага од масовних губитака; прихвату снага и средстава приликом извлачења преко водене препреке и обезбеђењу места прелазака (Ковачевић, 1994, рр. 45–46). Ватрена дејства је неопходно организовати тако да јединица која се извлачи преко места преласка, има сасвим довољно времена да савлада препреку, без угрожавања од стране непријатеља (Ковачевић, 1994, рр. 54–55). Основни садржаји борбених дејстава на које треба обратити пажњу у току фазе припреме операције у захвату водених токова, а у вези са предметом истраживања, јесу (Ковачевић, 1994, рр. 67–76): противваздухопловна одбрана, противдесантна борба, противелектронска борба, противдиверзантска и противтерористичка дејства. У току извођења ове врсте одбрамбене операције, аспекти који чине подршку борбених дејстава, а морају се узети у разматрање, према Ковачевићу (1994, рр. 67–76) су: морал; обавештајно обезбеђење; безбедносно обезбеђење; инжињеријска и противинжињеријска дејства; противнуклеарно, противхемијско и противбиолошко обезбеђење; борбено осигурање; хидрометеоролошко обезбеђење; логистичку и информатичку подршку. Приликом припреме операције, неопходно је остварити садејство и сарадњу са Ратним ваздухопловством и противваздухопловном одбраном и јединицама Речне флотиле. У случају припреме операције за извођење у лошим временским условима,

посебну пажњу треба посветити утицају временских фактора на повећање водостаја водених препрека, слабу носивост земљишта, повећање брзине воденог тока, видљивост, проходност и сл. (Ковачевић, 1994, pp. 82–84).

Извођење одбрамбене операције у захвату водених токова, условљени су карактеристикама водене препреке. Сопствене снаге могу изводити активна дејства у одбрамбеној операцији, кроз довођење јединица у ситуацију да могу извршити противнапад, ојачати постојеће властите јединице испред водене препреке и постизање изненађења и довођење непријатеља у заблуду о броју снага и средстава испред водене препреке. Извлачење преко водене препреке, које се може спроводити у току извођења одбрамбене операције, је „оперативна радња у којој се елементи оперативног распореда одвајају од непријатеља, врше савлађивање водене препреке применом маневра у назад и стварају услови за даља дејства” (Ковачевић, 1994, р. 99) и може се извести принудно и плански, где увек треба тежити другом начину извлачења. Принудно извлачење подразумева извлачење преко водене препреке када јединица која се налази испред воденог тока претрпи велике губитке или је исцрпљена (људски и материјално), због дужине трајања одбрамбених дејстава (Ковачевић, 1994, р. 99), док се планско извлачење спроводи по већ утврђеном плану, углавном ноћу.

1.2. Инжињеријска и противинжињеријска дејства у одбрамбеној операцији

У циљу успешног спровођења одбрамбене операције, неопходно је изводити дејства и противдејства, којима се постиже циљ ове операције, односно „супротстављање вољи и намерама непријатеља и неутралисање снага на којима се заснива његова нападна моћ” (*Doktrina Vojske Srbije*, 2010, р. 79). Као једна од битнијих врста дејстава и противдејстава у одбрамбеној операцији, издвајају се инжињеријска.

Инжињеријска дејства усмерена су ка наношењу губитака непријатељу, спречавању, успоравању и каналисању његових покрета, кроз запречавање објеката, рејона и праваца. Обзиром да ову врсту дејстава изводе јединице свих родова, инжињеријске јединице се употребљавају на тежишту дејства, на објектима као што су: „саобраћајнице и објекти на њима, ваздушнодесантне просторије и тенкопроходни правци” (*Doktrina Vojske Srbije*, 2010, pp. 95–96).

Противинжињеријска дејства се изводе савлађивањем водених препрека, уређењем путева, утврђивањем и дејством по инжињеријским јединицама непријатеља, са циљем умањења ефеката дејства непријатељских снага и стварања што повољнијих услова сопственим јединицама за дејства и покрет. Изводе их све јединице, док се инжињеријске јединице користе искључиво на тежишту дејства (*Doktrina Vojske Srbije*, 2010, р. 96).

Инжињеријска и противинжињеријска дејства у одбрани обухватају: запречавање, утврђивање, уређење и одржавање комуникација, савлађивање природних и вештачких препрека и различите хидротехничке радове (*Pravilo brigada Kopnene vojske-privremeno*, 2020, р. 133). „Инжињеријским уређењем зоне одбрамбене операције, повећава се отпорност и живавост одбране и стварају повољни услови за предузимање активних дејстава” (*Pravilo brigada Kopnene vojske-privremeno*, 2020, р. 134). У наставку текста, биће описани садржаји инжињеријских и противинжињеријских дејстава, са њиховим специфичностима у одбрамбеној операцији, са тежиштем на употреби инжињеријских јединица.

Запречавање, као садржај инжињеријских дејстава, изводи се „применом разноврсних противоклопних и противпешадијских препрека, у оквиру одбрамбених положаја, у рејонима могућног и испољеног дејства ваздушних десаната, на крилима и боковима јединица, у рејонима распореда јединица и установа и у међупросторима (*Upotreba inžinjerije*, 1976, р. 121). Према (*Vojni rečnik*, 1967, р. 369) обухвата израду и постављање: „минскоексплозивних препрека, фортификацијских препрека, минирање, рушење, плавлјење, изазивање пожара, контаминацију земљишта и сл.”. У одбрамбеној операцији, нарочита пажња при запречавању се поклања следећем: рушењу објеката на комуникацијама који су већ припремљени за рушење, спречавање наступања оклопних јединица непријатеља, заштити бокова властитих јединица и за ојачавање достигнутих положаја приликом извођења активних дејстава властитих јединица (*Upotreba inžinjerije*, 1976, рр. 123–124). Приликом извлачења сопствених снага, при запречавању се тежи ка изради минскоексплозивних препрека и рушењу објеката како би се отежало наступање непријатеља, првенствено његових оклопних јединица (*Upotreba inžinjerije*, 1976, рр. 139–140). Инжињеријске јединице изводе сложена запречавања, на тежишту одбране, по дубини и пред предњим крајем одбране (*Pravilo brigada Kopnene vojske-privremeno*, 2020, р. 134).

Утврђивање представља садржај противинжињеријских дејстава, којим се ојачава земљиште „израдом фортификацијских објеката ради стварања погоднијих услова за ватрено дејство и заштиту живе силе и ватрених средстава од непријатељеве ватре” (*Vojni rečnik*, 1967, р. 344), а изводе га све јединице војске. Инжињеријске јединице се ангажују за извођење обимнијих и сложенијих радова приликом утврђивања, на тежишту одбране, „било да се она организује правовремено или у условима ограниченог времена” (*Upotreba inženjerije*, 1976, рр. 124–125). Ове јединице ангажују се и за израду сложених фортификацијских објеката на командним местима (*Pravilo brigada Kopnene vojske-privremeno*, 2020, р. 134). Поред наведеног, инжињеријске јединице реализују и маскирање сопствених радова и објеката, као и стратегијско-оперативно маскирање, кроз израду лажних објеката, рејона размештаја јединица, макета и применом декоративног маскирања и маскирања бојењем (*Upotreba inženjerije*, 1976, рр. 130–131).

Уређењем путева (комуникација), омогућава се довођење јединица у рејоне размештаја приликом одбрамбене операције, маневар властитих снага и непрекидно снабдевање јединица из дубине одбране, кроз израду, одржавање и оправку управних и рокадних путева у зони операције (*Upotreba inženjerije*, 1976, рр. 127–128), образовањем групе за оправку и одржавање путева (*Pravilo brigada Kopnene vojske-privremeno*, 2020, р. 134).

Савлађивање препрека обухвата савлађивање природних и вештачких препрека. Под природним препрекама, подразумевају се све препреке које отежавају или онемогућавају маневар властитим јединицама, а настале су дејством природе, попут водених препрека. Под вештачким препрекама, подразумевају се препреке које су настале дејством човека, попут минско-експлозивних, фортификацијских и других препрека (*Pravilo brigada Kopnene vojske-privremeno*, 2020, р. 255). Савлађивање водених препрека у одбрамбеној операцији има за циљ омогућавање преласка са једне на другу обалу властитим јединицама, како због довођења јединица у рејоне одбране, тако из због снабдевања истих и евентуалног извлачења, успоставом места прелазака, у ситуацијама када непријатељ онеспособи постојећа стална места преласка (*Upotreba inženjerije*, 1976, рр. 123–124). За разлику од нападне операције, у одбрамбеној постоји више варијанти употребе понтонирских јединица, за које је потребно изабрати локацију и уредити место преласка, као и употреба ван предвиђених варијанти (*Borbena pravila za pontonirske i amfibijske jedinice*, 1974, рр. 154–155). У циљу обезбеђења маневра властитих јединица кроз властите препреке у зони

одбране, односно савлађивања вештачких препрека, инжињеријске јединице организују контролно заштитну службу, а ради сигурног проласка јединица (*Pravilo brigada Kopnene vojske-privremeno*, 2020, p. 134).

Инжињеријске јединице изводе хидротехничке радове у смислу инжињеријског уређења објеката, као помоћ логистичким јединицама, чија је надлежност снабдевање јединица водом (*Pravilo brigada Kopnene vojske-privremeno*, 2020, p. 148). Под инжињеријским уређењем, подразумевају се различити ископи земље, насипање, планирање и сабијање материјала и полагање и повезивање бетонских цеви приликом израде и уређења хидротехничких објеката (Hristov, 1978, p. 296).

2. УОПШТЕ О САВЛАЂИВАЊУ ВОДЕНИХ ПРЕПРЕКА

Успешно извођење операција, превасходно зависи од обезбеђења услова за покретљивост и маневар властитих снага. Приликом извођења ових активности, јединице наилазе на бројне препреке, како вештачке, тако и природне (*Vojni rečnik*, 1967, р. 238), „које ометају борбена дејства или потпуно спречавају кретање трупа и техничке опреме на датом терену” (Falkowski & Model, 2019). Несметано савлађивање водених препрека је „увек представљало тежак и компликован борбени задатак” (Falkowski & Model, 2019), а и поред увођења савремених технологија у наоружање и опрему свих војски света „и даље је задржао свој епитет најтеже борбене радње” (Pifat, 1980, р. 13).

Према Пифату (1980, р. 13) водене препреке, са становишта војних потреба и услова за њихово савлађивање, представљају све оне „реке, канали, језера и баре, односно сви они водени објекти, који се морају савлађивати пловним средствима”.

Према анализи територије Западне Европе, са аспекта препрека (првенствено водених), која је представљена у (*Inžinjеријско обезбеђење покрета*, 1982, р. 38), „на сваких 20-25 км долази просечно по једна препрека ширине 10-25 м; на сваких 30-35 км по једна препрека ширине 20-30 м; на сваких 50 км – препрека ширине 50-100 м; а на сваких 100-150 км – препрека ширине 100-150 м”, док истраживање Централне и Источне Европе, у погледу водених препрека, указује да се „на сваких 20 км може наићи на водену препреку ширине 6 м, на сваких 35-60 км може наићи на препреку ширине до 100 м, на 100-150 км на препреку ширине 100-300 м, а на сваких 250-300 км на препреку ширине преко 300 м” (Lester & Bartles, 2017, р. 309). Дужине само већих водених токова у Републици Србији (Табела 1), као и водени токови (Слика 2), јасно указују на велику испресецаност територије Републике Србије воденим препрекама.

Табела 1. Подаци о већим воденим токовима у Републици Србији (Осokoljić et al., 2009; Rakićević, 1969)

| Река | Дужина у Републици Србији (км) |
|-------|--------------------------------|
| Дунав | 588 |
| Тиса | 164 |
| Сава | 204 |
| Тамиш | 118 |

| | |
|-----------------------------|------|
| Дрина | 364 |
| Лим | 66 |
| Колубара | 86,5 |
| Велика Морава | 185 |
| Западна Морава са Моравицом | 308 |
| Ибар | 272 |
| Биначка Морава | 47,5 |
| Јужна Морава | 246 |
| Нишава | 202 |
| Велики Тимок | 88 |
| Бели Дрим | 108 |



Слика 2. Хидрографска испресецаност Републике Србије (*Републички хидрометеоролошки завод, 2023*)

Савлађивање водених препрека представља организовану борбену активност, са циљем преласка са једне на другу обалу, успоставом различитих места прелазака, и може се вршити насилним преласком (форсирањем) и преласком преко водене препреке, у зависности да ли обалу на коју се прелази брани непријатељ или не (Pifat, 1980, р. 13). Односно, прелазак карактерише „прелазак водене препреке без контакта са непријатељем”, док се под форсирањем подразумевају „тактичке активности у виду напада у комбинацији са преласком преко водене препреке, чију супротну обалу брани непријатељ” (Falkowski & Model, 2019). У вези са начинима савлађивања водене препреке, Божанић (2017, р. 24) констатује да је „прелажење водених препрека карактеристичније за одбрамбену операцију”. Према Николићу (1969, р. 15), савлађивање водених препрека није никада „циљ самом себи, јер је оно само део ситуације”, а област преласка преко водене препреке у одбрамбеној операцији није још увек детаљно разрађена.

Под местом преласка, подразумева се „део реке, обале или заобаља на сопственој или супротној обали, коју треба користити да би се могло обезбедити прелажење преко реке или друге водене препреке” (Pifat, 1980, р. 225). У односу на начине на које се савлађује водена препрека, разликују се следећа места прелаза (Pifat, 1980, рр. 225–233):

- 1) Место преласка газом (газом – МПГ, дубоким газом – МПДГ и тенковима под водом – МППГ);
- 2) Место преласка пливањем – МПП;
- 3) Место преласка преко леда – МПЛ;
- 4) Десантно место преласка – ДМП;
- 5) Скелско место преласка – СМП;
- 6) Мостовно место преласка – ММП.

Да би се извршио избор локације за успоставу било ког места преласка, неопходно је извршити инжињеријско извиђање. Инжињеријским извиђањем се долази до података помоћу којих се доноси одлука о локацији самог места преласка, на начин да се најцелисходније ангажују расположиви ресурси и што економичније искористи време добијено за реализацију задатка (Nikolić, 1969, р. 114). Ову активност спроводе инжињеријске старешине, формирањем извиђачке патроле, која применом различитих метода (осматрање, роњење, испитивања, мерења и сл.) долазе до потребних података (Pifat, 1980, рр. 38–39).

3. СПЕЦИФИЧНОСТИ САВЛАЂИВАЊА ВОДЕНИХ ПРЕПРЕКА У ОДБРАМБЕНОЈ ОПЕРАЦИЈИ

Историјски посматрано, савлађивање водених препрека у одбрамбеној операцији није се често разматрало као могућност, искључиво због специфичности тадашњих операција, њихове монотоности и мањег захвата фронта и дубине. Међутим, у савременим одбрамбеним операцијама, када је дубина одбране знатно већа и када водени токови могу онемогућити довођење јединица и снабдевање између одбрамбених линија, савлађивање водених препрека у многоме добија на значају. Према Николићу (1969, р. 266), у одбрамбеној операцији се водена препрека „може савлађивати у оба правца ка фронту и обратно”. Река се савлађује ка фронту „у процесу динамике одбране” (Nikolić, 1969, р. 266), док се у супротном правцу савлађује приликом извлачења или повлачења јединица, као и приликом замене јединица на предњем крају одбране.

Приликом планирања преласка преко реке у одбрамбеној операцији, тежи се рационалном коришћењу расположивих снага и средстава за уређење места прелазака, као и непрекидности преласка преко водене препреке, како због извођења одбране, тако и због снабдевања јединица и евентуалне евакуације. У процесу планирања одбране, дефинишу се сва места прелазака која ће бити у раду у току извођења операције, у више различитих варијанти (Nikolić, 1969, р. 269). Иако се, начелно, успостава места прелазака у одбрамбеној операцији реализује ван директног дејства непријатеља, физиономија савремених војних операција потпуно оповргава ову чињеницу. У наставку, описана су места прелазака која су обухваћена овим истраживањем, са специфичностима сваког од њих у одбрамбеној операцији.

3.1. Место преласка газом

Појам места преласка газом може се дефинисати као место на воденој препреци, где се иста „савлађује гажењем по дну њеног корита” (Pifat, 1980, р. 226). На овом месту преласка, савлађивање водене препреке може вршити људство, борбена и неборбене техника.

Карактеристике водене препреке имају одлучујући утицај на могућност организовања овог места преласка. Газ се, искључиво, изводи само на воденим препрекама које имају чврсто и стабилно дно (Pifat, 1980, р. 226). Дубина и брзина водене препреке представљају ограничавајуће факторе за организацију места преласка газом. У зависности од тога да ли

препреку савлађује људство или техника и брзине водене препреке, дозвољене дубине за прелазак газом дате су у Табели 2.

Табела 2. Зависност брзине воденог тока и максималне дубине за прелазак, за људство и технику (Прилагодио аутор према: (Pifat, 1980, р. 325))

| Намена газа (људство/техника) | Максимална дубина газа, у зависности од брзине воденог тока | | |
|----------------------------------|---|----------|-------------|
| | до 1 м/с | до 2 м/с | преко 2 м/с |
| Људство | 1,0 | 0,8 | 0,6 |
| Артиљерија | 0,7-1,0 | 0,6-0,9 | 0,5-0,8 |
| Тенкови | 1,2 | 1,1 | 1,0 |
| Аутомобили и транспортери | 0,6-0,9 | 0,5-0,8 | 0,4-0,7 |

Пре успоставе места преласка газом, неопходно је извршити инжињеријско извиђање водене препреке и прикупити потребне податке о воденој препреци, прилазним путевима, маскирним могућностима, могућностима утврђивања, постојању минско-експлозивних и других препрека, као и о постојању налазишта месног материјала у рејону места преласка. Након доношења одлуке о локацији места преласка, неопходно је уредити исто, кроз уређење прилазних путева и рампи, евентуалним разминирањем обале и речног дна, стварањем пролаза у евентуалним минско-експлозивним препрекама, уклањањем евентуалних других природних и вештачких препрека на обали и у води, евентуалним ојачавањем дна и обележавањем места преласка (Pifat, 1980, р. 227). Обележавање газа врши се „значкама, слепим фењерима или кољем које је повезано жицом или конопцем” (*Vojni leksikon*, 1981, р. 441) постављеним на међусобном растојању од три до четири метра (Pifat, 1980, р. 227). Људство врши прелазак у маршевским колонама, док техника прелази газ „у колони брзином 10 км/ч, на међусобном одстојању 15-25 м” (Pifat, 1980, р. 227).

На једном одсеку преласка преко водене препреке, успостављају се места преласка газом, на којима се налазе два до три уређена газа, на међусобном растојању од 50 до 100 м (уколико услови то дозвољавају). Ширина газа за дневни прелазак износи од четири до шест метара, док за ноћни износи од 10 до 12 м (*Vojni leksikon*, 1981, р. 441).

3.2. Место преласка дубоким газом

Место преласка дубоким газом представља место на воденој препреци које је уређено за прелазак тенковима, а где је максимална дубина 2,1 м и брзина воденог тока дозвољава прелазак (Pifat, 1980, р. 233). Организацију и успоставу овог места преласка врше инжињеријске јединице које се налазе у саставу оклопних јединица.

Дубоки газ је онај чија дубина прелази дубину нормалног газа (газ чија дубина при брзини тока воде до 2 м/с не прелази 1,2 м), без уроњавања куполе тенка у воду, где тенк поседује специјалну опрему и припремљен је и херметизован за прелазак. Газ на ниским обалама, са тврдим дном (дубине 0,8 м и ширине 10 до 15 м), могуће је извршити и у ходу, при већим брзинама кретања (*Priručnik za vožnju tenkova i oklopnih transportera*, 1971, р. 79). Ширина газа на воденим препрекама ширине до 200 м је најмање 25 м, док је на оним преко 200 м, ширина од 40 до 50 м (*Vojni leksikon*, 1981, р. 285).

Након спровођења инжињеријског извиђања водене препреке и утврђивања карактеристика исте, приступа се уређењу места преласка, евентуалним разминирањем прилаза препреци и речног тока, уређењем прилазних путева, евентуалним ојачањем дна водене препреке, евентуалним уклањањем других препрека, уређењем рампи, успостављањем контролно-заштитне службе и обележавањем места преласка (Pifat, 1980, р. 233). Елементи и начелна шема места преласка дубоким газом су исти као и код места преласка подводним газом и приказани су у наредном поглављу.

3.3. Место преласка подводним газом

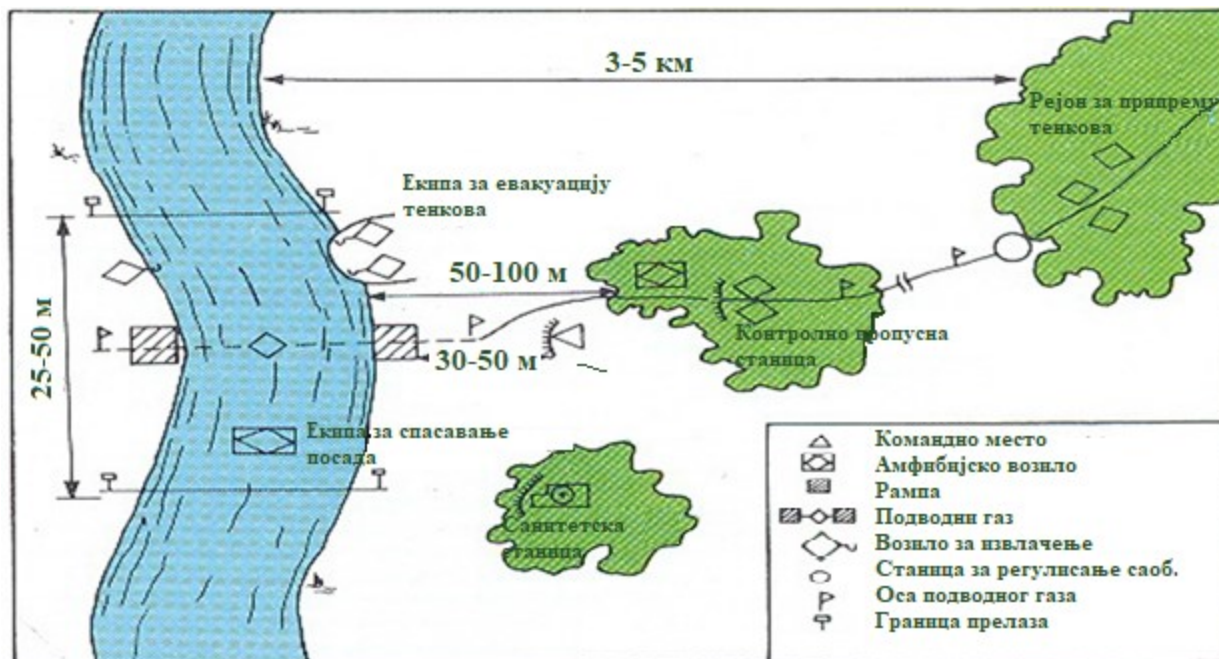
Место преласка тенковима под водом је место на воденој препреци „одређено за прелазак тенковима оспособљеним за кретање под водом” (*Vojni leksikon*, 1981, р. 285). У потпуности припремљен тенк за подводни газ, може савладати водену препреку дубине до 5 м. Организација савлађивања водених препрека на овом месту преласка састоји се од: „извиђања и испитивања водених препрека, избора места за прелазак, обраде и припреме места преласка и одређивања редоследа савлађивања водене препреке” (*Priručnik za vožnju tenkova i oklopnih transportera*, 1971, р. 83). Ширина места преласка подводним газом начелно износи од 250 до 500 м, док је највећу ширина водене препреке на којој је допуштена организација овог места преласка до 1000м, а брзина воденог тока до 2 м/с. „При ширини водене препреке до 200 м, ширина подводног газа је 25 м, а преко 200 м ширина

газа је 40-50 м” (*Vojni leksikon*, 1981, р. 285). Организацију подводног газа тенковима врше инжињеријске јединице, које су опремљене специјалном опремом и обученим људством за извршавање задатака успоставе места преласка (Pifat, 1980, р. 233).

Елементи места преласка преко водене препреке подводним газом тенковима су (Pifat, 1980, р. 233; *Vojni leksikon*, 1981, р. 285):

- „појас реке где се врши прелаз,
- улазне и излазне рампе, које морају бити нагиба до 25% лети, 15% зими за улазну и 15% лети, а 10% зими за излазне рампе,
- заклони за командовање и заштиту људства,
- контролно-пропусна станица,
- група за евакуацију и спасавање,
- санитарска екипа” (Pifat, 1980, р. 233),
- рејон за припрему тенкова, односно херметизацију (*Vojni leksikon*, 1981, р. 285).

Начелна шема места преласка дубоким и подводним газом тенковима, приказана је на Слици 3.



Слика 3. Начелна шема места преласка дубоким и подводним газом тенковима (*Vojni leksikon*, 1981, р. 285)

3.4. Скелско место преласка

У опреми Војске Србије, а конкретно понтонирских јединица, за успоставу скелских и мостовних места прелазака, налази се Комплет понтонског моста М-71 (у даљем тексту: ПМ М-71). Комплет ПМ-М71 намењен је „за успостављање мостовних и скелских прелаза при савлађивању водених препрека”, а комплетом рукује понтонирски батаљон, односно две понтонирске чете (*Pontonski most M-71 (PM-M71)*, 1999, pp. 16–17).

Од њега се могу склопити (*Pontonski most M-71 (PM-M71)*, 1999, p. 16):

- понтонски мостови носивости 60 и 20 т, и
- скеле носивости од 20 до 170 т.

Комплет ПМ-М71 се састоји од (*Pontonski most M-71 (PM-M71)*, 1999, pp. 17–18):

- 32 пловна чланка са возилима,
- 4 пловна чланка са возилима,
- 2 комплета коловозних застора са возилима,
- 12 реморкера, и
- 1 индивидуалног комплета (опрема, алат и резервни делови).

Једно од места прелазака, које успостављају понтонирске јединице помоћу Комплекта ПМ М-71, јесте и скелско место преласка, које представља „део реке, обале и заобаља (део одсека преласка) уређен за превозење јединица, борбене и остале технике скелама” (*Pravilo Rečna flotila*, 2022, p. 83). Скелско место преласка се састоји из следећих елемената (*Pifat*, 1980, p. 232; *Pravilo Rečna flotila-privremeno*, 2020, pp. 71–72):

- 1) полазне (излазне) линије,
- 2) прилазних путева од и до водене препреке,
- 3) места истовара понтонског материјала на обали и/или води,
- 4) пристаништа на оностраној или оностраној обали,
- 5) органа контролно-заштитне службе,
- 6) једне или више скела,
- 7) резерве команданта места преласка у људству и средствима за прелазак,
- 8) места за прикупљање празних возила,
- 9) командног места (осматрачнице) команданта места преласка,
- 10) објеката утврђивања за заштиту људства и средства,

11) по потреби минско-експлозивне препреке на прилазима препреци и др.

Полазна (излазна) линија се дефинише на удаљености од 100 до 300 м од водене препреке, у зависности од услова на самој локацији и воденој препреци, а на самој линији се налази станица за регулисање саобраћаја, као једног од органа контролно-заштитне службе. Намена ових линија јесте регулисање редоследа јединица које савлађују водену препреку, у складу са планом превозења, или напуштају место преласка, и спречавање нагомилавања великог броја људства и средстава на месту преласка (*Pravilo Rečna flotila-privremeno*, 2020, pp. 73–74).

Прилазни путеви од и до водене препреке, омогућавају несметан маневар сопствених јединица на месту преласка, као и јединица које се превозе преко водене препреке. Уколико квалитет прилазних путева није на потребном нивоу или не постоји довољан број истих, неопходно је исте уредити или израду нових. Све прилазне путеве је неопходно обележити путоказима и светлећим знацима (*Pravilo Rečna flotila-privremeno*, 2020, p. 73).

Места за истовар понтонског материјала се формирају на обали или на самој воденој препреци. Наведена места треба да омогуће несметан прилаз возилима и људству до обале и водене препреке и начелно захтевају извршење одређених инжињеријских радова на уклањању препрека (природних и вештачких), земљаним радовима на уређењу простора, израда рампи и сл. (*Pravilo Rečna flotila-privremeno*, 2020, p. 74).

Пристаништа на оностраној и оностраној обали се израђују за потребе пристајања скела. У начелу, пристаниште обухвата: „једну или више силазних (излазних) рампи и исто толики број навоза када је то потребно, уређаје за везивање скела уз обалу (укопна сидра, коље, дрвеће, чекрке и сл.), заштитне ровове (склоништа) за органе контролно-заштитне службе, прилазне путеве до силазних (излазних) рампи, односно навоза (када се рампе не раде услед погодности обале) и друге објекте зависно од конкретне ситуације” (*Pravilo Rečna flotila-privremeno*, 2020, p. 74).

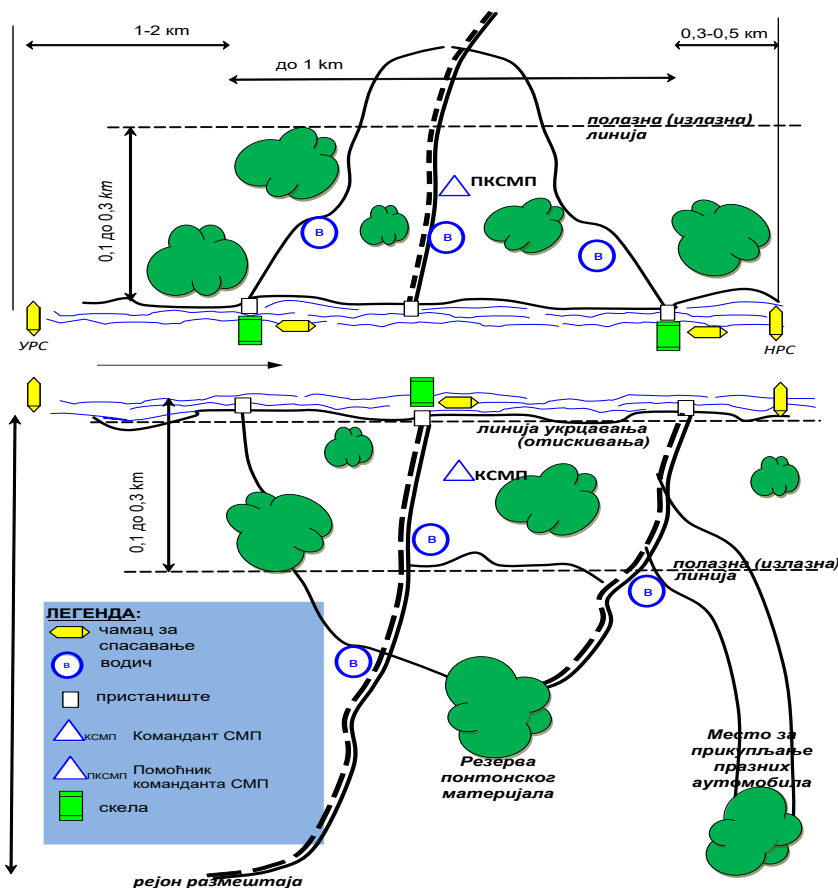
У циљу организације рада на месту преласка, заштите људства и средстава и одржавања места преласка, организује се контролно-заштитна служба, која се састоји од (*Pontonski most M-71 (PM-M71)*, 1999, pp. 167–168; *Pravilo Rečna flotila-privremeno*, 2020, p. 75):

- речних стража (узводне и низводне);
- станице за спасавање;
- станице за регулисање саобраћаја;

- посада сваке скеле;
- групе војника за одржавање пристаништа (силаза и излаза, навоза и др.).

Поред наведеног, командант места преласка одређује и помоћнике на оностраној и ононостраној обали. За помоћнике се одређују првопотчињене старешине (*Pontonski most M-71 (PM-M71)*, 1999, р. 167; *Pravilo Rečna flotila*, 2022, рр. 83–84).

Склапање скела на се реализује након уређења места за склапање или у току уређења, ако услови то дозвољавају, у рукавцима или притокама у близини места преласка. Начелно, на рекама ширине до 100 м, склапа се и у раду је једна скела на једном пару навоза, од 100 до 200 м две скеле, док се на рекама ширине преко 200 м склапају и у раду су три скеле (*Pravilo Rečna flotila-privremeno*, 2020, р. 74). Шема скелског места преласка, приказана је на Слици 4.



Слика 4. Начелна шема скелског места преласка (Воžанић, 2017, р. 30)

Резерва команданта места преласка у људству и средствима за прелазак, одређује се према Пифату (1980, р. 232) начелно од 25 до 50% расположивог људства и средстава, а у циљу „замене оштећених или дотрајалих елемената на скелама” (*Pravilo Rečna flotila-privremeno*, 2020, р. 77). Уколико постоји потреба, од резерве се могу склопити скеле, које ће бити у приправности за употребу и налазити се на води, док се понтонски материјал може налазити и на возилима, у рејону резерве (*Pravilo Rečna flotila-privremeno*, 2020, рр. 77–78).

Место за прикупљање празних аутомобила формира се након спуштања пловних средстава на воду и истовара других неопходних покретних ствари. Наведено место се мора маскирати и обезбедити од угрожавања од стране непријатеља.

Командно место команданта места преласка мора задовољити основне услове неопходне за непрекидно командовање и заштиту у току савлађивања водене препреке. Исто мора обухватити елементе утврђивања, маскирања и телекомуникационог обезбеђења. Командант скелског места преласка је према Пифату (1980, р. 232) увек официр рода инжињерије.

У циљу заштите људства и средства неопходно је изградити објекте утврђивања, односно објекте за дејство и заштиту људства и објекте за заштиту средстава, а по потреби и минско-експлозивне препреке на прилазима месту преласка. Такође, командант скелског места преласка организује и непосредно осигурање целокупног места преласка, као и садејство са суседним јединицама (*Pravilo Rečna flotila-privremeno*, 2020, р. 79).

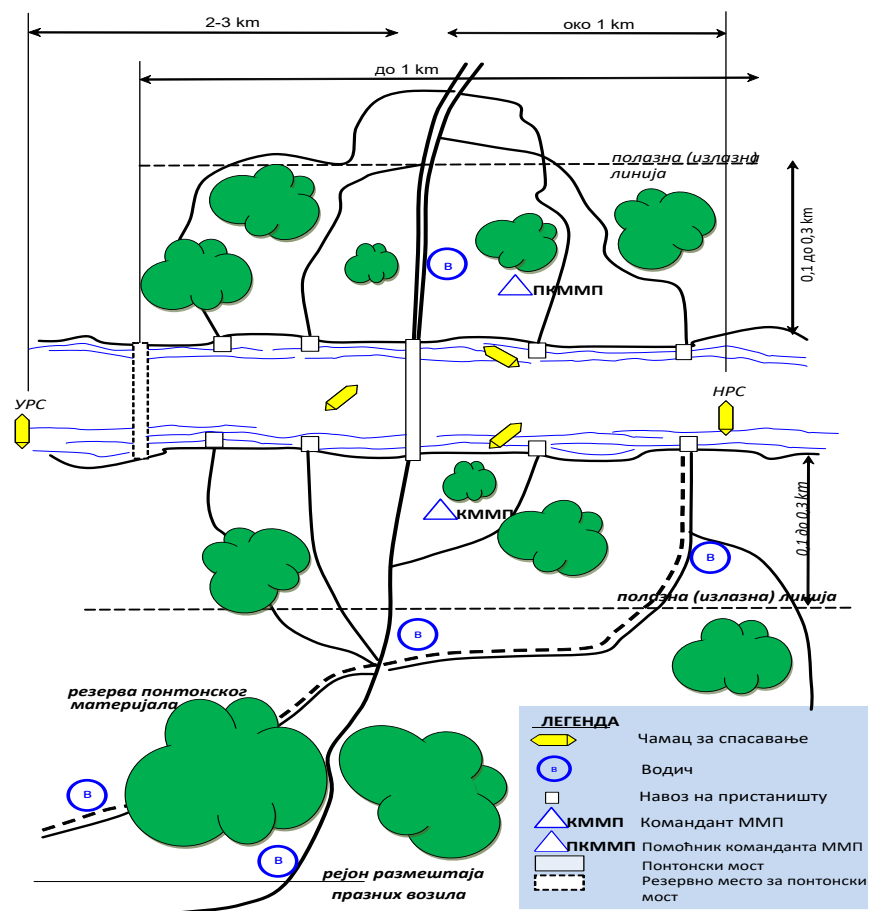
3.5. Мостовно место преласка

Поред скелског места преласка, од Комплекта ПМ М-71 могуће је успостављање и мостовног места преласка, које представља „уређени део реке са обалом и заобаљем (део одсека преласка) на коме је премошћена река и на тај начин омогућено непрекидно кретање јединица са једне обале на другу” (*Pravilo Rečna flotila*, 2022, р. 86). Понтонски мостови се у начелу склапају на воденим препрекама „ширине до 200 м за понтонске мостове класе носивости 60 т и до 350 м за понтонске мостове класе носивости 20 т” (*Pravilo Rečna flotila*, 2022, р. 86).

Мостовно место преласка се састоји из следећих елемената (Pifat, 1980, р. 232; *Pravilo Rečna flotila*, 2022, р. 86)

- 1) полазне (излазне) линије,
- 2) прилазних путева до водене препреке,
- 3) места за истовар понтонског материјала (на обали или на води),
- 4) места за склапање чланака или делова моста,
- 5) места за склапање моста (осе моста),
- 6) узводне и низводне сидрене линије,
- 7) места за размештај празних возила,
- 8) органа контролно-заштитне службе,
- 9) резерве команданта места преласка у људству и средствима за прелаз,
- 10) објеката утврђивања,
- 11) по потреби и брана (преграда) на реци и минско-експлозивних препрека на прилазима мостовном месту преласка.

Мостовно место преласка може бити организовано на месту где је било успостављено скелско место преласка или низводно (узводно) од њега и требало би да буде прикривено од осматрања од стране непријатеља (како са земље, тако и из ваздуха), да квалитет путева и њихова прикривеност буде задовољавајући за маневар јединица, да радови на уређењу обала и рампи не захтева велики обим радова, да обала има такве могућности да се истовремено може спуштати више средстава на воду (неопходно је 10 до 12 м простора за свако возило на обали), и друго (*Pravilo Rečna flotila*, 2022, р. 87). Претходно наведене карактеристике места преласка, само дају обресе критеријума које треба локација да задовољи, али не даје потпуну слику на основу које је могуће донети исправну одлуку. Шема мостовног места преласка, приказана је на Слици 5.



Слика 5. Начелна шема мостовног места преласка (Воžанић, 2017, р. 32)

Обзиром да је део елемената мостовног места преласка исти као и код скелског, у наставку ће бити описане само специфичне разлике. Контролно-заштитна служба код мостовног места преласка, поред речних стража, станице за спасавање и станице за регулисање саобраћаја, обухвата и (*Pontonski most M-71 (PM-M71)*, 1999, р. 167; *Pravilo Rečna flotila-privremeno*, 2020, рр. 85–86):

- групу за израду отвора у мосту,
- посаду моста,
- групе војника за одржавање улаза и излаза са моста,
- стражу на мосту и
- осматрачницу нивоа воде.

Отвор у мосту (начелно ширине до 60 м), отвара се „ради пропуштања бродова и других већих пловних предмета који плове реком” (*Pravilo Rečna flotila-privremeno*, 2020, р. 86). Овај задатак и поновно склапање моста, извршава Група за израду отвора у мосту (дежурна јединица), на команду помоћника команданта (*Pravilo Rečna flotila-privremeno*, 2020, р. 86).

Одржавање самог моста, врши посада моста, док одржавање улаза и излаза са моста (рампе, везу са обалом и пут уз мост) врши посебна група, јачине одељења. Стража на мосту се поставља ради „осигурања и одржавања реда на мосту” (*Pontonski most M-71 (PM-M71)*, 1999, р. 170). Осматрачницу водостаја чине, начелно, два војника која су директно потчињена команданту места преласка, са задатком да „осматрају непријатеља, ниво воде на реци, ток прелаза, појаву плутајућих предмета на реци, сигнале од речних стража и људства из састава контролно-заштитне службе”, о чему воде дневник (*Pontonski most M-71 (PM-M71)*, 1999, р. 171).

Ради учвршћивања моста од померања дуж речног тока, врши се сидрење моста на узводним и низводним сидреним линијама, док се спречавање померања моста у односу на правац управан на речни ток врши везивањем за обалу (*Pontonski most M-71 (PM-M71)*, 1999, р. 143). У зависности од брзине воденог тока, дефинише се број сидара који ће бити бачен у воду (*Pontonski most M-71 (PM-M71)*, 1999, р. 143).

ДРУГИ ДЕО

ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКО ОДЛУЧИВАЊЕ

„Пракса доношења одлука је древна.”

(Köksalan et al., 2011)

1. УОПШТЕ О ОДЛУЧИВАЊУ

Свакодневни живот од људи изискује доношење различитих одлука, како оних личне природе, тако и пословних. Наведене одлуке доносе се са различитим циљевима, који првенствено задовољавају одређене интересе, где између понуђених могућности бирају ону која их што потпуније задовољава. Циљеви могу бити постављени као лични циљеви појединаца, док за профитне пословне организације циљ увек, у основи, представља већу зараду, како директно, тако и индиректно. Одлуке доноси доносилац одлуке (у даљем тексту: ДО), који може бити појединац или група људи (Ћурић & Suknović, 2010, p. 17).

Сам појам „одлука” има више значења. Ћосић (2008, p. 411) овај појам објашњава кроз четири значења: „1) резултат договора; 2) оно што је неко намерио да учини; 3) решење власти и 4) избор”. Речник српскохрватског књижевног језика (Stevanović & Jonke, 1967, p. 45) објашњава овај појам на следећи начин: „1) чврста намера, коначно решење; 2) пресудан догађај; исход, свршетак и 3) одлучност, решеност”. Наведени појам у Оксфордском речнику (*Oxford Advanced Learner's Dictionary*, 2023) означава: „1) избор или суд који доносите након размишљања и разговора о томе шта је најбоље учинити; 2) процес одлучивања о нечему и 3) способност да се нешто јасно и брзо одлучи”. У речнику Британика (*The Britannica Dictionary*, 2023), појам „одлука” представља: „1) избор који доносите о нечему након што размислите о томе, резултат одлучивања; 2) способност брзог и поузданог избора; 3) одређени крај правног или званичног аргумента, правна или званична пресуда; извештај који објашњава зашто је правна или званична пресуда донета на одређени начин и 4) чин одлучивања о нечему”. Иако на први поглед различити речници различито објашњавају предметни појам, могу се уочити следеће заједничке особине, које представљају: 1) намеру да се нешто учини; 2) избор између више могућности; 3) резултат процеса одлучивања и 4) пресуду или решење суда (власти). Поред формулисања значења

предметног појма у речницима, многи аутори из ове области су покушали да га дефинишу. Торес-Помалес (Torres-Pomales, 2015, р. 1) одлуку дефинише као „решење о питању или проблему од интереса који се разматра”. Павличих (Pavličić, 2007) овај појам описује као „избор из скупа од најмање две опције (алтернативе, акције) којима можемо да остваримо жељени циљ”. Аутори у (Roljić et al., 2013) под одлуком подразумевају „резултат одлучивања” и „интелектуални резултат у једном текућем процесу евалуације алтернатива који се спроводи ради постизања одређеног циља”. Јејтс (Yates, 2003, р. 24) одлуку описује као „посвећеност правцу деловања који има за циљ да донесе резултате који задовољавају одређене појединце”. Чупић и Сукновић (2010, р. 554) појмовно одређују одлуку као „резултат избора једне, из скупа могућих алтернатива, односно акција, које доносиоцу одлуке (појединачном или групном) стоје на располагању”.

На основу претходно изнетог, могу се уочити заједничке премисе код свих дефиниција, које се огледају у следећем:

- 1) одлука је избор између две и више алтернатива (опција/акција);
- 2) одлука као крајњи резултат има остварење одређеног циља и
- 3) одлука је резултат одлучивања.

Обзиром на предмет истраживања, неопходно је размотрити овај појам и са војног аспекта. У војној сфери, под одлуком се подразумевају акта командовања и руковођења. Војни речник (1967, р. 181) под овим појмом подразумева „најважнији акт командовања” који доноси „командант на основу процене ситуације и предлога органа команде када за то постоји потреба и има времена”. У Војном лексикону (1981, р. 349) овај појам се описује као „најважнији акт командовања и управљања. Доноси је командант на основу процене ситуације и предлога органа команде. Регулише када, где, шта и како треба чинити да би се извршио постављени задатак.” Овде треба напоменути да одлука, у смислу овог речника и лексикона, представља документ којим се дефинише спровођење даљих акција и замисли команданта, у складу са добијеним задатком јединице.

Класификација одлука се врши на различите начине. Симон (Simon, 1960, рр. 5–6) у односу на чињеницу како се доносе одлуке, исте дели на:

- програмиране одлуке – оне које се понављају и рутинске су; оне које се не третирају као нове када се појаве пред ДО и

- непрограмиране одлуке – оне које су неструктуриране, комплексне и последичне; које се нису до сада појављивале.

Чупић и Сукновић (2010, р. 22) цитирајући Делбека (Delbecq, 1967) одлуке деле на:

- рутинске – када се ДО слажу са постављеним циљем и начином доласка до њега;
- креативне – када се ДО не слажу са начином доласка до циља и
- преговарачке – решење је последица преговора (средње решење), јер ДО нису јединственог става.

Миловановић (2004, р. 453) класификује одлуке на следећи начин:

- основне – „усвојено решење за достизање циља по задатим критеријумима у задатку” (Milovanović, 2004, р. 453);
- корекционе – „доносе се да би се њима отклонила одступања од предвиђеног тока дејства, који је дат и детерминисан у основној одлуци” (Milovanović, 2004, р. 454);
- допунске – „доносе се ради допуне основне, раније већ донете одлуке” (Milovanović, 2004, р. 454) и
- рутинске – „односе се на оне проблеме чији се поступак решавања унапред зна, на основу сазнања и искустава стечених у пракси” (Milovanović, 2004, р. 455).

Френк Најт у (Pavličić, 2007) одлуке, на основу услова у којима се доносе, дели на:

- одлуке у условима извесности – ако су унапред познате околности у којима се доносе;
- одлуке у условима ризика – делимично познате околности (средња вредност између извесности и неизвесности) и
- одлуке у условима неизвесности – услови у којима је могуће предвиђање одређених догађаја, али није могуће дефинисати вероватноћу њиховог појављивања.

Најопштија подела одлука у односу на чињеницу ко је доноси, односно на број доносилаца одлуке (Taherdoost & Madanchian, 2023), јесте на:

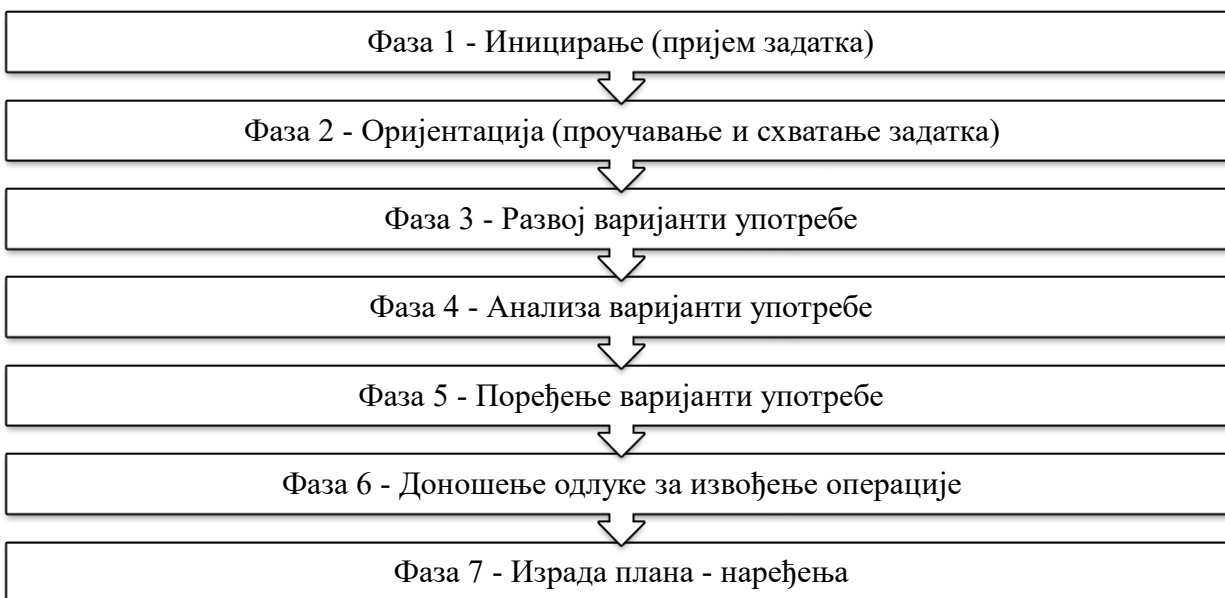
- индивидуалне (где одлуку доноси појединац) и
- групне (где одлуку доноси група људи).

Обзиром на различито одређење појма „одлука” и њихову класификацију, бројни аутори су појам „одлучивање” дефинисали на различите начине. У наставку текста, представљен је само део дефиниција предметног појма. Чупић и Сукновић (2010, р. 16) овај појам

дефинишу као „избор једне, из скупа могућих алтернатива (акција), при чему у скупу мора постојати најмање две алтернативе”. Семјуел Елон (енг. Samuel Eilon), у свом раду под називом „Шта је одлука?” (Eilon, 1969), објашњава одлучивање као процес који има више корака, „почевши од излаза и анализе информација које кулминирају решавањем, односно избором између неколико доступних алтернатива”. Херберт Симон (Simon, 1960, р. 1) одлучивање објашњава кроз три фазе: „проналажење прилика за доношење одлука; проналажење могућих праваца деловања; и бирање између праваца деловања”. Скумејкер и Русо (Schoemaker & Russo, 2014, р. 1) овај појам дефинишу као „процес у коме појединац, група или организација доносе закључке о томе које будуће акције треба следити ради праћења скупа циљева и ограничења расположивих ресурса”. Према Миловановићу (2004, р. 450) „одлучивање је процес којим се припрема, доноси и реализује одлука”, са циљем доласка до одлуке и предузимања акције. Одлучивање према Вангу и Рухеу (Wang & Ruhe, 2007) јесте „један од основних когнитивних процеса људског понашања, којим се бира преферирана опција или правац деловања, из скупа алтернатива, на основу одређених критеријума”. Милић (2014, р. 14) појам „одлучивање” појмовно одређује као „процес у коме ДО бира између више понуђених могућности које су му тренутно на располагању”. На основу претходно наведеног, *одлучивање* се може дефинисати као *процес избора једне алтернативе, из скупа могућих алтернатива, ради решавања одређеног проблема и достизања постављеног циља, чији је коначни резултат одлука*.

Када је реч о одлучивању у војним организационим системима, у борбеним дејствима, оно за циљ има да командном кадру омогући што лакше искоришћење властитих борбених капацитета, са императивом победе, у веома тешким условима (Миџибабић, 2003, р. 46). Аутор у (Миџибабић, 2003, р. 46) даље наводи специфичности оружане борбе које утичу на приступ одлучивању, од којих се, за потребе овог истраживања, могу истаћи следеће: непотпуност информација, мултидисциплинарност одлучивања без могућности или изузетно тешке и ограничене могућности спровођења истраживања, неодређен карактер борбе. Миловановић (2004, р. 85) наводи и следеће карактеристике: „присуство антагонизма интереса двеју супростављених страна”, „непоновљива ситуација што захтева одлучивање без ослоњања на априорне вероватноће наступања предвиђених варијанти противника”, „знатан степен нејасноће у дефинисању понашања противника, дефинисању његових варијанти, као и могућих ефеката”. Када се конкретно разматра одлучивање у јединицама

ранга батаљона, оно се спроводи применом процеса и процедуре оперативног планирања на оперативно-тактичком нивоу (*Uputstvo za operativno planiranje i rad komandi u Vojsci Srbije - privremeno*, 2017, р. 74), док се одлучивање на нивоу вода или чете, спроводи применом командирске процедуре (*Uputstvo za operativno planiranje i rad komandi u Vojsci Srbije - privremeno*, 2017, р. 118). Резултати наведених процеса, представљају одлуку о ангажовању јединице, коју доносе надлежне старешине, на основу задатка добијеног од претпостављене команде. Процес оперативног планирања на нивоу батаљона, спроводи се кроз седам фаза (*Uputstvo za operativno planiranje i rad komandi u Vojsci Srbije - privremeno*, 2017, р. 75), приказаних на Слици 6.



Слика 6. Фазе процеса оперативног планирања на нивоу батаљона

Резултат фазе „Иницирања” представља припремно наређење (*Uputstvo za operativno planiranje i rad komandi u Vojsci Srbije - privremeno*, 2017, р. 78), којим се дају основне смернице за припрему за извршење предстојећег задатка. У фази „Оријентације” врши се проучавање и схватање добијеног задатка и, између осталог, израђују критеријуми за вредновање варијанти употребе и њихови пондери, односно тежински коефицијенти (*Uputstvo za operativno planiranje i rad komandi u Vojsci Srbije - privremeno*, 2017, р. 79). Пре развоја самих варијанти употребе, неопходно је извршити извиђање рејона употребе јединице (*Uputstvo za operativno planiranje i rad komandi u Vojsci Srbije - privremeno*, 2017, р.

75). Након развоја варијанти употребе, врши се анализа моделованих варијанти и њихово поређење (*Uputstvo za operativno planiranje i rad komandi u Vojsci Srbije - privremeno*, 2017, pp. 110–116), што „је од кључног значаја за процес оперативног планирања” (*Uputstvo za operativno planiranje i rad komandi u Vojsci Srbije - privremeno*, 2017, p. 114). По усвајању оптималне варијанте употребе, она се одобрава, односно доноси се одлука о начину употребе јединице и израђује план – наређење (*Uputstvo za operativno planiranje i rad komandi u Vojsci Srbije - privremeno*, 2017, pp. 117–118). Варијанта употребе, у смислу овог истраживања, представља локацију за успоставу места преласка.

Код командирске процедуре, одлуци претходе „пријем задатка и почетна процена, издавање припремног наређења, разрада оријентирног плана и командирско извиђање”, а након доношења одлуке врши се дорада плана и издавање наређења за употребу јединица (*Uputstvo za operativno planiranje i rad komandi u Vojsci Srbije - privremeno*, 2017, p. 118). Обзиром да претпостављена команда у задатку потчињеним јединицама даје рејон успоставе места преласка, а не саму локацију, на командатима батаљона или командирима нижих састава је да локацију дефинишу, на основу доступних информација. Предмет овог истраживања обухвата део оперативних процедура и командирске процедуре који се односи на доношење одлуке, а конкретно доношењу одлуке о избору локација за савлађивање водених препрека у одбрамбеној операцији.

Одлучивање је интердисциплинарног карактера, односно обухвата више различитих научних области. Да би се дошло до квалитетне и исправне одлуке, било да се ради о приватним или пословним одлукама, неопходно је познавање различитих области друштвено-хуманистички, техничко-технолошких и природно-математичких наука.

Обзиром да одлучивање представља процес, и то итеративан, а на основу различитог сагледавања процеса одлучивања, које су дефинисали различити аутори (Certo, 1997, p. 150; Ćurčić & Suknović, 2010, p. 555; Drucker, 1954, p. 353; Marjanović et al., 2018, p. 35; M. Milovanović, 2004, p. 23; Schoemaker & Russo, 2014, p. 2; Stojiljković, 1975, pp. 48–104; Torres-Pomales, 2015, p. 1), могу се, начелно, формулисати следеће фазе (Слика 7):



Слика 7. Фазе процеса одлучивања

На основу фаза процеса одлучивања, представљених на Слици 7, у наставку текста дат је опис сваке од фаза. У првој фази врши се идентификација проблема који је потребно решити, његова анализа и операционализација, кроз дефинисање самог проблема. Друга фаза обухвата креирање модела одлучивања, прикупљањем интерних и екстерних података, њиховом анализом, дефинисањем критеријума који условљавају избор оптималне алтернативе и дефинисање могућих решења, алтернатива, као и дефинисање начина (метода) којима ће се доћи до решења проблема. У трећој фази се врши примена креираног модела и само доношење одлуке. Последња фаза процеса одлучивања указује на чињеницу да ли је донесена одлука квалитетна, односно да ли има одређене недостатке, који се могу отклонити поновним покретањем овог процеса, указујући на особину итеративности процеса одлучивања.

Приликом спровођења процеса одлучивања, могу се јавити различите грешке, које утичу на коначну одлуку. Хамонд и др. (Harvard Business Review, 2001, р. 144) грешке у одлучивању класификују на: грешке које су настале у току процеса одлучивања и грешке које су последица погрешног приступа у процесу размишљања доносиоца одлуке. Према Дорнеру и Шаубу (Dörner & Schaub, 1994), најчешћи узроци грешака доносилаца одлука огледају се у следећем:

- Ограничен капацитет људског свесног мишљења;
- Склоност људи да чувају свој осећај компетентности и ефикасности;
- Не схватање тежине стварног проблема и
- Заборављање.

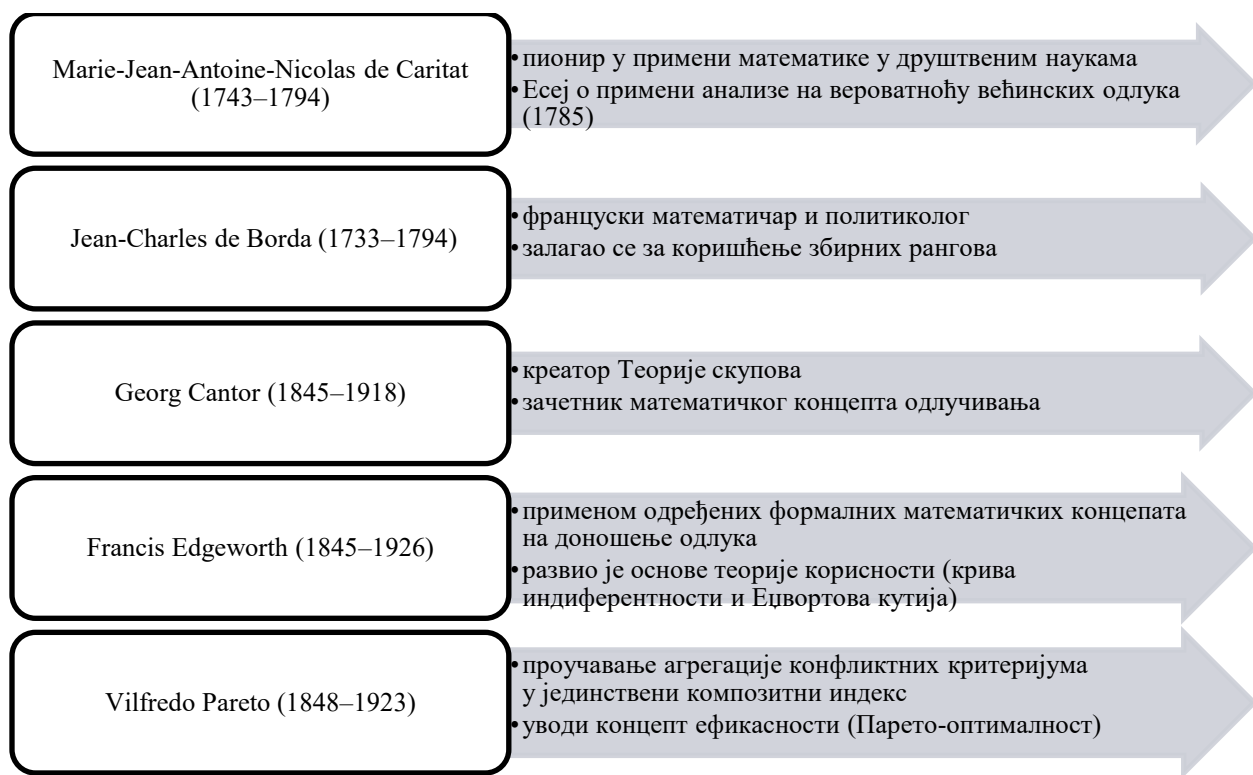
Николић (J. Nikolić, 2018), на основу бројних истраживања различитих аутора (Chi & Fan, 1997; Chira et al., 2011; Hammond et al., 2006; Kahneman & Tversky, 1979; Maqsood et al., 2004; McKenzie et al., 2011; Pavličić, 2007; Tversky & Kahneman, 1974), наводи следеће грешке (предрасуде) засноване на когнитивним способностима доносилаца одлуке:

- *Уоквиравање проблема* – када доносиоц одлуке, приликом формулације проблема, мењају оквир проблема стварајући аверзију према губицима, где се више труде да избегну губитак него да остваре добитак.
- *Расположивост* – где доносиоц одлуке процењује вероватноћу догађаја у односу на претходна искуства из сличних ситуација.
- *Репрезентативност* – ситуација када доносилац одлуке примењује менталне пречице, односно примењују процену догађаја као резултата неког процеса.
- *Ефекат сидра и прилагођавање* – подразумева формулисање преференција доносиоца одлуке у односу на расположиве информације и иницијални став, који је имао одмах након сазнања о постојању проблема.
- *Статус кво (лат. Status quo)* – када је неопходно спровести промене, доносилац одлуке тежи ка овом статусу, односно ка не предузимању акција, ради не нарушавања постојећег стања.
- *Ефекат „потонулих трошкова”* – оправдавање претходно донесених лоших одлука.
- *Потреба за потврђивањем* – настаје када доносилац одлуке тежи ка проналажењу аргумената за потврђивање донесене одлуке, не узимајући у разматрање аргументи против, без обзира на њихову рационалност и убедљивост.
- *Неосновани оптимизам* – када доносиоци одлука, на основу сопственог самопоуздања, не процењују добро своје способности, непромишљено и на брзу руку доносе погрешну одлуку.
- *Лажни консензус* – ситуације у којим доносиоци одлуке имају погрешну слику о прихваћености њихове одлуке од стране њихових сарадника.
- *Илузија контроле* – где доносилац одлуке верује да може да контролише све исходе донесене одлуке, чак и оне на које не могу да испоље свој утицај.

Приликом доношења одлука, неопходно је да доносиоци одлука познају најчешће грешке које се јављају у овом процесу, да их буду свесни и да, у свакој ситуацији, буду способни да их превазиђу.

2. ТЕОРИЈСКИ ОКВИР ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКОГ ОДЛУЧИВАЊА

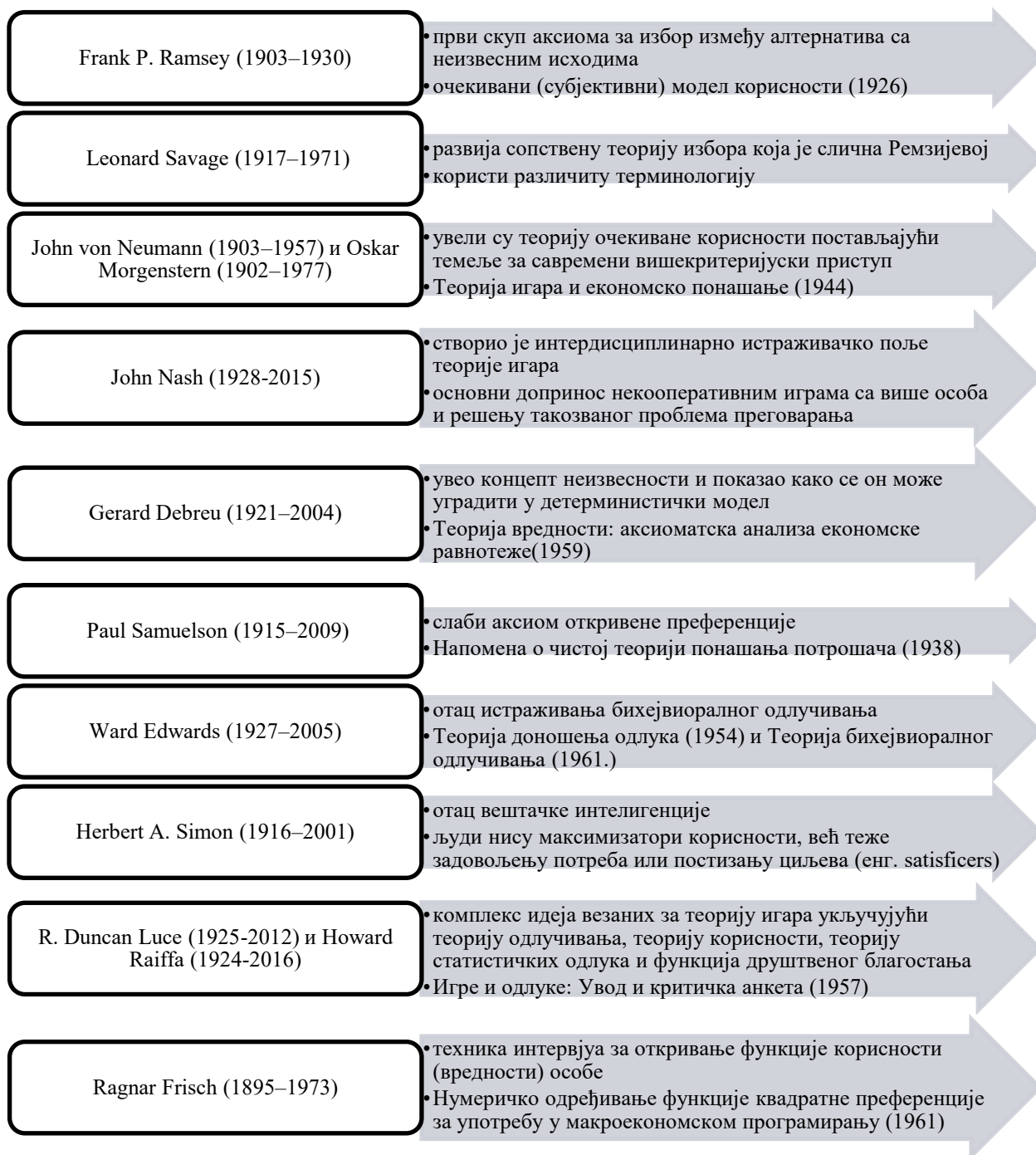
Корени вишекритеријумског одлучивања сежу далеко у прошлост. Амерички државник Бенџамин Френклин (Franklin, 2016)² сматра се зачетником ове врсте одлучивања. Он је за потребе доношења важних одлука користио систем папира. На једној страни папира је бележио аргументе који подржавају одлуку, док је са друге стране папира писао аргументе против одлуке. Уколико су неки од аргумената са обе стране папира подједнаки, он би их прецртавао. Страна на којој су сви аргументи прецртани, била би страна која је „изгубила”, односно страна на којој нису прецртани сви аргументи представљала би одлуку коју треба подржати (Köksalan et al., 2011). У наредним годинама XIX века, бројни научници су проучавали ову област, пружајући будућим истраживачима основе вишекритеријумског одлучивања (Слика 8).



Слика 8. Развој теорије вишекритеријумског одлучивања у XIX веку (Köksalan et al., 2011)

² Бенџамин Френклин (енг. Benjamin Franklin), је био амерички научник и политичар, писац, штампар, научник и проналазач (Franklin, 2016).

У XX веку, изучавање предметне теорије добија нови замах, а истраживања научника из ове области, представљена су на Слици 9.



Слика 9. Развој теорије вишекритеријумског одлучивања до седамдесетих година XX века (Köksalan et al., 2011)

Неопходно је подсетити и на друге научнике који су дали допринос развоју вишекритеријумског одлучивања до седамдесетих година прошлог века, као што су: 1) Џорџ Данциг (енг. George Dantzig), који 1947. године предлаже симплекс алгоритам као поуздан метод за решавање задатака линеарног програмирања 2) Питер Фишбурн (енг. Peter Fishburn), који даје фундаменталне доприносе теорији друштвеног избора и корисности током своје каријере; 3) Бернард Рој (енг. Bernard Roy), седамдесетих година прошлог века, заједно са сарадницима презентује прву методу вишекритеријумског одлучивања ELECTRE (енг. Elimination Et Choix Traduisant la Réalité), а касније се развијају и друге варијанте ове методе ELECTRE II, ELECTRE III, ELECTRE IV, ELECTRE IS и ELECTRE TRI; 4) Лотфи Заде, који је дао оригиналан допринос ономе анализи робусности, кроз представљање теорије расплнутих скупова (енг. Fuzzy sets), као и многи други научници, чији је предмет истраживања био усмерен ка вишекритеријумском одлучивању (Köksalan et al., 2011).

Линеарно програмирање и развој квантитативних приступа самој теорији одлучивања, представља полазиште вишекритеријумског одлучивања. Меккрајмон, 1968. године, представља SAW методу (MacCrimmon, 1968), а након наведених метода, истраживачи су, у наредним година XX и XXI века, развили велики број метода, од којих су најпознатије:

- АHP (Saaty, 1980),
- TOPSIS (Hwang & Yoon, 1981, pp. 58–191),
- PROMETHEE (Brans et al., 1984),
- TODIM (шпан. TOMada de Decisao Interativa e Multicriterio) (Gomes & Lima, 1992),
- MACBETH (енг. Measuring Attractiveness by a categorical Based Evaluation Technique) (Bana e Costa & Vansnick, 1994),
- COPRAS (Zavadskas et al., 1994),
- OCRA (енг. Operational Competitiveness Rating) (Parkan, 1994),
- VIKOR (Opricovic, 1998),
- MOORA (енг. Multi-Objective Optimization on the basis of Ratio Analysis) (Brauers & Zavadskas, 2006),
- ARAS (енг. Additive Ratio Assessment) (Zavadskas & Turskis, 2010),
- SWARA (Stepwise Weight Assessment Ratio Analysis) (Keršulienė et al., 2010),

- MULTIMOORA (енг. Multi-Objective Optimization on the basis of a Ratio Analysis plus the full MULTIplicative form) (Brauers & Zavadskas, 2010),
- WASPAS (енг. Weighted Aggregated Sum Product ASsessment) (Zavadskas et al., 2013),
- MAIRCA (Pamučar et al., 2014),
- MABAC (Pamučar & Ćirović, 2015),
- EDAS (енг. Evaluation Based on Distance from Average Solution) (Ghorabae et al., 2015),
- BWM (енг. Best worst method) (Rezaei, 2015),
- FUCOM (Pamučar et al., 2018),
- CoCoSo (енг. COmbined Compromise Solution) (Yazdani et al., 2019),
- LBWA (Žižović & Pamučar, 2019),
- MARCOS (Stević et al., 2020),
- RAFSI (Ranking of Alternatives through Functional mapping of criterion sub-intervals into a Single Interval) (Žižović et al., 2020),
- LMAW (Pamučar et al., 2021),
- DIBR (Pamucar, Deveci, et al., 2021),
- CRADIS (енг. Compromise ranking of alternatives from distance to ideal solution) (Puška et al., 2022),
- DIBR II (енг. Defining Interrelationships Between Ranked criteria II) (Božanić & Pamucar, 2023),
- SIWEC (енг. Simple WEight Calculation) (Puška, Nedeljković, et al., 2024),
- RAWEC (енг. Ranking of Alternatives with WEights of Criterion) (Puška, Štilić, et al., 2024) и др.

Аутори у (Hwang & Yoon, 1981, р. 2) наводе следеће заједничке карактеристике вишекритеријумског одлучивања:

- Неопходно је формулисати већи број критеријума, на основу којих се посматрају понуђене алтернативе;
- Конфликтност критеријума;
- Критеријуми имају различиту мерну јединицу, те су тешко упоредиве;
- Увек је једна алтернатива, из коначног скупа алтернатива, оптимална.

Вишекритеријумско одлучивање према Хванг и Јун (Hwang & Yoon, 1981, p. 1) представља „доношење одлука у присуству вишеструких, обично сукобљених, критеријума”. Бонисон и др. (Bonissone et al., 2009) вишекритеријумско одлучивање виде као „пресек три фундаменталне области”:

- 1) „генерисање решења путем претраге” – где је неопходно наћи простор могућих решења;
- 2) „избор решења путем агрегације преференција и компромиса” – да би се изабрало оптимално решење, потребно је проценити и агрегирати преференције доносилаца одлуке;
- 3) „интерактивна визуелизација” – у којој је потребно побољшање когнитивног модела проблема који истражујемо, а у циљу доношења квалитетних одлука (Bonissone et al., 2009).

Наведене компоненте ове врсте одлучивања, према (Bonissone et al., 2009) чине срж вишекритеријумског одлучивања, садржану у самој дефиницији (Bonissone et al., 2009; Horn, 1997): вишекритеријумско одлучивање представља „тражење решења, агрегирање преференција и избор одлука”. За вишекритеријумско одлучивање Хајдук (Hajduk, 2022) тврди да „обезбеђује оквир за структурирање проблема одлучивања и обезбеђује скуп метода за генерисање преференција међу алтернативама”, као и да је њихова предност у чињеници да узимају у обзир „контрадикторне и пропорционалне ефекте одлука”, а да се ограничења огледају у томе „што су генерисана решења компромис између многих циљева и нису оптимална због природе проблема”. Миловановић (2004, p. 69) овај појам описује као „ситуације одлучивања у којима постоји већи број, пре свега, конфликтних критеријума”. Према претходно наведеним дефиницијама различитих аутора, *вишекритеријумско одлучивање* се може дефинисати као *процес доношења одлуке о избору оптималне алтернативе из скупа од најмање два допустива решења, у ситуацијама када постоје најмање два различита критеријума који условљавају предметни избор.*

Једна од свеобухватнијих класификација вишекритеријумског одлучивања, на основу различитих параметара, дата је у (Taherdoost & Madanchian, 2023) и представљена на Слици 10.

| | |
|---|---|
| Вишекритеријумско одлучивање | У односу на број алтернатива (коначан или бесконачан): - вишеатрибутивно и - вишециљно. |
| | У односу на типове процедура агрегације при процени критеријума: - без функције, - са дискриминативном функцијом, - са функцијом надмашавања односа и - са функцијом корисности |
| | На основу негативне изводљивости критеријума, када се компензира са позитивном: - компензационо, - делимично компензационо и - некомпензационо. |
| | У зависности од броја доносилаца одлуке: - индивидуално и - групно. |
| | На основу улазних података: - квалитативно и - квантитативно. |
| | На основу комплетности (одређености) улазних података: - у условима извесности и - у условима неизвесности. |
| | У односу на компромис: - базирано на компромису и - не базирано на компромису. |

Слика 10. Класификација вишекритеријумског одлучивања (прилагодио аутор, према: (Taherdoost & Madanchian, 2023))

Суштина овог истраживања базира се на вишеатрибутивном, квалитативном, квантитативном, индивидуалном и групном одлучивању, у условима неизвесности и непрецизних и непотпуних информација.

Генерална математичка формулација вишекритеријумског одлучивања према (Stanimirović et al., 2007, p. 373), дата је у наставку текста (1)-(2):

$$\begin{aligned} \max/ \min \quad & S(y) = S_1, S_2, S_3, \dots, S_l(y), \quad y \in R^n, \quad y = (y_1, y_2, y_3, \dots, y_n) \\ \text{p.o.} \quad & f_i(y) \leq 0, \quad i = 1, 2, 3, \dots, m \\ & h_j(y) = 0, \quad j = 1, 2, 3, \dots, k \end{aligned} \quad (1)$$

где $S(y)$, $f_i(y)$ и $h_j(y)$ представљају реалне функције од n променљивих, садржаних у вектору y . Скуп дозвољених решења $Y \subseteq R^n$ мора да задовољи следећи услов (2):

$$Y = \{y \mid f_i(y) \leq 0, \quad i = 1, 2, 3, \dots, m; \quad h_j(y) = 0, \quad j = 1, 2, 3, \dots, k\} \quad (2)$$

где сваком од дозвољених решења $y \in Y$ одговара скупу критеријумских вредности, чиме се скуп Y пресликава у критеријумски скуп (C) , где је $C = \{S(y) \mid y \in Y\}$.

Чупић и Сукновић (2010, pp. 242–243) модел вишекритеријумског одлучивања математички формулишу као (3):

$$\begin{aligned} \max \quad & [f_1(y), f_2(y), f_3(y), \dots, f_l(y)], \quad l \geq 2 \\ \text{p.o.} \quad & g_i(y) \leq 0, \quad i = 1, 2, 3, \dots, m \\ & y_j \geq 0, \quad j = 1, 2, 3, \dots, k \end{aligned} \quad (3)$$

где $f_l(y)$ представља критеријумске функције од l критеријума садржаних у вектору y , $g_i(y)$ скуп ограничења од m броја ограничења. Такође, аутори наглашавају да се у поставци проблема ради о максимизацији вектора критеријумских функција, јер се минимизација може представити као (4):

$$\max f_d(y) = -\min[-f_d(y)], \quad d \in (1, l) \quad (4)$$

Скуп допустивих решења $Y \in R^n$, на основу израза (3), може се представити као (5):

$$Y = [y \mid g_i(y) \leq 0, \quad i = 1, 2, 3, \dots, m; \quad y_j \geq 0, \quad j = 1, 2, 3, \dots, k] \quad (5)$$

где добијеном скупу одговара скуп критеријумских функција $f_l(y)$, тако да се скуп Y пресликава у критеријумски скуп S (6):

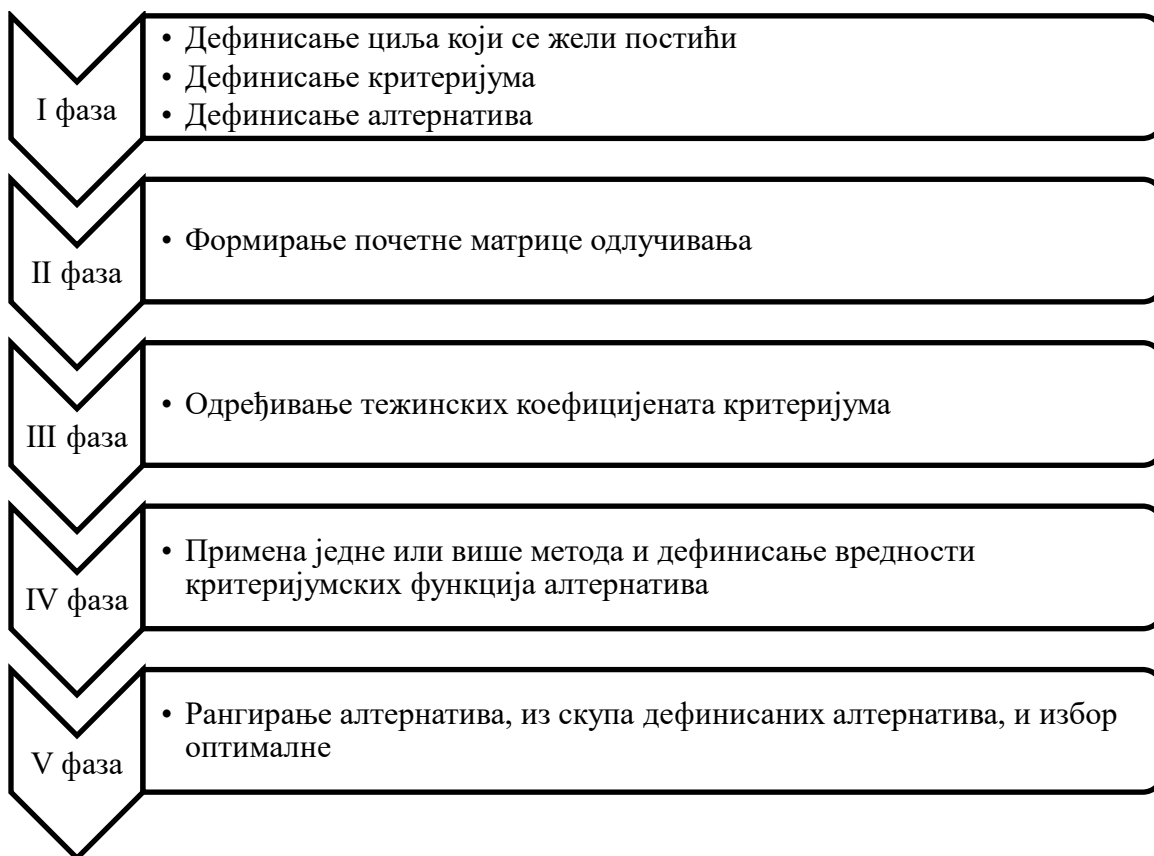
$$S = [f(y) \mid y \in Y] \quad (6)$$

Основни елементи сваког модела вишекритеријумског одлучивања, према Хабенихту и др. (Habenicht et al., 2002) представљени су на Слици 11.



Слика 11. Елементи модела вишекритеријумског одлучивања
(прилагодио аутор, према: (Habenicht et al., 2002))

Под варијаблама одлучивања подразумевају се одређени аспекти алтернатива, док сваки проблем одлучивања има коначан број алтернатива које решавају тај проблем (Habenicht et al., 2002). Да би се извршило оцењивање могућих алтернатива, неопходно је дефинисати критеријуме, односно аспекте са којих се алтернативе посматрају. Након евалуације алтернатива, добијају се одређени излазни резултати, који заједно са преференцијама доводе до коначне одлуке о избору оптималне алтернативе из скупа расположивих. Обзиром да вишекритеријумско одлучивање представља процес, у њему су садржане начелне фазе, представљене на Слици 12.



Слика 12. Начелне фазе вишекритеријумског одлучивања (прилагодио аутор, према: (French & Roy, 1997; Opricovic & Tzeng, 2004))

Поред фаза наведених на Слици 12, а у циљу утврђивања на који начин одређене промене улазних параметара утичу на коначни резултат (избор оптималне алтернативе), врши се и анализа осетљивости (конзистентност, стабилности) излазних резултата метода вишекритеријумског одлучивања (Pamucar et al., 2017), што је постао стандард у бројним научним радовима објављеним у овој области. Обзиром на претходно наведено, може се рећи да сам процес вишекритеријумског одлучивања садржи и VI фазу – Анализа осетљивости излазних резултата (више о овој фази процеса вишекритеријумског одлучивања, дато је у поглављу 7. ове главе). Такође, неизоставни део бројни истраживања из области вишекритеријумског одлучивања јесте и компаративна анализа, која се спроводи како би се утврдила валидност модела, односно како би се резултати коришћених модела упоредили са резултатима других метода и модела.

3. ДЕФИНИСАЊЕ КРИТЕРИЈУМА

Критеријуми су мерило ефикасности и они су полазна тачка процене алтернатива, а представљају њихове параметре перформанси, компоненте, факторе и карактеристике, као и средство процене нивоа достизања постављеног циља (Hwang & Yoon, 1981, p. 16). Према Стојиљковићу (Stojiljković, 1975, pp. 88–89) „критеријуми су мера достизања задатог циља” и „правило по коме ћемо упоређивати варијанте и по коме ћемо одабрати најбољу”, а њихов избор представља комплексан проблем, „због неодређености као неизбежног пратиоца војних система у многим аспектима: у циљу, варијанти, ефикасности”. Аутор у (Milovanović, 2004, p. 379) имплицитно дефинише овај појам као „обележје по којем ће се утврђивати предност једне над другом варијантом и извршити коначан избор”. Критеријуми, такође, представљају елемент вишекритеријумског модела одлучивања и представљају изузетно важан сегмент израде модела. Обзиром да коначна одлука у вишекритеријумском одлучивању о избору оптималне алтернативе из скупа могућих, првенствено зависи од дефинисаних критеријума и њихове значајности (тежинских коефицијената), Хе и Хунг (He & Hung, 2012) констатују да „без јасног разумевања како су ови критеријуми изабрани и пондерисани и како су ови процеси повезани са вредностима стејкхолдера, чак и коначне алтернативе које одабере најефикаснији оквир за обраду информација можда неће бити најприкладнија алтернатива за заинтересоване стране”. Петровић и др. (1970, p. 72) констатују да критеријум „представља меру за компарирање у одабирању најбоље или бар задовољавајуће управљачке акције”. Чупић и Сукновић (2010, p. 241) критеријуме (атрибуте) виде као експлицитне, у којима су укључена неактивна ограничења.

Према Хабенихту и др. (Habenicht et al., 2002) критеријуми одражавају „различите последице које произилазе из избора алтернативе” и аутори наводе неопходне услове које критеријуми морају да задовоље:

- *Потпуност*: Неопходно је у потпуности дефинисати све аспекте који се морају сагледати, изузимајући сопствену субјективност ДО.
- *Међусобна искључивост*: Није дозвољено преплитање аспеката различитих критеријума.
- *Поузданост*: Усредсређеност критеријума на одређени аспект процене алтернатива.

- *Одговарајућа прецизност*: Прецизност у аспекту процене.
- *Независност*: „Критеријум се назива слабо преференцијално независан од осталих критеријума ако је његова процена независна од вредности свих осталих критеријума” (Habenicht et al., 2002).
- *Неопходност*: Уколико изопштавање одређеног критеријума из вишекритеријумског модела одлучивања не резултира промену у коначној одлуци, критеријум је сувишан. Са аспекта економичности, неопходно је тежити што мањем броју критеријума.

У складу са претходно наведеним дефиницијама предметног појма, ***критеријуми представљају мерило ефикасности алтернатива у остварењу постављеног циља, односно параметар предности једне алтернативе у односу на друге.***

Стојиљковић (1975, р. 89) наводи специфичне, начелне, карактеристике критеријума у војним организационим системима, које је тешко утврдити јер су „идеални”:

- *Квантитативност* – критеријум увек мора бити квантитативног типа,
- *Циљност* – мора бити мера достизања циља,
- *Оптимизованост* – оптимизују одлуке са аспекта битних аспеката ситуације,
- *Неконтрадикторност* – не сме бити истовремено и тврдња и негација критеријума на различитим нивоима – вишем и нижем,
- *Јасноћа* – да буду јасни у својој формулацији и
- *Једноставност* – да буду једноставно формулисани.

Као најчешћи критеријуми у војним организационим системима, Стојиљковић (1975, р. 89) наводи:

- Време потребно за извршење задатка,
- Очекивани губици (повољни за властите снаге),
- Ефективност – као однос између резултата који су постигнути и ангажованих ресурса,
- Вероватноћа достизања постављеног циља,
- Математичка очекиваност постигнутих резултата и
- Комбинација претходно наведених критеријума.

Такође, и Миловановић (2004, р. 380) дефинише начелне критеријуме у војним системима, те поред већ набројаних, наводи и следеће:

- ресурси (људски и материјални),
- поузданост варијанте (вероватноћа решавања проблема изабраном варијантом – алтернативом) и
- последице.

Обзиром да критеријуми представљају аспекте са којих се посматрају алтернативе, односно особине алтернатива које се процењују, може се извршити њихова класификација по следећем (Тешић, 2018, р. 21):

- Квантитативне (нумеричке) и квалитативне (лингвистичке),
- Бенефитне (приходне – што више/веће то боље) и трошковне (расходне – што мање то боље).

4. ДЕФИНИСАЊЕ АЛТЕРНАТИВА

Алтернативе представљају избор, опредељивање за једну од могућности (Vučklija, 1991, р. 34). Такође, алтернативе су могућности за решење проблема и постизање постављеног циља, док циљеви представљају нешто чему треба тежити у потпуности, односно то су априорне вредности или нивои аспирације (Hwang & Yoon, 1981, р. 16) и „представљају средство којим, полазећи од почетног стања, настојимо да реализујемо жељено стање” (Tanjga & Tanjga, 2014, р. 52). Стојиљковић (1975, р. 88) имплицитно дефинише алтернативе као „варијанте властитог дејства при предвиђеним стањима окружења”. На основу претходно наведеног, појам *алтернативе* се може детерминисати као *скуп могућих решења вишекритеријумског проблема одлучивања која обезбеђују постизање постављеног циља, а која су доносиоцу одлуке на располагању*.

Према критеријуму расположивости, алтернативе се деле на (Tanjga & Tanjga, 2014, рр. 52–53; Тешић, 2018, р. 21): 1) Унапред дате – скуп алтернатива је дат унапред, пре спровођења процеса одлучивања; 2) Понуђене или откривене – скуп алтернатива постоји у реалном окружењу, али их је потребно пронаћи; 3) Модификоване – дефинисана постојећа решења се мењају у циљу прилагођавања конкретном проблему; 4) Наручене – када се алтернативе дефинишу у циљу решавања конкретног проблема. За потребе овог истраживања, алтернативе су унапред дате и представљају локације на воденим препрекама.

5. ДЕФИНИСАЊЕ И ПРОРАЧУН ТЕЖИНСКИХ КОЕФИЦИЈЕНАТА КРИТЕРИЈУМА

Примена метода вишекритеријумског одлучивања захтева дефинисање критеријума који условљавају избор и имају различите степене важности, односно значајности за доношење коначне одлуке, те је потребно обратити посебну пажњу при њиховом одређивању. Наведена важност (значајност), у оваквом начину одлучивања, представља тежинске коефицијенте критеријума. За решавање проблема одређивања тежинских коефицијената, постоје два приступа: субјективни и објективни.

Субјективни приступ одређивању тежинских коефицијената критеријума заснива се на информацијама добијеним од експерата или доносиоца одлуке, где исти директно утичу на коначну одлуку (Milićević & Žuras, 2012), а заснивају се, начелно, на парним поређењима или на рангирању критеријума.

Објективни приступ одређивању тежинских коефицијената критеријума, према (Tzeng et al., 1998) подразумева да се „објективна тежина може израчунати из исхода без постављања питања о перцепцији доносилаца одлука”. Срђевић и др. (2016) наводе три основна начина за објективно одређивање тежинских коефицијената критеријума. „Први је да доносилац субјективно утврди тежине критеријума (нпр. поентирањем или поређењем у паровима као у методу АНР). Други начин је да се анализира садржај матрице и на основу информације која је садржана у рејтинзима алтернатива одреде тежине критеријума. Трећи начин је да се претходна два поступка интегришу, нпр. увођењем погодне константе из интервала $[0,1]$ и линеарним подешавањем степена интеграције субјективних и објективних тежина”.

Када је у питању подела метода за одређивање тежинских коефицијената критеријума на основу броја доносилаца одлуке, разликујемо индивидуалне и групне методе (Milićević & Žuras, 2012). Прве методе су засноване на субјективном мишљењу појединаца, док код групних метода, у процесу одређивања тежинских коефицијената критеријума учешће узима више експерата из области.

Битно је напоменути да је сума тежинских коефицијената свих критеријума једнака 1. У овом истраживању, коришћене су субјективне, групне методе за одређивање тежинских коефицијената критеријума, засноване на парним поређењима и на рангирању критеријума.

6. ОПИС КОРИШЋЕНИХ МЕТОДА ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКОГ ОДЛУЧИВАЊА

За решавање проблема вишекритеријумског одлучивања за потребе овог истраживања коришћене су различите теорије које добро третирају неизвесности и непрецизности, као и различите методе, како за дефинисање тежинских коефицијената критеријума, тако и за избор оптималне алтернативе из скупа могућих решења. Поред наведеног, за агрегацију различитих вредности и експертских мишљења, коришћени су и различити оператори. У наставку текста, извршен је опис коришћених метода, оператора и теорија.

6.1. Теорије за третирање неизвесности при одлучивању

Приликом решавања проблема помоћу математичких модела вишекритеријумског одлучивања препознат је проблем превођења реалног стања у математички модел, а конкретно се проблем односи на чињеницу да у реалности неки критеријуми утичу на одлуку, али се не могу квантификовати и представити кроз стандардне мерне јединице, већ доношење одлука често зависи од субјективне перцепције доносиоца одлука, његовог искуства, образовања и слично. Такође, критеријумима често недостају потпуне информације, или су непрецизне, што условљава доносиоце одлука да субјективно процењују услове реалитета, односно јавља се неизвесност при одлучивању. Неизвесност, у смислу овог истраживања, подразумева „да у одређеној ситуацији особа не располаже информацијама које су квантитативно и квалитативно прикладне да детерминистички и нумерички опише, пропише или предвиди систем, његово понашање или друге карактеристике” (Zimmermann, 2000). Претходно наведено, довело је до развоја различитих области које добро третирају неизвесност, али још увек истраживачи траже начине да у потпуности математичким моделом прикажу стварни реалитет. Наведени проблем представља велики изазов за све научнике у свету. У наставку текста, дат је опис области које решавају проблем неизвесности, непрецизности и непотпуних података, а коришћене су у истраживању.

6.1.1. Фази бројеви

За разлику од конвенционалних скупова, где је припадност једног елемента скупу прецизно дефинисана, код фази логике то није случај, већ елемент може мање или више

припадати скупу (Pamućar, Vožanić, & Đorović, 2011, p. 594; Tešić, 2018, p. 34). Аутори у (Pamućar, Vožanić, & Đorović, 2011, p. 594) тврде да је због овакве своје особине, фази логика ближа људској перцепцији него конвенционална и да омогућава квантификацију непрецизних информација, а према (Vožanic et al., 2016; Tešić, 2018), оне су честа појава у друштвеним наукама, као и у самом процесу одлучивања. Основе фази скупова постављене су у делима Лотфија Задеха (Zadeh, 1965, 1990) и она представљају базу за даљу надградњу ове области. Фази скупови, омогућавају постепене прелазе између припадања и неприпадања у скупу и дефинишу се додељивањем степена припадања сваком могућем елементу у универзуму дискурса, што омогућава представљање неизвесности и нејасних концепата изражених у природном језику (Sygrououlos, 2021, pp. 11–19). Овај приступ је користан за моделирање стварних проблема и појмова који имају нејасне границе. Фази скуп се формулише као скуп уређених парова (Vožanic et al., 2016).

$$\tilde{F} = \{(x, \mu_{\tilde{F}}(x)) \mid x \in X, 0 \leq \mu_{\tilde{F}}(x) \leq 1\} \quad (7)$$

где X представља скуп на којем је формиран фази скуп \tilde{F} , а $\mu_{\tilde{F}}(x)$ представља функцију припадности елемента x скупу \tilde{F} , $\mu_{\tilde{F}}(x) \in [0,1]$.

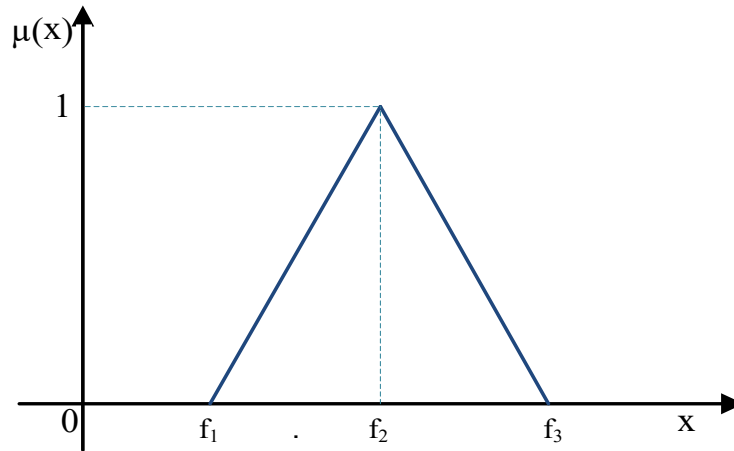
До сада су развијени различити фази скупови и бројеви, који су коришћени у различитим истраживањима где је било неопходно третирати непрецизне податке. У наставку, биће описани само они скупови и бројеви који су коришћени за потребе овог истраживања.

6.1.1.1. Троугласти фази бројеви

Троугласти фази број (енг. Triangular fuzzy numbers-TFN) \tilde{F} се састоји од леве (f_1) и десне (f_3) дистрибуције интервала поверења фази броја, као и места где функција припадности има максималну вредност (f_2) и има облик $\tilde{F} = (f_1; f_2; f_3)$, а функција припадности фази броја се дефинише следећим изразима:

$$\mu_{\tilde{F}}(x) = \begin{cases} 0, & x < f_1 \\ \frac{x-f_1}{f_2-f_1}, & f_1 \leq x \leq f_2 \\ 1, & x = f_2 \\ \frac{f_3-x}{f_3-f_2}, & f_2 \leq x \leq f_3 \\ 0, & x > f_3 \end{cases} \quad (8)$$

Изглед троугластог фази броја, приказан је на Слици 13.



Слика 13. Троугласти фази број

Дефазификација троугластих фази бројева, у овом истраживању, врши се применом следећег израза (Liou & Wang, 1992; Seiford, 1996):

$$defF = [\rho f_3 + f_2 + (1 - \rho) f_1] / 2 \quad (9)$$

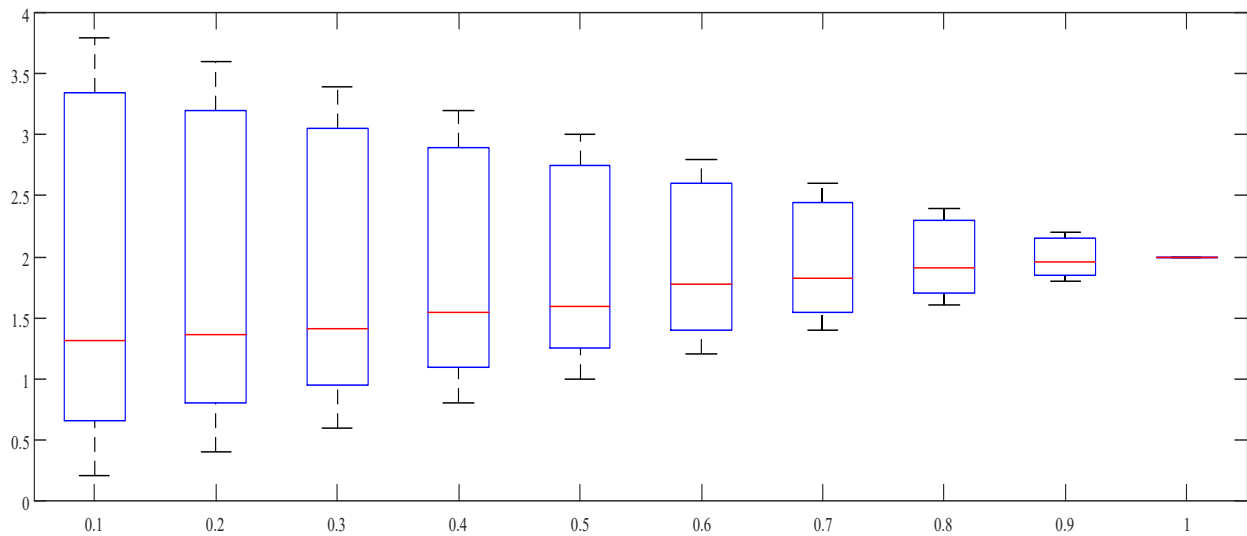
где ρ представља индекс оптимизма $\rho \in [0, 1]$. Мање вредности индекса оптимизма, односно веровања доносиоца одлуке у ризик при одлучивању, означавају песимистички однос, вредност 0,5 умерен, а веће вредности индекса представљају оптимистички однос према ризику (Bozbura et al., 2007; Liou & Wang, 1992). Наведени начин дефазификације, у директној је корелацији са начином на који се формирају елементи фази броја и предметом истраживања. Тачније, уколико доносилац одлуке није апсолутно уверен у своју тврдњу, сматра се да постоји ризик приликом одлучивања. Обзиром да предмет истраживања, захтева ригорозан однос према ризику, а због последица које могу проистећи из лоше одлуке (губици људских живота и технике, као и неуспех операције), однос према ризику у овом истраживању, дефинисан је као песимистички, односно индекс оптимизма има вредност 0,1, у свим ситуацијама где доносилац одлуке (експерт) није апсолутно сигуран у дате тврдње.

За потребе овог истраживања, а у делу који се односи на дефинисање тежинских коефицијената критеријума, формирање троугластих фази бројева извршено је помоћу степена уверности (σ) експерата у дате тврдње (Božanić, Karović, & Pamučar, 2015), израз (10)

$$\tilde{F} = (f_1; f_2; f_3) = \left\{ \begin{array}{l} f_1 = \sigma f_2, \quad f_1 \leq f_2, \\ f_2 = f_2, \\ f_3 = (2 - \sigma) f_2, \quad f_3 \geq f_2, \\ \text{if } f_2 = 1 \text{ then } \sigma = 1 \end{array} \right\} \quad (10)$$

Вредности степена уверености се налазе у интервалу $\sigma \in [0,1]$, где вредност 1 описује апсолутну увереност експерта у дате тврдње (100%), док вредност 0 описује апсолутну не увереност експерта у дате тврдње.

На Слици 14 приказан је троугласти фази број $\tilde{2}$ у односу на вредности степена уверености. Црвена линија на слици представља дефазификовану вредност фази броја, применом израза (9), уз песимистички однос према ризику и вредност индекса оптимизма 0,1.



Слика 14. Троугласти фази број са степеном уверености

6.1.1.2. Трапезоидни фази бројеви

Трапезоидни фази бројеви (енг. Trapezoidal fuzzy numbers-TrFN) су посебан тип фази бројева који се користе за моделовање нејасних или неодређених података (Syropoulos, 2021, pp. 11–19). Они су дефинисани функцијом припадности која има облик трапеза. Ова функција припадности се састоји од четири параметра који одређују почетак, крај и две тачке прелома трапеза. Почетак и крај одређују где функција припадности почиње и

завршава, док тачке прелома одређују где функција припадности достиже своју максималну вредност (Sygroulos, 2021, pp. 11–19). Трапезоидни фази скупови су корисни јер омогућавају флексибилно и интуитивно моделирање нејасних концепата (Sygroulos, 2021, pp. 11–19).

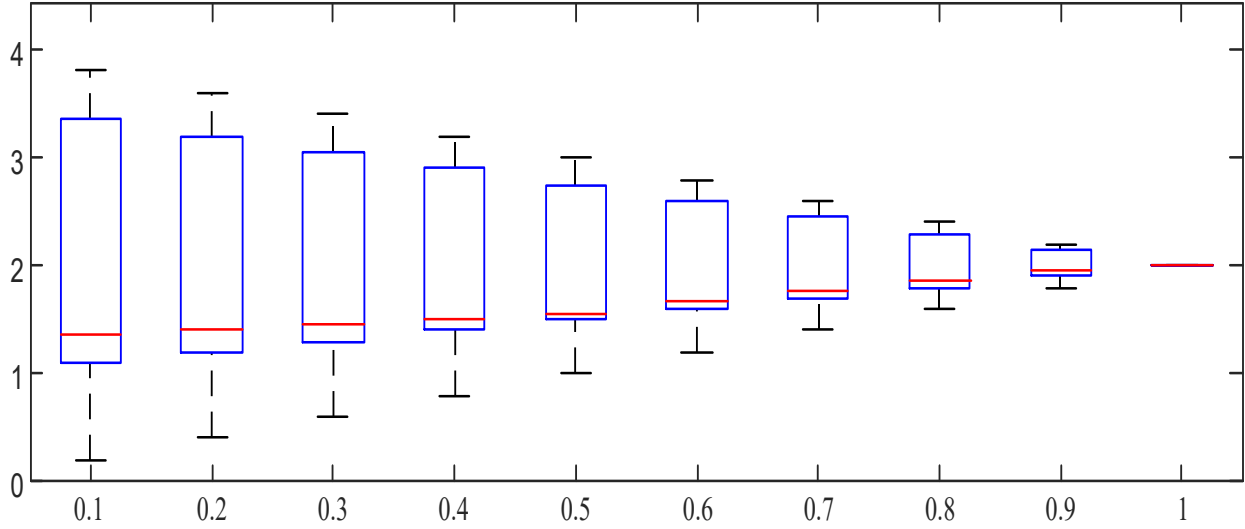
За разлику од троугластих фази бројева, трапезоидни имају следећи облик $\tilde{F} = (f_1; f_2; f_3; f_4)$. Формирање трапезоидних фази бројева, за потребе овог истраживања, а у делу који се односи на дефинисање тежинских коефицијената критеријума, врши се, такође, помоћу степена уверености (σ) експерата у дате тврдње, израз (11).

$$\tilde{F} = (f_1; f_2; f_3; f_4) = \left\{ \begin{array}{l} f_1 = \sigma f_3, f_1 \leq f_2, \\ f_2 = f_2, f_2 \leq f_3, \\ f_3 = (f_2 + f_4)/2, f_3 \leq f_4, \\ f_4 = (2 - \sigma) f_2 \end{array} \right\} \quad (11)$$

Дефазификација трапезоидних фази бројева, у овом истраживању, врши се применом следећег израза (Liou & Wang, 1992), из истих разлога као и код троугластих фази бројева, користећи, такође, индекс оптимизма:

$$defF = [\rho(f_3 + f_4) + (1 - \rho)(f_1 + f_2)] / 2 \quad (12)$$

На Слици 15 приказан је трапезоидни фази број $\tilde{2}$ у односу на вредности степена уверености. Црвена линија на слици представља дефазификовану вредност фази броја, применом израза (12), уз песимистички однос према ризику и вредност индекса оптимизма $0,1$.



Слика 15. Трапезоидни фази број са степеном уверености

6.1.1.3. Ферматеан фази бројеви

Ферматеан (енг. Fermatean) фази скупови и бројеви, као и њихове математичке операције, представљени су у (Senapati & Yager, 2019b, 2020). У наставку текста, дат је кратак опис ферматеан фази бројева, према (Senapati & Yager, 2019b).

Нека је D универзум који садржи све елементе. Ферматеан фази скуп $\tilde{\Phi}$ у скупу D је објекат који има следећу форму:

$$\tilde{\Phi} = \{ \langle d, \alpha_{\Phi}(d), \beta_{\Phi}(d) \rangle : d \in D \} \quad (13)$$

где:

$$\alpha_{\Phi}(d) \in (0,1) \text{ и } \beta_{\Phi}(d) \in (0,1) \quad (14)$$

где $\alpha_{\Phi}(d)$ означава колико елемент припада скупу, а $\beta_{\Phi}(d)$ колико елемент не припада скупу, уз задовољење услова да је:

$$0 \leq (\alpha_{\Phi}(d))^3 + (\beta_{\Phi}(d))^3 \leq 1 \quad (15)$$

За сваки ферматеан фази скуп $\tilde{\Phi}$ и $d \in D$, дефинише се степен неодређености, израз (16):

$$\mathfrak{I}_{\Phi}(d) = \sqrt[3]{1 - (\alpha_{\Phi}(d))^3 - (\beta_{\Phi}(d))^3} \quad (16)$$

Претварање ферматеан фази вредности у крисп вредности, врши се применом следећег израза:

$$\Phi^{crisp} = 1 + \left[(\alpha_\Phi(d))^3 - (\beta_\Phi(d))^3 \right] \quad (17)$$

6.1.2. Груби бројеви

Основе грубих скупова дао је проф. Павлак (Pawlak, 1982, 1991, 1996; Pawlak & Sowiński, 1994), где је као њихова главна одлика наведено добро третирање неизвесности у процесу доношења одлука, а посебно у ситуацијама када су информације непотпуне. У наставку текста, дат је опис грубих бројева, према (Tešić, Radovanović, et al., 2022).

Нека је A универзум који садржи све елементе, X је гранични елеменат универзума, а R је скуп који у себи садржи елементе (G_1, G_2, \dots, G_t) . Уколико су ови елементи поређани у низ $G_1 < G_2 < \dots < G_t$ онда $\forall X \in A, G_q \in R, 1 \leq q \leq t$, чиме се дефинишу горња ($\underline{Apr}(G_q)$) и доња апроксимација ($\overline{Apr}(G_q)$), као и гранична регија ($Bnd(G_q)$) елемента G_q у складу са следећим:

$$\underline{Apr}(G_q) = \bigcup \{ X \in A / R(X) \leq G_q \} \quad (18)$$

$$\overline{Apr}(G_q) = \bigcup \{ X \in A / R(X) \geq G_q \} \quad (19)$$

$$Bnd(G_q) = \bigcup \{ X \in A / R(X) \neq G_q \} = \{ X \in A / R(X) > G_q \} \cup \{ X \in A / R(X) < G_q \} \quad (20)$$

Елемент G_q се може приказати као груби број $RN(G_q)$ који има своју доњу $\underline{Lim}(G_q)$ и горњу границу $\overline{Lim}(G_q)$, где је:

$$\underline{Lim}(G_q) = \frac{1}{M_L} \sum R(X) | X \in \underline{Apr}(G_q) \quad (21)$$

$$\overline{Lim}(G_q) = \frac{1}{M_U} \sum R(X) | X \in \overline{Apr}(G_q) \quad (22)$$

$$RN(G_q) = \left[\underline{Lim}(G_q); \overline{Lim}(G_q) \right] \quad (23)$$

Ознаке M_L и M_U означавају број елемената који се садрже у $\overline{Apr}(G_q)$. Средња вредност елемената који су укључени у доњу и горњу апроксимацију, представља доњу и горњу границу, а њихова разлика представља груби гранични интервал ($RBnd(G_q)$), који означава неодређеност елемента G_q :

$$RBnd(G_q) = \overline{Lim}(G_q) - \underline{Lim}(G_q) \quad (24)$$

Мања вредност грубог граничног интервала означава бољу прецизност, док мања вредност означава већу непрецизност.

За потребе овог истраживања, а у делу који се односи на дефинисање тежинских коефицијената критеријума, формирање грубог броја врши се помоћу степена уверености експерата (σ) и применом следећег израза:

$$RN(G_i) = \left[\underline{Lim}(G_i); \overline{Lim}(G_i) \right] = \left\{ \begin{array}{l} \underline{Lim}(G_i) = \sigma X, \\ \overline{Lim}(G_i) = X + ((1-\sigma)\underline{Lim}(G_i)), \\ \underline{Lim}(G_i) \leq \overline{Lim}(G_i) \end{array} \right\} \quad (25)$$

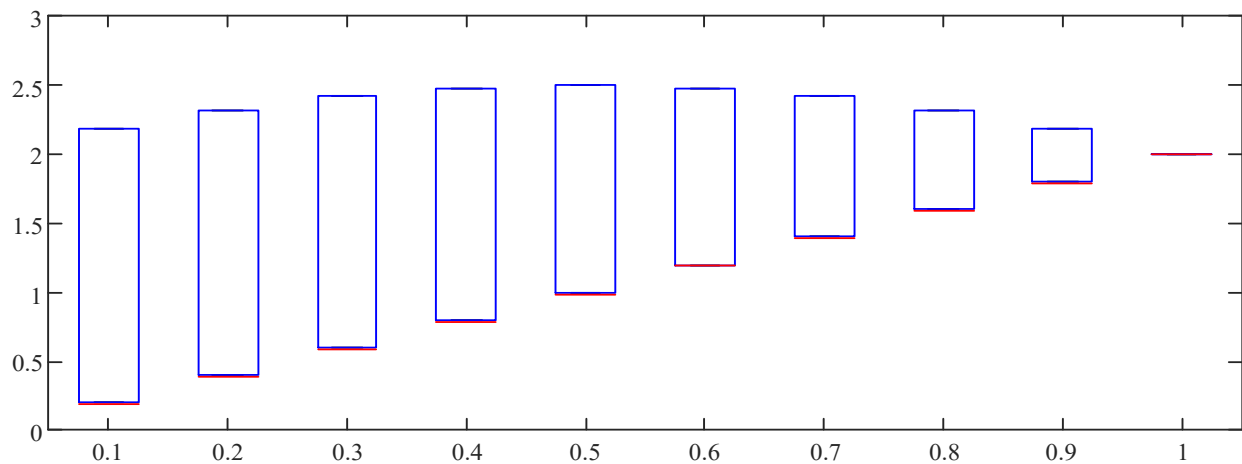
Претварање грубог броја $RN(G_i) = \left[\underline{Lim}(G_i); \overline{Lim}(G_i) \right]$ у крисп вредност G_i^{crisp} , врши се помоћу грубог граничног интервала, израз (24), и применом израза (26)-(27) (Stević, 2018, p. 65).

$$G_i^{crisp} = \gamma \underline{Lim}(G_i) + (1-\gamma) \overline{Lim}(G_i) \quad (26)$$

$$\gamma = \frac{RBnd(G_q)}{\underline{Lim}(G_i) + \overline{Lim}(G_i)} \quad (27)$$

где γ представља индикатор и креће се у границама $0 \leq \gamma \leq 1$ (Stević, 2018, p. 65).

На Слици 16 приказан је груби број $RN(2)$ у односу на вредности степена уверености. Црвена линија на слици представља крисп вредност грубог броја, применом израза (26) и (27). Наведени приступ, такође, разматра песимистички однос према ризику, као и код фази бројева.



Слика 16. Груби број са степеном уверености

6.1.3. Греј бројеви

За третирање делимично познатих и делимично непознатих информација, може се користити Греј теорија (Liu et al., 2012), чије је основне поставке дао Денг (Ju-Long, 1982). Аутор у (Ju-Long, 1982) информације класификује у три категорије: беле (потпуно познате), греј (недовољно познате) и црне (потпуно непознате). Греј бројеви су „они бројеви чија тачна вредност није позната, али је познат распон у којем се тај број налази” (Liu & Yi, 2006, p. 23). Опис интервалних греј бројева (енг. Interval grey numbers), који су коришћени у овом истраживању, дат је у наставку текста, према (Badi et al., 2019; Badi & Pamucar, 2020; Liu et al., 2012; Тешић, Воžанић, Пушка, et al., 2023).

Ако је A универзални скуп, онда је греј скуп S скупа A дефинисан са своја два пресликавања: $\bar{\mu}_S(A)$ и $\underline{\mu}_S(A)$, где је $\bar{\mu}_S(A): A \rightarrow [0,1]$ and $\underline{\mu}_S(A): A \rightarrow [0,1]$ и $\bar{\mu}_S(A) \geq \underline{\mu}_S(A)$, $a \in A$. Интервални греј број $\otimes S$ дефинише се као $\otimes S = [\underline{S}; \bar{S}]$, где \underline{S} представља доњу границу, а \bar{S} горњу границу греј броја $\otimes S$, и где је $\underline{S} < \bar{S}$. Уколико су вредности доње и горње границе једнаке, онда је реч о крисп броју. Аритметичке операције са греј бројевима, приказане су, на пример, у (Badi & Pamucar, 2020; Liu et al., 2012).

Обзиром да основни концепт греј систем теорије представљају интервални греј бројеви и да експерти нису увек апсолутно сигурни у дате тврдње, лимити интервалног греј броја, за потребе овог истраживања, а у делу који се односи на дефинисање тежинских коефицијената критеријума, формирају се по следећем изразу:

$$\otimes S = (\underline{S}; \bar{S}) = \left\{ \begin{array}{l} \underline{S} = \sigma S, \quad 0 < \sigma \leq 1, S \geq 0 \\ \bar{S} = S + ((1 - \sigma)\underline{S}) \\ \bar{S} > \underline{S} \end{array} \right\} \quad (28)$$

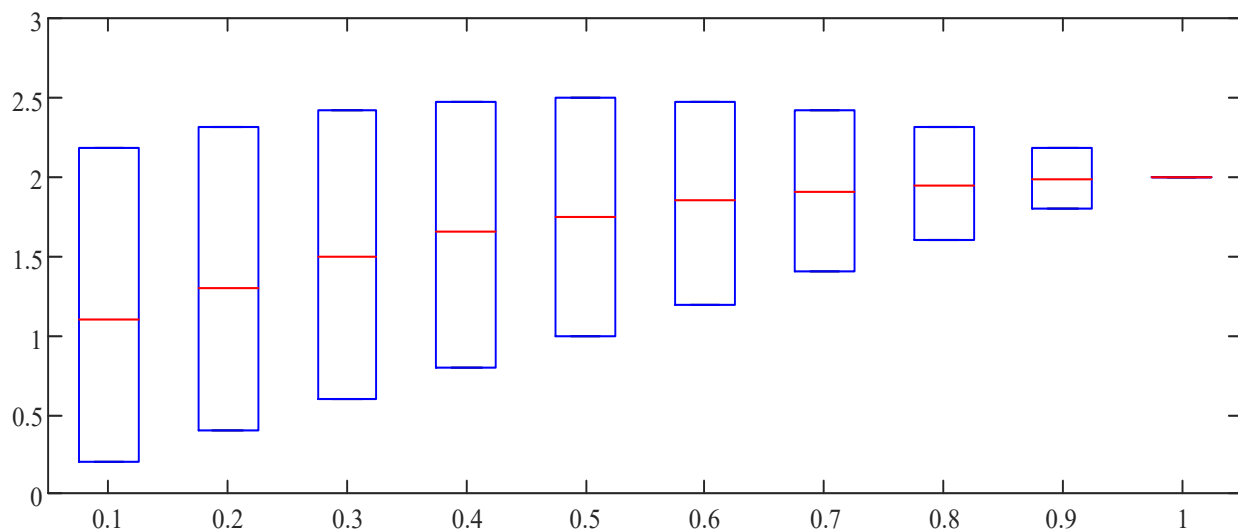
где је S крисп вредност, σ представља степен уверености експерата у дате тврдње. Уколико је експерт апсолутно сигуран у своје тврдње, односно у проценту од 100%, онда је вредност σ једнака 1, а ако је сигуран 80%, $\sigma = 0,8$, итд.

Претварање интервалног греј броја у крисп вредност, врши се применом израза (29).

$$S_\lambda = (1 - \lambda) \cdot \underline{S} + \lambda \cdot \bar{S} \quad (29)$$

где λ представља коефицијент избељивања (енг. whitening coefficient) $\lambda \in [0,1]$ (Pamucar, Yazdani, et al., 2021). Усвојена вредност овог коефицијента износи 0,5, према

(Pamucar, Yazdani, et al., 2021). На Слици 17, приказан је интервални греј број $\otimes 2$, у складу са вредностима степена уверености.



Слика 17. Интервални греј број са степеном уверености

6.2. Методе за одређивање тежинских коефицијената критеријума

Одабир најбоље методе вишекритеријумског одлучивања је велики изазов за истраживаче и углавном се своди на субјективно мишљење, јер не постоји конкретан механизам за објективну верификацију (Baydaş & Pamucar, 2022).

За одређивање тежинских коефицијената критеријума, коришћене су методе DIBR и DIBR II, унапређене помоћу фази, греј и грубих бројева. Опис коришћених метода, дат је у наставку текста.

6.2.1. Fuzzy DIBR

Једна од метода која је развијена за дефинисање тежинских коефицијената критеријума, а које се заснива на дефинисању односа између ранжираних критеријума, је и DIBR метода (Pamucar, Devenci, et al., 2021). Ова метода разматра односе између суседних критеријума и захтева мали број потребних поређења како би се дошло до коначних вредности тежина критеријума. Метода је до сада нашла своју примену у различитим истраживањима и унапређивана је различитим теоријама које добро третирају непрецизности и неизвесност. Једна од теорија која је имплементирана у предметну методу је и фази теорија. У наставку

текста, описана је Fuzzy DIBR метода, која је унапређена троугластим фази бројевима. Метода се састоји од пет корака (Patusar et al., 2022):

Корак 1. Рангирање критеријума према значајности.

На дефинисаном скупу од n критеријума $C = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$ врши се рангирање критеријума према значајности као $C_1 > C_2 > C_3 > \dots > C_n$.

Корак 2. Поређење критеријума и дефинисање међусобних односа.

Након дефинисања ранга критеријума, врши се њихово поређење, чиме се добијају фази вредности поређења $\tilde{\pi}_{12}, \tilde{\pi}_{23}, \dots, \tilde{\pi}_{n-1,n}$ и $\tilde{\pi}_{1n}$, које морају задовољавати услов $\pi_{n-1,n}, \pi_{1n} \in [0,1]$. Однос између вредности поређења и тежинских коефицијената критеријума, приказан је изразима (30)-(33)

$$\tilde{\omega}_1 : \tilde{\omega}_2 = (1 - \tilde{\pi}_{12}) : \tilde{\pi}_{12} \quad (30)$$

$$\tilde{\omega}_2 : \tilde{\omega}_3 = (1 - \tilde{\pi}_{23}) : \tilde{\pi}_{23} \quad (31)$$

...

$$\tilde{\omega}_{n-1} : \tilde{\omega}_n = (1 - \tilde{\pi}_{n-1,n}) : \tilde{\pi}_{n-1,n} \quad (32)$$

$$\tilde{\omega}_1 : \tilde{\omega}_n = (1 - \tilde{\pi}_{1,n}) : \tilde{\pi}_{1,n} \quad (33)$$

Корак 3. Дефинисање релација за прорачун тежинских коефицијената.

На основу претходно дефинисаних односа, произилазе изрази за одређивање тежинских коефицијената критеријума $\tilde{\omega}_2, \tilde{\omega}_3, \dots, \tilde{\omega}_n$:

$$\tilde{\omega}_2 = \frac{\tilde{\pi}_{12}}{(1 - \tilde{\pi}_{12})} \tilde{\omega}_1 \quad (34)$$

$$\tilde{\omega}_3 = \frac{\tilde{\pi}_{23}}{(1 - \tilde{\pi}_{23})} \tilde{\omega}_2 = \frac{\tilde{\pi}_{12} \tilde{\pi}_{23}}{(1 - \tilde{\pi}_{12})(1 - \tilde{\pi}_{23})} \tilde{\omega}_1 \quad (35)$$

...

$$\tilde{\omega}_n = \frac{\tilde{\pi}_{n-1,n}}{(1 - \tilde{\pi}_{n-1,n})} \tilde{\omega}_{n-1} = \frac{\tilde{\pi}_{12} \tilde{\pi}_{23} \dots \tilde{\pi}_{n-1,n}}{(1 - \tilde{\pi}_{12})(1 - \tilde{\pi}_{23}) \dots (1 - \tilde{\pi}_{n-1,n})} \tilde{\omega}_1 = \frac{\prod_{i=1}^{n-1} \tilde{\pi}_{i,i+1}}{\prod_{i=1}^{n-1} (1 - \tilde{\pi}_{i,i+1})} \tilde{\omega}_1 \quad (36)$$

Корак 4. Прорачун тежинског коефицијента најугицајнијег критеријума.

Обзиром да је неопходно да вредности тежина критеријума задовоље услов да је $\sum_{i=1}^n \omega_i = 1$ и на основу претходно дефинисаних израза, дефинише се следећи математички израз за прорачун тежине најзначајнијег критеријума:

$$\tilde{\omega}_1 = \frac{1}{1 + \frac{\tilde{\pi}_{1,2}}{(1-\tilde{\pi}_{1,2})} + \frac{\tilde{\pi}_{1,2}\tilde{\pi}_{2,3}}{(1-\tilde{\pi}_{1,2})(1-\tilde{\pi}_{2,3})} + \dots + \frac{\prod_{i=1}^{n-1} \tilde{\pi}_{i,i+1}}{\prod_{i=1}^{n-1} (1-\tilde{\pi}_{i,i+1})}} \quad (37)$$

Применом добијене вредности тежине критеријума $\tilde{\omega}_1$ у изразе (34)-(36), добијају се тежински коефицијенти осталих критеријума $\tilde{\omega}_2, \tilde{\omega}_3, \dots, \tilde{\omega}_n$.

Дефазификација добијених вредности тежинских коефицијената критеријума, врши се применом израза (9).

Корак 5. Контрола квалитета дефинисаних односа између критеријума.

Врши се поређењем вредности односа $\pi'_{1,n}$ и $\pi_{1,n}$, где се $\pi'_{1,n}$ добија помоћу израза:

$$\pi'_{1,n} = \frac{\omega_n}{\omega_1 + \omega_n} \quad (38)$$

и где је:

$$\omega_n = \frac{\pi_{1n}}{(1-\pi_{1n})} \omega_1 \quad (39)$$

Да би преференција одлуке била задовољена, односно да би квалитет дефинисаних односа био добар, неопходно је да вредности $\pi'_{1,n}$ и $\pi_{1,n}$ буду приближно једнаке (дозвољено је до 10% одступања). Уколико то није случај, неопходно је поново дефинисати односе између критеријума како би се постигло задовољење наведеног услова.

6.2.2. TrFN DIBR

За потребе овог истраживања, развијена је и метода TrFN DIBR. Кораци методе су идентични као и код Fuzzy DIBR методе, са следећим општим разликама:

1) Уместо троугластих фази бројева, користе се трапезоидни фази бројеви

$$\tilde{F} = (f_1; f_2; f_3; f_4).$$

- 2) Односи између критеријума ($\tilde{\theta}_{n-1,n}$) дефинисани су помоћу израза (11) и степена уверености експерата у тврдње (σ), уз задовољење услова да је $\theta_{n-1,n} \geq 1$. Уколико је експерт уверен у своје тврдње мање од 50%, такво мишљење се одбацује као не експертско.
- 3) Дефазификација вредности тежинских коефицијената критеријума, врши се применом израза (12).

6.2.3. DIBR II

Метода DIBR II је развијена за потребе одређивања тежинских коефицијената критеријума (w_n) и заснована је на малом броју међусобних поређења суседних критеријума (Božanić & Pamucar, 2023). Од публикувања методе, до сада је примењивана у областима: логистике (Božanić et al., 2024), одбране и војске (Tešić, Božanić, & Milić, 2023; Tešić, Božanić, Radovanović, et al., 2023; Tešić & Marinković, 2023) и енергетике (Kara et al., 2024). Кораци методе представљени су у наставку текста (Božanić et al., 2024; Božanić & Pamucar, 2023).

Кораци 1 и 2 – Идентификација $C = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$ и евалуација критеријума који условљавају избор по значајности $C_1 > C_2 > \dots > C_n$.

Корак 3 – Дефинисање односа између суседних критеријума ($\eta_{n-1,n}$):

$$w_1 : w_2 = \eta_{1,2} : 1 \mapsto \frac{w_1}{w_2} = \eta_{1,2} \quad (40)$$

$$w_2 : w_3 = \eta_{2,3} : 1 \mapsto \frac{w_2}{w_3} = \eta_{2,3} \quad (41)$$

...

$$w_{n-1} : w_n = \eta_{n-1,n} : 1 \mapsto \frac{w_{n-1}}{w_n} = \eta_{n-1,n} \quad (42)$$

Такође, и дефинисање односа између најзначајнијег и најмање значајног критеријума:

$$w_1 : w_n = \eta_{1,n} : 1 \mapsto \frac{w_1}{w_n} = \eta_{1,n} \quad (43)$$

Кораци 4 и 5 – Дефинисање односа између прворангираног и осталих критеријума, изрази (44)-(46), и дефинисање тежинског коефицијента најзначајнијег критеријума, израз (47).

$$w_2 = \frac{w_1}{\eta_{1,2}} \quad (44)$$

$$w_3 = \frac{w_1}{\eta_{1,2} \cdot \eta_{2,3}} \quad (45)$$

...

$$w_n = \frac{w_1}{\eta_{1,2} \cdot \eta_{2,3} \cdot \dots \cdot \eta_{n-1,n}} \quad (46)$$

$$w_1 = \frac{1}{1 + \frac{1}{\eta_{1,2}} + \frac{1}{\eta_{1,2} \cdot \eta_{2,3}} + \dots + \frac{1}{\eta_{1,2} \cdot \eta_{2,3} \cdot \dots \cdot \eta_{n-1,n}}} \quad (47)$$

Корак 6 – Дефинисање тежина осталих критеријума, изрази (44)-(46).

Корак 7 – Провера квалитета дефинисаних односа, односно одређивање вредности девијације S_n (48) и контролне вредности w_n^c (49). Вредност девијације мора задовољити следећи услов, уз максимално одступање до 10%: $0 \leq S_n \leq 0.1$.

$$S_n = \left| 1 - \frac{w_n}{w_n^c} \right| \quad (48)$$

$$w_n^c = \frac{w_1}{\eta_{1,n}} \quad (49)$$

6.2.4. Fuzzy DIBR II

За потребе овог истраживања, развијена је Fuzzy DIBR II метода, у којој су имплементирани троугласти фази бројеви, засновани на степену уверености експерата. Метода је верификована и публикована у (Tešić, Božanić, & Khalilzadeh, 2024a). Кораци методе, представљени су у наставку (Tešić, Božanić, & Khalilzadeh, 2024a).

Корак 1. – Идентификација критеријума који условљавају избор $K = \{K_1, K_2, \dots, K_n\}$, где n представља укупан број идентификованих критеријума.

Корак 2 – Дефинисање значајности критеријума $K_1 > K_2 > \dots > K_n$.

Корак 3 – Дефинисање односа између критеријума ($\theta_{n-1,n}$):

$$\tilde{\omega}_1 : \tilde{\omega}_2 = \tilde{\theta}_{1,2} : 1 \mapsto \frac{\tilde{\omega}_1}{\tilde{\omega}_2} = \tilde{\theta}_{1,2} \quad (50)$$

$$\tilde{\omega}_2 : \tilde{\omega}_3 = \tilde{\theta}_{2,3} : 1 \mapsto \frac{\tilde{\omega}_2}{\tilde{\omega}_3} = \tilde{\theta}_{2,3} \quad (51)$$

...

$$\tilde{\omega}_{n-1} : \tilde{\omega}_n = \tilde{\theta}_{n-1,n} : 1 \mapsto \frac{\tilde{\omega}_{n-1}}{\tilde{\omega}_n} = \tilde{\theta}_{n-1,n} \quad (52)$$

$$\tilde{\omega}_1 : \tilde{\omega}_n = \tilde{\theta}_{1,n} : 1 \mapsto \frac{\tilde{\omega}_1}{\tilde{\omega}_n} = \tilde{\theta}_{1,n} \quad (53)$$

где $\tilde{\omega}$ представља фазификовану вредност критеријума и где су односи између критеријума ($\tilde{\theta}_{n-1,n}$) дефинисани помоћу израза (10) и степена уверености експерата у тврдње (σ). Вредност поређења мора задовољити услов да је $\theta_{n-1,n} \geq 1$. Уколико је експерт уверен у своје тврдње мање од 50%, такво мишљење се одбацује као не експертско.

Корак 4 – Дефинисање односа између најзначајнијег и осталих критеријума, изрази (54)-(56).

$$\tilde{\omega}_2 = \frac{\tilde{\omega}_1}{\tilde{\theta}_{1,2}} \quad (54)$$

$$\tilde{\omega}_3 = \frac{\tilde{\omega}_1}{\tilde{\theta}_{1,2} \odot \tilde{\theta}_{2,3}} \quad (55)$$

...

$$\tilde{\omega}_n = \frac{\tilde{\omega}_1}{\tilde{\theta}_{1,2} \odot \tilde{\theta}_{2,3} \odot \dots \odot \tilde{\theta}_{n-1,n}} \quad (56)$$

Корак 5 - Дефинисање тежинских коефицијената критеријума најзначајнијег критеријума (57).

$$\tilde{\omega}_1 = \frac{1}{1 + \frac{1}{\tilde{\theta}_{1,2}} + \frac{1}{\tilde{\theta}_{1,2} \odot \tilde{\theta}_{2,3}} + \dots + \frac{1}{\tilde{\theta}_{1,2} \odot \tilde{\theta}_{2,3} \odot \dots \odot \tilde{\theta}_{n-1,n}}} \quad (57)$$

Корак 6 – Одређивање тежинских коефицијената осталих критеријума, изрази (54)-(56).

Корак 7 – Дефазификација вредности тежинских коефицијената критеријума врши се применом израза (9).

Корак 7 – Контрола квалитета дефинисаних односа између критеријума, одређивањем девијације V_n (58) и контролне вредности ω_n^k (59), уз задовољење услова да је $0 \leq V_n \leq 0.1$:

$$V_n = \left| 1 - \frac{\omega_n}{\omega_n^k} \right| \quad (58)$$

$$\omega_n^k = \frac{\omega_1}{\theta_{1,n}} \quad (59)$$

6.2.5. TrFN DIBR II

За потребе овог истраживања, такође, развијена је и метода TrFN DIBR II која је презентована, верификована и публикована у (Tešić, Vožanić, & Miljković, 2024). Кораци методе су идентични као и код Fuzzy DIBR II методе, са следећим општим разликама:

- 1) Уместо троугластих фази бројева, користе се трапезоидни фази бројеви $\tilde{F} = (f_1; f_2; f_3; f_4)$.
- 2) Односи између критеријума ($\tilde{\theta}_{n-1,n}$) дефинисани су помоћу израза (11) и степена уверености експерата у тврдње (σ), уз задовољење услова да је $\theta_{n-1,n} \geq 1$. Уколико је експерт уверен у своје тврдње мање од 50%, такво мишљење се одбацује као не експертско.
- 3) Дефазификација вредности тежинских коефицијената критеријума, врши се применом израза (12).

6.2.6. Rough DIBR II

За потребе овог истраживања, а ради одређивања тежинских коефицијената критеријума у ситуацијама у којима постоје ограничени подаци или када су подаци непрецизни, развијена је Rough DIBR II метода, која је верификована и публикована у (Tešić & Khalilzadeh, 2024). Кораци Rough DIBR II методе, приказани су у наставку текста.

Корак 1 – Дефинисање скупа критеријума $K = \{K_1, K_2, \dots, K_m\}$ и одређивање њихове значајности $K_1 > K_2 > \dots > K_m$.

Корак 2 – Дефинисање односа између критеријума ($RN(\Omega_{m-1,m})$).

$$RN(w_1) : RN(w_2) = RN(\Omega_{1,2}) : 1 \mapsto \frac{RN(w_1)}{RN(w_2)} = RN(\Omega_{1,2}) \quad (60)$$

$$RN(w_2) : RN(w_3) = RN(\Omega_{2,3}) : 1 \mapsto \frac{RN(w_2)}{RN(w_3)} = RN(\Omega_{2,3}) \quad (61)$$

...

$$RN(w_{m-1}) : RN(w_m) = RN(\Omega_{m-1,m}) : 1 \mapsto \frac{RN(w_{m-1})}{RN(w_m)} = RN(\Omega_{m-1,m}) \quad (62)$$

$$RN(w_1) : RN(w_m) = RN(\Omega_{1,m}) : 1 \mapsto \frac{RN(w_1)}{RN(w_m)} = RN(\Omega_{1,m}) \quad (63)$$

где $RN(w_j)$, $j = 1, 2, \dots, m$ представља грубу вредност тежине критеријума. Односи између критеријума морају задовољити услов *if $\underline{\Omega}, \bar{\Omega} < 1$ then $\underline{\Omega}, \bar{\Omega} = 1$* , због специфичности методе, где се грубе вредности формирају применом израза (25).

Корак 3 – Одређивање односа између најзначајнијег и осталих критеријума, изрази (64)-(66).

$$RN(w_2) = \frac{RN(w_1)}{RN(\Omega_{1,2})} \quad (64)$$

$$RN(w_3) = \frac{RN(w_1)}{RN(\Omega_{1,2}) \bullet RN(\Omega_{2,3})} \quad (65)$$

...

$$RN(w_m) = \frac{RN(w_1)}{RN(\Omega_{1,2}) \bullet RN(\Omega_{2,3}) \bullet \dots \bullet RN(\Omega_{m-1,m})} \quad (66)$$

Корак 4 – На основу претходних израза, дефинише се груба вредност најзначајнијег критеријума, израз (67).

$$RN(w_1) = \frac{1}{1 + \frac{1}{RN(\Omega_{1,2})} + \frac{1}{RN(\Omega_{1,2}) \cdot RN(\Omega_{2,3})} + \dots + \frac{1}{RN(\Omega_{1,2}) \cdot RN(\Omega_{2,3}) \cdot \dots \cdot RN(\Omega_{m-1,m})}} \quad (67)$$

Корак 5 – Одређивање тежинских коефицијената осталих критеријума, изрази (74)-(76).

Корак 6 – Претварање добијених грубих вредности тежина критеријума у крисп вредности, применом израза (24), (26) и (27).

Корак 7 – Провера квалитета дефинисаних односа између критеријума. Врши се прорачуном контролне вредности (w_m^K) и вредности девијације (W_m).

Корак 7.1 – Због неопходности задовољења услова из Корака 2 методе (*if $\underline{\Omega}, \bar{\Omega} < 1$ then $\underline{\Omega}, \bar{\Omega} = 1$*) и нелинеарног смањења вредности доњег и горњег лимита грубих бројева, прво се врши прорачун тежина критеријума са крисп вредностима, односно када је $\sigma = 1$, а затим приступа провери квалитета односа.

Корак 7.2. – Провера квалитета односа, применом израза (68)-(69).

$$W_m = \left| 1 - \frac{w_m}{w_m^K} \right| \quad (68)$$

$$w_m^K = \frac{w_1}{\Omega_{1,m}} \quad (69)$$

Уколико вредност девијације задовољава услова да је $0 \leq W_m \leq 0,1$, може се закључити да су односи између критеријума добро дефинисани. У супротном, неопходно је поново дефинисати односе.

6.2.7. Grey DIBR II

У циљу дефинисања тежинских коефицијената критеријума који садрже непотпуне податке или податке добијене из малих узорака, а за потребе овог истраживања, развијена је Grey DIBR II метода, која је верификована и публикована у (Tešić, Božanić, & Khalilzadeh, 2024b). Кораци Grey DIBR II методе, приказани су у наставку текста.

Корак 1 – Дефинисање скупа критеријума $K = \{K_1, K_2, \dots, K_m\}$ и одређивање њихове значајности $K_1 > K_2 > \dots > K_m$.

Корак 2 – Дефинисање односа између критеријума ($\Omega_{m-1,m}$).

$$\otimes w_1 : \otimes w_2 = \otimes \Omega_{1,2} : 1 \mapsto \frac{\otimes w_1}{\otimes w_2} = \otimes \Omega_{1,2} \quad (70)$$

$$\otimes w_2 : \otimes w_3 = \otimes \Omega_{2,3} : 1 \mapsto \frac{\otimes w_2}{\otimes w_3} = \otimes \Omega_{2,3} \quad (71)$$

...

$$\otimes w_{m-1} : \otimes w_m = \otimes \Omega_{m-1,m} : 1 \mapsto \frac{\otimes w_{m-1}}{\otimes w_m} = \otimes \Omega_{m-1,m} \quad (72)$$

$$\otimes w_1 : \otimes w_m = \otimes \Omega_{1,m} : 1 \mapsto \frac{\otimes w_1}{\otimes w_m} = \otimes \Omega_{1,m} \quad (73)$$

где $\otimes w$ представља греј вредност тежине критеријума. Односи између критеријума морају задовољити услов *if $\underline{\Omega}, \bar{\Omega} < 1$ then $\underline{\Omega}, \bar{\Omega} = 1$* , због специфичности методе.

Корак 3 – Одређивање односа између најзначајнијег и осталих критеријума, изрази (74)-(76).

$$\otimes w_2 = \frac{\otimes w_1}{\otimes \Omega_{1,2}} \quad (74)$$

$$\otimes w_3 = \frac{\otimes w_1}{\otimes \Omega_{1,2} \bullet \otimes \Omega_{2,3}} \quad (75)$$

...

$$\otimes w_n = \frac{\otimes w_1}{\otimes \Omega_{1,2} \bullet \otimes \Omega_{2,3} \bullet \dots \bullet \otimes \Omega_{m-1,m}} \quad (76)$$

Корак 4 – На основу претходних изрази, дефинише се греј вредност најзначајнијег критеријума, израз (77).

$$\otimes w_1 = \frac{1}{1 + \frac{1}{\otimes \Omega_{1,2}} + \frac{1}{\otimes \Omega_{1,2} \bullet \otimes \Omega_{2,3}} + \dots + \frac{1}{\otimes \Omega_{1,2} \bullet \otimes \Omega_{2,3} \bullet \dots \bullet \otimes \Omega_{m-1,m}}} \quad (77)$$

Корак 5 – Одређивање тежинских коефицијената осталих критеријума, изрази (74)-(76).

Корак 6 – Претварање добијених вредности греј тежина критеријума у крисп вредности, применом изрази (29).

Корак 7 – Провера квалитета дефинисаних односа између критеријума. Врши се прорачуном контролне вредности (w_m^K) и вредности девијације (W_m).

Корак 7.1 – Због неопходности задовољења услова из Корака 2 методе (*if $\underline{\Omega}, \bar{\Omega} < 1$ then $\underline{\Omega}, \bar{\Omega} = 1$*) прво се врши прорачун тежина критеријума са крисп вредностима, односно када је $\sigma = 1$, а затим приступа провери квалитета односа.

Корак 7.2. – Провера квалитета односа, применом израза (78)-(79).

$$W_m = \left| 1 - \frac{w_m}{w_m^K} \right| \quad (78)$$

$$w_m^K = \frac{w_1}{\Omega_{1,m}} \quad (79)$$

Уколико вредност девијације задовољава услова да је $0 \leq W_m \leq 0.1$, може се закључити да су односи између критеријума добро дефинисани. У супротном, неопходно је поново дефинисати односе.

6.3. Методе за избор оптималне алтернативе

За избор оптималне алтернативе коришћене су методе Fuzzy LMAW, TrFN SAW, FF MAIRCA, Grey COPRAS и Rough SAW, а као помоћ приликом обраде података методе MARCOS и CODAS. Коришћене методе су описане у наставку текста.

6.3.1. MARCOS

Метода MARCOS развијена је 2020. године (Stević et al., 2020) и намењена је првенствено за избор оптималне алтернативе. Метода је до сада коришћена у бројним истраживањима (Badi et al., 2022, 2023; Puška et al., 2020; Toslak et al., 2023; Trung, 2022) и састоји од седам корака, који су представљени у наставку текста, према (Badi & Pamucar, 2020).

Корак 1 - Формирања почетне матрице одлучивања. Наведена матрица се састоји од n критеријума и m алтернатива, односно $Z = [z_{ij}]_{m \times n}$

Корак 2 - Формирање проширене почетне матрице. Проширена матрица, поред елемената почетне матрице, дефинише и идеално (AI) и анти-идеално (AAI) решење, применом израза (80) и (81).

$$AAI = \min_j z_{ij} \quad \text{if } j \in \text{Benefit} \quad \text{or} \quad AAI = \max_j z_{ij} \quad \text{if } j \in \text{Cost} \quad (80)$$

$$AI = \max_j z_{ij} \quad \text{if } j \in \text{Benefit} \quad \text{or} \quad AI = \min_j z_{ij} \quad \text{if } j \in \text{Cost} \quad (81)$$

Корак 3 - Нормализација проширене почетне матрице одлучивања. Нормализована матрица $P = [\rho_{ij}]_{m \times n}$ добија се применом израза (82) и (83):

$$\rho_{ij} = \frac{z_{ai}}{z_{ij}} \quad \text{if } j \in \text{Cost} \quad (82)$$

$$\rho_{ij} = \frac{z_{ij}}{z_{ai}} \quad \text{if } j \in \text{Benefit} \quad (83)$$

где су z_{ij} и z_{ai} елементи проширене почетне матрице.

Корак 4 - Одређивање отежане матрице $\Omega = [\xi_{ij}]_{m \times n}$, множењем вредности тежинских коефицијената критеријума са елементима нормализоване матрице P .

Корак 5 - Прорачун степена корисности алтернатива U_i . Врши се применом израза (84) и (85).

$$U_i^- = \frac{\Xi_i}{\Xi_{aai}} \quad (84)$$

$$U_i^+ = \frac{\Xi_i}{\Xi_{ai}} \quad (85)$$

где је Ξ_i сума елемената отежане матрице Ω , односно добија се помоћу израза (86)

$$\Xi_i = \sum_{j=1}^n \xi_{ij} \quad (86)$$

Корак 6 - Одређивање функције корисности алтернатива $f(U_i)$, применом израза (87)-(89):

$$f(U_i) = \frac{U_i^+ + U_i^-}{1 + \frac{1 - f(U_i^+)}{f(U_i^+)} + \frac{1 - f(U_i^-)}{f(U_i^-)}}; \quad (87)$$

где је:

$$f(U_i^-) = \frac{U_i^+}{U_i^+ + U_i^-} \quad (88)$$

$$f(U_i^+) = \frac{U_i^-}{U_i^+ + U_i^-} \quad (89)$$

Корак 7 - Рангирање алтернатива, на основу вредности функција корисности (већа вредност, бољи ранг алтернативе).

Поред своје основне намене, за избор оптималне алтернативе, метода MARCOS је по први пут коришћена и за агрегацију рангова које су дефинисали експерти, а засновано је на концепту представљеном у (Tešić & Vožanić, 2024). Ради детаљнијег објашњења наведеног концепта, у наставку текста, дат је пример наведене примене, са доказом валидности добијених резултата.

Нека је пет експерата $E = \{E_1, E_2, \dots, E_5\}$, са вредностима тежинских коефицијентима компетенција $w^E = \{0.23, 0.21, 0.2, 0.19, 0.17\}$, извршило рангирање пет критеријума $K = \{K_1, K_2, \dots, K_5\}$ по значајности, где најзначајнији критеријум има вредност 1, а најмање значајан 5. Рангирање критеријума по значајности, за сваког од експерата, представљено је у Табели 3.

Табела 3. Рангирање критеријума по значајности од стране експерата

| | E1 | E2 | E3 | E4 | E5 |
|----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| K1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| K2 | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 |
| K3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 4 |
| K4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 3 |
| K5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 |

Како би се ови подаци користили у даљим прорачунима, неопходно их је агрегирати, односно објединити у јединствене вредности, узимајући у обзир рангове критеријума који

је сваки експерт дефинисао, као и тежине њихових компетенција. Обзиром да методе за избор оптималне алтернативе, приликом примене углавном разматрају тежине критеријума, односно величину њиховог утицаја на коначну одлуку, а да је излаз метода ранг алтернатива, закључено је да се рангирање може извршити и помоћу ових метода, а у конкретном случају помоћу MARCOS методе. Наведено је извршено коришћењем следећег концепта: у почетној матрици одлучивања, уместо критеријума (хоризонтално) дефинисани су експерти, а уместо тежинских коефицијената критеријума дефинисани су тежински коефицијенти компетенција, док је карактер критеријума (експерата) дефинисан као расходни (Cost) тип (најбољи ранг има вредност 1). Уместо алтернатива у почетној матрици одлучивања, дефинисани су критеријуми који се рангирају по значајности. Применом MARCOS методе за агрегирање рангова дефинисаних од стране експерата у Табели 3, добијени су коначни (агрегирани) рангови, представљени у Табели 4.

Табела 4. Агрегирани рангови критеријума применом MARCOS методе

| | Ранг алтернатива |
|----|------------------|
| K1 | 1 |
| K2 | 2 |
| K3 | 3 |
| K4 | 4 |
| K5 | 5 |

Како би се потврдила валидност добијених резултата, потребно је добијене рангове упоредити са резултатима других методологија за агрегацију. Један од алата који би се користио за агрегацију јесу оператори, који су описани у наредном делу рукописа. За потребе овог примера, коришћени су EWAA (Deveci et al., 2023; Тешић, Воžанић, Radovanović, et al., 2023; Тешић & Воžанић, 2024) и HWAA (Jin et al., 2019; Yanhong et al., 2022) оператори. Применом наведених оператора, добијају се следећи агрегирани рангови критеријума (Табела 5):

Табела 5. Агрегирани рангови критеријума применом EWAA и HWAA оператора

| | Агрегиране вредности рангова (EWAA) | Ранг алтернатива (EWAA) | Агрегиране вредности рангова (HWAA) | Ранг алтернатива (HWAA) |
|----|-------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|-------------------------|
| K1 | 1,22 | 1 | 1,23 | 1 |
| K2 | 2,00 | 2 | 2,02 | 2 |
| K3 | 2,98 | 3 | 2,99 | 3 |
| K4 | 4,02 | 4 | 4,03 | 4 |
| K5 | 4,81 | 5 | 4,81 | 5 |

Као што се може и видети из претходне табеле, добијене су агрегиране вредности рангова, које су углавном записи са више децимала, које је затим неопходно свести на коначан ранг. Обзиром да су добијени агрегирани рангови применом MARCOS методе идентични ранговима добијеним помоћу EWAA и HWAA оператора, може се закључити да се MARCOS метода, као и друге методе које имају сличан математички апарат, могу користити за агрегирање рангова дефинисаних од стране експерата, уважавајући тежинске коефицијенте њихових компетенција. Такође, као што се може видети из претходног примера, вредности које се добију агрегирањем рангова помоћу EWAA и HWAA оператора је неопходно додатно анализирати, док су подаци добијени MARCOS методом коначни.

6.3.2. CODAS

Метода CODAS (Keshavarz Ghorabae et al., 2016) првенствено је намењена је за избор оптималне алтернативе из скупа допустивих решења и коришћена је у различитим областима у великом броју истраживања (Badi & Kridish, 2020; Biswas et al., 2021; Karagoz et al., 2020; Рамуџар et al., 2019; Tadic et al., 2020). Кораци методе, приказани су у наставку текста.

Корак 1 – Формирање почетне матрице одлучивања (X), која се састоји од n критеријума и m алтернатива, односно $X = [x_{ij}]_{m \times n}$

Корак 2 – Нормализација почетне матрице, применом израза (90) и (91)

$$\eta_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max_i x_{ij}} \quad \text{if } j \in \text{Benefit} \quad (90)$$

$$\eta_{ij} = \frac{\min_i x_{ij}}{x_{ij}} \quad \text{if } j \in Cost \quad (91)$$

где η_{ij} представља елемент нормализоване матрице одлучивања (N).

Корак 3 – Формирање отежане матрице одлучивања ($V = [v_{ij}]_{m \times n}$), применом израза (92)

$$v_{ij} = w_j \eta_{ij} \quad (92)$$

где је w_j тежински коефицијент критеријума.

Корак 4 – Формирање матрице негативно-идеалног решења, применом израза (93)

$$nis_j = \min_i \{v_{ij}\} \quad (93)$$

Корак 5 – Прорачун удаљености алтернатива од негативно-идеалног решења, применом израза Прорачунавамо Еуклидско растојање ER_i и Тахисаб растојање TR_i .

$$ER_i = \sum_{j=1}^n r_E(v_{ij}; nis_j), \quad r_E(v_{ij}; nis_j) = \sqrt{\{v_{ij} - nis_j\}^2}, \quad nis_j = \min_i (v_{ij}) \quad (94)$$

$$TR_i = \sum_{j=1}^n r_T(v_{ij}; nis_j), \quad r_T(v_{ij}; nis_j) = |v_{ij} - nis_j| \quad (95)$$

где је ER_i Еуклидско растојање, а TR_i Тахисаб растојање.

Корак 6. Формирање матрице релативне процене ($RA = [ra_{ik}]_{m \times m}$), коришћењем израза (96)

$$RA = (ER_i - ER_k) + (\psi (ER_i - ER_k) \times (TR_i - TR_k)) \quad (96)$$

где $k \in \{1, 2, \dots, m\}$, а ψ је гранични параметар (препоручена вредност $0.01 \leq \psi \leq 0.05$) који се дефинише као:

$$\psi(x) = \begin{cases} 1 & \text{if } |x| \geq 0 \\ 0 & \text{if } |x| < 0 \end{cases} \quad (97)$$

Корак 7 – Рангирање алтернатива на основу критеријумске функције KF_i , израз (98).

$$KF_i = \sum_{k=1}^m ra_{ik} \quad (98)$$

Алтернатива која има највећу вредност критеријумске функције је прворангирана.

Поред своје основне намене, односно избора оптималне алтернативе, метода CODAS је коришћена и за агрегирање рангова дефинисаних од стране експерата, на исти начин као и MARCOS метода.

6.3.3. Fuzzy LMAW

Метода LMAW (Pamućar et al., 2021) представља релативно младу методу која је коришћена за одређивање тежинских коефицијената критеријума приликом решавања различитих проблема одлучивања. У овом истраживању, коришћена је Fuzzy LMAW метода, у којој су имплементирани троугласти фази бројеви. Опис методе, са свим њеним корацима, дат је у наставку текста, према (Воžанић et al., 2022; Тешић et al., 2024).

Корак 1 – Формирање почетне матрице одлучивања $\tilde{Z} = [\tilde{z}_{ij}]_{m \times n}$.

Корак 2 – Формирање нормализоване почетне матрице одлучивања $\tilde{N} = [\tilde{n}_{ij}]_{m \times n}$, применом израза (99) и (100).

$$\tilde{n}_{ij} = 1 + \frac{\tilde{z}_{ij}}{\tilde{z}_j^+} = \left(1 + \frac{z_{ij}^l}{z_j^+}, 1 + \frac{z_{ij}^{mi}}{z_j^+}, 1 + \frac{z_{ij}^r}{z_j^+} \right), \quad j \in \text{Benefit} \quad (99)$$

$$\tilde{n}_{ij} = 1 + \frac{\tilde{z}_j^-}{\tilde{z}_{ij}} = \left(1 + \frac{z_j^-}{z_{ij}^l}, 1 + \frac{z_j^-}{z_{ij}^{mi}}, 1 + \frac{z_j^-}{z_{ij}^r} \right), \quad j \in \text{Cost} \quad (100)$$

где \tilde{n}_{ij} представља елементе нормализоване матрице, $\tilde{z}_j^+ = \max(z_{ij}^r)$, $\tilde{z}_j^- = \min(z_{ij}^l)$, док ознаке l , mi и r представљају елементе троугластог фази броја.

Корак 3 – Прорачун отежане матрице $V = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n}$, врши се применом израза (101) и (102).

$$\tilde{v}_{ij} = \frac{2\tilde{h}_{ij}^{w_j}}{(2-\tilde{h}_{ij}^{w_j})^{w_j} + \tilde{h}_{ij}^{w_j}} = \left(\frac{2(h_j^l)^{w_j}}{(2-h_j^r)^{w_j} + (h_j^r)^{w_j}}, \frac{2(h_j^{mi})^{w_j}}{(2-h_j^{mi})^{w_j} + (h_j^{mi})^{w_j}}, \frac{2(h_j^r)^{w_j}}{(2-h_j^l)^{w_j} + (h_j^l)^{w_j}} \right) \quad (101)$$

где је

$$\tilde{h}_{ij} = \frac{\ln(\tilde{n}_{ij})}{\ln\left(\prod_{i=1}^m \tilde{n}_{ij}\right)} = \left(\frac{\ln(\tilde{n}_{ij}^l)}{\ln\left(\prod_{i=1}^m \tilde{n}_{ij}^r\right)}, \frac{\ln(\tilde{n}_{ij}^{mi})}{\ln\left(\prod_{i=1}^m \tilde{n}_{ij}^{mi}\right)}, \frac{\ln(\tilde{n}_{ij}^r)}{\ln\left(\prod_{i=1}^m \tilde{n}_{ij}^l\right)} \right) \quad (102)$$

Корак 4 – Прорачун коначног индекса \tilde{U} за рангирање алтернатива.

$$\tilde{U} = \sum_{j=1}^n \tilde{h}_{ij} = \left(\sum_{j=1}^n h_{ij}^l, \sum_{j=1}^n h_{ij}^{mi}, \sum_{j=1}^n h_{ij}^r \right) \quad (103)$$

Дефазификација коначног индекса $\tilde{U} = (U^l, U^{mi}, U^r)$ врши се применом израза (104)

$$U^{crisp} = \frac{U^l + 4U^{mi} + U^r}{6} \quad (104)$$

Корак 5 – Рангирање алтернатива.

Формирање ранга алтернатива, врши се на основу дефазификованих вредности коначног индекса. Већа вредност индекса алтернативе, подразумева већи ранг и обратно.

6.3.4. Fermatean fuzzy MAIRCA

Метода MAIRCA први пут је представљена 2014. године (Pamućar et al., 2014) и до сада је примењивана у различитим областима за решавање различитих проблема одлучивања. За потребе овог истраживања, развијена је Fermatean Fuzzy MAIRCA метода (FF MAIRCA). Модификована метода је верификована и публикована у (Tešić, Vožanić, & Milić, 2023). Кораци методе, представљени су у наставку текста.

Корак 1 – Дефинисање лингвистичке ферматеан фази скале за евалуацију алтернатива, у форми $\tilde{z} = (z_\alpha; z_\beta)$.

Корак 2 – Формирање почетне матрице одлучивања која се састоји од n критеријума ($K_j = 1, 2, \dots, n$) и m алтернатива ($A_i = 1, 2, \dots, m$).

Корак 3 – Нормализација почетне матрице одлучивања, применом израза (105).

$$\tilde{O}_{ij} = \begin{cases} \tilde{z}_{ij}, & j = Benefit \\ Com(\tilde{z}_{ij}), & j = Cost \end{cases} \quad (105)$$

Корак 4 – Дефинисање вероватноће избора алтернатива \tilde{R}_{A_i} , применом израза (106).

$$R_{A_i} = \frac{1}{m} \quad (106)$$

Корак 5 – Дефинисање матрице теоријских пондера \tilde{T}_{pj}

$$\tilde{T}_{pj} = (\tilde{t}_{p1}, \tilde{t}_{p2}, \dots, \tilde{t}_{pj}), \quad \tilde{t}_{pj} = \tilde{P}_{A_i} \cdot \tilde{w}_j \quad (107)$$

Корак 6 – Дефинисање матрице стварних пондера \tilde{T}_{Sij}

$$\tilde{T}_{Sij} = \begin{matrix} & K_1 & K_2 & \dots & K_j \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \dots \\ A_i \end{matrix} & \begin{bmatrix} \tilde{t}_{S11} & \tilde{t}_{S12} & \dots & \tilde{t}_{S1j} \\ \tilde{t}_{S21} & \tilde{t}_{S22} & \dots & \tilde{t}_{S2j} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{t}_{Si1} & \tilde{t}_{Si2} & \dots & \tilde{t}_{Sij} \end{bmatrix} \end{matrix}, \quad \tilde{t}_{Sij} = \tilde{w}_j \cdot \tilde{O}_{ij} \quad (108)$$

Корак 7 – Прорачун матрице јаза између стварних и теоријских пондера \tilde{J}_{ij} .

$$\tilde{J}_{ij} = \tilde{T}_{pj} - \tilde{T}_{Sij} \quad (109)$$

Корак 8 – Одређивање очекиваног решења \tilde{Q}_i

$$\tilde{Q}_i = \sum_{j=1}^n \tilde{J}_{ij} \quad (110)$$

Корак 9 – Рангирање алтернатива. Врши се помоћу функције позитивног скорa ферматеан фази броја, израз (111)

$$\Delta^p(\tilde{Q}_i) = 1 + \Delta(\tilde{Q}_i), \quad \Delta(\tilde{Q}_i) = (\alpha_{Q_i})^3 - (\beta_{Q_i})^3 \quad (111)$$

где мања вредност позивне скор функције означава боље рангирану алтернативу.

Корак 10 – Одређивање индекса $I_{D,1-m}$ и прага доминације P_D применом израза (112) и (113).

$$I_{D,1-m} = \frac{Q_i - Q_{pr}}{Q_{zr}}, \quad (112)$$

$$P_D = \frac{m-1}{m^2} \quad (113)$$

где Q_{pr} представља вредност очекиваног решења прворангиране, Q_{zr} задње рангиране алтернативе, а Q_i алтернативе која се посматра. Неопходно је задовољити услов да је $I_{D,1-m} \geq P_D$, у супротном ранг је потребно изменити, односно посматрана алтернатива такође може бити оптимално решење и означава се са „1*“.

6.3.5. Grey COPRAS

Метода COPRAS први пут је публикована 1994. године (Zavadskas et al., 1994) и од тада модификована имплементацијом различитих теорија, између осталих и Греј теорије

(Zavadskas et al., 2009). Опис Grey COPRAS методе са имплементираним интервалним греј бројевима, дат је у наставку текста, према (Zavadskas et al., 2009).

Корак 1 – Формирање почетне греј матрице одлучивања $\otimes X$, која се састоји од n критеријума ($K_i = 1, 2, \dots, n$) и m алтернатива ($A_j = 1, 2, \dots, m$).

Корак 2 – Нормализација почетне матрице одлучивања.

$$\underline{n}_{ij} = \frac{2x_{ij}}{\sum_{j=1}^n x_{ij} + \sum_{j=1}^n \bar{x}_{ij}} \quad (114)$$

$$\bar{n}_{ij} = \frac{2\bar{x}_{ij}}{\sum_{j=1}^n (x_{ij} + \bar{x}_{ij})} \quad (115)$$

где су x_{ij}, \bar{x}_{ij} елементи почетне матрице одлучивања.

Корак 3 – Прорачун отежане нормализоване матрице, применом израза (116) и (117):

$$\underline{v}_{ij} = \underline{w}_i \times \underline{n}_{ij} \quad (116)$$

$$\bar{v}_{ij} = \bar{w}_i \times \bar{n}_{ij} \quad (117)$$

Корак 4 – Прорачун суме P_j , применом израза (118).

$$P_j = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^k (\underline{v}_{ij} + \bar{v}_{ij}) \quad (118)$$

Корак 5 – Прорачун суме R_j , применом израза (119) и одређивање минималне вредности R_j .

$$R_j = \frac{1}{2} \sum_{i=k+1}^m (\underline{v}_{ij} + \bar{v}_{ij}), i = \overline{k, m} \quad (119)$$

Корак 6 – Одређивање релативних тежина алтернатива, применом израза (120)

$$W_j = P_j + \frac{\sum_{j=1}^n R_j}{R_j \sum_{j=1}^n \frac{1}{R_j}} \quad (120)$$

Корак 7 – Прорачун степена корисности сваке од алтернатива, применом израза (121)

$$U_j = \frac{W_j}{W_j^{\max}} 100\% \quad (121)$$

Корак 8 – Рангирање алтернатива (највећа вредност степена корисности, прворангирана алтернатива и обрнуто).

6.3.6. Rough SAW

Метода SAW представља једну од једноставнијих метода вишекритеријумског одлучивања и до сада је унапређивана различитим теоријама које добро третирају неизвесност. Једна од модификација и унапређења наведене методе, применом грубих бројева, представљена је у (Stević et al., 2017). У наставку текста, дат је опис Rough SAW методе, према (Stević et al., 2017).

Корак 1 – Формирање почетне грубе матрице одлучивања са n критеријума ($K_j = 1, 2, \dots, n$) и m алтернатива ($A_i = 1, 2, \dots, m$).

Корак 2 – Нормализација почетне матрице одлучивања, применом израза (122) и (123):

$$n_{ij} = \frac{[\underline{x}_{ij}, \bar{x}_{ij}]}{\max[\underline{x}_j^+, \bar{x}_j^+]} \text{ if } K_j \in \text{Benefit} \quad (122)$$

$$n_{ij} = \frac{\min[\underline{x}_j^-, \bar{x}_j^-]}{[\underline{x}_{ij}, \bar{x}_{ij}]} \text{ if } K_j \in \text{Cost} \quad (123)$$

где ознаке "+" и "-" представљају максималну, односно минималну вредност, по реду.

Корак 3 – Прорачун отежане нормализоване матрице, применом израза (124) и (125):

$$\underline{v}_{ij} = \underline{w}_j \times \underline{n}_{ij} \quad (124)$$

$$\bar{v}_{ij} = \bar{w}_j \times \bar{n}_{ij} \quad (125)$$

где w_j представља вредност тежинског коефицијента критеријума.

Корак 4 – Сума вредности алтернатива, применом израза (126):

$$S = [\underline{S}_{ij}, \bar{S}_{ij}] = \left[\sum_{j=1}^n \underline{v}_{ij}, \sum_{j=1}^n \bar{v}_{ij} \right] \quad (126)$$

Претварање коначних вредности суме алтернатива у крисп вредности, врши се применом израза (24), (26) и (27).

Корак 5 – Рангирање алтернатива.

Алтернатива која има највећу крисп вредност суме је најбоље рангирана алтернатива и обратно.

6.3.1. TrFN SAW

Метода је публикована у (Roszkowska & Kasprzak, 2016). Кораци методе су исти као и код методе Rough SAW, са следећим општим разликама:

- 1) Уместо грубих бројева, користе се трапезоидни фази бројеви $\tilde{F} = (f_1; f_2; f_3; f_4)$ и њихове математичке операције.
- 2) Дефазификација вредности тежинских коефицијената критеријума, врши се применом израза (12).

6.4. Оператори за агрегацију групних одлука

За агрегацију вредности, за потребе овог истраживања, коришћени су следећи оператори: BM, EWAA, NWGBM, HWAA и FFWG. Њихов опис, дат је у наставку текста.

6.4.1. Bonferroni mean (BM) оператор

За потребе агрегације различитих вредности, а посебно експертских мишљења, коришћен је Бонферони мин (енг. Bonferroni mean) оператор (Bonferroni, 1950; Тешић, Воžанић, Radovanović, et al., 2023; Yager, 2009). Његова математичка формулација, представљена је изразом (127).

$$BM^{p,q}(z_1, z_2, \dots, z_n) = \left(\frac{1}{n(n-1)} \sum_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^n z_i^p z_j^q \right)^{\frac{1}{p+q}} \quad (127)$$

где p и q представљају стабилизационе параметре функције, z_{ij} представља скуп података који се агрегирају, а n укупан број експерата.

6.4.2. Einstein weighted arithmetic average (EWAA) оператор

Такође, за потребе агрегирања експертских мишљења, коришћен је EWAA оператор (Deveci et al., 2023; Pamučar, 2025; Tešić, Božanić, Radovanović, et al., 2023; Tešić & Božanić, 2024). Његова математичка формулација, представљена је изразом (128).

$$EWAA\{z_1, z_2, \dots, z_j\} = \sum_{j=1}^e z_j^e \frac{\prod_{j=1}^e (1 + f(z_j^e))^\tau - \prod_{j=1}^e (1 - f(z_j^e))^\tau}{\prod_{j=1}^e (1 + f(z_j^e))^\tau + \prod_{j=1}^e (1 - f(z_j^e))^\tau} \quad (128)$$

где e представља укупан број експерата, ω^e коефицијент компетенције експерта, $\tau = 1/e$ када сви експерти имају исти коефицијент компетенција, односно $\lambda = \omega^e$ када су компетенције различите.

6.4.3. Normalized weighted geometric Bonferroni mean (NWGBM) оператор

У делу истраживања, за агрегацију експертских мишљења, коришћен је и NWGBM оператор (Zhou et al., 2019). Његова математичка формулација, представљена је изразом (129), а према (Tešić & Marinković, 2023).

$$NWGBM^{p,q}(z_1, z_2, \dots, z_n) = \left(\sum_{i,j=1}^n \frac{w_i w_j}{1 - w_i} z_i^p z_j^q \right)^{\frac{1}{p+q}} \quad (129)$$

где z_1, z_2, \dots, z_n представља скуп података који се агрегирају, $p, q \geq 0$ стабилизационе параметре функције, а w_{ij} коефицијент компетенција експерата.

6.4.4. Hamacher weighted arithmetic aggregation (HWAA) оператор

Поред наведених оператора, коришћен је и HWAA оператор (Pamučar, 2025). Његова математичка формулација, представљена је изразом (130).

$$\begin{aligned} HWAA\{z_1, z_2, \dots, z_n\} &= \\ &= \sum_{j=1}^n z_j \frac{\prod_{j=1}^n (1 + (\eta - 1) f(z_j))^{w_j} - \prod_{j=1}^n (1 - f(z_j))^{w_j}}{\prod_{j=1}^n (1 + (\eta - 1) f(z_j))^{w_j} + (\eta - 1) \prod_{j=1}^n (1 - f(z_j))^{w_j}} \end{aligned} \quad (130)$$

где z_1, z_2, \dots, z_n представља скуп података који се агрегирају, $f(z_j) = \frac{z_j}{\sum_{j=1}^n z_j}$

представља функцију броја z_j , а w_i коефицијент компетенције експерта.

6.4.5. Fermatean fuzzy weighted geometric (FFWG) оператор

За потребе агрегације ферматеан фази вредности мишљења експерата, коришћен је FFWG оператор (Farid et al., 2023; Senapati & Yager, 2019a). Његова математичка формулација, представљена је изразом (131).

$$FFWG(\hat{y}_j^{e_1}, \hat{y}_j^{e_2}, \dots, \hat{y}_j^{e_n}) = \left(\prod_{e=1}^n \mu_{\hat{y}_j^{e_n}}^{w_e}, \sqrt[3]{1 - \prod_{e=1}^n (1 - \nu_{\hat{y}_j^{e_n}})^{w_e}} \right), \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (131)$$

где су $\hat{y}_j^{e_1} = (\mu_{\hat{y}_j^{e_1}}; \nu_{\hat{y}_j^{e_1}})$ ферматеан фази вредности експертских мишљења, $e = 1, 2, \dots, n$ представља укупан број експерата.

6.5. Експертски систем за подршку одлучивању DEXi

У склопу пројекта под називом „Експертски системи у едукацији” чији учесници су били наставници са Института Јожеф Стефан у Љубљани и Универзитета у Марибору, Факултета организационих наука у Крању у Словенији, настао је експертски систем DEXi. Овај софтвер представља рачунарски програм који служи као помоћ доносиоцима одлуке код вишеатрибутивног одлучивања, користећи се искључиво квалитативним атрибутима, са приступом да се проблем одлучивања разлаже на мање сложене подпроблеме, заснован на DEX методи (Bohanec, 2021).

DEX метода захтева од доносиоца одлуке да формира квалитативни хијерархијски модел са више атрибута. Овај модел се састоји од (Bohanec, 2021):

- 1) Атрибута – који представљају основне карактеристике и вредности карактеристика атрибута;
- 2) Скале атрибута – којима се врши процена/оцена атрибута;
- 3) Хијерархију атрибута – која представља декомпозицију проблема одлучивања и односе између атрибута;
- 4) Правила одлучивања – табеларни приказ пресликавања атрибута нижег нивоа на оне вишег нивоа.

Моделовање хијерархијског DEXi модела састоји се од следећих фаза:

Фаза 1. Структурирање модела – реализује се кроз формирање атрибута и податрибута.

Фаза 2. Дефинисање скала вредности атрибута – у питању су квалитативне скале.

Фаза 3. Креирање правила одлучивања – правила која дефинишу агрегацију атрибута од дна до врха хијерархије атрибута.

Фаза 4. Дефинисање алтернатива – дефинисање свих вредности атрибута свих алтернатива које оцењујемо.

Фаза 5. Евалуација и анализа алтернатива – софтвер врши евалуацију дефинисаних алтернатива у складу са дефинисаним вредностима атрибута и пружа могућност анализе добијених резултата кроз: анализу "plus/minus-1", селективно објашњење (енг. Selective explanation) и поређење алтернатива.

Приликом формирања логичких правила за дефинисање лингвистичких дескриптора у софтверу DEXi, консултовани су експерти из области, методом интервјуа. Експертима је презентован софтвер и начин функционисања. Затим, за сваки од критеријума, представљена су им логичка правила за дефинисање лингвистичких дескриптора. Након обраде и финалних подешавања правила, заснованих на експертским мишљењима, установљени су коначни модели за сваки од критеријума. У предметном софтверу, применом логичких правила, на дефинисаним моделима, за сваки од квалитативних критеријума, одређује се вредност критеријума, у складу са дефинисаном скалом, за сваку од алтернатива, у свим местима прелазака.

7. АНАЛИЗА ОСЕТЉИВОСТИ – КОНЗИСТЕНТНОСТИ ИЗЛАЗНИХ РЕЗУЛТАТА

Циљ анализе осетљивости (конзистентности) излазних резултата метода вишекритеријумског одлучивања јесте утврдити на који начин различите промене улазних резултата утичу на сам исход излазних, односно на коначну одлуку и резултат рангирања алтернатива. Уколико се предметна анализа не изврши, постоји велика могућност грешке у избору оптималне алтернативе из скупа дефинисаних. Памучар и др. (Pamucar et al., 2017) су извршили свеобухватну анализу овог проблема, где су представили модел за анализу осетљивости резултата метода, у односу на промене: 1) тежинских коефицијената критеријума, 2) мерне скале и 3) начина формулације критеријума.

Излазни резултати метода вишекритеријумског одлучивања, између осталог, зависе и од вредности тежинских коефицијената критеријума који условљавају предметни избор. Може се чак рећи и да у великој мери утичу на избор. Спровођење ове анализе има за циљ да се на основу формулисања различитих сценарија (различитих вредности тежинских коефицијената критеријума, дајући различитим критеријума предност) и њиховом имплементацијом у вишекритеријумски модел или методу, дође до излазних резултата, односно ранга алтернатива. Даљом анализом добијених резултата и њиховим поређењем са ранговима алтернатива добијеним са стварним тежинским коефицијентима критеријума, долази се до закључака о осетљивости модела или методе на предметне промене (Tešić, Radovanović, et al., 2022).

Избор оптималне алтернативе не би требало да зависи од мерне скале, односно мерне јединице у којој се исказују вредности критеријума за сваку од алтернатива. У супротном, вишекритеријумски модел или метода је неконзистентна. Услови независности мерних скала су дефинисани на основу нормативне теорије одлучивања у условима ризика и неизвесности где се подразумева да резултати добијени коришћењем метода вишекритеријумског одлучивања не зависе од мерне јединице коју користимо за изражавање вредности одређеног критеријума, уколико задовољавају услов „да су различите јединице мере посматраног критеријума међусобно повезане линеарним или позитивним афино пресликавањем” (Pamucar et al., 2017).

Независност коначних резултата метода вишекритеријумског одлучивања од различите формулације критеријума дефинисани су у бихејвиористичкој теорији одлучивања „као услов рационалности избора појединца који доноси одлуке” (Pamucar et al., 2017). Уколико се на различите начине опишу алтернативе и уколико су они еквивалентни нормативно, резултати који се добијају методама не би смели да се разликују (Pamucar et al., 2017).

Поред наведеног, када се разматра рангирање алтернатива, анализа осетљивости може бити заснована на преокрету ранга (додавање нових алтернатива постојећем скупу алтернатива или уклањање слабих алтернатива из скупа) и на различитим методологијама рангирања, односно поређењем добијених резултата са резултатима других метода, у којима се користе исти улазни подаци (Demir et al., 2024; Demir & Arslan, 2022; Tešić, Vožanić, Puška, et al., 2023).

У овом истраживању, за потребе анализе осетљивости, вршиће се формирање већег броја сценарија промена тежинских коефицијената критеријума. Применом наведених сценарија у предложеним вишекритеријумским моделима, анализираће се утицај промене тежина критеријума на излазне резултате, односно на коначну одлуку, а у прилог стабилности (конзистентности) излазних резултата. Поред наведене анализе, биће извршено и поређење добијених резултата са резултатима других метода и методологија, односно компаративна анализа. Наведене анализе, постале су саставни део свих значајнијих истраживања из области вишекритеријумског одлучивања.

8. ЕКСПЕРТСКО ОЦЕЊИВАЊЕ

³ „За решавање специјализованих проблема одлучивања, који су сложени и имају интердисциплинарни карактер, и у којима је неопходно третирати непрецизне и неодређене информације, до којих је тешко доћи, као једини прихватљиви начин, намеће се експертско оцењивање (Milićević, 2014, р. 11). Прве студије које су обухватале експертско оцењивање, појавиле су се средином XX века, у области клиничке психологије (Hall, 1977, р. 3) и у наредним годинама овај начин решавања проблема постаје један од „основних научних метода анализе сложених неформализованих проблема” (Milićević, 2014, р. 11). Циљ овог начина оцењивања јесте да се дође до потпунијих или нових информација о проблему истраживања, како би се доносиоцу одлуке помогло у процесу одлучивања (Milićević, 2014, р. 11).

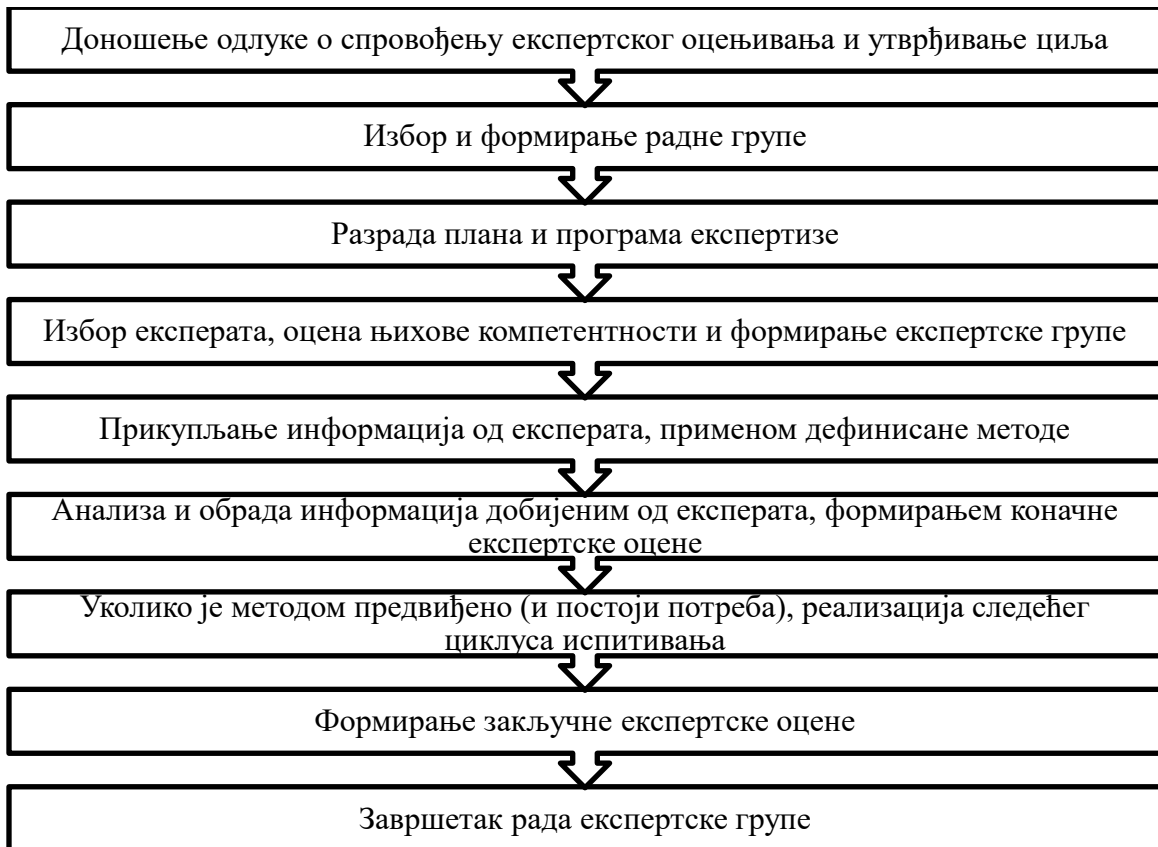
Бројни аутори, поред претходно наведених, су се у својим истраживањима бавили експертским оцењивањем, а у наставку текста наведени су само неки од њих. Аутор у (Beach, 1975), у студији о експертском оцењивању у условима неизвесности, поставља питање: „Како високо мотивисан, искусан појединац у оперативном окружењу у својој области стручности, уз одговарајуће повратне информације у вези са претходним предвиђањима и одлукама, изводи инференцијалне и задатке доношења одлука, и да ли се његов учинак може на било који начин побољшати?”. Одговор на ово питање управо лежи у експертском оцењивању, односно пружању помоћи доносиоцу одлуке помоћу мишљења експерата. Фелпс и Шанто (Phelps & Shanteau, 1978) констатују да у различитим областима,

³ Овај део истраживања је објављен у (Tešić & Vožanić, 2024) у циљу валидације резултата истраживања, који су проистекли из оквира теме докторске дисертације.

приликом доношења одлука, „од доносиоца одлука се захтева да интегришу информације из неколико извора”, односно експерата. Ајнхорн (Einhorn, 1972), у свом истраживању о експертском мерењу и механичким комбинацијама, говори о чињеници „да у ситуацијама где "објективне" мере нису доступне, мора се користити експертско мишљење или расуђивање”. Према Хелмеру (Helmer, 1967, р. 1), „постоје многи случајеви у којима се одлуке морају заснивати, не на резултатима теоријске анализе, већ на интуитивном просуђивању било којих експерата за одређено питање”, како због не постојања јединствене теорије за то, тако и због тога што проблем који се решава „може укључивати морал поред чињеничних аспеката, а тиме и преференције поред података”.

Према Милићевићу (2014, р. 12), неки од основних појмова у области која се бави експертским оцењивањем су: „експерт, експертиза, експертско оцењивање, методе експертских оцена, експертске оцене, експертско мишљење и други”. У наставку текста, биће детерминисани само појмови неопходни за ово истраживање. Под појмом експерта, према Литваку (Litvak, 2004, р. 241) у (Milićević, 2014, р. 12), подразумева се „специјалиста у конкретној предметној области који: има неопходно знање и искуство; у оквиру своје компетенције може дати оцену објекта експертизе” и др., од кога се захтева „да комбинује информације из више различитих извора у одлуку или оцену” (Slovic, 1969), односно „професионалац квалификован у области” истраживања „који је позван да анализира, процењује и на основу теоријског знања и практичног искуства даје мишљење о разматраном проблему” (Milićević, 2014, р. 74). Експертско оцењивање, према Милићевићу (2014, р. 18), представља процедуру „добивања оцене проблема на основу групног (или индивидуалног) мишљења експерата”. Методе експертских оцена представљају „утврђивање мишљења стручњака и формирање потребних информација на основу њих, њена анализа се врши помоћу логичких и математичко-статистичких метода” (Divina et al., 2019), односно „методе организације рада са експертима и обраде мишљења експерата, израђених у количинској и/или квалитативној форми са циљем припреме информације за доношење одлуке”. Према (Benini et al., 2017, р. 16) експертска мишљења представљају „мишљења која експерти дају у контексту одлуке”. (Tešić & Vožanić, 2024).

Процедура спровођења експертског оцењивања, према Милићевићу (2014, рр. 67–68), представљена је на Слици 18.



Слика 18. Процедура експертског оцењивања (прилагодио аутор, према: (Milićević, 2014, pp. 67–68))

У овом истраживању, експерти се првенствено ангажују за потребе дефинисања критеријума који условљавају избор локација за свако од места прелазака. Као друго, њихова улога је, такође, значајна и за одређивање тежинских коефицијената критеријума. Даље, експертско мишљење је коришћено за дефинисање правила одлучивања у софтверу DEXi. На крају, а у циљу валидације добијених резултата, експерти су ангажовани на тестирању предложених модела. Све претходно наведено, говори о значају експерата за спровођење предметног истраживања. У наставку овог поглавља, биће описан и практично примењен поступак избора експерата, оцена њихове компетенције и формирање експертске групе.

8.1. Избор и оцена квалитета експерата

Одређивање експерата за потребе овог истраживања извршено је, у почетку, на документациони начин, уважавајући специфичности војне професије, након чега су одређени експерти препоручили друге, применом методе узајамне препоруке, односно методе „снежне лавине”. Поступак примене методе „снежне лавине” је завршен када су престала да се појављују нова имена (Milićević, 2014, pp. 86–87).

Следећи корак у овој фази представља формирање експертских група. Обзиром да постоје различита, понекад и опречна, мишљења у вези са величином експертске групе, аутор је за потребе овог истраживања усвојио, према Миладиновићу (1992), да експертска група мора минимално имати од 15 до 20 експерата, а обзиром на чињеницу да се априорна зависност веродостојности резултата експертског оцењивања од укупног броја експерата 11, незнатно мења (Milićević, 2014, p. 103). Иако је већи број експерата пожељнији, ради повећања тачности и веродостојности експертске оцене, повећањем њиховог броја се усложњава процес усаглашавања експертских оцена и расту трошкови и време реализације самог процеса (Milićević, 2014, p. 103).

Од изабраних експерата формиране су две групе експерата, где се поједини експерти ангажују у обе групе, на основу претходног искуства у раду у јединицама војске. Прва група (Експертска група 1) је састављена од 26 експерата родова оклопних јединица и инжињерије који су имали прилику да учествују у вежбама или борбеним дејствима где је вршено савлађивање водених препрека газом, дубоким и подводним газом или поседују широка теоретска сазнања из наведених области. Експертска група 1 састоји се од два доктора наука, два лица са завршеним ГШУ, пет лица са завршеним КШУ, два лица са завршеном специјализацијом, два лица са завршеним мастер студијама, седам лица са завршеним ОКШК и седам лица са завршеном Војном академијом. У другој групи (Експертска група 2) налази се 23 експерта рода инжињерије који су имали прилику да учествују у вежбама или борбеним дејствима где је вршено савлађивање водених препрека успоставом скелских и мостовних места прелазака или поседују широка теоретска сазнања из наведених области. Експертска група 2 састоји се од два доктора наука, два лица са завршеним ГШУ, пет лица са завршеним КШУ, два лица са завршеном специјализацијом, два лица са завршеним мастер студијама, пет лица са завршеним ОКШК и пет лица са завршеном Војном

академијом. За анкетирање и интервјуисање лица запослених у Војсци Србије добијена је сагласност Начелника Генералштаба Војске Србије.

Следећи корак у овом процесу, представља дефинисање компетенција експерата. За потребе овог истраживања, формиран је нов модел за оцењивање компетенција експерата, заснован на претходним истраживањима и експертским мишљењима експерата који су се бавили методологијом експертског оцењивања, дефинисаном у (Milićević, 2014, p. 94). Обзиром да је модел верификован, детаљно објашњен и публикован у (Tešić & Vožanić, 2024)⁴, неће бити посебно објашњаван. У Табели 6, дати су коначни резултати предметног истраживања.

Табела 6. Вредности тежинских коефицијената елемената оцене компетенције експерата (Tešić & Vožanić, 2024)

| Елеменат | Тежине (w) |
|---|----------------|
| Објективна процена (K_o) | 0,418 |
| Фактори који утичу на формирање мишљења (K_f) | 0,321 |
| Субјективна процена (K_s) | 0,261 |

Након спровођења нове методологије за оцењивање компетенције експерата (Tešić & Vožanić, 2024), дошло се до следећих компетенција експерата, по експертским групама (Табеле 7 и 8):

Табела 7. Коефицијенти компетенција експерата у Експертској групи 1

| Експерт | Коефицијент компетенције експерта |
|---------|-----------------------------------|
| E1 | 0,6788 |
| E2 | 0,7498 |
| E3 | 0,5111 |
| E4 | 0,6151 |
| E5 | 0,5174 |
| E6 | 0,5326 |
| E7 | 0,5256 |
| E8 | 0,5170 |
| E9 | 0,5162 |

⁴ Овај део истраживања је објављен у (Tešić & Vožanić, 2024) у циљу валидације резултата истраживања, који су проистекли из оквира теме докторске дисертације.

| | |
|-----|--------|
| E10 | 0,5948 |
| E11 | 0,6028 |
| E12 | 0,5445 |
| E13 | 0,5210 |
| E14 | 0,5101 |
| E15 | 0,5258 |
| E16 | 0,5183 |
| E17 | 0,6982 |
| E18 | 0,8122 |
| E19 | 0,7766 |
| E20 | 0,7514 |
| E21 | 0,6962 |
| E22 | 0,6899 |
| E23 | 0,5845 |
| E24 | 0,6226 |
| E25 | 0,7418 |
| E26 | 0,7371 |

Табела 8. Коefицијенти компетенција експерата у Експертској групи 2

| Експерт | Коefицијент компетенције експерта |
|----------------|--|
| E1 | 0,6788 |
| E2 | 0,7498 |
| E3 | 0,5111 |
| E4 | 0,6151 |
| E5 | 0,5174 |
| E6 | 0,5326 |
| E7 | 0,6455 |
| E8 | 0,5047 |
| E9 | 0,6664 |
| E10 | 0,7040 |
| E11 | 0,5101 |
| E12 | 0,5258 |
| E13 | 0,5183 |
| E14 | 0,6982 |
| E15 | 0,8122 |
| E16 | 0,7766 |
| E17 | 0,7514 |
| E18 | 0,6962 |
| E19 | 0,6899 |
| E20 | 0,5845 |
| E21 | 0,6226 |
| E22 | 0,7418 |
| E23 | 0,7371 |

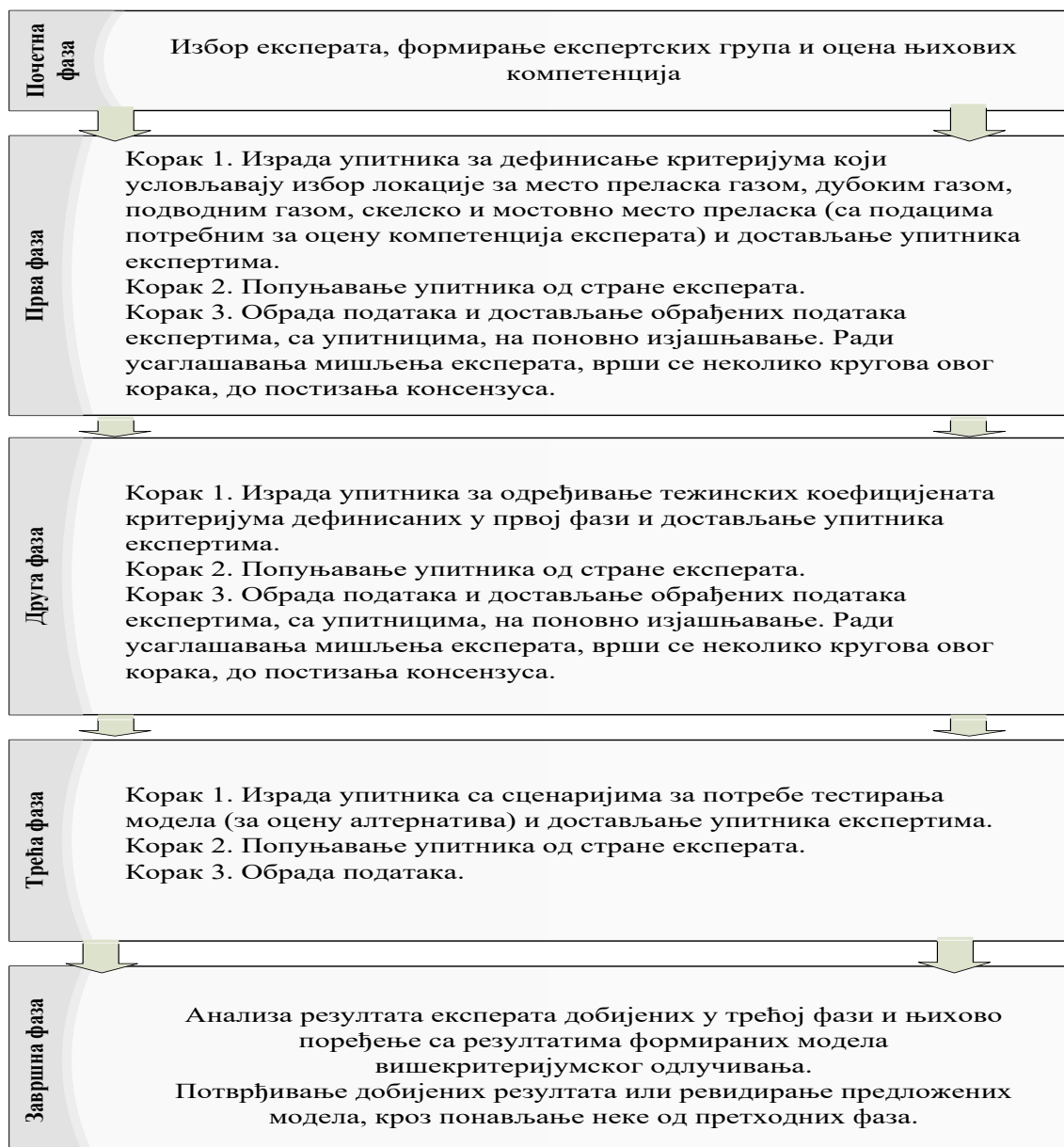
Доласком до компетенција експерата и формирањем експертских група, прелази се на следећу фазу процедуре експертског оцењивања, односно прикупљање података од експерата, по експертским групама, применом методе Делфи.

8.2. Делфи метода експертског оцењивања

⁵„Делфи метода је настала средином двадесетог века у корпорацији РАНД (енг. The RAND Corporation) са циљем постизања консензуса у експертској групи (Dalkey & Helmer, 1963), односно „као алат за предвиђање будућих догађаја користећи серију интензивних упитника испресецаних повратним информацијама контролисаног мишљења” (Custer et al., 1999)” (Tešić & Vožanić, 2024).

Корак ове методе су представљени на различите начине у различитим истраживањима (Eret, 2017; Linstone, 1985, p. 626; Mučibabić, 2003, pp. 110–112). На основу претходно наведених студија спровођења процедуре Делфи метода, а за потребе овог истраживања, на Слици 19, представљен је модел примене процедуре предметне методе на истраживачком проблему дисертације.

⁵ Овај део истраживања је објављен у (Tešić & Vožanić, 2024) у циљу валидације резултата истраживања, који су проистекли из оквира теме докторске дисертације.

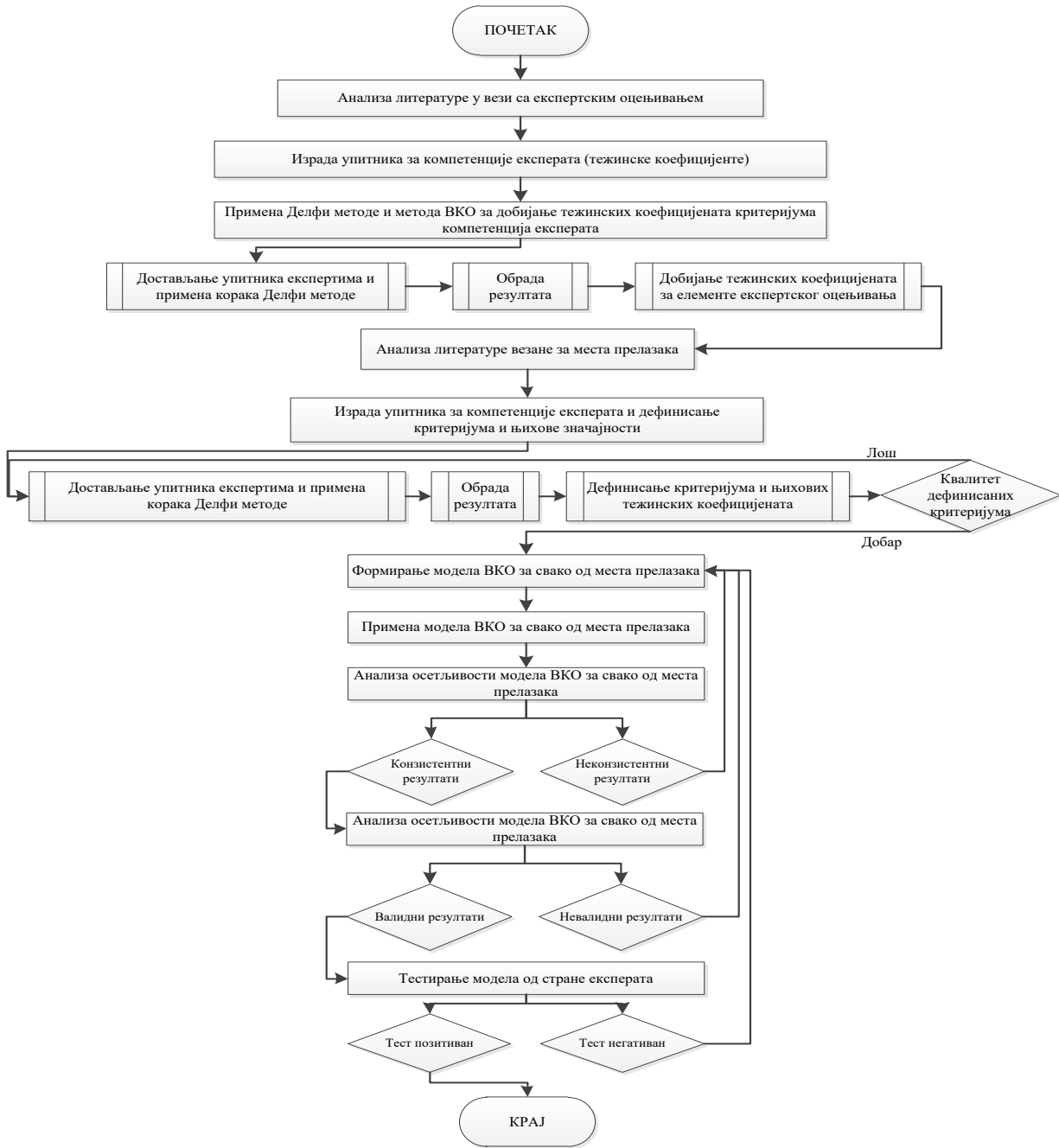


Слика 19. Модел примене процедуре Делфи методе

Методологија за постизање сагласности експертских оцена, која је коришћена у овом истраживању, детаљно је описана у (Tešić & Vožanić, 2024).

ТРЕЋИ ДЕО ПРИКАЗ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

У циљу доказивања постављеног хипотетичког оквира, истраживање је спроведено у складу са следећим алгоритмом (Слика 20):



Слика 20. Алгоритам спровођења истраживања

1. ОПИС КРИТЕРИЈУМА

У циљу идентификације критеријума који условљавају предметне изборе, експертима је подељен упитник (Прилог 1) са критеријумима који су идентификовани анализом доступне литературе. Након спроведеног анкетирања (у првом кругу прикупљања података) и примене методе интервјуа (у другом и трећем кругу прикупљања података), у процесу Делфи методе експертског оцењивања, идентификовани су следећи критеријуми (Табела 9):

Табела 9. Идентификовани критеријуми за сваког од места прелазака

| Критеријуми | МПГ | МПДГ | МПШВ | СМП | ММП |
|---|-----|------|------|-----|-----|
| Квалитет прилазних путева на обема обалама | X | X | X | X | X |
| Обим радова на уређењу оностране и оностране обале | X | X | X | X | X |
| Ширина водене препреке | X | X | X | X | X |
| Дубина водене препреке | X | X | X | X | X |
| Брзина воденог тока | X | X | X | X | X |
| Састав дна водене препреке | X | X | X | | |
| Услови маскирања | X | X | X | X | X |
| Угроженост МП од дејстава непријатеља | X | X | X | X | X |
| Утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање | X | X | X | X | X |
| Услови за утврђивање | X | X | X | X | X |
| Постојање налазишта месног материјала | X | X | X | X | X |
| Могућност истовременог спуштања пловних чланака на воду | | | | X | X |
| Тенденција водостаја | X | X | X | | X |
| Могућности развоја возила (тенкова) за дејство и маневар на супротној обали | X | X | X | | |

У наставку је дат опис свих идентификованих критеријума:

1.1. Квалитет прилазних путева

Са војног становишта, путеви имају велики значај у смислу покретљивости јединица, односно за савлађивање простора што већом брзином ради смањења утицаја дејства непријатеља на јединице. Разлози за кретање јединица на бојишту, огледају се како у маневру јединица у циљу извршења неког борбеног задатка, тако и у снабдевању јединица

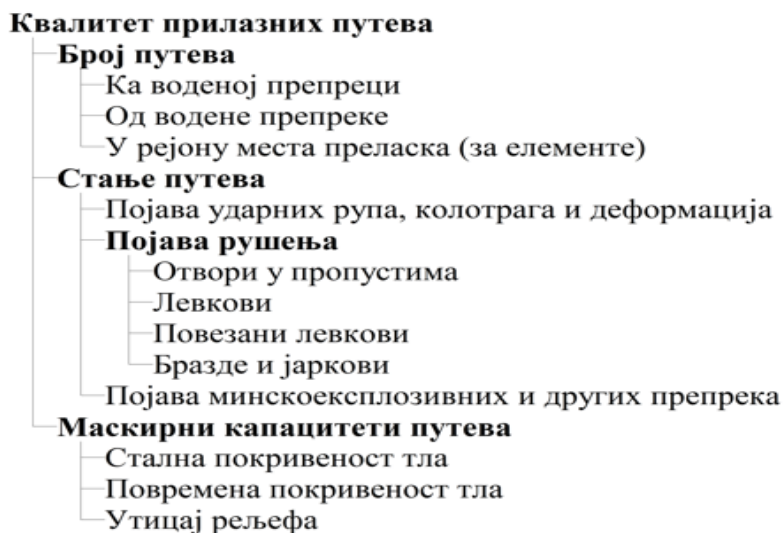
различитим техничко-материјалним средствима (*FM 3-34: Engineer Operations*, 2020, secs. 4–6; Španović, 1983, pp. 18–19). Да би се ове радње извршиле, неопходно је постојање квалитетних и већег броја путева. Основне позитивне особине путева, садрже се у следећем (Španović, 1983, p. 20): што већој распрострањености; могућности промене правца кретања без угрожавања нормалног функционисања саобраћаја; поседовање маскирних својстава; разноликост средстава и људства које се може кретати по њему; могућност брзе оправке; аутономија у односу на друге видове саобраћаја и др. Негативне особине се огледају у следећем (Španović, 1983, p. 21): утицај атмосферских појава на сам коловоз; ограниченост на малу брзину кретања; немогућност транспорта тежих терета; смањена могућност масовног превоза и др.

Приликом кретања јединица на бојишту, користе се јавни путеви, стални (израђени за потребе војске у миру) и привремени војни путеви (граде се искључиво за потребе војних јединица, у ситуацијама када се не могу користити постојећи путеви), а у односу на смер превозења, могу бити управни и рокадни (Španović, 1983, pp. 25–26). Управни путеви се простиру управно на фронт „и служе углавном за маршевање, превозење, дотур и евакуацију”, док се рокадни простиру паралелно са фронтом и намењени су „првенствено за маневар јединица или транспорт” (Španović, 1983, p. 26). У односу на материјал од кога је израђен коловоз, разликују се путеви са следећим коловозним застором (Španović, 1983, pp. 275–280): туцаничким (шљунчаним); земљаним; монтажним; цементно-бетонским и асфалтним. Радове на изградњи, одржавању, оправци и реконструкцији путева изводе специјализоване инжињеријске јединице, опремљене грађевинским (инжињеријским) машинама и транспортним средствима.

Прилазни путеви, у смислу савлађивања водених препрека, представљају путеве „који доводе и одводе од водених препрека” (Pifat, 1980, p. 18). Њихов значај се огледа у брзом довозу самих средстава која служе за успостављање места преласка, као и друге борбене и неборбене технике која савлађује водену препреку (Pifat, 1980, p. 18). Иако се приликом избора места преласка тежи коришћењу постојећих добрих путева (Pifat, 1980, p. 18), не искључује се коришћење путева на којима је потребно извршити одређене радове на оправци, као ни израду нових привремених војних путева. Међутим, изградња и оправка захтевају одређено време за реализацију инжињеријских радова и додатно ангажовање снага и средстава.

Када је реч о квалитету прилазних путева, приликом извиђања, неопходно је сагледати њихов број, стање и обим радова које је потребно предузети како би се исти довели у функционално исправно стање (Šećković, 1972, p. 213) као и маскирне капацитете, у смислу прикривеног кретања јединица од непријатељског осматрања (*FM 3-34: Engineer Operations*, 2020, secs. 4–2; Šećković, 1972, p. 213).

Овај критеријум је квалитативног и приходног (Benefit) типа. Да би се дефинисали лингвистички дескриптори за евалуацију алтернатива по овом критеријуму, који ће омогућити квантификацију критеријума, израђен је модел (Слика 21) у софтверу DEXi, заснован на улазним подацима који представљају број, стање (у смислу потребних радова) и маскирни капацитети путева (Pifat, 1980, p. 18; *Pontonski most M-71 (PM-M71)*, 1999, p. 161; Rkman, 1984, pp. 123–128; Španović, 1983, pp. 273–287). Правила одлучивања усаглашена су са експертима. Модел и правила одлучивања, дати су у Прилогу 2.



Слика 21. DEXi модел за дефинисање лингвистичких дескриптора за критеријум „Квалитет прилазних путева”

Лингвистички дескриптори намењени за оцену алтернатива по овом критеријуму, представљени су у Табели 10.

Табела 10. Лингвистички дескриптори за критеријум „Квалитет прилазних путева”

| Опис лингвистичког дескриптора | Вредност скале (груби и греј бројеви) | Вредност скале (Ферматеан фази бројеви) | Вредност скале (fuzzy бројеви-TRN, TrFN) |
|--------------------------------|---------------------------------------|---|--|
| Одличан (ОД) | (9; 10) | (0,9; 0,1) | (8; 9; 10) (7; 8; 9; 10) |
| Врло добар (ВД) | (6; 8) | (0,7; 0,2) | (5; 6; 7) (5; 6; 7; 8) |
| Добар (ДО) | (4; 5) | (0,5; 0,5) | (3; 4; 5) (3; 4; 5; 6) |
| Довољан (ДВ) | (2; 3) | (0,2; 0,7) | (1; 2; 3) (1; 2; 3; 4) |
| Недовољан (НД) | (1; 1) | (0,1; 0,9) | (1; 1; 1) (1; 1; 1; 1) |

1.2. Обим радова на уређењу овострани и онострани обале

Под појмом обале подразумева се „земљишни појас између линије обале када је ниво воде најнижи и када је ниво воде највиши”, где је појас шири код благих, а ужи код стрмих и окомитих обала (Pifat, 1980, р. 22). Основне карактеристике обале огледају се у висини, нагибу и пошумљености (Pifat, 1980, рр. 16–18).

Висина обале представља „земљишни простор између највишег и најнижег водостаја на воденој препреци” (Pifat, 1980, р. 16) и могу бити ниске (до 3 м од површине воде) и високе (преко 3 м од површине воде) (Pifat, 1980, р. 17). Утицај висине обале на савлађивање водене препреке, огледа се у могућности спуштања пловних средстава на воду, као и утовара и истовара терета који се превози, а у коначном и на време потребно за извршавање задатка, кроз уређење улазно-излазних рампи (Pifat, 1980, р. 17).

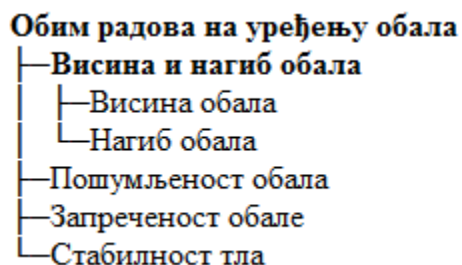
Нагиб обала представља угао, у степенима, под којим се налази обала у односу на површину водене препреке и могу бити „благе (до 15°), средње стрме (15°-30°), стрме (30°-

45°) и окомите (преко 45°)” (Pifat, 1980, p. 17). Њихов утицај на извођење активности у вези са савлађивањем водених препрека исти је као и код претходне карактеристике.

Пошумљеност обала има двојаки утицај на само савлађивање препреке. Позитивни аспекти се огледају у капацитетима за маскирање, док се негативни одражавају на обим радова на уређењу обала и додатно ангажовање снага и средстава, због отежавања прилазу обали и воденој препреци и потреби за рашчишћавањем тог појаса, чиме се нарушавају мере маскирне дисциплине (Pifat, 1980, p. 18).

Поред наведеног, у смислу савлађивања водених препрека у одбрамбеној операцији, неопходно је размотрити и да ли је обала евентуално запречена (Šećković, 1972, p. 216) од стране непријатељских, пре свега диверзантских јединица, што додатно утиче на време и обим радова на уређењу обала. Такође, неопходно је сагледати и стабилност тла на обали (FM 3-34: *Engineer Operations*, 2020), јер уколико је тло нестабилно, потребно је исто ојачати, различитим инжињеријским радовима или постављањем коловозних застора, што опет утиче на обим радова, а у коначном и на време које је потребно да се обале уреде.

Овај критеријум је квалитативног и расходног (Cost) типа. Да би се дефинисали лингвистички дескриптори за евалуацију идентификованих алтернатива по овом критеријуму и омогућила квантификација истих, израђен је модел (Слика 22) у софтверу DEXi, заснован на улазним подацима, који осликавају претходно наведене карактеристике обала. Правила одлучивања усаглашена су са експертима. Модел и правила одлучивања, дати су у Прилогу 3.



Слика 22. DEXi модел за дефинисање лингвистичких дескриптора за критеријум „Обим радова на уређењу оностране и оностране обале”

Лингвистички дескриптори дефинисани за оцену алтернатива по овом критеријуму, представљени су у Табели 11.

Табела 11. Лингвистички дескриптори за критеријум „Обим радова на уређењу овој стране и оној стране обале”

| Опис лингвистичког дескриптора | Вредност скале (груби и греј бројеви) | Вредност скале (Ферматеан фази бројеви) | Вредност скале (fuzzy бројеви-TRN, TrFN) |
|--------------------------------|---------------------------------------|---|--|
| Велики (ВЕЛ) | (8; 10) | (0,9; 0,1) | (6; 8; 10) (7; 8; 9; 10) |
| Средњи (СРЕ) | (4; 7) | (0,5; 0,5) | (2; 4; 6) (2; 4; 6; 8) |
| Мали (МАЛ) | (1; 3) | (0,1; 0,9) | (1; 1; 2) (1; 1; 2; 2) |

1.3. Ширина водене препреке

Ширина водене препреке представља „одстојање од једне до друге обале, мерено по површини воде” (Pifat, 1980, р. 15), а утицај ове карактеристике на савлађивање водене препреке се огледа у времену под којем ће јединице које савлађују препреку бити изложене дејству непријатеља, броју и врсти средстава која су потребна за предметно савлађивање, као и броју људства које ће бити ангажовано на опслуживању појединих места прелазака (Воžанић, 2017; Воžанић & Рамућар, 2014; Pifat, 1980; Тешић & Воžанић, 2018). Већа ширина водене препреке подразумева дуже време изложености непријатељској ватри, већем броју потребних средстава и већем ангажовању људства, код појединих места прелазака. Посматрано са аспекта тока водене препреке, уколико је реч о рекама, ширина препреке се повећава од горњег до доњег тока. Мерење ширине препреке може се вршити непосредно (различитим уређајима-средствима за мерење раздаљине) или посредно (помоћу различитих математичких-геометријских метода) (Šećković, 1972, pp. 208–212).

Битно је напоменути да постоје одређена ограничења у ширини водене препреке, када се користи комплет понтонског моста М-71, односно да се мостови носивости 20 тона постављају на рекама ширине до 350 метара, док се мостови носивости 60 тона постављају на рекама ширине до 200 метара (*Pravilo Rečna flotila*, 2022, р. 86). Критеријум је квантитативног и расходног (Cost) типа, а изражава се у метрима, осим за место преласка

дубоким газом тенковима, где је критеријум приходног (Benefit) типа, а изражава се ферматеан фази бројевима. Лингвистички дескриптори за оцену алтернатива по овом критеријуму, за оцењивање алтернатива код места преласка подводним газом, представљени су у Табели 12.

Табела 12. Лингвистички дескриптори за критеријум „Ширина водене препреке”

| Опис лингвистичког дескриптора | Вредност скале (Ферматеан фази бројеви) |
|---|--|
| Широке (преко 300 м) (Ш) | (0,9; 0,1) |
| Средње широке 2 (од 150 до 300 м) (СШ2) | (0,7; 0,2) |
| Средње широке 1 (од 60 до 150 м) (СШ1) | (0,2; 0,7) |
| Уске (до 60 м) (УС) | (0,1; 0,9) |

1.4. Дубина водене препреке

Као и када је у питању ширина водене препреке, дубина представља једну од основних карактеристика које је потребно сагледати приликом савлађивања водених препрека, што је, такође, приказано је у бројним радовима из ове области (Воžанић et al., 2018, 2019; Воžанић & Рамућар, 2014; Рамућар, Воžанић, Ђоровић, et al., 2011; Тешић & Воžанић, 2018). Дубина водене препреке представља „растојање мерено од површине воде до дна препреке” (Pifat, 1980, p. 15). Од дубине водене препреке директно зависи начин савлађивања, односно уколико је дубина мала препрека се савлађује гажењем, док се у другим случајевима за савлађивање користе пловна средства (Pifat, 1980, p. 15). Овај критеријум, код појединих места прелазака, представља и ограничавајући фактор. Тако, на пример, код места преласка газом, дубина водене препреке за пешадију, при брзини водене препреке до једног метра у секунди, не може бити већа од једног метра (*Taktičko-tehnički priručnik*, 1967, p. 235). Код места преласка дубоким газом тенковима, дубина препреке, не може бити већа од 2,1 метар, док се подводни газ тенковима спроводи на рекама максималне дубине од пет метара (Pifat, 1980, p. 233). Код употребе комплета понтонског моста М-71, дубина водене препреке се разматра првенствено код обала због истовара пловних чланака на воду, пристајања скела и постављања обалних и улазних делова моста. Поред наведеног, неопходно је сагледати

дубину водене препреке и на целој ширини места преласка. Критеријум је квантитативног и расходног (Cost) типа за места преласка газом дубоким газом и подводним газом, док је приходног (Benefit) типа за скелско и мостовно место преласка.

Лингвистички дескриптори за оцену алтернатива по овом критеријуму, за оцењивање алтернатива код места преласка подводним газом, представљени су у Табели 13.

Табела 13. Лингвистички дескриптори за критеријум „Дубина водене препреке”

| Опис лингвистичког дескриптора | Вредност скале (Ферматеан фази бројеви) |
|---|---|
| Повољна (од 2,1 м до 3,5 м) (ПА) | (0,9; 0,1) |
| Делимично повољна (од 3,51 до 4,5 м) (ДА) | (0,6; 0,4) |
| Неповољна (од 4,51 м до 5 м) (НА) | (0,1; 0,9) |

1.5. Брзина водене препреке

Брзина водене препреке представља „брзину кретања воде у јединици времена” (Pifat, 1980, р. 16). Ова карактеристика разматра се само код текућих вода и представља једну од најзначајнијих. Утицај на савлађивање водених препрека се огледа у следећем (Pifat, 1980, р. 16):

- „заношењу пловних средстава при прелазу;
- смањењу брзине прелаза пловним средством преко водене препреке;
- отежавању газа и повећањем замора људства;
- смањењу носивости пловних средстава код бржих водотокова;
- онемогућавању подводног газа тенковима уколико је брзина тока већа од 1,5 м/сек.”

Такође, приликом коришћења комплекта понтонског моста М-71, брзина воденог тока директно утиче на могућност успоставе мостовног места преласка, односно начелна брзина водене препреке за постављање мостова износи 2,5 метара у секунди, док максимална брзина може бити 3,5 метара у секунди, уз смањење носивости моста (Воžанић, 2017, р. 109). Код пројектовања моста од наведеног комплекта, брзина непосредно утиче на састав

основних делова моста носивости 20 тона, као и на број реморкера и сидрење моста (Vožanić, 2017, p. 29). Са аспекта тока водене препреке, највећа брзина је у горњем току реке, док је најмања у доњем. Брзина воденог тока је највећа на матици док се од матице према обалама брзина смањује (Nikolić, 1969, p. 35).

Разматрање брзине водене препреке, као основне карактеристике коју је потребно сагледати приликом савлађивања водених препрека, приказано је у бројним радовима из ове области (Vožanić et al., 2018, 2019; Vožanić & Pamučar, 2014; Pamučar, Vožanić, Đorović, et al., 2011; Tešić & Vožanić, 2018). Критеријум је квантитативног и расходног (Cost) типа, а изражава се у метрима у секунди (м/с), осим за место преласка дубоким газом тенковима, где је критеријум приходног (Benefit) типа, а изражава се ферматеан фази бројевима. Лингвистички дескриптори за оцену алтернатива по овом критеријуму, за оцењивање алтернатива код места преласка подводним газом, представљени су у Табели 14.

Табела 14. Лингвистички дескриптори за критеријум „Брзина водене препреке”

| Опис лингвистичког дескриптора | Вредност скале (Ферматеан фази бројеви) |
|--|---|
| Повољна (до 1 м/с) (П) | (0,9; 0,1) |
| Делимично повољна (од 1 до 1,25 м/с) (Д) | (0,6; 0,4) |
| Неповољна (од 1,26 до 1,5 м/с) (ДЕ) | (0,1; 0,9) |

1.6. Састав дна водене препреке

Савлађивање водених препрека газом, дубоким газом и подводним газом подразумева гажење по дну водене препреке. Да би ове активности биле изводљиве, неопходно је да дно водене препреке „буде равно и довољне носивости” (Šećković, 1972, p. 220). Под појмом састав дна се подразумева „какав је састав дна-корита водене препреке у геолошком смислу” (Pifat, 1980; Tešić & Vožanić, 2018). Код планинских река, дно има потребну носивост, али је често неравно, а сам прилаз препреци је ограничен, док код равничарских река дно корита реке може бити шљунковито, песковито или муљевито и углавном равно. Када је у питању шљунковито и песковито дно, наведене преласке је могуће организовати,

док је код муљевитог веома отежано и чак немогуће, а посебно за средства ратне технике (Nikolić, 1969, pp. 25–29). У погледу тока водене препреке, најпогоднији са успостављање наведених места прелазака су средњи и доњи ток (Pifat, 1980, pp. 19–20). Критеријум је квалитативног и приходног (Benefit) типа. За потребе оцењивања алтернатива по овом критеријуму, дефинисани су лингвистички дескриптори, приказани у Табели 15.

Табела 15. Лингвистички дескриптори за критеријум „Састав дна водене препреке”

| Опис лингвистичког дескриптора | Вредност скале (Ферматеан фази бројеви) | Вредност скале (fuzzy бројеви-TRN, TrFN) |
|---|---|--|
| Дно водене препреке има довољну носивост и равно је (ДДР) | (0,9; 0,1) | (8; 9; 10) (7; 8; 9; 10) |
| Дно водене препреке има довољну носивост, али није равно (ДДН) | (0,7; 0,2) | (5; 6; 7) (5; 6; 7; 8) |
| Дно водене препреке нема довољну носивост (може се повећати носивост), али је равно (ДНР) | (0,5; 0,5) | (3; 4; 5) (3; 4; 5; 6) |
| Дно водене препреке нема довољну носивост (може се повећати носивост) и није равно (ДМН) | (0,2; 0,7) | (1; 2; 3) (1; 2; 3; 4) |
| Дно водене препреке нема довољну носивост (не може се повећати носивост) и није равно (ДНН) | (0,1; 0,9) | (1; 1; 1) (1; 1; 1; 1) |

1.7. Услови маскирања

Маскирање представља један од најбитнијих сегмената извођења сваке операције, у смислу угрожености властитих јединица од дејства непријатеља. Према Ркману (Rkman, 1984, p. 15) маскирање је „скуп мера и поступака који се предузимају ради скривања дејства и распореда властитих снага, средстава и објеката од непријатеља, како би овај дошао до погрешних закључака, одлука и поступака”. Значај маскирања се огледа у „изненађењу

непријатеља, смањењу губитака, дужем веку трајања објеката и материјално-техничких средстава, већем утрошку непријатељских средстава и већем напрезању његове живе силе и средстава и повећању морала код наших снага, а негативном утицају на морал непријатеља” (Rkman, 1984, p. 17).

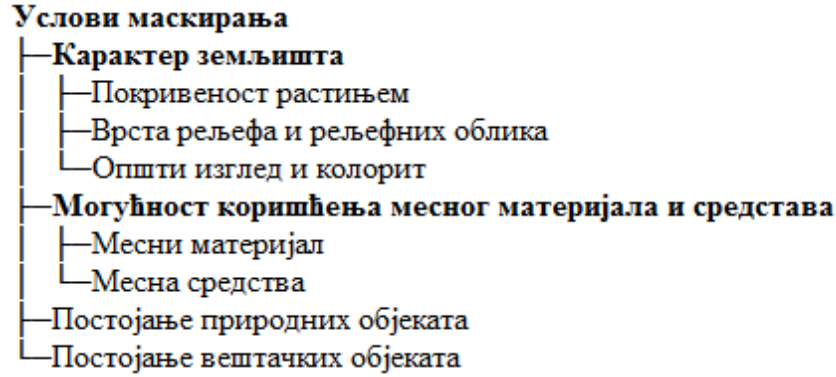
Када је реч о маскирању у смислу савлађивања водених препрека, тежиште је на тактичком (трупном) маскирању, које обухвата „скуп мера, радова и маскирних активности које предузимају тактичке јединице ради маскирања рејона распореда, покрета и поступака у борбеним дејствима” (Rkman, 1984, p. 19), коришћењем природних и вештачких материјала и средстава (Rkman, 1984, p. 21), ради заштите сопствених снага од визуелног, аеро-фото, електронског, сателитског и извиђања помоћу звука (Rkman, 1984, p. 33,96).

Како би се сагледали услови маскирања у рејону места преласка, неопходно је сагледати следеће (*АТТР 3-34.39 (FM 20-3)/MCRP 3-17.6A Camouflage, Concealment, and Decoys*, 2010, paras. 3–9; *FM 3-34: Engineer Operations*, 2020, paras. 4–2; Rkman, 1984, p. 123; Šećković, 1972, p. 281):

- 1) карактер земљишта – у смислу покривености растињем, врстом рељефа и рељефним облицима и општем изгледу и колориту;
- 2) могућност коришћења месног материјала и средстава за маскирање;
- 3) постојање природних објеката који се могу користити за маскирање јединица (пећина, вртача, увала и сл.);
- 4) постојање вештачких објеката који се могу користити за маскирање јединица (тунела, зидова, зграда и сл.).

Поред наведеног, за потребе маскирања користе се формацијска средства за маскирање јединица, попут маскирних мрежа, маскирних комплета, различитих рефлектора и сл., као и различити начини електронског ометања осматрања и дејства.

Критеријум је квалитативног и приходног (Benefit) типа. Да би се дефинисали лингвистички дескриптори за евалуацију алтернатива по овом критеријуму, који ће омогућити квантификацију критеријума, израђен је модел (Слика 23) у софтверу DEXi (Bohanec et al., 2013; Bohanec, 2021), чији улазни подаци представљају претходно наведене карактеристике. Правила одлучивања усаглашена су са експертима. Модел и правила одлучивања, дати су у Прилогу 4.



Слика 23. DEXi модел за дефинисање лингвистичких дескриптора за критеријум „Услови маскирања”

Лингвистички дескриптори дефинисани за оцену алтернатива по овом критеријуму, представљени су у Табели 16.

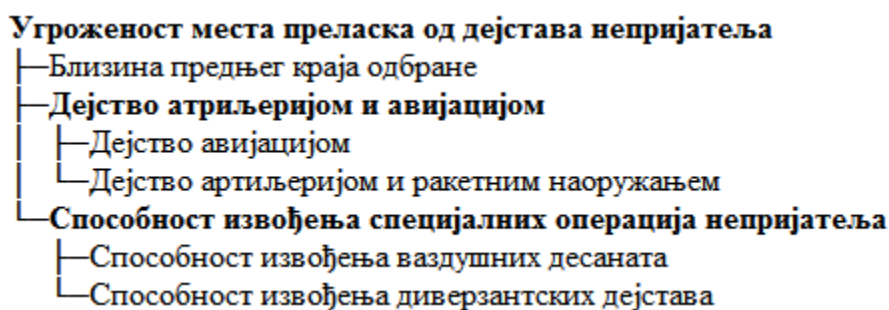
Табела 16. Лингвистички дескриптори за критеријум „Услови маскирања”

| Опис лингвистичког дескриптора | Вредност скале (груби и греј бројеви) | Вредност скале (Ферматеан фази бројеви) | Вредност скале (fuzzy бројеви-TRN, TrFN) |
|--------------------------------|---------------------------------------|---|--|
| Одлични (О) | (9; 10) | (0,9; 0,1) | (8; 9; 10) (7; 8; 9; 10) |
| Врло добри (В) | (6; 8) | (0,7; 0,2) | (5; 6; 7) (5; 6; 7; 8) |
| Добри (Д) | (4; 5) | (0,5; 0,5) | (3; 4; 5) (3; 4; 5; 6) |
| Задовољавајући (З) | (2; 3) | (0,2; 0,7) | (1; 2; 3) (1; 2; 3; 4) |
| Незадовољавајући (НЗ) | (1; 1) | (0,1; 0,9) | (1; 1; 1) (1; 1; 1; 1) |

1.8. Угроженост места преласка од дејстава непријатеља

У одбрани се планирање, организација и реализација савлађивања водених препрека може реализовати и без директног дејства непријатеља, за разлику од нападне операције, али се ово дејство не искључује, већ разматра у потпуности (Nikolić, 1969, p. 266). Ради операционализације овог критеријума, неопходно је сагледати близину предњег краја одбране, могућности дејства непријатеља авијацијом, артиљеријом и ракетним наоружањем (са или без нуклеарно-биолошко-хемијским својствима), као и могућност извођења ваздушних десаната и диверзија специјалним снагама (Nikolić, 1969, p. 266). Близина предњег краја одбране битан је елемент који је неопходно сагледати због ефикасног дејства непријатељске конвенционалне и ракетне артиљерије, као и дејства непријатељске авијације.

Критеријум је квалитативног и расходног (Cost) типа. У циљу дефинисања лингвистичких дескриптора за евалуацију алтернатива по овом критеријуму, израђен је модел (Слика 24) у софтверу DEXi, чији улазни подаци представљају претходно наведене могућности непријатеља и удаљеност предњег краја одбране. Правила одлучивања усаглашена су са експертима. Модел и правила одлучивања, дати су у Прилогу 5.



Слика 24. DEXi модел за дефинисање лингвистичких дескриптора за критеријум „Угроженост места преласка од дејства непријатеља”

Лингвистички дескриптори дефинисани за оцену алтернатива по овом критеријуму, представљени су у Табели 17.

Табела 17. Лингвистички дескриптори за критеријум „Угроженост места преласка од дејства непријатеља”

| Опис лингвистичког дескриптора | Вредност скале (груби и греј бројеви) | Вредност скале (Ферматеан фази бројеви) | Вредност скале (fuzzy бројеви-TRN, TrFN) |
|--------------------------------|---------------------------------------|---|--|
| Веома велика (ВВ) | (9; 10) | (0,9; 0,1) | (8; 9; 10) (7; 8; 9; 10) |
| Велика (ВЕ) | (6; 8) | (0,7; 0,2) | (5; 6; 7) (5; 6; 7; 8) |
| Средња (СР) | (4; 5) | (0,5; 0,5) | (3; 4; 5) (3; 4; 5; 6) |
| Мала (МА) | (2; 3) | (0,2; 0,7) | (1; 2; 3) (1; 2; 3; 4) |
| Не постоји (НП) | (1; 1) | (0,1; 0,9) | (1; 1; 1) (1; 1; 1; 1) |

1.9. Утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање

Вештачке препреке на воденој препреци, у смислу овог истраживања, представљају различите објекте у води који отежавају или онемогућавају прелазак (потопљени пловни и други објекти, остаци порушених мостова и сл.), као и пловне мине и друга минско-експлозивна средства, за чије уклањање је потребно време и ангажовање додатних снага и средстава (Pifat, 1980, р. 30). Иако се приликом савлађивања препрека, углавном, тежи ка обиласку вештачких препрека чије уклањање захтева много времена и додатног ангажовања људства и средстава, некада се због специфичности добијеног задатка и квалитета других елемената који се сагледавају приликом избора локације (Pifat, 1980, р. 30), морају изводити радови на уклањању истих.

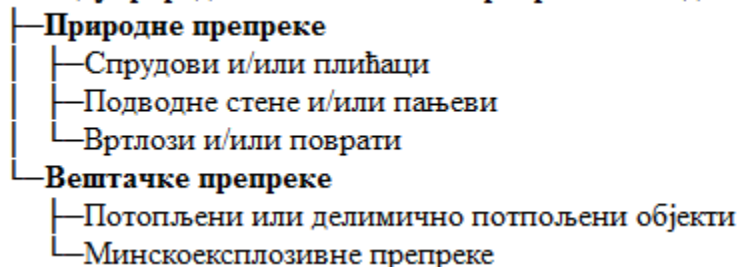
Под појмом природних објеката на воденој препреци, а у складу са предметом истраживања, подразумевају се различити објекти настали дејством природе као што су спрудови, плићаци, подводне стене, пањеви, вртлози, поврати и сл. (Pifat, 1980, pp. 25–27;

Šećković, 1972, p. 216), а који могу отежати или чак онемогућити прелазак и за чије уклањање је потребно извођење одређених инжињеријских радова или предузимање додатних мера приликом успоставе одређених места прелазака.

Спрудови на воденој препреци настају „на местима где река услед смањења брзине тока воде таложи песак или шљунак”, док плићаци представљају „места на реци где је дубина воде тако мала да је онемогућена свака пловидба пловним средствима” (Pifat, 1980, p. 25). Подводне стене могу знатно угрозити пловна средства и углавном се јављају у горњем току река и обележавају се ради безбедности пловидбе (Pifat, 1980, p. 27). Опасност по пловна средства, такође, представљају и пањевии, који се углавном јављају у средњем и доњем току реке (Pifat, 1980, p. 27). Под вртлозима се подразумевају „места на реци где услед изненадног повећања дубине воде или иза неког вештачког објекта на реци долази до кружног тока воде” (Pifat, 1980, p. 26), што може утицати неповољно на мања пловна средства. Поврати представљају места на воденој препреци „где ток воде мења свој правац кретања”, односно „где се ток воде уместо низводно почиње кретати узводно” (Pifat, 1980, p. 26) и директно утиче на кретање пловних објеката на води и сидрење приликом успоставе мостовног места преласка.

Критеријум је квалитативног и приходног (Benefit) типа. У циљу дефинисања лингвистичких дескриптора за оцену идентификованих алтернатива по овом критеријуму и квантификацију истих, израђен је модел (Слика 25) у софтверу DEXi, који је заснован на улазним подацима, који обухватају претходно наведене природне и вештачке препреке на воденој препреци. Правила одлучивања усаглашена су са експертима. Модел и правила одлучивања, дати су у Прилогу 6.

Утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање



Слика 25. DEXi модел за дефинисање лингвистичких дескриптора за критеријум „Утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање”

Лингвистички дескриптори за оцену алтернатива по овом критеријуму, представљени су у Табели 18.

Табела 18. Лингвистички дескриптори за критеријум „Утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање”

| Опис лингвистичког дескриптора | Вредност скале (груби и греј бројеви) | Вредност скале (Ферматеан фази бројеви) | Вредност скале (fuzzy бројеви-TRN, TrFN) |
|---------------------------------|---------------------------------------|---|--|
| Позитиван утицај (П) | (9; 10) | (0,9; 0,1) | (8; 9; 10) (7; 8; 9; 10) |
| Делимично позитиван утицај (ПД) | (5; 8) | (0,7; 0,2) | (5; 6; 7) (4; 5; 6; 7) |
| Делимично негативан утицај (НД) | (2; 4) | (0,2; 0,7) | (2; 3; 4) (1; 2; 3; 4) |
| Негативан утицај (Н) | (1; 1) | (0,1; 0,9) | (1; 1; 1) (1; 1; 1; 1) |

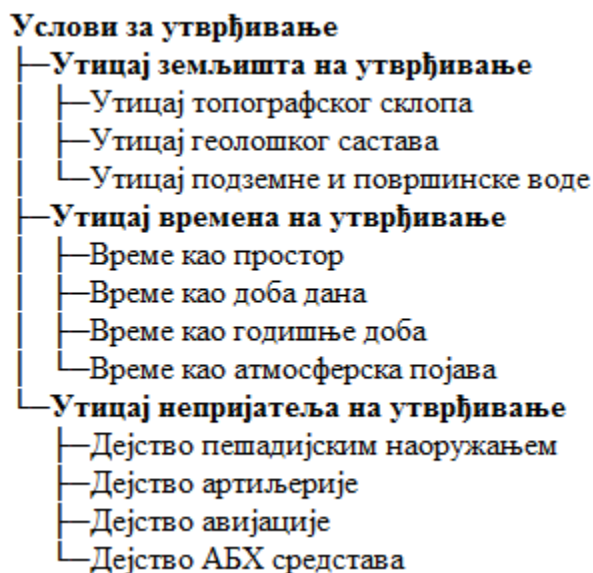
1.10. Услови за утврђивање

Утврђивање представља „сврсисходно уређење земљишта (положаја) ради стварања: повољних услова за ватрено дејство, осматрање и командовање; потпуније заштите живе силе и материјално-техничких средстава од дејства непријатељске ватре; сигурнијег и заштићеног саобраћаја на положају (по фронту и дубини), и услова за прикривен распоред властитих снага од угледа са земље и ваздуха” (Milovanović, 1979, p. 27). У смислу савлађивања водених препрека, овај критеријум се разматра због потребе израде „заклона и склоништа за командно место, људство и материјална средства” (*Pravilo Rečna flotila*, 2022, p. 89), односно израде објеката за дејство и заштиту људства и средстава (Pifat, 1980, p. 232).

У циљу разматрања овог критеријума, неопходно је сагледати утицај: земљишта, времена и непријатеља на утврђивање. Утицај земљишта на утврђивање, огледа се у

следећим карактеристикама: рељефу, покривености, проходности, прегледности у насељености (Milovanović, 1979, p. 40). Када се разматра утицај времена на утврђивање, потребно је утврдити ефекат које време испољава као простор, доба дана, годишње доба и као атмосферска појава (Milovanović, 1979, pp. 45–47). За утицај непријатеља на утврђивање, сагледава се врста могућег дејства непријатеља, са аспекта употребе различитих борбених средстава: пешадијског наоружања, артиљерије, авијације и нуклеарно-биолошко-хемијског наоружања (Milovanović, 1979, pp. 47–64).

Предметни критеријум је квалитативног и приходног (Benefit) типа. Дефинисање лингвистичких дескриптора за оцењивање алтернатива по овом критеријуму, који ће омогућити квантификацију критеријума, извршено је помоћу модела (Слика 26) израђеног у софтверу DEXi, заснован на претходно дефинисаним условима које је неопходно сагледати. Правила одлучивања усаглашена су са експертима. Модел и правила одлучивања, дати су у Прилогу 7.



Слика 26. DEXi модел за дефинисање лингвистичких дескриптора за критеријум „Услови за утврђивање”

Лингвистички дескриптори за оцену алтернатива по овом критеријуму, представљени су у Табели 19.

Табела 19. Лингвистички дескриптори за критеријум „Услови за утврђивање”

| Опис лингвистичког дескриптора | Вредност скале (груби и греј бројеви) | Вредност скале (Ферматеан фази бројеви) | Вредност скале (fuzzy бројеви-TRN, TrFN) |
|--------------------------------|---------------------------------------|---|--|
| Одлични (ОД) | (9; 10) | (0,9; 0,1) | (8; 9; 10) (7; 8; 9; 10) |
| Врло добри (ВД) | (6; 8) | (0,7; 0,2) | (5; 6; 7) (5; 6; 7; 8) |
| Добри (ДО) | (4; 5) | (0,5; 0,5) | (3; 4; 5) (3; 4; 5; 6) |
| Довољни (ДВ) | (2; 3) | (0,2; 0,7) | (1; 2; 3) (1; 2; 3; 4) |
| Недовољни (НДВ) | (1; 1) | (0,1; 0,9) | (1; 1; 1) (1; 1; 1; 1) |

1.11. Постојање налазишта месног материјала, месних средстава и радионица (индустријских погона)

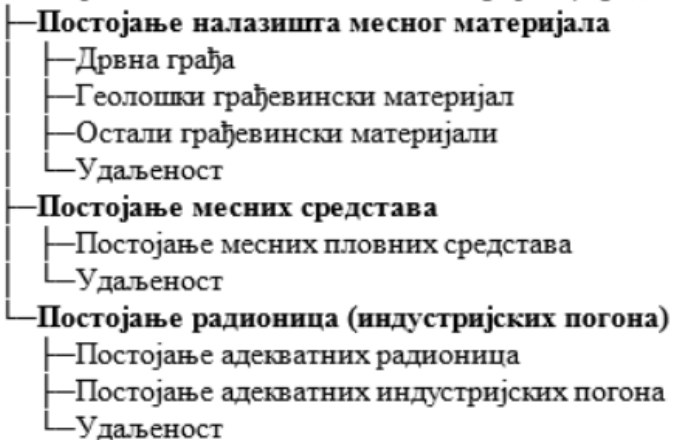
Инжињеријски радови су углавном условљени употребом различитих грађевинских материјала, као и постојањем различитих радионица и индустријских погона (механичарске радионице, пилане, браварске радионице, вулканизерске радионице и сл.) и месних средстава (пре свега пловних) у рејону извођења радова. Њихово постојање директно утиче на извођење ових радова и огледа се у већем квалитету и самој брзини реализације (*Pravilo Rečna flotila-privremeno*, 2020, p. 83; Šećković, 1972, p. 283).

Под месним материјалом, подразумевају се различите врсте грађевинског материјала (дрво, геолошки грађевински материјал, метал и сл., односно врста, квалитет, количина, могућности експлоатације и удаљеност материјала), који се могу користити за израду, оправку или реконструкцију прилазних путева, као и за уређење обала, речног дна и за потребе утврђивања (Hristov, 1978, pp. 224–225). Постојање месних пловних средстава утиче на веће способности (капацитете) јединице за савлађивање водене препреке, док већи број радионица утиче на могућност брзих отклањања евентуалних отказа на средствима, а

већи број индустријских погона омогућава лакше снабдевање потребним квалитетним материјалима и евентуалним отклањањем отказа на средствима, у зависности од капацитета и врсте погона.

Критеријум је квалитативног и приходног (Benefit) типа. У циљу дефинисања лингвистичких дескриптора који ће служити за евалуацију алтернатива по овом критеријуму и створити услове за квантификацију критеријума, израђен је модел (Слика 27) у софтверу DEXi, који се заснива на следећим улазним подацима, који представљају постојање: налазишта месног материјала, месних средстава и радионица (индустријских погона). Наведени атрибути су у моделу даље операционализовани, према (Hristov, 1978, pp. 224–225; *Pravilo Rečna flotila-privremeno*, 2020, p. 83; Šećković, 1972, p. 283). Правила одлучивања усаглашена су са експертима. Модел и правила одлучивања, дати су у Прилогу 8.

Постојање налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона)



Слика 27. DEXi модел за дефинисање лингвистичких дескриптора за критеријум „Постојање налазишта месног материјала, месних средстава и радионица (индустријских погона)”

Лингвистички дескриптори дефинисани за оцену алтернатива по овом критеријуму, представљени су у Табели 20.

Табела 20. Лингвистички дескриптори за критеријум „Постојање налазишта месног материјала, месних средстава и радионица (индустријских погона)”

| Опис лингвистичког дескриптора | Вредност скале (груби и греј бројеви) | Вредност скале (Ферматеан фази бројеви) | Вредност скале (fuzzy бројеви-TRN, TrFN) |
|--------------------------------|---------------------------------------|---|--|
| Постоје (П) | (8; 10) | (0,9; 0,1) | (6; 8; 10) (7; 8; 9; 10) |
| Делимично постоје (ДП) | (2; 7) | (0,6; 0,4) | (2; 4; 6) (2; 4; 6; 8) |
| Не постоје (НПо) | (1; 1) | (0,1; 0,9) | (1; 1; 1) (1; 1; 1; 1) |

1.12. Могућност истовременог спуштања пловних чланака на воду

Приликом успоставе скелских и мостовних места прелазака преко водених препрека, употребом Комплекта ПМ М-71, неопходно је сагледати и могућности истовременог спуштања пловних чланака на воду. Ова могућност непосредно утиче на укупно време извршења задатка, као и на време изложености људских и материјалних ресурса дејству непријатеља. Предметни критеријум је лингвистичког и приходног (Benefit) типа. Лингвистичка скала за оцену алтернатива по овом критеријуму, представљена је у Табели 21.

Табела 21. Лингвистички дескриптори за критеријум „Могућност истовременог спуштања пловних чланака на воду”

| Опис лингвистичког дескриптора | Вредност скале (груби и греј бројеви) |
|--|---------------------------------------|
| Могуће је истовремено спустити све неопходне пловне чланке на воду (МИС) | (9; 10) |

| | |
|--|--------|
| Могуће је истовремено спустити половину или више од половине неопходних пловних чланака на воду (МИСП) | (5; 8) |
| Могуће је истовремено спустити мање од половине неопходних пловних чланака на воду (МИСМП) | (2; 4) |
| Није могуће истовремено спуштање неопходних пловних чланака на воду (НМИС) | (1; 1) |

1.13. Тенденција водостаја

Водостај представља „висину нивоа воде у речном кориту у односу на нулту тачку водомера”, „која се одређује на основу вишегодишњег средњег водостаја” (Pifat, 1980, p. 23). На рекама где не постоји водомерна летва сталног типа, постављају се привремене, ради праћења водостаја (Pifat, 1980, p. 34; Šećković, 1972, p. 204). Ова карактеристика водене препреке, свој навећи утицај испољава у јесен и пролеће, када често долази до наглих промена водостаја (Nikolić, 1969, p. 36). Утицај на савлађивање водених препрека се огледа у повећању или смањењу дубине, ширине и брзине водене препреке. Наведене промене, имају непосредне импликације на услове одржавања места прелазака, могућност извођења савлађивања, број потребног људства и средстава, брзину превозења и време неопходно за само савлађивање водене препреке (Nikolić, 1969, p. 37). Конкретно, на местима преласка газом, дубоким газом и подводним газом тенковима, пораст водостаја може искључити прелазак на дефинисаној локацији; на мостовном месту преласка промене у водостају утичу на повећање или смањење дужине моста, односно додатно ангажовање снага и средстава; на скелском месту преласка промене у водостају директно утичу на подизање или спуштање рампи и навоза (Pifat, 1980, p. 24). За веће реке, прогнозу (тенденцију) водостаја на различитим мерним станицама у Републици Србији јавно објављује Републички хидрометеоролошки завод (*Republički hidrometeorološki zavod*, 2023). Критеријум је квалитативног и приходног (Benefit) типа. Лингвистички дескриптори намењени за оцену алтернатива по овом критеријуму, представљени су у Табели 22.

Табела 22. Лингвистички дескриптори за критеријум „Тенденција водостаја”

| Опис дескриптора | лингвистичког | Вредност скале (груби бројеви) | Вредност скале (Ферматеан фази бројеви) | Вредност скале (fuzzy бројеви-TRN, TrFN) |
|--|---------------|--------------------------------|---|--|
| Повољна тенденција (стагнација водостаја) (ПТ) | | (8; 10) | (0,9; 0,1) | (8; 9; 10) (7; 8; 9; 10) |
| Делимично повољна тенденција (умерени пад водостаја) (ДПТ) | | (4; 7) | (0,7; 0,2) | (5; 6; 7) (4; 5; 6; 7) |
| Делимично неповољна тенденција (мање осцилације у водостају) (ДНТ) | | (2; 3) | (0,2; 0,7) | (2; 3; 4) (1; 2; 3; 4) |
| Неповољна тенденција (већи пад или пораст водостаја) (НТ) | | (1; 1) | (0,1; 0,9) | (1; 1; 1) (1; 1; 1; 1) |

1.14. Могућности развоја возила (тенкова) за дејство и маневар на супротној обали

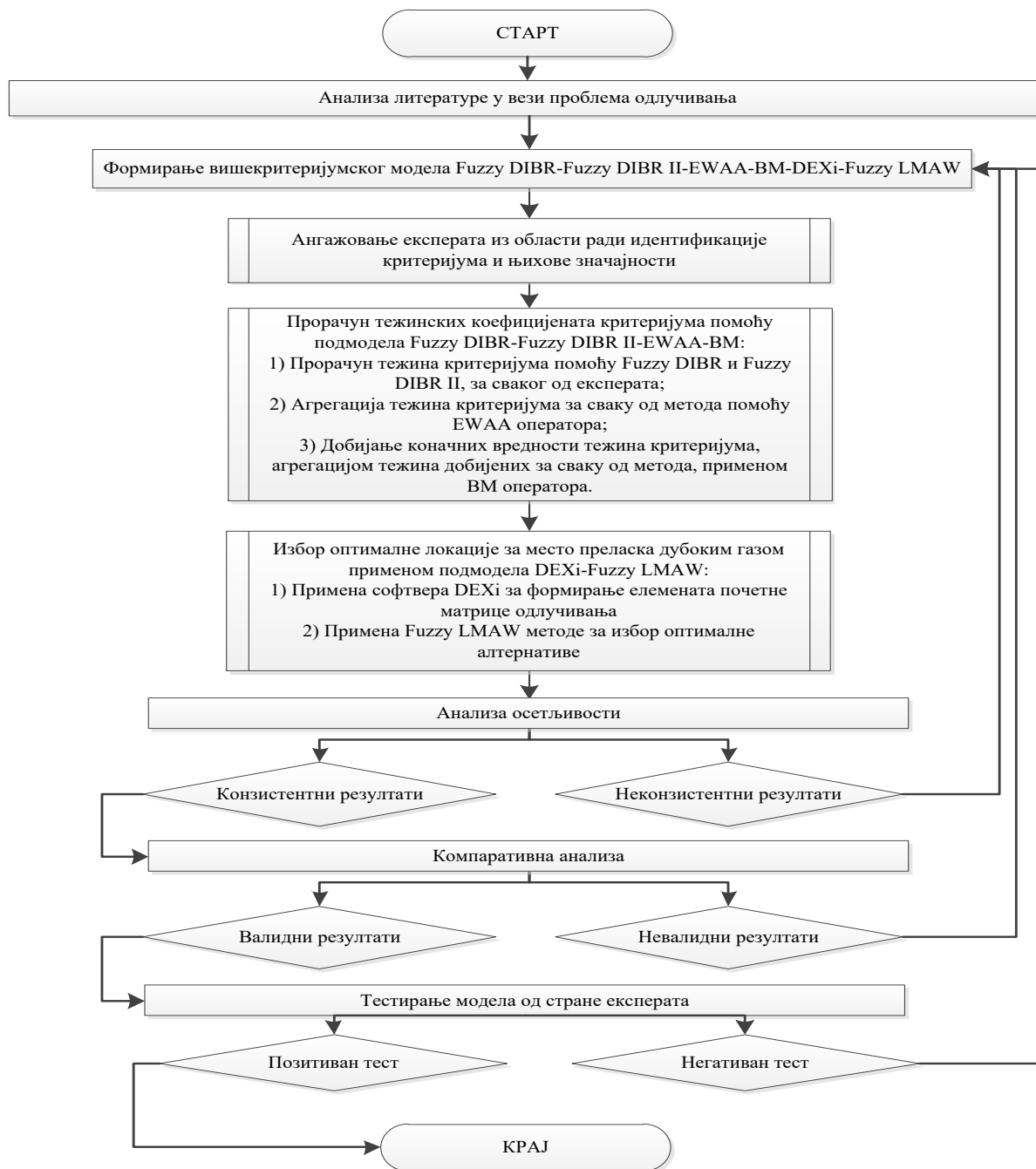
Приликом разматрања свих фактора који утичу на избор локација за савлађивање водених препрека газом, дубоким газом и подводним газом тенковима, неопходно је сагледати и могућности за развој возила (тенкова) за дејство и маневар на супротној обали, а након преласка. Наведено се првенствено односи на земљишне услове и услове за маскирање на супротној обали (Šečković, 1972, р. 227). Обзиром да се приликом савлађивања водених препрека на наведеним местима преласка, возила (тенкови) крећу у колони, а да приликом изласка са водене препреке није дозвољено гомилање технике, потребно је да се јединица што пре распореди на начин како би била што мање уносан циљ за непријатеља, а да возила (тенкови) у сваком тренутку буду способни за дејство и да наставе кретање. Онострана обала мора бити разминирана и пружати повољне услове за маскирање, дејство и заштиту. Критеријум је квалитативног и приходног (Benefit) типа. Лингвистички дескриптори за оцењивање алтернатива по овом критеријуму, дати су у Табели 23.

Табела 23. Лингвистички дескриптори за критеријум „Могућности развоја возила (тенкова) за дејство и маневар на супротној обали”

| Опис лингвистичког дескриптора | Вредност скале (Ферматеан фази бројеви) | Вредност скале (fuzzy бројеви- TRN, TrFN) |
|---|---|---|
| Повољна услови (могуће је развити јединицу, обала није запречена, постоје услови за маскирање, дејство и заштиту) (ПУ) | (0,9; 0,1) | (8; 9; 10) (7; 8; 9; 10) |
| Делимично повољни услови (могуће је развити јединицу, обала је делимично запречена, услови за маскирање, дејство и заштиту нису потпуни) (ДП) | (0,7; 0,2) | (5; 6; 7) (4; 5; 6; 7) |
| Делимично неповољни услови (могуће је делимично развити јединицу, обала је запречена, услови за маскирање, дејство и заштиту нису потпуни) (ДН) | (0,2; 0,7) | (2; 3; 4) (1; 2; 3; 4) |
| Неповољни услови (није могуће развити јединицу, обала је запречена, услови за маскирање, дејство и заштиту не постоје) (НУ) | (0,1; 0,9) | (1; 1; 1) (1; 1; 1; 1) |

2. ИЗБОР ЛОКАЦИЈЕ ЗА МЕСТО ПРЕЛАСКА ГАЗОМ

У циљу избора локације за место преласка газом у одбрамбеној операцији, примењен је алгоритам приказан на Слици 28.



Слика 28. Алгоритам за избор локације за успоставу места преласка водене препреке газом у одбрамбеној операцији

На основу алгоритма (Слика 28), извршена је анализа литературе у вези са проблемом истраживања и дефинисано да се за потребе предметног избора користи Фази теорија, односно троугласти фази бројеви, због великог броја критеријума који представљају непрецизне и лингвистичке податке, где овај концепт омогућава постепене прелазе између чланства и не чланства у скупу. У циљу одређивања тежинских коефицијената критеријума, развијена је Fuzzy DIBR II метода, која је коришћена заједно са Fuzzy DIBR методом, а ради добијања прецизнијих вредности. Формиран је модел вишекритеријумског одлучивања, који поред претходно наведених метода, за обраду резултата приликом дефинисања тежина критеријума користи и EWAA и BM оперatore, док се за дефинисање лингвистичких дескриптора користи софтвер DEXi. Оператор EWAA користи се за агрегацију експертских мишљења, узимајући у обзир и компетенције експерата, док се BM оператор користи за агрегацију тежинских коефицијената критеријума добијених помоћу метода Fuzzy DIBR и Fuzzy DIBR II. У случају да се не дефинишу квалитетни критеријуми и добију тежински коефицијенти критеријума који задовољавају услове коришћене методе, неопходно је поново доставити упитнике за дефинисање критеријума и одређивање тежина критеријума експертима и спровести Делфи методу. У супротном, прелази се на следећу фазу модела одлучивања (Слика 28). За избор оптималне локације у моделу, користи се метода Fuzzy LMAW, а због њене особине да добро третира неизвесност приликом одлучивања. Претходно наведене методе, софтвер и оператори, описани су у другом поглављу рукописа.

⁶За потребе овог дела истраживања, ангажовано је 26 експерата из области (Експертска група 1). Експертима је достављен упитник (Прилог 1) за идентификацију критеријума који условљавају избор локације за савлађивање водене препреке газом у одбрамбеној операцији. Након примене Делфи методе и обраде добијених података, мишљења четири експерта су одбачена због великог одступања од мишљења експертске групе, тако да је у коначном ангажовано 22 експерта у целокупном процесу истраживања, а применом методологије представљене у (Tešić & Воžanić, 2024), дефинисане су њихове нормализоване компетенције, које су представљене у Табели 24.

⁶ Овај део истраживања је објављен у (Tešić et al., 2024) у циљу валидације резултата истраживања, који су проистекли из оквира теме докторске дисертације.

Табела 24. Нормализовани коефицијенти компетенција експерата (МПП)

| Експерт | Коефицијент компетенције | Експерт | Коефицијент компетенције |
|------------|--------------------------|------------|--------------------------|
| E1 | 0,0484 | E12 | 0,0375 |
| E2 | 0,0535 | E13 | 0,0498 |
| E3 | 0,0365 | E14 | 0,0579 |
| E4 | 0,0439 | E15 | 0,0554 |
| E5 | 0,0380 | E16 | 0,0536 |
| E6 | 0,0375 | E17 | 0,0497 |
| E7 | 0,0424 | E18 | 0,0492 |
| E8 | 0,0430 | E19 | 0,0417 |
| E9 | 0,0388 | E20 | 0,0444 |
| E10 | 0,0372 | E21 | 0,0529 |
| E11 | 0,0364 | E22 | 0,0526 |

Обрадом резултата анкете и применом методе интервјуа, идентификовано је укупно 13 критеријума који условљавају избор локације за успоставу места преласка газом (Табела 25).

Табела 25. Критеријуми који условљавају избор локације за место преласка газом

| Критеријум | Тип критеријума | |
|---|------------------|------------------------|
| | Benefit/ Cost | Нумерички/Лингвистички |
| C1 - Квалитет прилазних путева на обема обалама | Benefit | Лингвистички |
| C2 - Обим радова на уређењу овострани и онострани обале | Cost | Лингвистички |
| C3 - Ширина водене препреке (м) | Cost | Нумерички |
| C4 - Дубина водене препреке (м) | Cost | Нумерички |
| C5 - Брзина воденог тока (м/сек) | Cost | Нумерички |
| C6 - Састав дна водене препреке | Benefit | Лингвистички |
| C7 - Услови маскирања | Benefit | Лингвистички |
| C8 - Угроженост МП од дејстава непријатеља | Cost | Лингвистички |
| C9 - Утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање | Benefit | Лингвистички |
| C10 - Услови за утврђивање | Benefit | Лингвистички |
| C11 - Постојање налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Benefit | Лингвистички |
| C12 - Тенденција водостаја | Benefit | Лингвистички |
| C13 - Могућности развоја возила (тенкова) за дејство и маневар на супротној обали | Benefit | Лингвистички |

2.1. Одређивање тежинских коефицијената критеријума

Након идентификације критеријума, експертима је поново подељен упитник (Прилог 9) где је од експерата тражено да одреде ранг критеријума, према значајности (Табела 26), као и односе између критеријума (Табеле 27 и 28).

Табела 26. Експертска мишљења у вези са рангом критеријума (МПГ)

| Експерт/ Критеријум | C ₁ | C ₂ | C ₃ | C ₄ | C ₅ | C ₆ | C ₇ | C ₈ | C ₉ | C ₁₀ | C ₁₁ | C ₁₂ | C ₁₃ |
|------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| E1 | 11 | 10 | 4 | 1 | 2 | 3 | 7 | 5 | 9 | 12 | 13 | 8 | 6 |
| E2 | 9 | 8 | 6 | 1 | 2 | 3 | 11 | 4 | 7 | 10 | 13 | 5 | 12 |
| E3 | 7 | 8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 11 | 5 | 10 | 9 | 13 | 6 | 12 |
| E4 | 5 | 10 | 1 | 2 | 4 | 3 | 8 | 9 | 13 | 6 | 11 | 12 | 7 |
| E5 | 9 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 6 | 7 | 12 | 8 | 13 | 10 | 11 |
| E6 | 9 | 8 | 6 | 1 | 2 | 3 | 11 | 4 | 7 | 12 | 13 | 5 | 10 |
| E7 | 6 | 7 | 8 | 1 | 5 | 2 | 9 | 3 | 10 | 11 | 13 | 12 | 4 |
| E8 | 6 | 5 | 3 | 1 | 4 | 2 | 11 | 7 | 9 | 12 | 13 | 10 | 8 |
| E9 | 5 | 9 | 3 | 2 | 4 | 1 | 8 | 10 | 12 | 11 | 13 | 7 | 6 |
| E10 | 7 | 8 | 4 | 1 | 2 | 3 | 9 | 6 | 11 | 12 | 13 | 10 | 5 |
| E11 | 5 | 11 | 3 | 1 | 2 | 4 | 7 | 6 | 9 | 10 | 13 | 8 | 12 |
| E12 | 8 | 9 | 4 | 1 | 2 | 3 | 5 | 6 | 11 | 10 | 12 | 13 | 7 |
| E13 | 11 | 10 | 4 | 1 | 2 | 3 | 7 | 5 | 9 | 12 | 13 | 8 | 6 |
| E14 | 8 | 9 | 4 | 1 | 2 | 3 | 10 | 5 | 11 | 12 | 13 | 6 | 7 |
| E15 | 11 | 10 | 4 | 1 | 2 | 3 | 7 | 5 | 9 | 12 | 13 | 8 | 6 |
| E16 | 11 | 10 | 4 | 1 | 2 | 3 | 7 | 5 | 9 | 12 | 13 | 8 | 6 |
| E17 | 9 | 8 | 6 | 1 | 2 | 3 | 11 | 4 | 7 | 10 | 13 | 5 | 12 |
| E18 | 8 | 9 | 4 | 1 | 2 | 3 | 10 | 5 | 11 | 12 | 13 | 6 | 7 |
| E19 | 11 | 10 | 4 | 1 | 2 | 3 | 7 | 5 | 9 | 12 | 13 | 8 | 6 |
| E20 | 8 | 9 | 4 | 1 | 2 | 3 | 10 | 5 | 11 | 12 | 13 | 6 | 7 |
| E21 | 11 | 10 | 4 | 1 | 2 | 3 | 7 | 5 | 9 | 12 | 13 | 8 | 6 |
| E22 | 9 | 8 | 6 | 1 | 2 | 3 | 11 | 4 | 7 | 10 | 13 | 5 | 12 |

Табела 27. Експертска мишљења у вези са односом међу критеријумима за Fuzzy DIBR методу

| Експерт/ Односи | C1- C2 | C2- C3 | C3- C4 | C4- C5 | C5- C6 | C6- C7 | C7- C8 | C8- C9 | C9- C10 | C10- C11 | C11- C12 | C12- C13 | C1- C13 |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| E1 | 0,50 | 0,50 | 0,52 | 0,54 | 0,50 | 0,54 | 0,54 | 0,52 | 0,50 | 0,54 | 0,52 | 0,54 | 0,74 |
| E2 | 0,56 | 0,50 | 0,54 | 0,56 | 0,54 | 0,70 | 0,54 | 0,60 | 0,52 | 0,60 | 0,70 | 0,54 | 0,98 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| E3 | 0,50 | 0,54 | 0,56 | 0,62 | 0,62 | 0,62 | 0,62 | 0,64 | 0,66 | 0,56 | 0,58 | 0,52 | 0,99 |
| E4 | 0,60 | 0,50 | 0,50 | 0,56 | 0,52 | 0,56 | 0,52 | 0,54 | 0,56 | 0,54 | 0,56 | 0,54 | 0,89 |
| E5 | 0,55 | 0,58 | 0,53 | 0,60 | 0,58 | 0,60 | 0,53 | 0,55 | 0,50 | 0,53 | 0,58 | 0,55 | 0,93 |
| E6 | 0,50 | 0,54 | 0,54 | 0,54 | 0,56 | 0,58 | 0,54 | 0,56 | 0,52 | 0,56 | 0,56 | 0,54 | 0,90 |
| E7 | 0,50 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,96 |
| E8 | 0,50 | 0,60 | 0,50 | 0,50 | 0,60 | 0,50 | 0,60 | 0,60 | 0,50 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,95 |
| E9 | 0,60 | 0,60 | 0,53 | 0,60 | 0,50 | 0,60 | 0,53 | 0,55 | 0,50 | 0,60 | 0,60 | 0,50 | 0,94 |
| E10 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,54 | 0,50 | 0,56 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,56 | 0,54 | 0,92 |
| E11 | 0,54 | 0,50 | 0,50 | 0,56 | 0,54 | 0,54 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,56 | 0,75 |
| E12 | 0,53 | 0,50 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,58 | 0,53 | 0,58 | 0,53 | 0,53 | 0,55 | 0,53 | 0,89 |
| E13 | 0,50 | 0,52 | 0,54 | 0,54 | 0,56 | 0,62 | 0,52 | 0,56 | 0,52 | 0,56 | 0,60 | 0,54 | 0,92 |
| E14 | 0,53 | 0,53 | 0,58 | 0,53 | 0,55 | 0,58 | 0,50 | 0,60 | 0,50 | 0,55 | 0,55 | 0,53 | 0,89 |
| E15 | 0,50 | 0,50 | 0,53 | 0,55 | 0,55 | 0,60 | 0,50 | 0,58 | 0,50 | 0,60 | 0,58 | 0,53 | 0,89 |
| E16 | 0,56 | 0,52 | 0,56 | 0,56 | 0,56 | 0,62 | 0,54 | 0,58 | 0,50 | 0,58 | 0,62 | 0,52 | 0,95 |
| E17 | 0,52 | 0,50 | 0,56 | 0,56 | 0,54 | 0,58 | 0,56 | 0,56 | 0,50 | 0,58 | 0,60 | 0,52 | 0,92 |
| E18 | 0,54 | 0,52 | 0,54 | 0,54 | 0,56 | 0,56 | 0,54 | 0,60 | 0,50 | 0,56 | 0,60 | 0,52 | 0,92 |
| E19 | 0,54 | 0,50 | 0,54 | 0,54 | 0,54 | 0,60 | 0,54 | 0,58 | 0,52 | 0,56 | 0,58 | 0,54 | 0,92 |
| E20 | 0,50 | 0,50 | 0,54 | 0,54 | 0,52 | 0,56 | 0,54 | 0,54 | 0,50 | 0,54 | 0,54 | 0,54 | 0,80 |
| E21 | 0,54 | 0,50 | 0,54 | 0,54 | 0,54 | 0,60 | 0,54 | 0,58 | 0,52 | 0,60 | 0,62 | 0,54 | 0,93 |
| E22 | 0,52 | 0,50 | 0,56 | 0,56 | 0,54 | 0,58 | 0,56 | 0,56 | 0,50 | 0,58 | 0,60 | 0,52 | 0,91 |

Табела 28. Експертска мишљења у вези са односом међу критеријумима за Fuzzy DIBR

II методу

| Експерт/ Односи | C1- C2 | C2- C3 | C3- C4 | C4- C5 | C5- C6 | C6- C7 | C7- C8 | C8- C9 | C9- C10 | C10- C11 | C11- C12 | C12- C13 | C1- C13 |
|----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| E1 | 1 | 1 | 1,1 | 1,2 | 1 | 1,2 | 1,2 | 1,1 | 1 | 1,2 | 1,1 | 1,2 | 3,3 |
| E2 | 1,3 | 1 | 1,2 | 1,3 | 1,2 | 2 | 1,2 | 1,5 | 1,1 | 1,5 | 2 | 1,2 | 34,7 |
| E3 | 1 | 1,2 | 1,3 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 1,3 | 1,4 | 1,1 | 62,6 |
| E4 | 1,5 | 1 | 1 | 1,3 | 1,1 | 1,3 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,2 | 1,3 | 1,2 | 9,0 |
| E5 | 1,3 | 1,4 | 1,2 | 1,5 | 1,4 | 1,5 | 1,2 | 1,3 | 1,1 | 1,2 | 1,4 | 1,3 | 25,8 |
| E6 | 1 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,2 | 1,3 | 1,1 | 1,3 | 1,3 | 1,2 | 10,9 |
| E7 | 1 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1 | 1 | 1 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 25,6 |
| E8 | 1 | 1,5 | 1 | 1 | 1,5 | 1 | 1,5 | 1,5 | 1 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 17,1 |
| E9 | 1,5 | 1,5 | 1,2 | 1,5 | 1,1 | 1,5 | 1,2 | 1,3 | 1,1 | 1,5 | 1,5 | 1,1 | 28,4 |
| E10 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,2 | 1 | 1,3 | 1 | 1 | 1 | 1,3 | 1,2 | 12,3 |
| E11 | 1,2 | 1 | 1 | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1,3 | 2,9 |
| E12 | 1,2 | 1,1 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,4 | 1,2 | 1,4 | 1,2 | 1,2 | 1,3 | 1,2 | 15,3 |
| E13 | 1 | 1,1 | 1,2 | 1,2 | 1,3 | 1,6 | 1,1 | 1,3 | 1,1 | 1,3 | 1,5 | 1,2 | 12,1 |
| E14 | 1,2 | 1,2 | 1,4 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,1 | 1,5 | 1,1 | 1,3 | 1,3 | 1,2 | 16,2 |
| E15 | 1,1 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,3 | 1,5 | 1,1 | 1,4 | 1,1 | 1,5 | 1,4 | 1,2 | 15,7 |
| E16 | 1,3 | 1,1 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,6 | 1,2 | 1,4 | 1 | 1,4 | 1,6 | 1,1 | 20,8 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| E17 | 1,1 | 1 | 1,3 | 1,3 | 1,2 | 1,4 | 1,3 | 1,3 | 1 | 1,4 | 1,5 | 1,1 | 12,2 |
| E18 | 1,2 | 1,1 | 1,2 | 1,2 | 1,3 | 1,3 | 1,2 | 1,5 | 1 | 1,3 | 1,5 | 1,1 | 12,4 |
| E19 | 1,2 | 1 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,5 | 1,2 | 1,4 | 1,1 | 1,3 | 1,4 | 1,2 | 12,6 |
| E20 | 1 | 1 | 1,2 | 1,2 | 1,1 | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 5,1 |
| E21 | 1,2 | 1 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,5 | 1,2 | 1,4 | 1,1 | 1,5 | 1,6 | 1,2 | 16,6 |
| E22 | 1,1 | 1 | 1,3 | 1,3 | 1,2 | 1,4 | 1,3 | 1,3 | 1 | 1,4 | 1,5 | 1,1 | 12,2 |

Поред наведеног, од експерата је тражено да изразе своју увереност у дате тврдње у процентима (степен уверености). Степен уверености експерата у дате тврдње, представљен је у Табели 29.

Табела 29. Степен уверености експерата у дате тврдње (МПГ)

| Експерт | Степен уверености |
|----------------|--------------------------|
| E1 | 0,9 |
| E2 | 1 |
| E3 | 0,9 |
| E4 | 0,9 |
| E5 | 0,8 |
| E6 | 0,9 |
| E7 | 1 |
| E8 | 0,8 |
| E9 | 0,9 |
| E10 | 0,9 |
| E11 | 1 |
| E12 | 1 |
| E13 | 0,9 |
| E14 | 1 |
| E15 | 0,9 |
| E16 | 1 |
| E17 | 1 |
| E18 | 1 |
| E19 | 0,9 |
| E20 | 0,8 |
| E21 | 0,9 |
| E22 | 1 |

Поштујући алгоритам (Слика 28), након формирања троугластих фази бројева помоћу израза (10), а применом корака Fuzzy DIBR методе, добијају се следеће вредности тежинских коефицијената критеријума, за сваког од експерата (Табела 30):

Табела 30. Вредности тежинских коефицијената критеријума добијених помоћу Fuzzy DIBR методе

| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | C9 | C10 | C11 | C12 | C13 |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| E1 | 0,0481 | 0,0565 | 0,0990 | 0,1260 | 0,1244 | 0,1055 | 0,0719 | 0,0843 | 0,0565 | 0,0444 | 0,0378 | 0,0612 | 0,0843 |
| E2 | 0,0223 | 0,0334 | 0,0914 | 0,2041 | 0,1603 | 0,1603 | 0,0137 | 0,1366 | 0,0392 | 0,0205 | 0,0050 | 0,1073 | 0,0059 |
| E3 | 0,0330 | 0,0202 | 0,2211 | 0,2185 | 0,1937 | 0,1434 | 0,0046 | 0,0879 | 0,0059 | 0,0114 | 0,0031 | 0,0539 | 0,0033 |
| E4 | 0,0868 | 0,0389 | 0,1778 | 0,1318 | 0,1105 | 0,1222 | 0,0581 | 0,0495 | 0,0222 | 0,0801 | 0,0331 | 0,0260 | 0,0629 |
| E5 | 0,0269 | 0,0739 | 0,2266 | 0,1991 | 0,1547 | 0,1108 | 0,0546 | 0,0364 | 0,0180 | 0,0329 | 0,0147 | 0,0269 | 0,0244 |
| E6 | 0,0370 | 0,0471 | 0,0763 | 0,1668 | 0,1647 | 0,1419 | 0,0268 | 0,1140 | 0,0552 | 0,0211 | 0,0179 | 0,0971 | 0,0341 |
| E7 | 0,0616 | 0,0616 | 0,0616 | 0,2079 | 0,0616 | 0,2079 | 0,0411 | 0,1386 | 0,0274 | 0,0182 | 0,0081 | 0,0122 | 0,0924 |
| E8 | 0,0697 | 0,1046 | 0,1250 | 0,1896 | 0,1046 | 0,1845 | 0,0207 | 0,0697 | 0,0310 | 0,0138 | 0,0092 | 0,0310 | 0,0465 |
| E9 | 0,0659 | 0,0325 | 0,1382 | 0,1830 | 0,0989 | 0,2486 | 0,0398 | 0,0325 | 0,0145 | 0,0217 | 0,0145 | 0,0440 | 0,0659 |
| E10 | 0,0436 | 0,0343 | 0,0768 | 0,2606 | 0,1917 | 0,1456 | 0,0343 | 0,0436 | 0,0343 | 0,0269 | 0,0229 | 0,0343 | 0,0512 |
| E11 | 0,0827 | 0,0600 | 0,1053 | 0,1236 | 0,1053 | 0,1053 | 0,0600 | 0,0705 | 0,0600 | 0,0600 | 0,0472 | 0,0600 | 0,0600 |
| E12 | 0,0504 | 0,0365 | 0,1187 | 0,1637 | 0,1471 | 0,1471 | 0,0958 | 0,0774 | 0,0295 | 0,0328 | 0,0238 | 0,0214 | 0,0560 |
| E13 | 0,0260 | 0,0331 | 0,1207 | 0,1653 | 0,1633 | 0,1446 | 0,0495 | 0,1028 | 0,0359 | 0,0174 | 0,0148 | 0,0457 | 0,0808 |
| E14 | 0,0562 | 0,0375 | 0,1027 | 0,1698 | 0,1536 | 0,1390 | 0,0375 | 0,0930 | 0,0307 | 0,0251 | 0,0227 | 0,0761 | 0,0562 |
| E15 | 0,0272 | 0,0408 | 0,1236 | 0,1514 | 0,1496 | 0,1343 | 0,0551 | 0,1011 | 0,0408 | 0,0201 | 0,0182 | 0,0551 | 0,0827 |
| E16 | 0,0203 | 0,0280 | 0,1198 | 0,2103 | 0,1652 | 0,1525 | 0,0453 | 0,0942 | 0,0280 | 0,0124 | 0,0115 | 0,0386 | 0,0740 |
| E17 | 0,0359 | 0,0457 | 0,0803 | 0,1654 | 0,1526 | 0,1526 | 0,0260 | 0,1199 | 0,0581 | 0,0359 | 0,0160 | 0,0942 | 0,0173 |
| E18 | 0,0523 | 0,0349 | 0,1167 | 0,1743 | 0,1485 | 0,1370 | 0,0349 | 0,0994 | 0,0274 | 0,0183 | 0,0169 | 0,0781 | 0,0614 |
| E19 | 0,0252 | 0,0321 | 0,1164 | 0,1701 | 0,1545 | 0,1450 | 0,0563 | 0,0992 | 0,0347 | 0,0182 | 0,0155 | 0,0480 | 0,0845 |
| E20 | 0,0530 | 0,0451 | 0,1007 | 0,1596 | 0,1554 | 0,1149 | 0,0451 | 0,0858 | 0,0384 | 0,0328 | 0,0279 | 0,0792 | 0,0622 |
| E21 | 0,0217 | 0,0325 | 0,1181 | 0,1723 | 0,1565 | 0,1471 | 0,0571 | 0,1006 | 0,0352 | 0,0133 | 0,0113 | 0,0487 | 0,0857 |
| E22 | 0,0359 | 0,0457 | 0,0803 | 0,1654 | 0,1526 | 0,1526 | 0,0260 | 0,1199 | 0,0581 | 0,0359 | 0,0160 | 0,0942 | 0,0173 |

Даље, применом Fuzzy DIBR II методе, долази се до следећих вредности тежинских коефицијената критеријума, за сваког од експерата (Табела 31):

Табела 31. Вредности тежинских коефицијената критеријума добијених помоћу Fuzzy DIBR II методе

| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | C9 | C10 | C11 | C12 | C13 |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| E1 | 0,0539 | 0,0613 | 0,0987 | 0,1067 | 0,1060 | 0,1052 | 0,0741 | 0,0855 | 0,0615 | 0,0516 | 0,0456 | 0,0647 | 0,0851 |
| E2 | 0,0237 | 0,0356 | 0,0854 | 0,2079 | 0,1599 | 0,1599 | 0,0144 | 0,1333 | 0,0427 | 0,0216 | 0,0060 | 0,1025 | 0,0072 |
| E3 | 0,0403 | 0,0267 | 0,2064 | 0,2052 | 0,1777 | 0,1426 | 0,0081 | 0,0933 | 0,0098 | 0,0166 | 0,0060 | 0,0612 | 0,0062 |
| E4 | 0,0882 | 0,0454 | 0,1619 | 0,1116 | 0,1103 | 0,1109 | 0,0636 | 0,0559 | 0,0292 | 0,0832 | 0,0401 | 0,0328 | 0,0670 |
| E5 | 0,0393 | 0,0796 | 0,1996 | 0,1613 | 0,1228 | 0,1089 | 0,0633 | 0,0476 | 0,0307 | 0,0442 | 0,0282 | 0,0382 | 0,0363 |
| E6 | 0,0421 | 0,0518 | 0,0787 | 0,1521 | 0,1510 | 0,1302 | 0,0330 | 0,1127 | 0,0590 | 0,0271 | 0,0241 | 0,0979 | 0,0403 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| E7 | 0,0616 | 0,0616 | 0,0616 | 0,2079 | 0,0616 | 0,2079 | 0,0411 | 0,1386 | 0,0274 | 0,0182 | 0,0081 | 0,0122 | 0,0924 |
| E8 | 0,0774 | 0,1058 | 0,1078 | 0,1528 | 0,1067 | 0,1504 | 0,0329 | 0,0770 | 0,0432 | 0,0255 | 0,0200 | 0,0431 | 0,0573 |
| E9 | 0,0721 | 0,0344 | 0,1192 | 0,1723 | 0,1035 | 0,2500 | 0,0423 | 0,0331 | 0,0168 | 0,0235 | 0,0162 | 0,0480 | 0,0685 |
| E10 | 0,0500 | 0,0405 | 0,0822 | 0,2478 | 0,1709 | 0,1183 | 0,0404 | 0,0502 | 0,0402 | 0,0328 | 0,0290 | 0,0403 | 0,0573 |
| E11 | 0,0834 | 0,0579 | 0,1084 | 0,1301 | 0,1084 | 0,1084 | 0,0579 | 0,0695 | 0,0579 | 0,0579 | 0,0445 | 0,0579 | 0,0579 |
| E12 | 0,0416 | 0,0297 | 0,1181 | 0,2027 | 0,1689 | 0,1536 | 0,0909 | 0,0699 | 0,0206 | 0,0248 | 0,0159 | 0,0132 | 0,0499 |
| E13 | 0,0329 | 0,0403 | 0,1185 | 0,1471 | 0,1461 | 0,1369 | 0,0543 | 0,1029 | 0,0420 | 0,0234 | 0,0209 | 0,0517 | 0,0828 |
| E14 | 0,0441 | 0,0294 | 0,1059 | 0,2135 | 0,1779 | 0,1483 | 0,0267 | 0,0883 | 0,0206 | 0,0158 | 0,0132 | 0,0679 | 0,0485 |
| E15 | 0,0270 | 0,0380 | 0,1217 | 0,1602 | 0,1498 | 0,1405 | 0,0551 | 0,0977 | 0,0397 | 0,0206 | 0,0183 | 0,0525 | 0,0787 |
| E16 | 0,0187 | 0,0262 | 0,1189 | 0,2210 | 0,1700 | 0,1545 | 0,0440 | 0,0914 | 0,0262 | 0,0117 | 0,0106 | 0,0366 | 0,0703 |
| E17 | 0,0549 | 0,0596 | 0,0842 | 0,1244 | 0,1198 | 0,1157 | 0,0461 | 0,1041 | 0,0706 | 0,0539 | 0,0371 | 0,0866 | 0,0430 |
| E18 | 0,0483 | 0,0322 | 0,1175 | 0,1862 | 0,1551 | 0,1410 | 0,0322 | 0,0979 | 0,0248 | 0,0165 | 0,0150 | 0,0753 | 0,0579 |
| E19 | 0,0317 | 0,0388 | 0,1157 | 0,1563 | 0,1346 | 0,1338 | 0,0612 | 0,1005 | 0,0405 | 0,0242 | 0,0215 | 0,0537 | 0,0875 |
| E20 | 0,0626 | 0,0576 | 0,0973 | 0,1147 | 0,1127 | 0,1110 | 0,0575 | 0,0861 | 0,0534 | 0,0501 | 0,0474 | 0,0809 | 0,0686 |
| E21 | 0,0280 | 0,0395 | 0,1175 | 0,1585 | 0,1366 | 0,1358 | 0,0622 | 0,1020 | 0,0412 | 0,0186 | 0,0166 | 0,0546 | 0,0889 |
| E22 | 0,0329 | 0,0428 | 0,0779 | 0,1737 | 0,1579 | 0,1579 | 0,0235 | 0,1215 | 0,0556 | 0,0329 | 0,0142 | 0,0934 | 0,0157 |

Агрегација добијених вредности тежинских коефицијената критеријума за сваког од експерата, за сваку од метода, извршена је помоћу EWAA оператора и коефицијената компетенција експерата (Табела 24), чиме су добијене следеће вредности тежина критеријума (Табела 32).

Табела 32. Агрегиране вредности тежина критеријума за сваку од метода (МПП)

| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | C9 | C10 | C11 | C12 | C13 |
|----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| Fuzzy DIBR | 0,0440 | 0,0437 | 0,1182 | 0,1760 | 0,1442 | 0,1468 | 0,0440 | 0,0896 | 0,0348 | 0,0270 | 0,0184 | 0,0556 | 0,0577 |
| Fuzzy DIBR II | 0,0473 | 0,0465 | 0,1143 | 0,1687 | 0,1367 | 0,1411 | 0,0473 | 0,0893 | 0,0382 | 0,0308 | 0,0227 | 0,0568 | 0,0603 |

Да би се дошло до коначних вредности тежинских коефицијената критеријума, помоћу VM оператора, израз (2), врши се агрегирање података из Табеле 32, односно тежина сваког од критеријума за обе методе. Коначне вредности тежина критеријума, представљене су у Табели 33 и представљају улазне податке за почетну матрицу одлучивања.

Табела 33. Коначне вредности тежина критеријума за место преласка газом

| Критеријум | Тежина критеријума |
|------------|--------------------|
| C1 | 0,0456 |
| C2 | 0,0451 |
| C3 | 0,1163 |
| C4 | 0,1724 |
| C5 | 0,1405 |
| C6 | 0,1439 |
| C7 | 0,0457 |
| C8 | 0,0895 |
| C9 | 0,0365 |
| C10 | 0,0289 |
| C11 | 0,0204 |
| C12 | 0,0562 |
| C13 | 0,0590 |

2.2. Избор оптималне локације за место преласка газом

У складу са алгоритмом (Слика 28), за избор оптималне алтернативе (локације) коришћена је Fuzzy LMAW метода. У Табели 34, представљена је почетна матрица одлучивања. Вредности у матрици одлучивања, представљају фиктивне податке о локацијама места преласка, а ради тестирања модела.

Табела 34. Почетна матрица одлучивања за место преласка газом

| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 |
|----------------|-------------------------------------|--------------------|--------|--------|--------|---|--------------------------------------|
| w | 0,0456 | 0,0451 | 0,1163 | 0,1724 | 0,1405 | 0,1439 | 0,0457 |
| A ₁ | Добар квалитет прилазних путева | Средњи обим радова | 60 | 1,1 | 0,8 | Дно водене препреке има довољну носивост и равно је | Услови маскирања су добри |
| A ₂ | Довољан квалитет прилазних путева | Средњи обим радова | 55 | 1,1 | 0,9 | Дно водене препреке нема довољну носивост (може се повећати носивост), али је равно | Услови маскирања су одлични |
| A ₃ | Довољан квалитет прилазних путева | Мали обим радова | 58 | 1,2 | 0,8 | Дно водене препреке има довољну носивост, али није равно | Услови маскирања нису задовољавајући |
| A ₄ | Недовољан квалитет прилазних путева | Средњи обим радова | 51 | 1 | 2 | Дно водене препреке има довољну носивост и равно је | Услови маскирања нису задовољавајући |

| | | | | | | | |
|----------------|---|--|------------------------------------|---|--|--|---------------------------|
| A ₅ | Недовољан квалитет прилазних путева | Мали обим радова | 60 | 0,9 | 2,1 | Дно водене препреке има довољну носивост, али није равно | Услови маскирања су добри |
| | C8 | C9 | C10 | C11 | C12 | C13 | |
| w | 0,0895 | 0,0365 | 0,0289 | 0,0204 | 0,0562 | 0,0590 | |
| A ₁ | Веома велика угроженост места преласка од дејства непријатеља | Постоји делимично негативан утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање | Услови за утврђивање су добри | Делимично постоје налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Делимично повољна тенденција (умерени пад водостаја) | Повољни услови (могуће је развити јединицу, обала није запречена, постоје услови за маскирање, дејство и заштиту) | |
| A ₂ | Велика угроженост места преласка од дејства непријатеља | Постоји делимично негативан утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање | Услови за утврђивање су недовољни | Делимично постоје налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Повољна тенденција (стагнација водостаја) | Повољни услови (могуће је развити јединицу, обала није запречена, постоје услови за маскирање, дејство и заштиту) | |
| A ₃ | Велика угроженост места преласка од дејства непријатеља | Постоји негативан утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање | Услови за утврђивање су врло добри | Не постоје налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Делимично неповољна тенденција (мање осцилације у водостају) | Делимично повољни услови (могуће је развити јединицу, обала је делимично запречена, услови за маскирање, дејство и заштиту нису потпуни) | |
| A ₄ | Веома велика угроженост места преласка од дејства непријатеља | Постоји негативан утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање | Услови за утврђивање су довољни | Делимично постоје налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Делимично повољна тенденција (умерени пад водостаја) | Делимично неповољни услови (могуће је делимично развити јединицу, обала је запречена, услови за маскирање, дејство и заштиту нису потпуни) | |
| A ₅ | Средња угроженост места преласка од дејства непријатеља | Постоји делимично негативан утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање | Услови за утврђивање су недовољни | Постоје налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Повољна тенденција (стагнација водостаја) | Делимично повољни услови (могуће је развити јединицу, обала је делимично запречена, услови за маскирање, дејство и заштиту нису потпуни) | |

До фази лингвистичких дескриптора у почетној матрици одлучивања, дошло се помоћу модела сваког од критеријума квалитативног типа у софтверу DEXi. Модели са правилима одлучивања за предметне критеријуме, као и остали потребни елементи на којима је засновано одлучивање, дати су у Прилозима 2-8. Почетна матрица одлучивања (Табела 34),

помоћу дефинисаних фази лингвистичких дескриптора, преводи се у фази почетну матрицу одлучивања (Табела 35).

Табела 35. Fuzzy почетна матрица одлучивања (Tešić et al., 2024)

| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 |
|----------------|------------|-----------|--------------|-----------------|-----------------|------------|------------|
| A ₁ | (3; 4; 5) | (2; 4; 6) | (60; 60; 60) | (1,1; 1,1; 1,1) | (0,8; 0,8; 0,8) | (8; 9; 10) | (3; 4; 5) |
| A ₂ | (1; 2; 3) | (2; 4; 6) | (55; 55; 55) | (1,1; 1,1; 1,1) | (0,9; 0,9; 0,9) | (3; 4; 5) | (8; 9; 10) |
| A ₃ | (1; 2; 3) | (1; 1; 2) | (58; 58; 58) | (1,2; 1,2; 1,2) | (0,8; 0,8; 0,8) | (5; 6; 7) | (1; 1; 1) |
| A ₄ | (1; 1; 1) | (2; 4; 6) | (51; 51; 51) | (1; 1; 1) | (2; 2; 2) | (8; 9; 10) | (1; 1; 1) |
| A ₅ | (1; 1; 1) | (1; 1; 2) | (60; 60; 60) | (0,9; 0,9; 0,9) | (2,1; 2,1; 2,1) | (5; 6; 7) | (3; 4; 5) |
| | C8 | C9 | C10 | C11 | C12 | C13 | |
| A ₁ | (8; 9; 10) | (2; 3; 4) | (3; 4; 5) | (2; 4; 6) | (5; 6; 7) | (8; 9; 10) | |
| A ₂ | (5; 6; 7) | (2; 3; 4) | (1; 1; 1) | (2; 4; 6) | (8; 9; 10) | (8; 9; 10) | |
| A ₃ | (5; 6; 7) | (1; 1; 1) | (5; 6; 7) | (1; 1; 1) | (2; 3; 4) | (5; 6; 7) | |
| A ₄ | (8; 9; 10) | (1; 1; 1) | (1; 2; 3) | (2; 4; 6) | (5; 6; 7) | (2; 3; 4) | |
| A ₅ | (3; 4; 5) | (2; 3; 4) | (1; 1; 1) | (6; 8; 10) | (8; 9; 10) | (5; 6; 7) | |

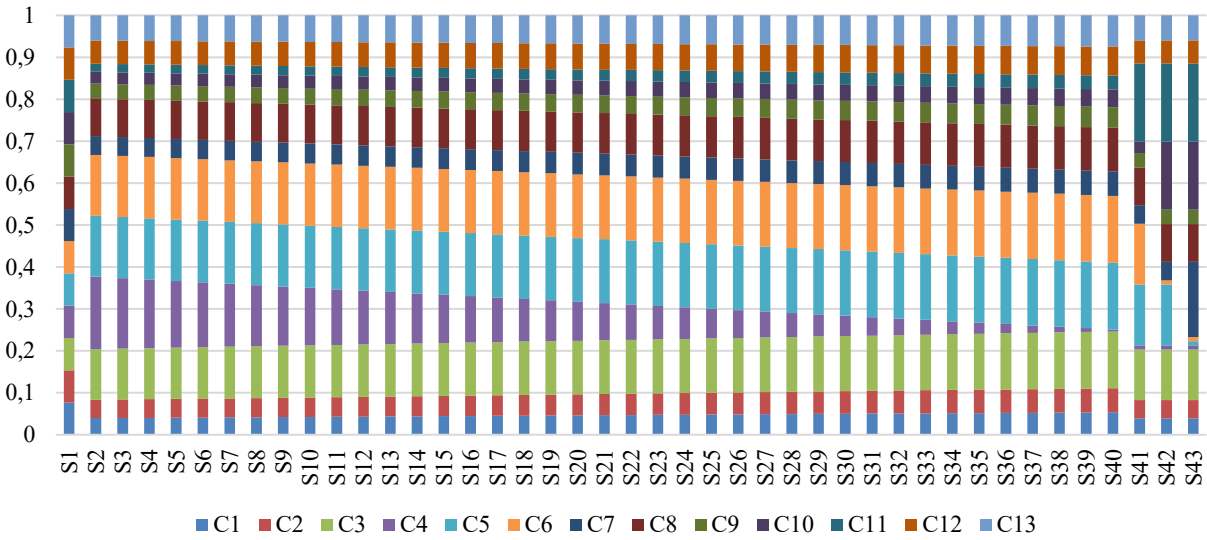
Применом корака Fuzzy LMAW методе и дефинисањем коначног индекса за рангирање, за сваку од алтернатива, добијају се коначни рангови алтернатива (Табела 36).

Табела 36. Вредности коначног индекса (Q) и ранг алтернатива за место преласка газом

| Алтернатива | \tilde{Q}_i | Q_i | Ранг алтернатива |
|----------------|-----------------------|-------|------------------|
| A ₁ | (11,7, 11,95, 12,21) | 11,95 | 1 |
| A ₂ | (11,64, 11,9, 12,19) | 11,91 | 2 |
| A ₃ | (11,62, 11,86, 12,11) | 11,86 | 4 |
| A ₄ | (11,55, 11,79, 12,05) | 11,79 | 5 |
| A ₅ | (11,67, 11,9, 12,14) | 11,90 | 3 |

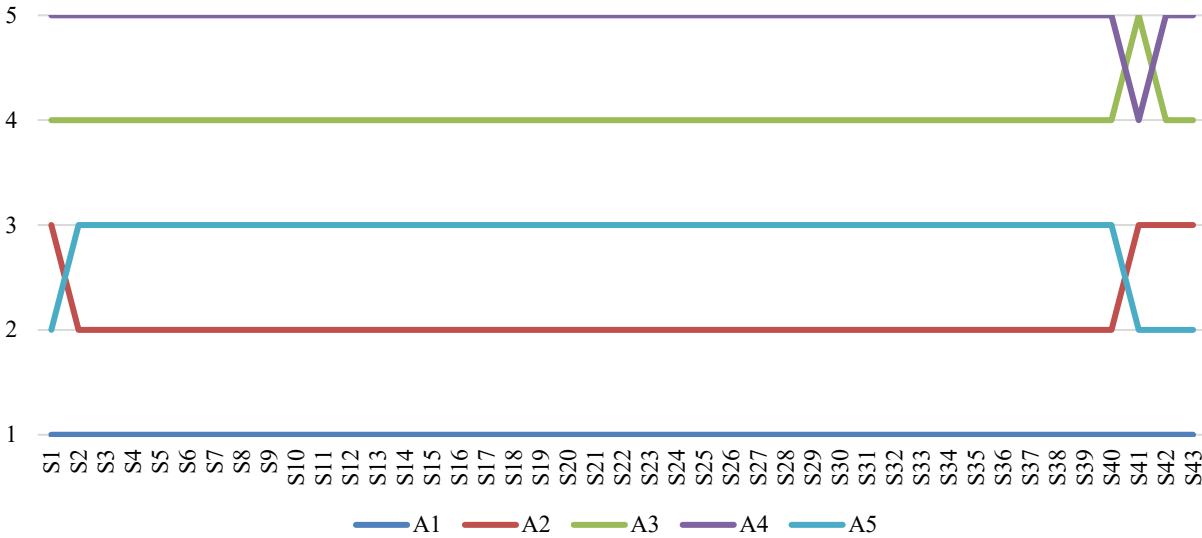
2.3. Анализа осетљивости

У циљу провере стабилности модела на промене тежинских коефицијената критеријума, формирано је 43 различита сценарија промене (Слика 29).



Слика 29. Сценарији промена тежина критеријума (МПГ)

Сценарио S1 је формиран на начин да сви критеријуми имају подједнаку значајност. Сценарији од S2 до S40 формиран су на начин да је од најзначајнијег критеријума одузима одређени проценат и распоређен подједнако на остале критеријуме. Сценарио S41 формиран је тако што је најзначајнијем критеријуму додељена вредност 0.01, а разлика до пуне вредности, додељена најмање значајном критеријуму. Слично је урађено и за сценарије S42 и S43, само са следећим критеријумима по значајности (у растућем и опадајућем редоследу). Применом наведених сценарија, долази се до следећих рангова алтернатива (Слика 30):

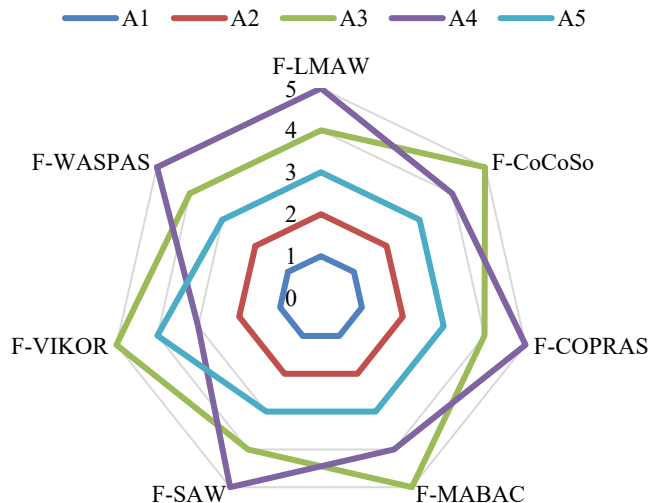


Слика 30. Рангови алтернатива добијени применом сценарија (МПГ)

Као што се може видети из претходне слике, код сценарија S1 где сви критеријуми имају подједнаку значајност долази до промене у рангу код другорангиране и трећерангиране алтернативе, док у сценаријима од S2 до S39 не долази до промене ранга јер је само од најзначајнијег критеријума одузимања вредност и расподељена на остале. Код сценарија S41 до S42, видљиве су промене у рангу код свих алтернатива осим код прворангиране, док се ранг код сценарија S43 мења као и код сценарија S1. Извршена анализа осетљивости говори у прилог конзистентности предложене методологије и да методологија није осетљива на мање промене у тежинама критеријума.

2.4. Компаративна анализа

У циљу поређења резултата добијених помоћу предложене методологије и других методологија, компаративна анализа је извршена помоћу метода Fuzzy WASPAS (Turskis et al., 2015), Fuzzy VIKOR (Opricovic, 2011), Fuzzy SAW (Roszkowska & Kacprzak, 2016), Fuzzy MABAC (D. Božanić et al., 2019), Fuzzy COPRAS (Zarbakshshnia et al., 2018) и Fuzzy CoCoSo (Demir et al., 2022). Имплементацијом почетне матрице одлучивања која је коришћена у истраживању у наведене методе, дошло се до следећих рангова (Слика 31).



Слика 31. Рангови алтернатива добијени различитим методама (МППГ)

Након добијених рангова алтернатива применом наведених методологија, извршен је прорачун Пирсоновог коефицијента корелације (P_{cc}) рангова (Rodgers & Nicewander, 1988), израз (132):

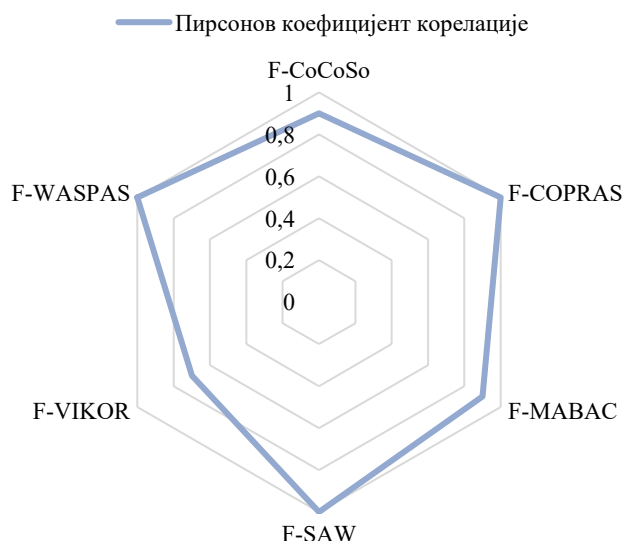
$$P_{cc} = \frac{\sum_{i=1}^m (X_i - X_{av})(Y_i - Y_{av})}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (X_i - X_{av})^2 \sum_{i=1}^m (Y_i - Y_{av})^2}} \quad (132)$$

где су X_i иницијалне вредности рангова, Y_i вредности добијених рангова, X_{av} просечна вредност иницијалних рангова, Y_{av} просечна вредност добијених рангова, а m укупан број алтернатива. Уколико је вредност коефицијента корелације 1 , онда се говори о апсолутној корелацији, док вредност -1 , говори о непостојању корелације рангова. Интерпретација позитивних вредности овог коефицијента, представљена је у Табели 37, према (Schober et al., 2018).

Табела 37. Интерпретација резултата Пирсоновог коефицијента корелације (Schober et al., 2018)

| Резултати | Интерпретација резултата |
|-----------|--------------------------|
| 0,00-0,10 | Занемарљива корелација |
| 0,10-0,39 | Слаба корелација |
| 0,40-0,69 | Умерена корелација |
| 0,70-0,89 | Јака корелација |
| 0,90-1,00 | Веома јака корелација |

Вредности Пирсоновог коефицијента корелације иницијалног и добијених рангова другим методама, приказане су на Слици 32.

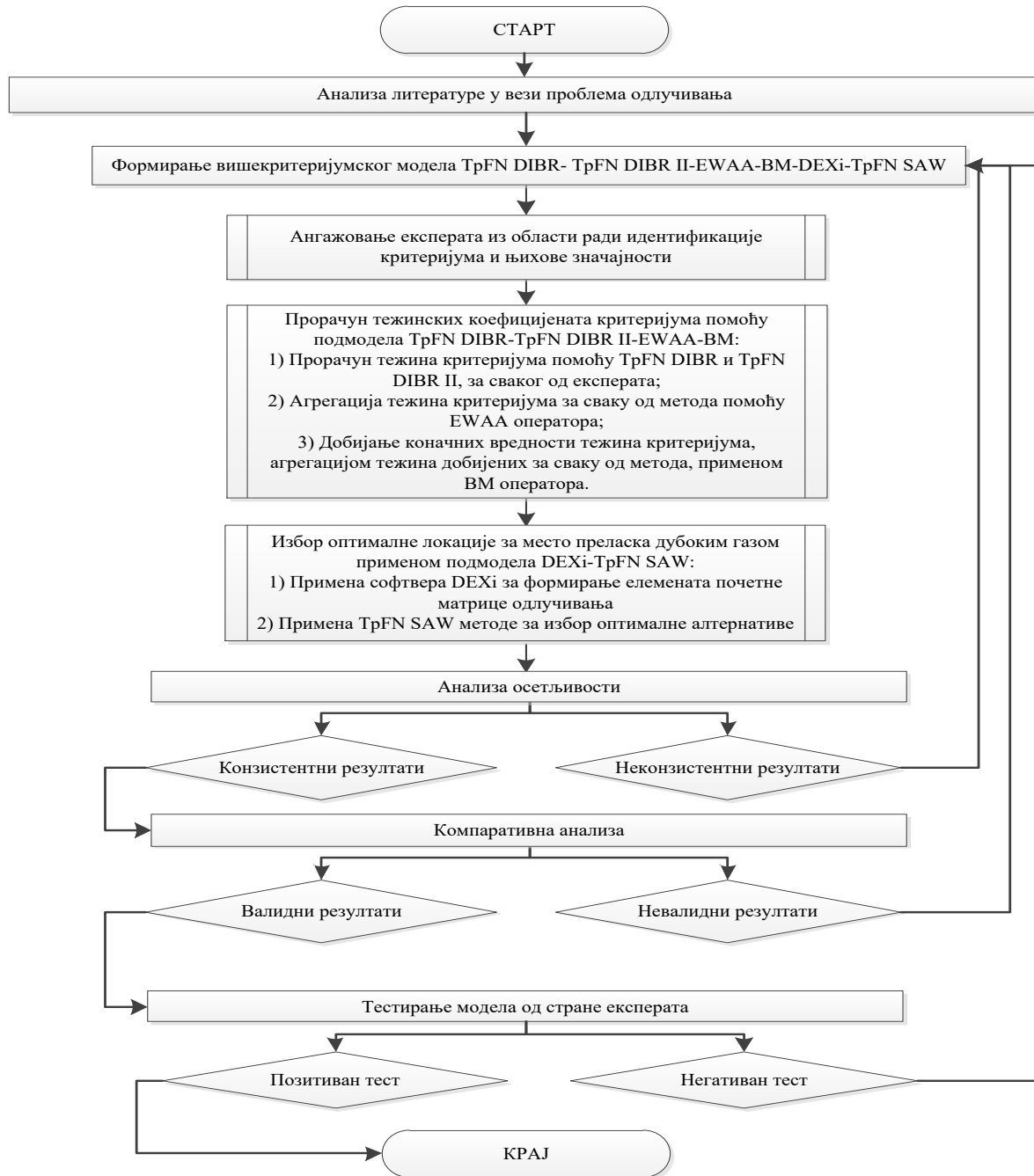


Слика 32. Вредности Пирсоновог коефицијента корелације добијених рангова (МПП)

Као што се може видети са претходне слике, резултати методе Fuzzy SAW имају идеалну корелацију са резултатима метода Fuzzy COPRAS и Fuzzy WASPAS. Приликом поређења резултата са резултатима метода Fuzzy CoCoSo и Fuzzy MABAC вредност Пирсоновог коефицијента корелације има вредност $0,9$, што представља веома јаку корелацију. Поређењем резултата са резултатима Fuzzy VIKOR методе, приметан је благи пад корелације, односно вредност износи $0,7$, али је и даље у питању јака корелација. Обзиром да вредности Пирсоновог коефицијента корелације теже идеалној позитивној корелацији, може се закључити да је извршена валидација предложене методологије, односно да методологија даје валидне резултате. Овај део истраживања је објављен у (Tešić et al., 2024) у циљу валидације резултата истраживања, који су проистекли из оквира теме докторске дисертације.

3. ИЗБОР ЛОКАЦИЈЕ ЗА МЕСТО ПРЕЛАСКА ДУБОКИМ ГАЗОМ

У циљу избора локације за место преласка дубоким газом у одбрамбеној операцији, примењен је алгоритам приказан на Слици 33.



Слика 33. Алгоритам за избор локације за успоставу места преласка водене препреке дубоким газом у одбрамбеној операцији

Поштујући кораке алгоритма (Слика 33), извршена је анализа литературе у вези са проблемом истраживања и дефинисано је да се за потребе предметног избора користи Фази теорија, односно трапезоидни фази бројеви, због великог броја критеријума који представљају непрецизне податке, где овај концепт омогућава постепене и детаљније прелазе између чланства и не чланства у скупу, због већег броја елемената који га чине. Такође, обзиром да је избор локације за место преласка дубоким газом комплекснији у односу на прелазак газом, а да трапезоидни бројеви омогућавају флексибилније, интуитивније и детаљније моделирање нејасних концепата за разлику од троугластих, за третирање неизвесности и непрецизности у овом моделу, изабрани су трапезоидни фази бројеви. У циљу дефинисања тежинских коефицијената критеријума, развијене су и коришћене методе TrFN DIBR и TrFN DIBR II, а ради добијања прецизнијих вредности. Формиран је модел вишекритеријумског одлучивања, који поред претходно наведених метода, за обраду резултата приликом дефинисања тежина критеријума користи и EWAA и VM операторе, док се за дефинисање лингвистичких дескриптора користи софтвер DEXi. Оператор EWAA користи се за агрегацију експертских мишљења, узимајући у обзир и компетенције експерата, док се VM оператор користи за агрегацију тежинских коефицијената критеријума добијених помоћу метода TrFN DIBR и TrFN DIBR II. У случају да се не дефинишу квалитетни критеријуми и добију тежински коефицијенти критеријума који задовољавају услове коришћене методе, неопходно је поново доставити упитнике за дефинисање критеријума и одређивање тежина критеријума експертима и спровести Делфи методу. У супротном, прелази се на следећу фазу модела одлучивања (Слика 33). За избор оптималне локације у моделу, користи се метода TrFN SAW, ради третирања неизвесности коју карактерише проблем одлучивања. Претходно наведене методе, софтвер и оператори, описани су у другом поглављу рукописа.

Затим, за потребе овог дела истраживања, ангажовано је укупно 26 експерата из области (Експертска група 1). Експертима је достављен упитник (Прилог 1) који је намењен идентификацији критеријума који условљавају избор локације за савлађивање водене препреке дубоким газом у одбрамбеној операцији. Применом Делфи методе и обраде добијених података, мишљења пет експерта су одбачена због великог одступања од мишљења експертске групе, тако да је у коначном ангажован 21 експерт у даљем процесу

истраживања, а применом методологије представљене у (Tešić & Vožanić, 2024), дефинисане су њихове нормализоване компетенције, које су представљене у Табели 38.

Табела 38. Нормализовани коефицијенти компетенција експерата (МПДГ)

| Експерт | Коефицијент компетенције | Експерт | Коефицијент компетенције |
|------------|--------------------------|------------|--------------------------|
| E1 | 0,0511 | E17 | 0,0525 |
| E2 | 0,0564 | E18 | 0,0611 |
| E3 | 0,0385 | E19 | 0,0584 |
| E4 | 0,0463 | E20 | 0,0565 |
| E5 | 0,0389 | E21 | 0,0524 |
| E8 | 0,0389 | E22 | 0,0519 |
| E9 | 0,0388 | E23 | 0,0440 |
| E13 | 0,0392 | E24 | 0,0468 |
| E14 | 0,0384 | E25 | 0,0558 |
| E15 | 0,0396 | E26 | 0,0555 |
| E16 | 0,0390 | | |

За потребе избора локације за савлађивање водене препреке дубоким газом, идентификовано је укупно 13 критеријума, који су засновани на експертском мишљењу, и представљени у Табели 39.

Табела 39. Критеријуми који условљавају избор локације за место преласка дубоким газом

| Критеријум | Тип критеријума | |
|---|------------------|------------------------|
| | Benefit/ Cost | Нумерички/Лингвистички |
| C1 - Квалитет прилазних путева на обема обалама | Benefit | Лингвистички |
| C2 - Обим радова на уређењу овострани и онострани обале | Cost | Лингвистички |
| C3 - Ширина водене препреке (м) | Cost | Нумерички |
| C4 - Дубина водене препреке (м) | Cost | Нумерички |
| C5 - Брзина воденог тока (м/сек) | Cost | Нумерички |
| C6 - Састав дна водене препреке | Benefit | Лингвистички |
| C7 - Услови маскирања | Benefit | Лингвистички |
| C8 - Угроженост МП од дејстава непријатеља | Cost | Лингвистички |
| C9 - Утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање | Benefit | Лингвистички |
| C10 - Услови за утврђивање | Benefit | Лингвистички |

| | | |
|---|---------|--------------|
| C11 - Постојање налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Benefit | Лингвистички |
| C12 - Тенденција водостаја | Benefit | Лингвистички |
| C13 - Могућности развоја возила (тенкова) за дејство и маневар на супротној обали | Benefit | Лингвистички |

3.1. Одређивање тежинских коефицијената критеријума

Након дефинисања критеријума, свако од експерата је дефинисао ранг критеријума на основу упитника (Прилог 9), према значајности (Табела 40) и односе између критеријума (Табеле 41 и 42).

Табела 40. Експертска мишљења у вези са рангом критеријума (МПДГ)

| Експерт/Критеријум | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | C9 | C10 | C11 | C12 | C13 |
|--------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|
| E1 | 11 | 10 | 4 | 1 | 2 | 3 | 7 | 5 | 9 | 12 | 13 | 8 | 6 |
| E2 | 9 | 8 | 6 | 1 | 2 | 3 | 11 | 4 | 7 | 10 | 13 | 5 | 12 |
| E3 | 7 | 8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 11 | 5 | 10 | 9 | 13 | 6 | 12 |
| E4 | 5 | 10 | 1 | 2 | 4 | 3 | 8 | 9 | 13 | 6 | 11 | 12 | 7 |
| E5 | 9 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 6 | 7 | 12 | 8 | 13 | 10 | 11 |
| E8 | 6 | 7 | 8 | 1 | 5 | 2 | 9 | 3 | 10 | 11 | 13 | 12 | 4 |
| E9 | 6 | 5 | 3 | 1 | 4 | 2 | 11 | 7 | 9 | 12 | 13 | 10 | 8 |
| E13 | 7 | 8 | 4 | 1 | 2 | 3 | 9 | 6 | 11 | 12 | 13 | 10 | 5 |
| E14 | 5 | 11 | 3 | 1 | 2 | 4 | 7 | 6 | 9 | 10 | 13 | 8 | 12 |
| E15 | 9 | 10 | 4 | 1 | 2 | 3 | 5 | 6 | 11 | 7 | 12 | 13 | 8 |
| E16 | 5 | 8 | 3 | 2 | 4 | 1 | 9 | 10 | 12 | 11 | 13 | 7 | 6 |
| E17 | 11 | 10 | 4 | 1 | 2 | 3 | 7 | 5 | 9 | 12 | 13 | 8 | 6 |
| E18 | 8 | 9 | 4 | 1 | 2 | 3 | 10 | 5 | 11 | 12 | 13 | 6 | 7 |
| E19 | 11 | 10 | 4 | 1 | 2 | 3 | 7 | 5 | 9 | 12 | 13 | 8 | 6 |
| E20 | 11 | 10 | 4 | 1 | 2 | 3 | 7 | 5 | 9 | 12 | 13 | 8 | 6 |
| E21 | 9 | 8 | 6 | 1 | 2 | 3 | 11 | 4 | 7 | 10 | 13 | 5 | 12 |
| E22 | 8 | 9 | 4 | 1 | 2 | 3 | 10 | 5 | 11 | 12 | 13 | 6 | 7 |
| E23 | 11 | 10 | 4 | 1 | 2 | 3 | 7 | 5 | 9 | 12 | 13 | 8 | 6 |
| E24 | 8 | 9 | 4 | 1 | 2 | 3 | 10 | 5 | 11 | 12 | 13 | 6 | 7 |
| E25 | 11 | 10 | 4 | 1 | 2 | 3 | 7 | 5 | 9 | 12 | 13 | 8 | 6 |
| E26 | 9 | 8 | 6 | 1 | 2 | 3 | 11 | 4 | 7 | 10 | 13 | 5 | 12 |

Табела 41. Експертска мишљења у вези са односом међу критеријумима за TrFN DIBR методу

| Експерт/Критеријум | C1- | C2- | C3- | C4- | C5- | C6- | C7- | C8- | C9- | C10- | C11- | C12- | C1- |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | C9 | C10 | C11 | C12 | C13 | C13 |
| E1 | 0,50 | 0,50 | 0,52 | 0,52 | 0,54 | 0,50 | 0,52 | 0,54 | 0,50 | 0,54 | 0,52 | 0,54 | 0,70 |
| E2 | 0,56 | 0,50 | 0,54 | 0,56 | 0,54 | 0,70 | 0,54 | 0,60 | 0,52 | 0,60 | 0,70 | 0,54 | 0,975 |
| E3 | 0,50 | 0,54 | 0,56 | 0,62 | 0,62 | 0,62 | 0,62 | 0,64 | 0,66 | 0,56 | 0,58 | 0,52 | 0,985 |
| E4 | 0,60 | 0,50 | 0,50 | 0,56 | 0,52 | 0,56 | 0,52 | 0,54 | 0,56 | 0,54 | 0,56 | 0,54 | 0,89 |
| E5 | 0,56 | 0,58 | 0,54 | 0,60 | 0,58 | 0,60 | 0,54 | 0,56 | 0,52 | 0,54 | 0,58 | 0,56 | 0,955 |
| E8 | 0,50 | 0,54 | 0,54 | 0,54 | 0,56 | 0,58 | 0,54 | 0,56 | 0,52 | 0,56 | 0,56 | 0,54 | 0,9 |
| E9 | 0,50 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,96 |
| E13 | 0,50 | 0,60 | 0,50 | 0,50 | 0,60 | 0,50 | 0,60 | 0,60 | 0,50 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,94 |
| E14 | 0,60 | 0,60 | 0,54 | 0,60 | 0,52 | 0,60 | 0,54 | 0,56 | 0,52 | 0,60 | 0,60 | 0,52 | 0,96 |
| E15 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,54 | 0,50 | 0,56 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,56 | 0,54 | 0,92 |
| E16 | 0,54 | 0,50 | 0,50 | 0,56 | 0,54 | 0,54 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,56 | 0,7 |
| E17 | 0,54 | 0,52 | 0,56 | 0,56 | 0,56 | 0,58 | 0,54 | 0,58 | 0,54 | 0,54 | 0,56 | 0,54 | 0,93 |
| E18 | 0,50 | 0,52 | 0,54 | 0,54 | 0,56 | 0,62 | 0,52 | 0,56 | 0,52 | 0,56 | 0,60 | 0,54 | 0,91 |
| E19 | 0,53 | 0,53 | 0,58 | 0,53 | 0,56 | 0,58 | 0,51 | 0,60 | 0,51 | 0,56 | 0,56 | 0,53 | 0,91 |
| E20 | 0,52 | 0,52 | 0,54 | 0,56 | 0,56 | 0,60 | 0,52 | 0,58 | 0,52 | 0,60 | 0,58 | 0,54 | 0,93 |
| E21 | 0,56 | 0,52 | 0,56 | 0,56 | 0,56 | 0,62 | 0,54 | 0,58 | 0,50 | 0,58 | 0,62 | 0,52 | 0,95 |
| E22 | 0,52 | 0,50 | 0,56 | 0,56 | 0,54 | 0,58 | 0,56 | 0,56 | 0,50 | 0,58 | 0,60 | 0,52 | 0,91 |
| E23 | 0,54 | 0,52 | 0,54 | 0,54 | 0,56 | 0,56 | 0,54 | 0,60 | 0,50 | 0,56 | 0,60 | 0,52 | 0,91 |
| E24 | 0,54 | 0,50 | 0,54 | 0,54 | 0,54 | 0,60 | 0,54 | 0,58 | 0,52 | 0,56 | 0,58 | 0,54 | 0,91 |
| E25 | 0,50 | 0,50 | 0,54 | 0,54 | 0,52 | 0,56 | 0,54 | 0,54 | 0,50 | 0,54 | 0,54 | 0,54 | 0,8 |
| E26 | 0,54 | 0,50 | 0,54 | 0,54 | 0,54 | 0,60 | 0,54 | 0,58 | 0,52 | 0,60 | 0,62 | 0,54 | 0,93 |

Табела 42. Експертска мишљења у вези са односом међу критеријумима за TrFN DIBR II методу

| Критеријум/ Експерт | C1- | C2- | C3- | C4- | C5- | C6- | C7- | C8- | C9- | C10- | C11- | C12- | C1- |
|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|-----|
| | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | C9 | C10 | C11 | C12 | C13 | C13 |
| E1 | 1,0 | 1,0 | 1,1 | 1,1 | 1,2 | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,0 | 1,2 | 1,1 | 1,2 | 3 |
| E2 | 1,3 | 1,0 | 1,2 | 1,3 | 1,2 | 2,0 | 1,2 | 1,5 | 1,1 | 1,5 | 2,0 | 1,2 | 34 |
| E3 | 1,0 | 1,2 | 1,3 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 1,3 | 1,4 | 1,1 | 62 |
| E4 | 1,5 | 1,0 | 1,0 | 1,3 | 1,1 | 1,3 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,2 | 1,3 | 1,2 | 9 |
| E5 | 1,3 | 1,4 | 1,2 | 1,5 | 1,4 | 1,5 | 1,2 | 1,3 | 1,1 | 1,2 | 1,4 | 1,3 | 26 |
| E8 | 1,0 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,2 | 1,3 | 1,1 | 1,3 | 1,3 | 1,2 | 11 |
| E9 | 1,0 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 26 |
| E13 | 1,0 | 1,5 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 1,0 | 1,5 | 1,5 | 1,0 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 17 |
| E14 | 1,5 | 1,5 | 1,2 | 1,5 | 1,1 | 1,5 | 1,2 | 1,3 | 1,1 | 1,5 | 1,5 | 1,1 | 28 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| E15 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,2 | 1,0 | 1,3 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,3 | 1,2 | 12 |
| E16 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,3 | 3 |
| E17 | 1,2 | 1,1 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,4 | 1,2 | 1,4 | 1,2 | 1,2 | 1,3 | 1,2 | 15 |
| E18 | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,2 | 1,3 | 1,6 | 1,1 | 1,3 | 1,1 | 1,3 | 1,5 | 1,2 | 12 |
| E19 | 1,2 | 1,2 | 1,4 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,1 | 1,5 | 1,1 | 1,3 | 1,3 | 1,2 | 16 |
| E20 | 1,1 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,3 | 1,5 | 1,1 | 1,4 | 1,1 | 1,5 | 1,4 | 1,2 | 16 |
| E21 | 1,3 | 1,1 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,6 | 1,2 | 1,4 | 1,0 | 1,4 | 1,6 | 1,1 | 21 |
| E22 | 1,1 | 1,0 | 1,3 | 1,3 | 1,2 | 1,4 | 1,3 | 1,3 | 1,0 | 1,4 | 1,5 | 1,1 | 12 |
| E23 | 1,2 | 1,1 | 1,2 | 1,2 | 1,3 | 1,3 | 1,2 | 1,5 | 1,0 | 1,3 | 1,5 | 1,1 | 12 |
| E24 | 1,2 | 1,0 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,5 | 1,2 | 1,4 | 1,1 | 1,3 | 1,4 | 1,2 | 12 |
| E25 | 1,0 | 1,0 | 1,2 | 1,2 | 1,1 | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 5 |
| E26 | 1,2 | 1,0 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,5 | 1,2 | 1,4 | 1,1 | 1,5 | 1,6 | 1,2 | 16 |

Степен уверености експерата у дате тврдње, представљен је у Табели 43.

Табела 43. Степен уверености експерата у дате тврдње (МПДГ)

| Експерт | Степен уверености | Експерт | Степен уверености |
|----------------|--------------------------|----------------|--------------------------|
| E1 | 1,0 | E17 | 1,0 |
| E2 | 0,9 | E18 | 0,9 |
| E3 | 0,8 | E19 | 1,0 |
| E4 | 0,9 | E20 | 0,9 |
| E5 | 0,8 | E21 | 1,0 |
| E8 | 0,9 | E22 | 0,9 |
| E9 | 1,0 | E23 | 1,0 |
| E13 | 0,9 | E24 | 0,9 |
| E14 | 0,8 | E25 | 0,8 |
| E15 | 0,9 | E26 | 0,9 |
| E16 | 1,0 | | |

Након формирања трапезоидних фази бројева помоћу израза (11) и применом корака TrFN DIBR методе, долази се до следећих вредности тежинских коефицијената критеријума, за сваког од експерата (Табела 44):

Табела 44. Вредности тежинских коефицијената критеријума добијених помоћу TrFN DIBR методе

| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | C9 | C10 | C11 | C12 | C13 |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| E1 | 0,0520 | 0,0610 | 0,0987 | 0,1069 | 0,1069 | 0,1069 | 0,0776 | 0,0911 | 0,0610 | 0,0480 | 0,0409 | 0,0716 | 0,0776 |
| E2 | 0,0180 | 0,0279 | 0,0831 | 0,2300 | 0,1756 | 0,1629 | 0,0101 | 0,1332 | 0,0342 | 0,0157 | 0,0034 | 0,1017 | 0,0042 |
| E3 | 0,0238 | 0,0136 | 0,2807 | 0,2415 | 0,1818 | 0,1279 | 0,0024 | 0,0731 | 0,0034 | 0,0071 | 0,0013 | 0,0417 | 0,0016 |
| E4 | 0,0889 | 0,0321 | 0,2093 | 0,1352 | 0,1164 | 0,1254 | 0,0515 | 0,0421 | 0,0164 | 0,0774 | 0,0263 | 0,0201 | 0,0591 |
| E5 | 0,0144 | 0,0675 | 0,3166 | 0,2228 | 0,1464 | 0,1102 | 0,0444 | 0,0272 | 0,0057 | 0,0205 | 0,0040 | 0,0116 | 0,0087 |
| E8 | 0,0733 | 0,0515 | 0,0421 | 0,1894 | 0,0959 | 0,1757 | 0,0321 | 0,1436 | 0,0280 | 0,0214 | 0,0133 | 0,0163 | 0,1174 |
| E9 | 0,0616 | 0,0616 | 0,1386 | 0,2079 | 0,0924 | 0,2079 | 0,0182 | 0,0616 | 0,0411 | 0,0122 | 0,0081 | 0,0274 | 0,0616 |
| E13 | 0,0638 | 0,0412 | 0,1147 | 0,2062 | 0,1913 | 0,1236 | 0,0266 | 0,0687 | 0,0160 | 0,0103 | 0,0067 | 0,0247 | 0,1064 |
| E14 | 0,0605 | 0,0078 | 0,1312 | 0,3493 | 0,2141 | 0,0988 | 0,0299 | 0,0487 | 0,0158 | 0,0127 | 0,0039 | 0,0225 | 0,0048 |
| E15 | 0,0288 | 0,0267 | 0,0828 | 0,3071 | 0,1984 | 0,1282 | 0,0535 | 0,0437 | 0,0247 | 0,0406 | 0,0189 | 0,0154 | 0,9690 |
| E16 | 0,0827 | 0,0600 | 0,1053 | 0,1053 | 0,1053 | 0,1236 | 0,0600 | 0,0600 | 0,0600 | 0,0600 | 0,0472 | 0,0600 | 0,0705 |
| E17 | 0,0235 | 0,0276 | 0,1176 | 0,1904 | 0,1622 | 0,1497 | 0,0526 | 0,0924 | 0,0324 | 0,0185 | 0,0158 | 0,0448 | 0,0726 |
| E18 | 0,0398 | 0,0304 | 0,1236 | 0,1871 | 0,1736 | 0,1512 | 0,0265 | 0,1010 | 0,0202 | 0,0131 | 0,0107 | 0,0771 | 0,0457 |
| E19 | 0,0265 | 0,0331 | 0,1045 | 0,1853 | 0,1626 | 0,1428 | 0,0538 | 0,0917 | 0,0345 | 0,0213 | 0,0187 | 0,0517 | 0,0735 |
| E20 | 0,0162 | 0,0250 | 0,1247 | 0,2011 | 0,1752 | 0,1525 | 0,0470 | 0,0952 | 0,0288 | 0,0114 | 0,0093 | 0,0409 | 0,0727 |
| E21 | 0,0280 | 0,0386 | 0,0740 | 0,2103 | 0,1652 | 0,1525 | 0,0203 | 0,1198 | 0,0453 | 0,0280 | 0,0115 | 0,0942 | 0,0124 |
| E22 | 0,0401 | 0,0306 | 0,1195 | 0,1938 | 0,1687 | 0,1565 | 0,0284 | 0,0913 | 0,0199 | 0,0129 | 0,0112 | 0,0746 | 0,0524 |
| E23 | 0,0274 | 0,0349 | 0,1167 | 0,1743 | 0,1485 | 0,1370 | 0,0614 | 0,0994 | 0,0349 | 0,0183 | 0,0169 | 0,0523 | 0,0781 |
| E24 | 0,0427 | 0,0300 | 0,1210 | 0,1952 | 0,1596 | 0,1480 | 0,0261 | 0,0989 | 0,0200 | 0,0140 | 0,0115 | 0,0808 | 0,0522 |
| E25 | 0,0182 | 0,0242 | 0,1165 | 0,2090 | 0,1798 | 0,1547 | 0,0497 | 0,0877 | 0,0282 | 0,0137 | 0,0103 | 0,0374 | 0,0706 |
| E26 | 0,0303 | 0,0431 | 0,0817 | 0,1973 | 0,1612 | 0,1496 | 0,0171 | 0,1223 | 0,0528 | 0,0264 | 0,0083 | 0,0999 | 0,0101 |

Применом корака TrFN DIBR II методе, долази се до следећих вредности тежинских коефицијената критеријума, за сваког од експерата (Табела 45):

Табела 45. Вредности тежинских коефицијената критеријума добијених помоћу Fuzzy DIBR II методе

| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | C9 | C10 | C11 | C12 | C13 |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| E1 | 0,0477 | 0,0575 | 0,1034 | 0,1157 | 0,1071 | 0,1143 | 0,0767 | 0,0936 | 0,0577 | 0,0431 | 0,0359 | 0,0695 | 0,0780 |
| E2 | 0,0303 | 0,0427 | 0,0912 | 0,1873 | 0,1462 | 0,1492 | 0,0206 | 0,1294 | 0,0486 | 0,0290 | 0,0099 | 0,1044 | 0,0111 |
| E3 | 0,0498 | 0,0363 | 0,1918 | 0,1636 | 0,1671 | 0,1406 | 0,0152 | 0,0984 | 0,0169 | 0,0251 | 0,0125 | 0,0700 | 0,0128 |
| E4 | 0,0881 | 0,0450 | 0,1603 | 0,1176 | 0,1097 | 0,1114 | 0,0629 | 0,0550 | 0,0287 | 0,0829 | 0,0396 | 0,0323 | 0,0664 |
| E5 | 0,0402 | 0,0812 | 0,1958 | 0,1545 | 0,1235 | 0,1097 | 0,0651 | 0,0489 | 0,0311 | 0,0454 | 0,0286 | 0,0390 | 0,0368 |
| E8 | 0,0805 | 0,0602 | 0,0529 | 0,1544 | 0,0997 | 0,1361 | 0,0429 | 0,1324 | 0,0411 | 0,0335 | 0,0244 | 0,0274 | 0,1147 |
| E9 | 0,0636 | 0,0644 | 0,1410 | 0,2095 | 0,0952 | 0,1935 | 0,0186 | 0,0623 | 0,0413 | 0,0124 | 0,0084 | 0,0279 | 0,0618 |
| E13 | 0,0775 | 0,0547 | 0,1137 | 0,1653 | 0,1460 | 0,1153 | 0,0385 | 0,0790 | 0,0270 | 0,0190 | 0,0136 | 0,0383 | 0,1122 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| E14 | 0,0740 | 0,0324 | 0,1119 | 0,2156 | 0,1612 | 0,0996 | 0,0523 | 0,0699 | 0,0428 | 0,0414 | 0,0249 | 0,0485 | 0,0255 |
| E15 | 0,0401 | 0,0399 | 0,0834 | 0,2404 | 0,1766 | 0,1183 | 0,0590 | 0,0516 | 0,0394 | 0,0502 | 0,0320 | 0,0283 | 0,9592 |
| E16 | 0,0843 | 0,0574 | 0,1102 | 0,1102 | 0,1091 | 0,1322 | 0,0568 | 0,0567 | 0,0559 | 0,0562 | 0,0430 | 0,0579 | 0,0702 |
| E17 | 0,0206 | 0,0250 | 0,1184 | 0,2016 | 0,1680 | 0,1533 | 0,0503 | 0,0914 | 0,0299 | 0,0157 | 0,0131 | 0,0419 | 0,0706 |
| E18 | 0,0528 | 0,0428 | 0,1202 | 0,1495 | 0,1319 | 0,1388 | 0,0410 | 0,1045 | 0,0334 | 0,0237 | 0,0212 | 0,0845 | 0,0556 |
| E19 | 0,0206 | 0,0269 | 0,1067 | 0,2119 | 0,1766 | 0,1483 | 0,0489 | 0,0889 | 0,0296 | 0,0157 | 0,0131 | 0,0442 | 0,0687 |
| E20 | 0,0275 | 0,0388 | 0,1233 | 0,1617 | 0,1368 | 0,1422 | 0,0563 | 0,0994 | 0,0405 | 0,0209 | 0,0187 | 0,0535 | 0,0804 |
| E21 | 0,0264 | 0,0369 | 0,0706 | 0,2177 | 0,1739 | 0,1533 | 0,0187 | 0,1184 | 0,0443 | 0,0262 | 0,0106 | 0,0914 | 0,0117 |
| E22 | 0,0503 | 0,0408 | 0,1177 | 0,1579 | 0,1335 | 0,1466 | 0,0406 | 0,0948 | 0,0307 | 0,0217 | 0,0209 | 0,0827 | 0,0618 |
| E23 | 0,0246 | 0,0321 | 0,1178 | 0,1858 | 0,1548 | 0,1413 | 0,0579 | 0,0982 | 0,0323 | 0,0163 | 0,0148 | 0,0483 | 0,0758 |
| E24 | 0,0543 | 0,0410 | 0,1166 | 0,1571 | 0,1275 | 0,1347 | 0,0393 | 0,1013 | 0,0320 | 0,0243 | 0,0217 | 0,0884 | 0,0618 |
| E25 | 0,0536 | 0,0578 | 0,0989 | 0,1175 | 0,1011 | 0,1127 | 0,0693 | 0,0877 | 0,0581 | 0,0502 | 0,0476 | 0,0633 | 0,0821 |
| E26 | 0,0417 | 0,0552 | 0,0897 | 0,1593 | 0,1293 | 0,1367 | 0,0283 | 0,1184 | 0,0628 | 0,0400 | 0,0168 | 0,1029 | 0,0189 |

Након добијених вредности тежинских коефицијената критеријума за сваког од експерата, извршена је агрегација помоћу EWAA оператора, узимајући у разматрање и коефицијенте компетенција експерата (Табела 38), чиме су добијене вредности тежина критеријума за сваку од метода (Табела 46).

Табела 46. Агрегиране вредности тежина критеријума за сваку од метода (МПДГ)

| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | C9 | C10 | C11 | C12 | C13 |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| TrFN DIBR | 0,0378 | 0,0346 | 0,1204 | 0,1921 | 0,1512 | 0,1376 | 0,0362 | 0,0846 | 0,0292 | 0,0227 | 0,0136 | 0,0517 | 0,0883 |
| TrFN DIBR II | 0,0462 | 0,0437 | 0,1101 | 0,1623 | 0,1321 | 0,1302 | 0,0440 | 0,0881 | 0,0382 | 0,0313 | 0,0214 | 0,0593 | 0,0931 |

Да би се дошло до коначних вредности тежинских коефицијената критеријума, помоћу VM оператора, извршено је агрегирање тежина сваког од критеријума за обе методе (Табела 46). Коначне вредности тежина критеријума, представљене су у Табели 47. Ове тежине критеријума представљају улазне податке за почетну матрицу одлучивања код примене TrFN SAW методе.

Табела 47. Коначне вредности тежина критеријума за место преласка дубоким газом

| Критеријум | Тежина критеријума |
|------------|--------------------|
| C1 | 0,0419 |
| C2 | 0,0390 |
| C3 | 0,1155 |
| C4 | 0,1772 |
| C5 | 0,1418 |
| C6 | 0,1343 |
| C7 | 0,0400 |
| C8 | 0,0866 |
| C9 | 0,0335 |
| C10 | 0,0267 |
| C11 | 0,0171 |
| C12 | 0,0555 |
| C13 | 0,0909 |

3.2. Избор оптималне локације за место преласка дубоким газом

У складу са алгоритмом (Слика 33), за избор оптималне алтернативе (локације) коришћена је TrFN SAW метода. У Табели 48, представљена је почетна матрица одлучивања. Вредности у матрици одлучивања, представљају фиктивне податке о локацијама места преласка, а ради тестирања модела.

Табела 48. Почетна матрица одлучивања за место преласка дубоким газом

| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 |
|----------------|--------------------------------------|--------------------|--------|--------|--------|---|--------------------------------------|
| w | 0,0419 | 0,0390 | 0,1155 | 0,1772 | 0,1418 | 0,1343 | 0,0400 |
| A ₁ | Довољан квалитет прилазних путева | Средњи обим радова | 76 | 1,8 | 1,2 | Дно водене препреке нема довољну носивост (може се повећати носивост), али је равно | Услови маскирања су добри |
| A ₂ | Добар квалитет прилазних путева | Мали обим радова | 78 | 1,7 | 1,2 | Дно водене препреке има довољну носивост, али није равно | Услови маскирања су врло добри |
| A ₃ | Врло добар квалитет прилазних путева | Мали обим радова | 60 | 2 | 1,5 | Дно водене препреке има довољну носивост, али није равно | Услови маскирања су одлични |
| A ₄ | Недовољан квалитет | Велики обим радова | 50 | 2,1 | 1,1 | Дно водене препреке има довољну | Услови маскирања нису задовољавајући |

| прилазних путева | | | | | | носивост, али није равно | |
|------------------|---|--|------------------------------------|---|--|--|---------------------------|
| A ₅ | Недовољан квалитет прилазних путева | Мали обим радова | 70 | 1,9 | 0,9 | Дно водене препреке има довољну носивост и равно је | Услови маскирања су добри |
| C8 | | C9 | C10 | C11 | C12 | C13 | |
| w | 0,0866 | 0,0335 | 0,0267 | 0,0171 | 0,0555 | 0,0909 | |
| A ₁ | Велика угроженост места преласка од дејства непријатеља | Постоји делимично негативан утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање | Услови за утврђивање су добри | Делимично постоје налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Повољна тенденција (стагнација водостаја) | Повољни услови (могуће је развити јединицу, обала није запречена, постоје услови за маскирање, дејство и заштиту) | |
| A ₂ | Веома велика угроженост места преласка од дејства непријатеља | Постоји делимично негативан утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање | Услови за утврђивање су добри | Делимично постоје налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Повољна тенденција (стагнација водостаја) | Делимично повољни услови (могуће је развити јединицу, обала је делимично запречена, услови за маскирање, дејство и заштиту нису потпуни) | |
| A ₃ | Велика угроженост места преласка од дејства непријатеља | Постоји делимично негативан утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање | Услови за утврђивање су недовољни | Не постоје налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Делимично повољна тенденција (умерени пад водостаја) | Делимично неповољни услови (могуће је делимично развити јединицу, обала је запречена, услови за маскирање, дејство и заштиту нису потпуни) | |
| A ₄ | Веома велика угроженост места преласка од дејства непријатеља | Постоји делимично негативан утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање | Услови за утврђивање су врло добри | Постоје налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Делимично неповољна тенденција (мање осцилације у водостају) | Делимично неповољни услови (могуће је делимично развити јединицу, обала је запречена, услови за маскирање, дејство и заштиту нису потпуни) | |
| A ₅ | Средња угроженост места преласка од дејства непријатеља | Постоји делимично негативан утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање | Услови за утврђивање су довољни | Делимично постоје налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Делимично повољна тенденција (умерени пад водостаја) | Повољни услови (могуће је развити јединицу, обала није запречена, постоје услови за маскирање, дејство и заштиту) | |

До фази лингвистичких дескриптора у почетној матрици одлучивања, дошло се помоћу модела сваког од критеријума квалитативног типа у софтверу DEXi. Модели са правилима

одлучивања за предметне критеријуме, као и остали потребни елементи на којима је засновано одлучивање, дати су у Прилозима 2-8. Следећи корак обухвата претварање лингвистичке матрице у фази почетну матрицу одлучивања (Табела 49), на основу фази лингвистичких скала.

Табела 49. Фази почетна матрица одлучивања за место преласка дубоким газом

| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 |
|----------------|--------------|--------------|-----------------|---------------------|---------------------|--------------|--------------|
| w | 0,0419 | 0,0390 | 0,1155 | 0,1772 | 0,1418 | 0,1343 | 0,0400 |
| A ₁ | (1; 2; 3;4) | (2; 4; 6;8) | (76; 76; 76;76) | (1,8; 1,8; 1,8;1,8) | (1,2; 1,2; 1,2;1,2) | (3; 4; 5;6) | (3; 4; 5;6) |
| A ₂ | (3; 4; 5;6) | (1; 1; 2;2) | (78; 78; 78;78) | (1,7; 1,7; 1,7;1,7) | (1,2; 1,2; 1,2;1,2) | (5; 6; 7;8) | (5; 6; 7;8) |
| A ₃ | (5; 6; 7;8) | (1; 1; 2;2) | (60; 60; 60;60) | (2; 2; 2;2) | (1,5; 1,5; 1,5;1,5) | (5; 6; 7;8) | (7; 8; 9;10) |
| A ₄ | (1; 1; 1;1) | (7; 8; 9;10) | (50; 50; 50;50) | (2,1; 2,1; 2,1;2,1) | (1,1; 1,1; 1,1;1,1) | (5; 6; 7;8) | (1; 1; 1;1) |
| A ₅ | (1; 1; 1;1) | (1; 1; 2;2) | (70; 70; 70;70) | (1,9; 1,9; 1,9;1,9) | (0,9; 0,9; 0,9;0,9) | (7; 8; 9;10) | (3; 4; 5;6) |
| | C8 | C9 | C10 | C11 | C12 | C13 | |
| w | 0,0866 | 0,0335 | 0,0267 | 0,0171 | 0,0555 | 0,0909 | |
| A ₁ | (5; 6; 7;8) | (1; 2; 3;4) | (3; 4; 5;6) | (2; 4; 6;8) | (7; 8; 9;10) | (7; 8; 9;10) | |
| A ₂ | (7; 8; 9;10) | (1; 1; 1;1) | (3; 4; 5;6) | (2; 4; 6;8) | (7; 8; 9;10) | (4; 5; 6;7) | |
| A ₃ | (5; 6; 7;8) | (1; 2; 3;4) | (1; 1; 1;1) | (1; 1; 1;1) | (4; 5; 6;7) | (1; 2; 3;4) | |
| A ₄ | (7; 8; 9;10) | (1; 1; 1;1) | (5; 6; 7;8) | (7; 8; 9;10) | (1; 2; 3;4) | (1; 2; 3;4) | |
| A ₅ | (3; 4; 5;6) | (1; 2; 3;4) | (1; 2; 3;4) | (2; 4; 6;8) | (4; 5; 6;7) | (7; 8; 9;10) | |

У следећем кораку, врши се нормализација вредности фази почетне матрице одлучивања и добија нормализована матрица (Табела 50).

Табела 50. Нормализована почетна матрица одлучивања

| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 |
|----------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|
| w | 0,0419 | 0,0390 | 0,1155 | 0,1772 | 0,1418 | 0,1343 | 0,0400 |
| A ₁ | (0,13; 0,25; 0,38; 0,5) | (0,13; 0,17; 0,25; 0,5) | (0,66; 0,66; 0,66; 0,66) | (0,94; 0,94; 0,94; 0,94) | (0,75; 0,75; 0,75; 0,75) | (0,3; 0,4; 0,5; 0,6) | (0,3; 0,4; 0,5; 0,6) |
| A ₂ | (0,38; 0,5; 0,63; 0,75) | (0,5; 0,5; 1; 1) | (0,64; 0,64; 0,64; 0,64) | (1; 1; 1; 1) | (0,75; 0,75; 0,75; 0,75) | (0,5; 0,6; 0,7; 0,8) | (0,5; 0,6; 0,7; 0,8) |
| A ₃ | (0,63; 0,75; 0,88; 1) | (0,5; 0,5; 1; 1) | (0,83; 0,83; 0,83; 0,83) | (0,85; 0,85; 0,85; 0,85) | (0,6; 0,6; 0,6; 0,6) | (0,5; 0,6; 0,7; 0,8) | (0,7; 0,8; 0,9; 1) |

| | | | | | | | |
|----------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|
| A₄ | (0,13; 0,13; 0,13; 0,13) | (0,1; 0,11; 0,13; 0,14) | (1; 1; 1; 1) | (0,81; 0,81; 0,81; 0,81) | (0,82; 0,82; 0,82; 0,82) | (0,5; 0,6; 0,7; 0,8) | (0,1; 0,1; 0,1; 0,1) |
| A₅ | (0,13; 0,13; 0,13; 0,13) | (0,5; 0,5; 1; 1) | (0,71; 0,71; 0,71; 0,71) | (0,89; 0,89; 0,89; 0,89) | (1; 1; 1; 1) | (0,7; 0,8; 0,9; 1) | (0,3; 0,4; 0,5; 0,6) |
| | C8 | C9 | C10 | C11 | C12 | C13 | |
| w | 0,0866 | 0,0335 | 0,0267 | 0,0171 | 0,0555 | 0,0909 | |
| A₁ | (0,38; 0,43; 0,5; 0,6) | (0,25; 0,5; 0,75; 1) | (0,38; 0,5; 0,63; 0,75) | (0,2; 0,4; 0,6; 0,8) | (0,7; 0,8; 0,9; 1) | (0,7; 0,8; 0,9; 1) | |
| A₂ | (0,3; 0,33; 0,38; 0,43) | (0,25; 0,25; 0,25; 0,25) | (0,38; 0,5; 0,63; 0,75) | (0,2; 0,4; 0,6; 0,8) | (0,7; 0,8; 0,9; 1) | (0,4; 0,5; 0,6; 0,7) | |
| A₃ | (0,38; 0,43; 0,5; 0,6) | (0,25; 0,5; 0,75; 1) | (0,13; 0,13; 0,13; 0,13) | (0,1; 0,1; 0,1; 0,1) | (0,4; 0,5; 0,6; 0,7) | (0,1; 0,2; 0,3; 0,4) | |
| A₄ | (0,3; 0,33; 0,38; 0,43) | (0,25; 0,25; 0,25; 0,25) | (0,63; 0,75; 0,88; 1) | (0,7; 0,8; 0,9; 1) | (0,1; 0,2; 0,3; 0,4) | (0,1; 0,2; 0,3; 0,4) | |
| A₅ | (0,5; 0,6; 0,75; 1) | (0,25; 0,5; 0,75; 1) | (0,13; 0,25; 0,38; 0,5) | (0,2; 0,4; 0,6; 0,8) | (0,4; 0,5; 0,6; 0,7) | (0,7; 0,8; 0,9; 1) | |

У следећем кораку се нормализована матрица множи са тежинама критеријума и добија отежана матрица (Табела 51)

Табела 51. Отежана матрица одлучивања

| | | | | | | | |
|----------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 |
| A₁ | (0,01; 0,01; 0,02; 0,02) | (0,01; 0,02; 0,02; 0) | (0,02; 0,02; 0; 0,01) | (0,02; 0; 0,01; 0,01) | (0; 0,01; 0,01; 0,02) | (0,01; 0,01; 0,02; 0,08) | (0,01; 0,02; 0,08; 0,08) |
| A₂ | (0,02; 0,02; 0,03; 0,03) | (0,02; 0,03; 0,03; 0,02) | (0,03; 0,03; 0,02; 0,02) | (0,03; 0,02; 0,02; 0,04) | (0,02; 0,02; 0,04; 0,04) | (0,02; 0,04; 0,04; 0,07) | (0,04; 0,04; 0,07; 0,07) |
| A₃ | (0,03; 0,03; 0,04; 0,04) | (0,03; 0,04; 0,04; 0,02) | (0,04; 0,04; 0,02; 0,02) | (0,04; 0,02; 0,02; 0,04) | (0,02; 0,02; 0,04; 0,04) | (0,02; 0,04; 0,04; 0,1) | (0,04; 0,04; 0,1; 0,1) |
| A₄ | (0,01; 0,01; 0,01; 0,01) | (0,01; 0,01; 0,01; 0) | (0,01; 0,01; 0; 0) | (0,01; 0; 0; 0) | (0; 0; 0; 0,01) | (0; 0; 0,01; 0,12) | (0; 0,01; 0,12; 0,12) |
| A₅ | (0,01; 0,01; 0,01; 0,01) | (0,01; 0,01; 0,01; 0,02) | (0,01; 0,01; 0,02; 0,02) | (0,01; 0,02; 0,02; 0,04) | (0,02; 0,02; 0,04; 0,04) | (0,02; 0,04; 0,04; 0,08) | (0,04; 0,04; 0,08; 0,08) |
| | C8 | C9 | C10 | C11 | C12 | C13 | |
| A₁ | (0,02; 0,08; 0,08; 0,08) | (0,08; 0,08; 0,08; 0,08) | (0,08; 0,08; 0,08; 0,17) | (0,08; 0,08; 0,17; 0,17) | (0,08; 0,17; 0,17; 0,17) | (0,17; 0,17; 0,17; 0,17) | |
| A₂ | (0,04; 0,07; 0,07; 0,07) | (0,07; 0,07; 0,07; 0,07) | (0,07; 0,07; 0,07; 0,18) | (0,07; 0,07; 0,18; 0,18) | (0,07; 0,18; 0,18; 0,18) | (0,18; 0,18; 0,18; 0,18) | |
| A₃ | (0,04; 0,1; 0,1; 0,1) | (0,1; 0,1; 0,1; 0,1) | (0,1; 0,1; 0,1; 0,15) | (0,1; 0,1; 0,15; 0,15) | (0,1; 0,15; 0,15; 0,15) | (0,15; 0,15; 0,15; 0,15) | |
| A₄ | (0,01; 0,12; 0,12; 0,12) | (0,12; 0,12; 0,12; 0,12) | (0,12; 0,12; 0,12; 0,14) | (0,12; 0,12; 0,14; 0,14) | (0,12; 0,14; 0,14; 0,14) | (0,14; 0,14; 0,14; 0,14) | |
| A₅ | (0,04; 0,08; 0,08; 0,08) | (0,08; 0,08; 0,08; 0,08) | (0,08; 0,08; 0,08; 0,16) | (0,08; 0,08; 0,16; 0,16) | (0,08; 0,16; 0,16; 0,16) | (0,16; 0,16; 0,16; 0,16) | |

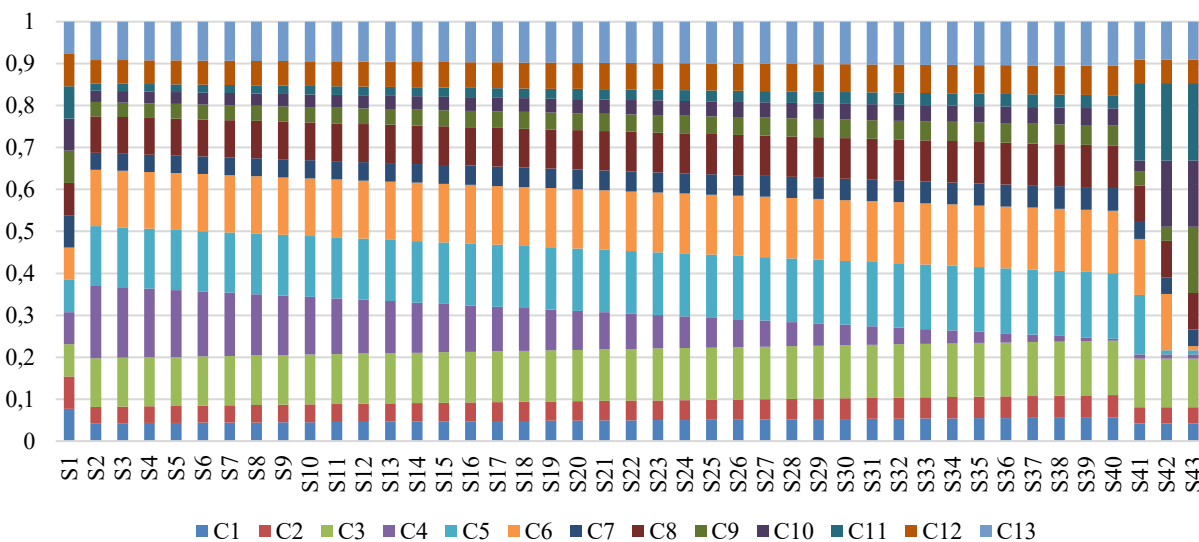
Применом осталих корака ТрFN SAW методе, добијају се следеће финалне вредности преференције и ранг алтернатива (Табела 52):

Табела 52. Финалне вредности преференције и ранг алтернатива за место преласка дубоких газом

| | Финална вредност преференције | Дефазификована вредност преференције | Ранг алтернатива |
|----------------|-------------------------------|--------------------------------------|------------------|
| A ₁ | (0,57; 0,63; 0,69; 0,76) | 0,5982 | 3 |
| A ₂ | (0,6; 0,65; 0,72; 0,77) | 0,6264 | 2 |
| A ₃ | (0,55; 0,6; 0,67; 0,73) | 0,5751 | 4 |
| A ₄ | (0,53; 0,57; 0,61; 0,65) | 0,5511 | 5 |
| A ₅ | (0,66; 0,71; 0,79; 0,86) | 0,6857 | 1 |

3.3. Анализа осетљивости

У циљу провере конзистентности излазних резултата предложене методологије, формирано је 43 сценарија промене тежинских коефицијената критеријума (Слика 34).

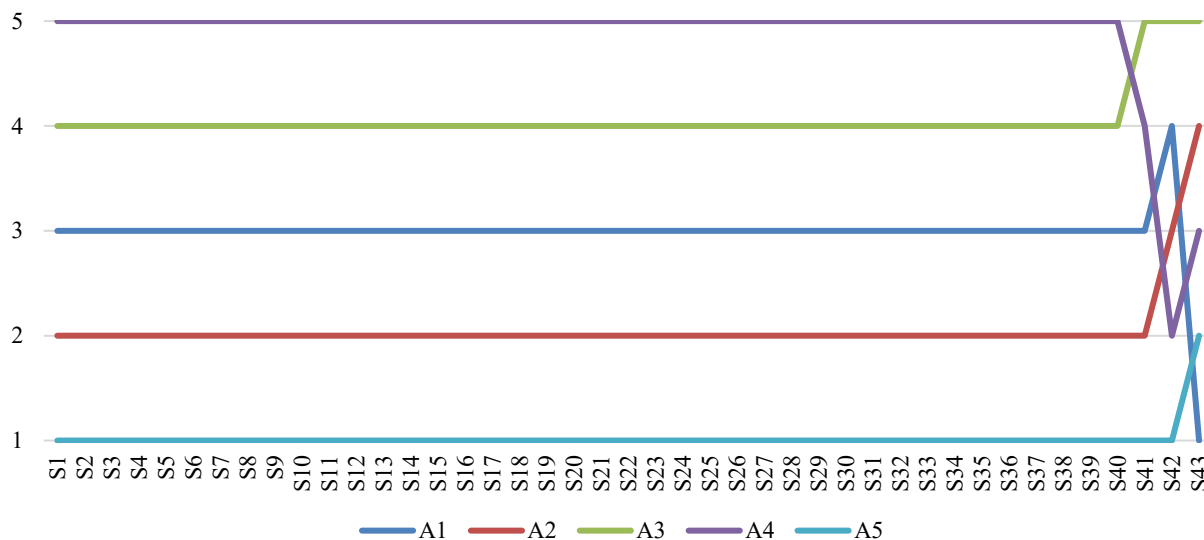


Слика 34. Сценарији промена тежина критеријума (МПДГ)

Сценарио S1 је формиран на начин да сви критеријуми имају подједнаку значајност, док је код сценарија од S2 до S40 формирање извршено на начин да је од најзначајнијег критеријума одузима се одређени проценат и распоређен подједнако на остале критеријуме. Сценарио S41 формиран је тако што је најзначајнијем критеријуму додељена вредност 0.01,

а разлика до пуне вредности, додељена најмање значајном критеријуму. Слично је урађено и за сценарије S42 и S43, само са следећим критеријумима по значајности (у растућем и опадајућем редоследу).

Применом наведених сценарија, долази се до следећих рангова алтернатива (Слика 35):



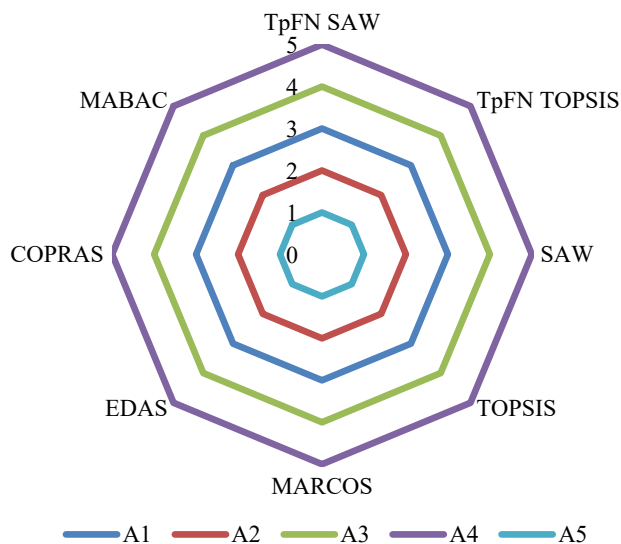
Слика 35. Рангови алтернатива добијени применом сценарија (МПЦДГ)

Као што се може видети из претходне слике, у сценаријима од S2 до S40, не долази до промене ранга јер је само од најзначајнијег критеријума одузимања вредност и расподељена на остале, као и код сценарија S1 где сви критеријуми имају подједнаку значајност. Код сценарија S41 и S42 приметне су промене у рангу осталих алтернатива осим последњерангиране и прворангиране. У сценарију S43, видљиве су и промене у рангу код прворангиране алтернативе, али последњерангирана алтернатива и даље остаје последњерангирана. Извршена анализа осетљивости говори у прилог конзистентности предложене методологије и да методологија није осетљива на мање промене у тежинама критеријума.

3.4. Компаративна анализа

У циљу поређења резултата добијених помоћу предложене методологије и других методологија, компаративна анализа је извршена помоћу метода TrFN TOPSIS (Chen, 2000), SAW (MacCrimmon, 1968), TOPSIS (Hwang & Yoon, 1981), MARCOS (Stević et al.,

2020), MABAC (Pamučar & Ćirović, 2015), COPRAS (Zavadskas et al., 1994) и EDAS (Ghorabaee et al., 2015). Имплементацијом почетне матрице одлучивања која је коришћена у истраживању у наведене методе, дошло се до следећих рангова алтернатива (Слика 36):

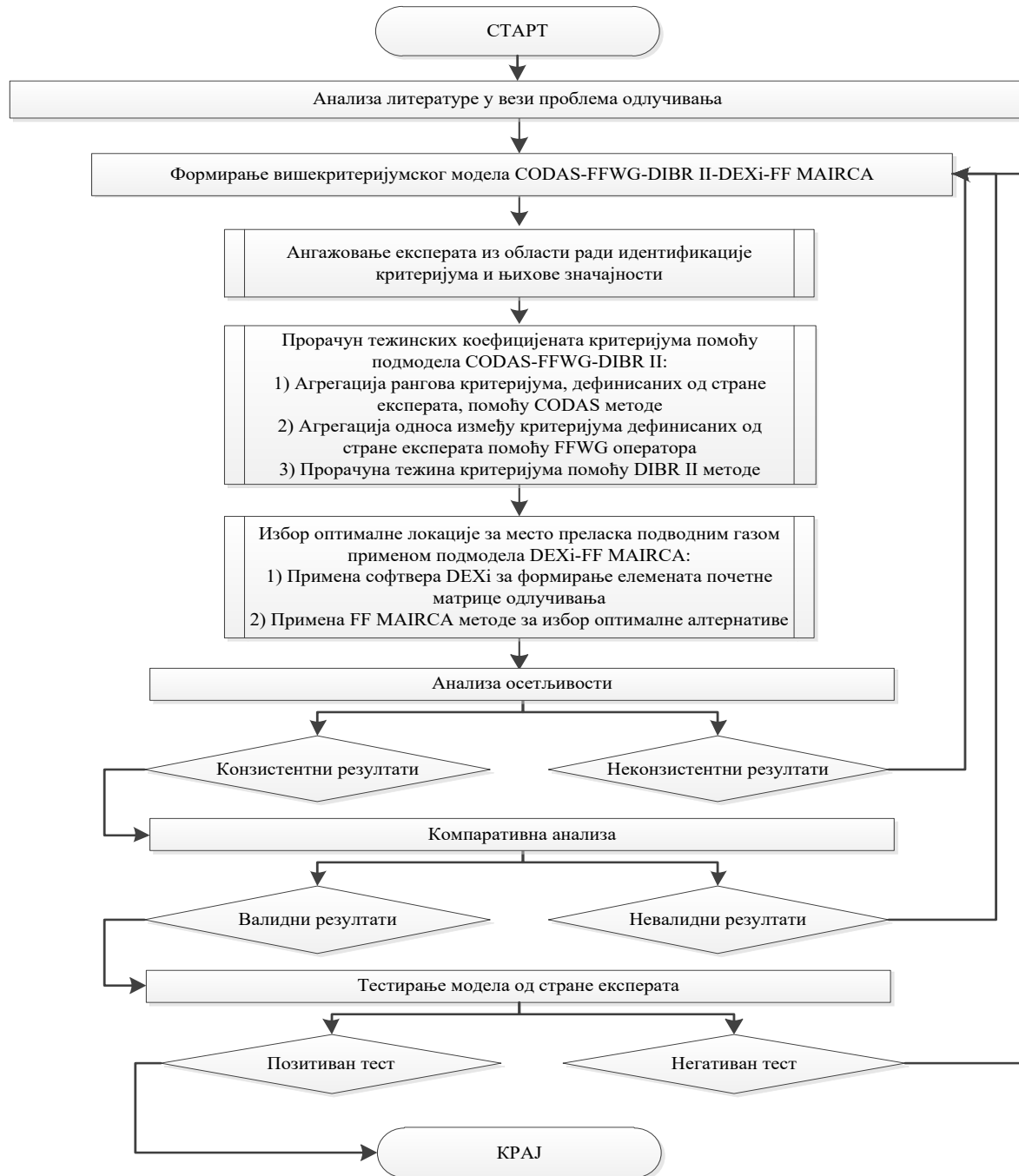


Слика 36. Рангови алтернатива добијени различитим методама (МПДГ)

Пошто су добијени рангови алтернатива идентични рангу добијеном применом предложене методологије у истраживању и пошто је вредност Пирсоновог коефицијента корелације, израз (132), за сваку од метода очигледно једнака један, може се констатовати да су у истраживању добијени валидни резултати.

4. ИЗБОР ЛОКАЦИЈЕ ЗА МЕСТО ПРЕЛАСКА ПОДВОДНИМ ГАЗОМ

За формирање модела за избор локације за место преласка подводним газом у одбрамбеној операцији, коришћен је алгоритам приказан на Слици 37.



Слика 37. Алгоритам за избор локације за успоставу места преласка водене препреке подводним газом у одбрамбеној операцији

Сходно алгоритму са Сlike 37, извршена је анализа литературе у вези са проблемом истраживања и дефинисано је да се за потребе предметног избора користи Fuzzy теорија, односно ферматеан фази бројеви (енг. Fermatean fuzzy numbers-FFN), због великог броја критеријума који представљају непрецизне и непотпуне податке. Такође, битно је напоменути да је место преласка подводним газом комплексније у односу на претходна места преласка, те је неопходно извршити прецизније представљање несигурности и неизвесности. Због свог двофазног приступа у моделирању несигурности и особине да пружају бољу интерпретацију и анализу у сложеним ситуацијама где су информације непотпуне, а да је сам избор локације комплексан и динамичан, ферматеан фази бројеви представљају најбоље решење овог проблема одлучивања. У циљу избора оптималне алтернативе, развијена је и примењена FF MAIRCA метода. Формиран је модел вишекритеријумског одлучивања, који поред претходно наведене методе, за дефинисање тежина критеријума користи се DIBR II метода, док се за агрегацију експертских мишљења користе FFWG оператор, који узима у обзир компетенције експерата, и метода CODAS, а за дефинисање лингвистичких дескриптора користи софтвер DEXi. У случају да се не дефинишу квалитетни критеријуми и добију тежински коефицијенти критеријума који задовољавају услове коришћене методе, неопходно је поново доставити упитнике за дефинисање критеријума и одређивање тежина критеријума експертима и спровести Делфи методу. У супротном, прелази се на следећу фазу модела одлучивања (Слика 37). Наведене методе, софтвер и оператори, описани су у шестом поглављу рукописа.

За потребе овог дела истраживања, као и у претходном, ангажовано је укупно 26 експерата из области (Експертска група 1). Експертима је достављен упитник (Прилог 1) који је намењен идентификацији критеријума који условљавају избор локације за савлађивање водене препреке подводним газом у одбрамбеној операцији. Применом Делфи методе и обраде добијених података, мишљења пет експерта (истих као и у претходном делу истраживања) су одбачена због великог одступања од мишљења експертске групе, тако да је у коначном ангажован 21 експерт у даљем процесу истраживања, док су применом методологије представљене у (Tešić & Vožanić, 2024), дефинисане њихове нормализоване компетенције, које су представљене у Табели 53.

Табела 53. Нормализовани коефицијенти компетенција експерата (МППГ)

| Експерт | Коефицијент компетенције | Експерт | Коефицијент компетенције |
|---------|--------------------------|---------|--------------------------|
| E1 | 0,0511 | E17 | 0,0525 |
| E2 | 0,0564 | E18 | 0,0611 |
| E3 | 0,0385 | E19 | 0,0584 |
| E4 | 0,0463 | E20 | 0,0565 |
| E5 | 0,0389 | E21 | 0,0524 |
| E8 | 0,03890 | E22 | 0,0519 |
| E9 | 0,0388 | E23 | 0,0440 |
| E13 | 0,0392 | E24 | 0,0468 |
| E14 | 0,0384 | E25 | 0,0558 |
| E15 | 0,0396 | E26 | 0,0555 |
| E16 | 0,0390 | | |

За потребе избора локације за савлађивање водене препреке подводним газом, идентификовано је укупно 13 критеријума, који су засновани на експертском мишљењу, и представљени у Табели 54.

Табела 54. Критеријуми који условљавају избор локације за место преласка подводним газом

| Критеријум | Тип критеријума | |
|---|------------------|------------------------|
| | Benefit/ Cost | Нумерички/Лингвистички |
| C1 - Квалитет прилазних путева на обема обалама | Benefit | Лингвистички |
| C2 - Обим радова на уређењу оностране и оностране обале | Cost | Лингвистички |
| C3 - Ширина водене препреке (м) | Cost | Лингвистички |
| C4 - Дубина водене препреке (м) | Benefit | Лингвистички |
| C5 - Брзина воденог тока (м/сек) | Benefit | Лингвистички |
| C6 - Састав дна водене препреке | Benefit | Лингвистички |
| C7 - Услови маскирања | Benefit | Лингвистички |
| C8 - Угроженост МП од дејстава непријатеља | Cost | Лингвистички |
| C9 - Утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање | Benefit | Лингвистички |
| C10 - Услови за утврђивање | Benefit | Лингвистички |
| C11 - Постојање налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Benefit | Лингвистички |
| C12 - Тенденција водостаја | Benefit | Лингвистички |

4.1. Одређивање тежинских коефицијената критеријума

Експертима је достављен упитник (Прилог 9) и од њих је тражено да само дефинишу ранг критеријума. Експерти су ранг критеријума по значајности првобитно одредили по следећем (Табела 55):

Табела 55. Експертска мишљења у вези са рангом критеријума (МППГ)

| Експерт/Критеријум | C ₁ | C ₂ | C ₃ | C ₄ | C ₅ | C ₆ | C ₇ | C ₈ | C ₉ | C ₁₀ | C ₁₁ | C ₁₂ | C ₁₃ |
|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| E1 | 11 | 10 | 4 | 1 | 2 | 3 | 7 | 5 | 9 | 12 | 13 | 8 | 6 |
| E2 | 9 | 8 | 6 | 1 | 2 | 3 | 11 | 4 | 7 | 10 | 13 | 5 | 12 |
| E3 | 7 | 8 | 3 | 1 | 2 | 4 | 11 | 5 | 10 | 9 | 12 | 6 | 13 |
| E4 | 5 | 10 | 2 | 1 | 4 | 3 | 8 | 9 | 13 | 6 | 12 | 11 | 7 |
| E5 | 9 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 6 | 7 | 12 | 8 | 13 | 10 | 11 |
| E8 | 6 | 7 | 8 | 1 | 3 | 2 | 9 | 4 | 10 | 11 | 13 | 12 | 5 |
| E9 | 6 | 5 | 3 | 1 | 4 | 2 | 11 | 7 | 9 | 12 | 13 | 10 | 8 |
| E13 | 7 | 8 | 4 | 1 | 2 | 3 | 9 | 6 | 11 | 12 | 13 | 10 | 5 |
| E14 | 5 | 11 | 3 | 1 | 2 | 4 | 7 | 6 | 9 | 10 | 13 | 8 | 12 |
| E15 | 9 | 10 | 4 | 1 | 2 | 3 | 5 | 6 | 7 | 11 | 12 | 13 | 8 |
| E16 | 5 | 8 | 3 | 1 | 4 | 2 | 9 | 10 | 12 | 13 | 12 | 7 | 6 |
| E17 | 11 | 10 | 4 | 1 | 2 | 3 | 7 | 5 | 9 | 12 | 13 | 8 | 6 |
| E18 | 8 | 9 | 4 | 1 | 2 | 3 | 10 | 5 | 11 | 12 | 13 | 6 | 7 |
| E19 | 11 | 10 | 4 | 1 | 2 | 3 | 7 | 5 | 9 | 12 | 13 | 8 | 6 |
| E20 | 11 | 10 | 4 | 1 | 2 | 3 | 7 | 5 | 9 | 12 | 13 | 8 | 6 |
| E21 | 9 | 8 | 6 | 1 | 2 | 3 | 11 | 4 | 7 | 10 | 13 | 5 | 12 |
| E22 | 8 | 9 | 4 | 1 | 2 | 3 | 10 | 5 | 11 | 12 | 13 | 6 | 7 |
| E23 | 11 | 10 | 4 | 1 | 2 | 3 | 8 | 5 | 9 | 12 | 13 | 7 | 6 |
| E24 | 8 | 9 | 4 | 1 | 2 | 3 | 10 | 5 | 11 | 12 | 13 | 6 | 7 |
| E25 | 11 | 10 | 4 | 1 | 2 | 3 | 7 | 5 | 9 | 12 | 13 | 8 | 6 |
| E26 | 9 | 8 | 6 | 1 | 2 | 3 | 11 | 4 | 7 | 10 | 13 | 5 | 12 |

Након обраде резултата анкете помоћу методе CODAS и спроведене методе интервјуа са појединим експертима, усаглашен је следећи ранг критеријума по значајности (Табела 56):

Табела 56. Значајност (ранг) критеријума (МППГ)

| Критеријум | Ранг |
|------------|------|
| C1 | 8 |
| C2 | 10 |
| C3 | 4 |
| C4 | 1 |
| C5 | 2 |
| C6 | 3 |
| C7 | 9 |
| C8 | 5 |
| C9 | 11 |
| C10 | 12 |
| C11 | 13 |
| C12 | 6 |
| C13 | 7 |

Метода CODAS коришћена је на начин да се уместо критеријума дефинишу експерти, уместо тежина критеријума, коефицијенти компетенције експерата, свим експертима се додељује Cost тип вредности, а уместо алтернатива се дефинишу критеријуми. На овај начин врши се агрегација мишљења експерата.

Експертима је поново подељен упитник (Прилог 9) како би оценили и односе међу критеријумима, а након усаглашавања рангова критеријума. За процену значајности од стране експерата, коришћена је ферматеан фази лингвистичка скала, представљена у Табели 57. За дефинисање вредности односа између најзначајнијег и најмање значајног критеријума, коришћене су крисп (енг. crisp) вредности.

Табела 57. Ферматеан фази лингвистичка скала за процену значајности критеријума

| Лингвистички дескриптор | FFN |
|-------------------------|----------------|
| Иста значајност 0% | (0,500; 0,500) |
| Значајнији 10% | (0,600; 0,488) |
| Значајнији 20% | (0,600; 0,252) |
| Значајнији 30% | (0,700; 0,350) |
| Значајнији 40% | (0,800; 0,482) |
| Значајнији 50% | (0,800; 0,229) |
| Значајнији 60% | (0,900; 0,505) |

| | |
|-----------------|----------------|
| Значајнији 70% | (0,900; 0,307) |
| Значајнији 80% | (0,950; 0,386) |
| Значајнији 90% | (0,980; 0,345) |
| Значајнији 100% | (1; 0) |

Вредности поређења критеријума од стране експерата, дате су у Табели 58.

Табела 58. Експертска мишљења у вези са односом међу критеријумима (МППГ)

| Експерт/ Критериј ум | C4- C5 | C5- C6 | C6- C3 | C3- C8 | C8- C12 | C12- C13 | C13- C1 | C1- C7 | C7- C2 | C2- C9 | C9- C10 | C10- C11 | C4 - C1 1 |
|----------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|--------------------|
| E1 | 0,00% | 0,00% | 10,00 % | 10,00 % | 20,00 % | 0,00% | 10,00 % | 20,00 % | 0,00% | 20,00 % | 10,00 % | 20,00% | 3,0 |
| E2 | 30,00 % | 0,00% | 20,00 % | 30,00 % | 20,00 % | 90,00% | 20,00 % | 50,00 % | 10,00 % | 50,00 % | 90,00 % | 20,00% | 31, 3 |
| E3 | 10,00 % | 20,00 % | 30,00 % | 50,00 % | 60,00 % | 60,00% | 50,00 % | 70,00 % | 80,00 % | 30,00 % | 40,00 % | 10,00% | 60, 6 |
| E4 | 20,00 % | 10,00 % | 0,00% | 30,00 % | 10,00 % | 30,00% | 10,00 % | 20,00 % | 30,00 % | 20,00 % | 30,00 % | 30,00% | 8,5 |
| E5 | 30,00 % | 40,00 % | 20,00 % | 50,00 % | 40,00 % | 50,00% | 20,00 % | 30,00 % | 10,00 % | 20,00 % | 40,00 % | 30,00% | 25, 8 |
| E8 | 0,00% | 30,00 % | 20,00 % | 20,00 % | 30,00 % | 40,00% | 20,00 % | 30,00 % | 10,00 % | 40,00 % | 20,00 % | 20,00% | 11, 8 |
| E9 | 0,00% | 50,00 % | 50,00 % | 50,00 % | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 50,00 % | 50,00 % | 50,00 % | 50,00 % | 50,00% | 25, 6 |
| E13 | 0,00% | 50,00 % | 0,00% | 0,00% | 50,00 % | 0,00% | 50,00 % | 50,00 % | 0,00% | 50,00 % | 50,00 % | 50,00% | 17, 1 |
| E14 | 50,00 % | 50,00 % | 20,00 % | 50,00 % | 10,00 % | 50,00% | 20,00 % | 30,00 % | 10,00 % | 50,00 % | 50,00 % | 10,00% | 28, 4 |
| E15 | 50,00 % | 50,00 % | 50,00 % | 50,00 % | 20,00 % | 0,00% | 30,00 % | 10,00 % | 10,00 % | 10,00 % | 30,00 % | 20,00% | 16, 4 |
| E16 | 20,00 % | 0,00% | 0,00% | 30,00 % | 20,00 % | 20,00% | 0,00% | 10,00 % | 0,00% | 0,00% | 20,00 % | 30,00% | 3,9 |
| E17 | 20,00 % | 10,00 % | 30,00 % | 30,00 % | 30,00 % | 40,00% | 20,00 % | 40,00 % | 20,00 % | 20,00 % | 30,00 % | 20,00% | 15, 3 |
| E18 | 0,00% | 10,00 % | 20,00 % | 20,00 % | 30,00 % | 60,00% | 10,00 % | 30,00 % | 10,00 % | 30,00 % | 50,00 % | 20,00% | 12, 1 |
| E19 | 20,00 % | 20,00 % | 40,00 % | 20,00 % | 30,00 % | 40,00% | 10,00 % | 50,00 % | 10,00 % | 30,00 % | 30,00 % | 20,00% | 16, 2 |
| E20 | 10,00 % | 10,00 % | 20,00 % | 30,00 % | 30,00 % | 50,00% | 10,00 % | 40,00 % | 10,00 % | 50,00 % | 40,00 % | 20,00% | 15, 7 |
| E21 | 30,00 % | 10,00 % | 30,00 % | 30,00 % | 30,00 % | 60,00% | 20,00 % | 40,00 % | 0,00% | 40,00 % | 60,00 % | 10,00% | 20, 8 |
| E22 | 10,00 % | 0,00% | 30,00 % | 30,00 % | 20,00 % | 40,00% | 30,00 % | 30,00 % | 0,00% | 40,00 % | 50,00 % | 10,00% | 12, 2 |
| E23 | 20,00 % | 10,00 % | 20,00 % | 20,00 % | 30,00 % | 30,00% | 20,00 % | 50,00 % | 10,00 % | 30,00 % | 50,00 % | 10,00% | 13, 6 |
| E24 | 20,00 % | 0,00% | 20,00 % | 20,00 % | 20,00 % | 50,00% | 20,00 % | 40,00 % | 10,00 % | 30,00 % | 40,00 % | 20,00% | 12, 6 |
| E25 | 0,00% | 0,00% | 20,00 % | 20,00 % | 10,00 % | 30,00% | 20,00 % | 20,00 % | 0,00% | 20,00 % | 20,00 % | 20,00% | 5,1 |
| E26 | 20,00 % | 0,00% | 20,00 % | 20,00 % | 20,00 % | 50,00% | 20,00 % | 40,00 % | 10,00 % | 50,00 % | 60,00 % | 20,00% | 16, 6 |

Применом ферматеан фази лингвистичке скале (Табела 57), долази се до следећих вредности поређења (Табела 59):

Табела 59. Експертска мишљења у вези са односом међу критеријумима у ферматеан фази вредностима поређења

| | E1 | E2 | E3 | E4 | E5 | E8 | E9 | E13 | E14 | E15 | E16 |
|---------|--------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| C4-C5 | (0,5; 0,5) | (0,7; 0,35) | (0,6; 0,488) | (0,6; 0,252) | (0,7; 0,35) | (0,5; 0,5) | (0,5; 0,5) | (0,5; 0,5) | (0,8; 0,229) | (0,8; 0,229) | (0,6; 0,252) |
| C5-C6 | (0,5; 0,5) | (0,5; 0,5) | (0,6; 0,252) | (0,6; 0,488) | (0,8; 0,712) | (0,7; 0,35) | (0,8; 0,229) | (0,8; 0,229) | (0,8; 0,229) | (0,8; 0,229) | (0,5; 0,5) |
| C6-C3 | (0,6; 0,488) | (0,6; 0,252) | (0,7; 0,35) | (0,5; 0,5) | (0,6; 0,252) | (0,6; 0,252) | (0,8; 0,229) | (0,5; 0,5) | (0,6; 0,252) | (0,8; 0,229) | (0,5; 0,5) |
| C3-C8 | (0,6; 0,488) | (0,7; 0,35) | (0,8; 0,229) | (0,7; 0,35) | (0,8; 0,229) | (0,6; 0,252) | (0,8; 0,229) | (0,5; 0,5) | (0,8; 0,229) | (0,8; 0,229) | (0,7; 0,35) |
| C8-C12 | (0,6; 0,252) | (0,6; 0,252) | (0,9; 0,505) | (0,6; 0,488) | (0,8; 0,812) | (0,7; 0,35) | (0,5; 0,5) | (0,8; 0,229) | (0,6; 0,488) | (0,6; 0,252) | (0,6; 0,252) |
| C12-C13 | (0,5; 0,5) | (0,98; 0,345) | (0,9; 0,505) | (0,7; 0,35) | (0,8; 0,229) | (0,8; 0,912) | (0,5; 0,5) | (0,5; 0,5) | (0,8; 0,229) | (0,5; 0,5) | (0,6; 0,252) |
| C13-C1 | (0,6; 0,488) | (0,6; 0,252) | (0,8; 0,229) | (0,6; 0,488) | (0,6; 0,252) | (0,6; 0,252) | (0,5; 0,5) | (0,8; 0,229) | (0,6; 0,252) | (0,7; 0,35) | (0,5; 0,5) |
| C1-C7 | (0,6; 0,252) | (0,8; 0,9) | (0,9; 0,307) | (0,6; 0,252) | (0,7; 0,35) | (0,7; 0,35) | (0,8; 0,229) | (0,8; 0,229) | (0,7; 0,35) | (0,6; 0,488) | (0,6; 0,488) |
| C7-C2 | (0,5; 0,5) | (0,6; 0,488) | (0,95; 0,386) | (0,7; 0,35) | (0,6; 0,488) | (0,6; 0,488) | (0,8; 0,229) | (0,5; 0,5) | (0,6; 0,488) | (0,6; 0,488) | (0,5; 0,5) |
| C2-C9 | (0,6; 0,252) | (0,8; 0,229) | (0,7; 0,35) | (0,6; 0,252) | (0,6; 0,252) | (0,8; 0,482) | (0,8; 0,229) | (0,8; 0,229) | (0,8; 0,229) | (0,6; 0,488) | (0,5; 0,5) |
| C9-C10 | (0,6; 0,488) | (0,98; 0,345) | (0,8; 0,482) | (0,7; 0,35) | (0,8; 0,482) | (0,6; 0,252) | (0,8; 0,229) | (0,8; 0,229) | (0,8; 0,229) | (0,7; 0,35) | (0,6; 0,252) |
| C10-C11 | (0,6; 0,252) | (0,6; 0,252) | (0,6; 0,488) | (0,7; 0,35) | (0,7; 0,35) | (0,6; 0,252) | (0,8; 0,229) | (0,8; 0,229) | (0,6; 0,488) | (0,6; 0,252) | (0,7; 0,35) |
| | E17 | E18 | E19 | E20 | E21 | E22 | E23 | E24 | E25 | E26 | |
| C4-C5 | (0,6; 0,252) | (0,5; 0,5) | (0,6; 0,252) | (0,6; 0,488) | (0,7; 0,35) | (0,6; 0,488) | (0,6; 0,252) | (0,6; 0,252) | (0,5; 0,5) | (0,6; 0,252) | |
| C5-C6 | (0,6; 0,488) | (0,6; 0,488) | (0,6; 0,252) | (0,6; 0,488) | (0,6; 0,488) | (0,5; 0,5) | (0,6; 0,488) | (0,5; 0,5) | (0,5; 0,5) | (0,5; 0,5) | |
| C6-C3 | (0,7; 0,35) | (0,6; 0,252) | (0,8; 0,712) | (0,6; 0,252) | (0,7; 0,35) | (0,7; 0,35) | (0,6; 0,252) | (0,6; 0,252) | (0,6; 0,252) | (0,6; 0,252) | |
| C3-C8 | (0,7; 0,35) | (0,6; 0,252) | (0,6; 0,252) | (0,7; 0,35) | (0,7; 0,35) | (0,7; 0,35) | (0,6; 0,252) | (0,6; 0,252) | (0,6; 0,252) | (0,6; 0,252) | |
| C8-C12 | (0,7; 0,35) | (0,7; 0,35) | (0,7; 0,35) | (0,7; 0,35) | (0,7; 0,35) | (0,6; 0,252) | (0,7; 0,35) | (0,6; 0,252) | (0,6; 0,488) | (0,6; 0,252) | |
| C12-C13 | (0,8; 0,912) | (0,9; 0,505) | (0,8; 0,912) | (0,8; 0,229) | (0,9; 0,505) | (0,8; 0,482) | (0,7; 0,35) | (0,8; 0,229) | (0,7; 0,35) | (0,8; 0,229) | |
| C13-C1 | (0,6; 0,252) | (0,6; 0,488) | (0,6; 0,488) | (0,6; 0,488) | (0,6; 0,252) | (0,7; 0,35) | (0,6; 0,252) | (0,6; 0,252) | (0,6; 0,252) | (0,6; 0,252) | |
| C1-C7 | (0,8; 0,812) | (0,7; 0,35) | (0,8; 0,229) | (0,8; 0,712) | (0,8; 0,612) | (0,7; 0,35) | (0,8; 0,229) | (0,8; 0,712) | (0,6; 0,252) | (0,8; 0,612) | |
| C7-C2 | (0,6; 0,252) | (0,6; 0,488) | (0,6; 0,488) | (0,6; 0,488) | (0,5; 0,5) | (0,5; 0,5) | (0,6; 0,488) | (0,6; 0,488) | (0,5; 0,5) | (0,6; 0,488) | |
| C2-C9 | (0,6; 0,252) | (0,7; 0,35) | (0,7; 0,35) | (0,8; 0,229) | (0,8; 0,482) | (0,8; 0,482) | (0,7; 0,35) | (0,7; 0,35) | (0,6; 0,252) | (0,8; 0,229) | |
| C9-C10 | (0,7; 0,35) | (0,8; 0,229) | (0,7; 0,35) | (0,8; 0,482) | (0,9; 0,505) | (0,8; 0,229) | (0,8; 0,229) | (0,8; 0,482) | (0,6; 0,252) | (0,9; 0,505) | |
| C10-C11 | (0,6; 0,252) | (0,6; 0,252) | (0,6; 0,252) | (0,6; 0,252) | (0,6; 0,488) | (0,6; 0,488) | (0,6; 0,488) | (0,6; 0,252) | (0,6; 0,252) | (0,6; 0,252) | |

Контрола квалитета односа, извршена је претварањем наведених вредности у крисп вредности и коришћењем вредности поређења између најудаљенијих критеријума из Табела 58. Обзиром да су односи квалитетно дефинисани, приступљено је агрегацији вредности поређења применом FFWG оператора. Применом алгоритма наведеног оператора, агрегиране се вредности поређења свих експерата и добијене коначне вредности, представљене у Табела 60.

Табела 60. Коначне (агрегиране) вредности поређења суседних критеријума.

| Односи између критеријума | FFN | Crisp |
|---------------------------|----------------|--------|
| C4-C5 | (0,609; 0,404) | 1,1603 |
| C5-C6 | (0,612; 0,461) | 1,1309 |
| C6-C3 | (0,643; 0,399) | 1,2022 |
| C3-C8 | (0,681; 0,324) | 1,2811 |
| C8-C12 | (0,665; 0,421) | 1,2193 |
| C12-C13 | (0,75; 0,62) | 1,1824 |
| C13-C1 | (0,627; 0,379) | 1,1925 |
| C1-C7 | (0,736; 0,577) | 1,2072 |
| C7-C2 | (0,603; 0,463) | 1,1203 |
| C2-C9 | (0,711; 0,349) | 1,3172 |
| C9-C10 | (0,764; 0,385) | 1,3898 |
| C10-C11 | (0,64; 0,334) | 1,2245 |

Вредност поређења најудаљенијих критеријума, добијена је помоћу следећег израза:

$$\eta_{1,n} = \prod_{i=1}^{n-1} \eta_{i,i+1} \quad (133)$$

Применом израза (133) долази се до вредности поређења најудаљенијих критеријума по значајности $\eta_{4,11} = 10,5300$.

Имплементацијом ранга критеријума и крисп вредности њихових поређења у методу DIBR II, долази се до следећих вредности тежинских коефицијената критеријума, које испуњавају све неопходне услове методе (Табела 61):

Табела 61. Коначне вредности тежинских коефицијената критеријума за место преласка подводним газом

| Критеријум | Тежина критеријума |
|------------|--------------------|
| C1 | 0,0513 |
| C2 | 0,0379 |
| C3 | 0,1129 |
| C4 | 0,1781 |
| C5 | 0,1535 |
| C6 | 0,1358 |
| C7 | 0,0425 |
| C8 | 0,0882 |
| C9 | 0,0288 |

| | |
|-----|--------|
| C10 | 0,0207 |
| C11 | 0,0169 |
| C12 | 0,0723 |
| C13 | 0,0611 |

4.2. Избор оптималне локације за место преласка подводним газом

На основу алгоритма (Слика 37), за избор оптималне алтернативе (локације) коришћена је развијена FF MAIRCA метода. У Табели 62, представљена је почетна матрица одлучивања. Вредности у матрици одлучивања, представљају фиктивне податке о локацијама места преласка, а ради тестирања модела.

Табела 62. Почетна матрица одлучивања за место преласка подводним газом

| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 |
|----------------|--------------------------------------|--------------------|--------|--------|--------|---|--------------------------------|
| w | 0,0513 | 0,0379 | 0,1129 | 0,1781 | 0,1535 | 0,1358 | 0,0425 |
| A ₁ | Довољан квалитет прилазних путева | Средњи обим радова | 75 | 3,5 | 1,1 | Дно водене препреке има довољну носивост, али није равно Дно водене препреке нема довољну носивост (може се повећати носивост), али је равно | Услови маскирања су добри |
| A ₂ | Недовољан квалитет прилазних путева | Мали обим радова | 70 | 4 | 1,4 | Дно водене препреке нема довољну носивост (може се повећати носивост), али је равно | Услови маскирања су добри |
| A ₃ | Врло добар квалитет прилазних путева | Средњи обим радова | 71 | 4,9 | 1 | Дно водене препреке нема довољну носивост (може се повећати носивост), али је равно | Услови маскирања су добри |
| A ₄ | Врло добар квалитет прилазних путева | Средњи обим радова | 80 | 4,8 | 1,2 | Дно водене препреке има довољну носивост, али није равно | Услови маскирања су добри |
| A ₅ | Добар квалитет прилазних путева | Велики обим радова | 65 | 3 | 1,3 | Дно водене препреке има довољну носивост и равно је | Услови маскирања су врло добри |

| | C8 | C9 | C10 | C11 | C12 | C13 |
|----------------|---|--|-----------------------------------|---|--|--|
| w | 0,0882 | 0,0288 | 0,0207 | 0,0169 | 0,0723 | 0,0611 |
| A ₁ | Веома велика угроженост места преласка од дејства непријатеља | Постоји делимично позитиван утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање | Услови за утврђивање су добри | Делимично постоје налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Повољна тенденција (стагнација водостаја) | Делимично неповољни услови (могуће је делимично развити јединицу, обала је запречена, услови за маскирање, дејство и заштиту нису потпуни) |
| A ₂ | Средња угроженост места преласка од дејства непријатеља | Постоји делимично негативан утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање | Услови за утврђивање су добри | Делимично постоје налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Делимично повољна тенденција (умерени пад водостаја) | Повољна услови (могуће је развити јединицу, обала није запречена, постоје услови за маскирање, дејство и заштиту) |
| A ₃ | Велика угроженост места преласка од дејства непријатеља | Постоји делимично негативан утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање | Услови за утврђивање су довољни | Постоје налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Повољна тенденција (стагнација водостаја) | Делимично повољни услови (могуће је развити јединицу, обала је делимично запречена, услови за маскирање, дејство и заштиту нису потпуни) |
| A ₄ | Веома велика угроженост места преласка од дејства непријатеља | Постоји негативан утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање | Услови за утврђивање су недовољни | Постоје налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Делимично повољна тенденција (умерени пад водостаја) | Делимично повољни услови (могуће је развити јединицу, обала је делимично запречена, услови за маскирање, дејство и заштиту нису потпуни) |
| A ₅ | Веома велика угроженост места преласка од дејства непријатеља | Постоји негативан утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање | Услови за утврђивање су добри | Делимично постоје налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Повољна тенденција (стагнација водостаја) | Повољна услови (могуће је развити јединицу, обала није запречена, постоје услови за маскирање, дејство и заштиту) |

До фази лингвистичких дескриптора у почетној матрици одлучивања, дошло се помоћу модела сваког од критеријума квалитативног типа у софтверу DEXi. Модели са правилима одлучивања за предметне критеријуме, као и остали потребни елементи на којима је засновано одлучивање, дати су у Прилозима 2-8. Претварањем лингвистичких дескриптора у ферматеан фази бројеве, добија се ферматеан фази почетна матрица одлучивања (Табела 63).

Табела 63. Ферматеан фази почетна матрица одлучивања

| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 |
|----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| w | 0,0513 | 0,0379 | 0,1129 | 0,1781 | 0,1535 | 0,1358 | 0,0425 |
| A₁ | (0,2; 0,7) | (0,5; 0,5) | (0,2; 0,7) | (0,9; 0,1) | (0,6; 0,4) | (0,7; 0,2) | (0,5; 0,5) |
| A₂ | (0,1; 0,9) | (0,1; 0,9) | (0,2; 0,7) | (0,6; 0,4) | (0,1; 0,9) | (0,5; 0,5) | (0,5; 0,5) |
| A₃ | (0,7; 0,2) | (0,5; 0,5) | (0,2; 0,7) | (0,1; 0,9) | (0,9; 0,1) | (0,5; 0,5) | (0,5; 0,5) |
| A₄ | (0,7; 0,2) | (0,5; 0,5) | (0,2; 0,7) | (0,1; 0,9) | (0,6; 0,4) | (0,7; 0,2) | (0,5; 0,5) |
| A₅ | (0,5; 0,5) | (0,9; 0,1) | (0,2; 0,7) | (0,9; 0,1) | (0,1; 0,9) | (0,9; 0,1) | (0,7; 0,2) |
| | C8 | C9 | C10 | C11 | C12 | C13 | |
| w | 0,0882 | 0,0288 | 0,0207 | 0,0169 | 0,0723 | | 0,0611 |
| A₁ | (0,9; 0,1) | (0,7; 0,2) | (0,5; 0,5) | (0,6; 0,4) | (0,9; 0,1) | | (0,2; 0,7) |
| A₂ | (0,5; 0,5) | (0,2; 0,7) | (0,5; 0,5) | (0,6; 0,4) | (0,7; 0,2) | | (0,9; 0,1) |
| A₃ | (0,7; 0,2) | (0,2; 0,7) | (0,2; 0,7) | (0,9; 0,1) | (0,9; 0,1) | | (0,7; 0,2) |
| A₄ | (0,9; 0,1) | (0,2; 0,7) | (0,1; 0,9) | (0,9; 0,1) | (0,7; 0,2) | | (0,7; 0,2) |
| A₅ | (0,9; 0,1) | (0,2; 0,7) | (0,5; 0,5) | (0,6; 0,4) | (0,9; 0,1) | | (0,9; 0,1) |

Даље, извршена је нормализација вредности ферматеан фази почетне матрице одлучивања и добијена нормализована матрица (Табела 64).

Табела 64. Нормализована почетна матрица одлучивања

| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 |
|----------------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|-----------|
| w | 0,0513 | 0,0379 | 0,1129 | 0,1781 | 0,1535 | 0,1358 | 0,0425 |
| A₁ | (0,2;0,7) | (0,5;0,5) | (0,7;0,2) | (0,9;0,1) | (0,6;0,4) | (0,7;0,2) | (0,5;0,5) |
| A₂ | (0,1;0,9) | (0,9;0,1) | (0,7;0,2) | (0,6;0,4) | (0,1;0,9) | (0,5;0,5) | (0,5;0,5) |
| A₃ | (0,7;0,2) | (0,5;0,5) | (0,7;0,2) | (0,1;0,9) | (0,9;0,1) | (0,5;0,5) | (0,5;0,5) |
| A₄ | (0,7;0,2) | (0,5;0,5) | (0,7;0,2) | (0,1;0,9) | (0,6;0,4) | (0,7;0,2) | (0,5;0,5) |
| A₅ | (0,5;0,5) | (0,1;0,9) | (0,7;0,2) | (0,9;0,1) | (0,1;0,9) | (0,9;0,1) | (0,7;0,2) |
| | C8 | C9 | C10 | C11 | C12 | C13 | |
| w | 0,0882 | 0,0288 | 0,0207 | 0,0169 | 0,0723 | | 0,0611 |
| A₁ | (0,1;0,9) | (0,7;0,2) | (0,5;0,5) | (0,6;0,4) | (0,9;0,1) | | (0,2;0,7) |

| | | | | | | |
|----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| A₂ | (0,5;0,5) | (0,2;0,7) | (0,5;0,5) | (0,6;0,4) | (0,7;0,2) | (0,9;0,1) |
| A₃ | (0,2;0,7) | (0,2;0,7) | (0,2;0,7) | (0,9;0,1) | (0,9;0,1) | (0,7;0,2) |
| A₄ | (0,1;0,9) | (0,2;0,7) | (0,1;0,9) | (0,9;0,1) | (0,7;0,2) | (0,7;0,2) |
| A₅ | (0,1;0,9) | (0,2;0,7) | (0,5;0,5) | (0,6;0,4) | (0,9;0,1) | (0,9;0,1) |

Затим, врши се прорачун вероватноће избора алтернатива, где је $m = 5$

$$P_{A_i} = \frac{1}{m} = \frac{1}{5} = 0,2.$$

Након добијене вероватноће избора алтернатива, приступа се прорачуну матрице теоријских пондера (Табела 65).

Табела 65. Матрица теоријских пондера

| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 |
|-----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Тр_i | (0,01;0,01) | (0,01;0,008) | (0,008;0,008) | (0,008;0,023) | (0,023;0,023) | (0,023;0,036) | (0,036;0,036) |
| | C8 | C9 | C10 | C11 | C12 | C13 | |
| Тр_i | (0,036;0,031) | (0,031;0,031) | (0,031;0,027) | (0,027;0,027) | (0,027;0,008) | (0,008;0,008) | |

Даље, врши се прорачун матрице стварних пондера. Вредности елемената матрице, приказане су у Табели 66.

Табела 66. Матрица стварних пондера

| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 |
|----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| A₁ | (0,002;0,007) | (0,004;0,004) | (0,016;0,005) | (0,032;0,004) | (0,018;0,012) | (0,019;0,005) | (0,004;0,004) |
| A₂ | (0,001;0,009) | (0,007;0,001) | (0,016;0,005) | (0,021;0,014) | (0,003;0,028) | (0,014;0,014) | (0,004;0,004) |
| A₃ | (0,007;0,002) | (0,004;0,004) | (0,016;0,005) | (0,004;0,032) | (0,028;0,003) | (0,014;0,014) | (0,004;0,004) |
| A₄ | (0,007;0,002) | (0,004;0,004) | (0,016;0,005) | (0,004;0,032) | (0,018;0,012) | (0,019;0,005) | (0,004;0,004) |
| A₅ | (0,005;0,005) | (0,001;0,007) | (0,016;0,005) | (0,032;0,004) | (0,003;0,028) | (0,024;0,003) | (0,006;0,002) |
| | C8 | C9 | C10 | C11 | C12 | C13 | |
| A₁ | (0,002;0,016) | (0,004;0,001) | (0,002;0,002) | (0,002;0,001) | (0,013;0,001) | (0,002;0,009) | |
| A₂ | (0,009;0,009) | (0,001;0,004) | (0,002;0,002) | (0,002;0,001) | (0,01;0,003) | (0,011;0,001) | |
| A₃ | (0,004;0,012) | (0,001;0,004) | (0,001;0,003) | (0,003;0) | (0,013;0,001) | (0,009;0,002) | |
| A₄ | (0,002;0,016) | (0,001;0,004) | (0;0,004) | (0,003;0) | (0,01;0,003) | (0,009;0,002) | |
| A₅ | (0,002;0,016) | (0,001;0,004) | (0,002;0,002) | (0,002;0,001) | (0,013;0,001) | (0,011;0,001) | |

У циљу доласка до коначних вредности критеријумске функције, неопходно је прорачунати јаз између теоријских и стварних пондера. Матрица јаза, приказана је у Табели 67.

Табела 67. Матрица јаза између теоријских и стварних пондера

| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 |
|-----------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| A1 | (0,008;0,003) | (0,004;0,004) | (0,007;0,018) | (0,004;0,032) | (0,012;0,018) | (0,008;0,022) | (0,004;0,004) |
| A2 | (0,009;0,001) | (0,001;0,007) | (0,007;0,018) | (0,014;0,021) | (0,028;0,003) | (0,014;0,014) | (0,004;0,004) |
| A3 | (0,003;0,008) | (0,004;0,004) | (0,007;0,018) | (0,032;0,004) | (0,003;0,028) | (0,014;0,014) | (0,004;0,004) |
| A4 | (0,003;0,008) | (0,004;0,004) | (0,007;0,018) | (0,032;0,004) | (0,012;0,018) | (0,008;0,022) | (0,004;0,004) |
| A5 | (0,005;0,005) | (0,007;0,001) | (0,007;0,018) | (0,004;0,032) | (0,028;0,003) | (0,003;0,024) | (0,003;0,007) |
| | C8 | C9 | C10 | C11 | C12 | C13 | |
| A1 | (0,016;0,002) | (0,002;0,005) | (0,002;0,002) | (0,001;0,002) | (0,001;0,013) | (0,01;0,004) | |
| A2 | (0,009;0,009) | (0,005;0,002) | (0,002;0,002) | (0,001;0,002) | (0,004;0,012) | (0,001;0,011) | |
| A3 | (0,014;0,005) | (0,005;0,002) | (0,003;0,001) | (0;0,003) | (0,001;0,013) | (0,004;0,01) | |
| A4 | (0,016;0,002) | (0,005;0,002) | (0,004;0) | (0;0,003) | (0,004;0,012) | (0,004;0,01) | |
| A5 | (0,016;0,002) | (0,005;0,002) | (0,002;0,002) | (0,001;0,002) | (0,001;0,013) | (0,001;0,011) | |

Применом осталих корака FF MAIRCA методе, долази се до следећих вредности критеријумске функције и ранга алтернатива (Табела 68):

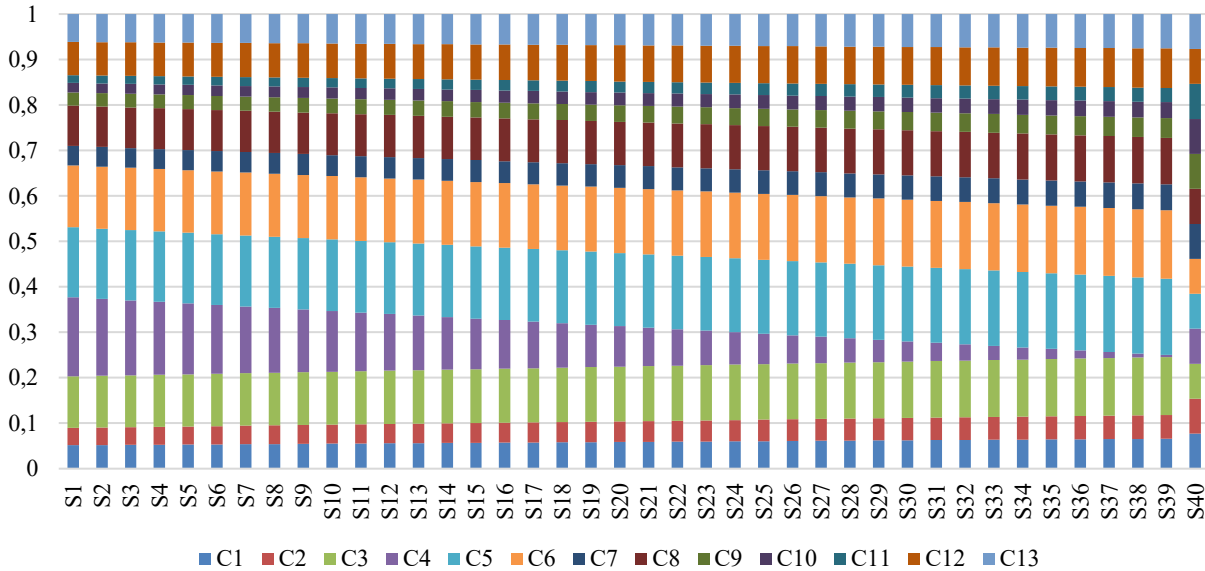
Табела 68. Вредности критеријумске функције и ранг алтернатива за место преласка подводним газом

| Алтернатива | $\otimes Q_i$ | Crisp Q | Ранг |
|--------------------|---------------|----------------|-------------|
| A1 | (0,079;0,129) | 0,9984 | 1 |
| A2 | (0,099;0,105) | 0,9998 | 4 |
| A3 | (0,094;0,113) | 0,9994 | 3 |
| A4 | (0,103;0,106) | 0,9999 | 5 |
| A5 | (0,082;0,122) | 0,9987 | 2 |

Обзиром да код ни једне алтернативе није задовољен услов $I_{D,1-i} \geq T_D$, свака алтернатива може бити оптимално решење, јер су разлике у вредностима критеријумске функције минималне, односно не постоји алтернатива која изричито не може бити решење проблема, али приликом избора пожељно је поштовати ранг.

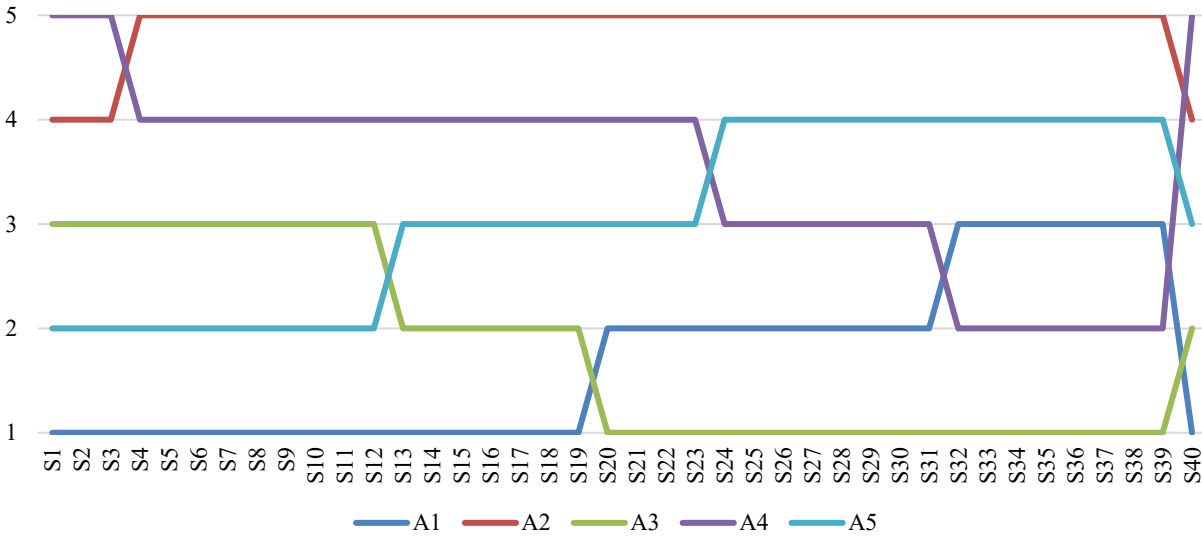
4.3. Анализа осетљивости

Ради провере конзистентности излазних резултата предложене методологије, формирано је 40 сценарија промене тежинских коефицијената критеријума (Слика 38).



Слика 38. Сценарији промена тежина критеријума (МППГ)

Сценарији од S1 до S39 формиран су на начин да је од најзначајнијег критеријума одузиман одређени проценат и распоређен подједнако на остале критеријуме. Сценарио S40 је формиран тако да сви критеријуми имају подједнаку значајност. Применом наведених сценарија, долази се до следећих рангова алтернатива (Слика 39):

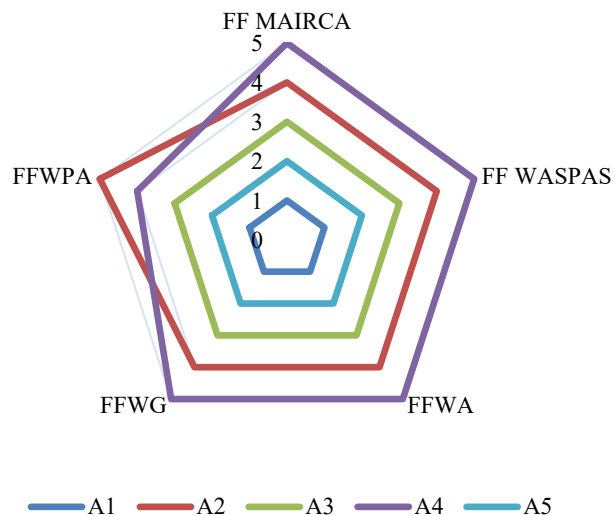


Слика 39. Рангови алтернатива добијени применом сценарија (МПППГ)

Као што се може видети из претходне слике, већ код сценарија S3 долази до промене у рангу алтернатива, односно код редоследа четвртострангиране и последњерангиране алтернативе. Промена код прворангиране алтернативе, догађа се тек код сценарија S19, до када заузима прво место у рангу, а тада постаје другострангирана, док од сценарија S32 постаје трећерангирана. Последњерангирана алтернатива у од сценарија S32 до S39 налази се на другом месту по рангу. Све ове промене говоре у прилог конзистентности предложене методологије, односно видљив је утицај промена тежина критеријума на коначну одлуку. Такође, модел је осетљив на мање промене тежинских коефицијената критеријума и приликом одређивања истих треба обратити посебну пажњу.

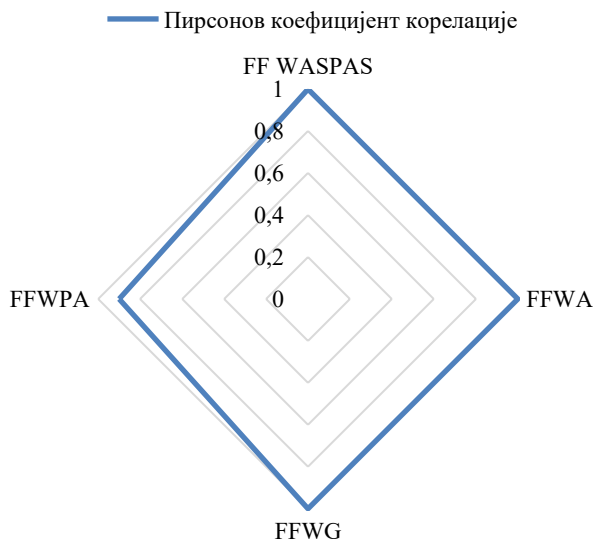
4.4. Компаративна анализа

У циљу поређења резултата добијених помоћу предложене методологије и других методологија, компаративна анализа је извршена помоћу метода FF TOPSIS (Gul et al., 2021) и FF WASPAS (Keshavarz-Ghorabae et al., 2020), као и оператори FFWA (енг. Fermatean fuzzy weighted average operator) (Senapati & Yager, 2019a), FFWG (енг. Fermatean fuzzy weighted geometric operator) (Senapati & Yager, 2019a) и FFWPA (енг. Fermatean fuzzy weighted power average operator) (Senapati & Yager, 2019a). Рангови алтернатива, добијени помоћу претходно наведених методологија, у односу на FF MAIRCA методу, представљени су на Слици 40.



Слика 40. Рангови алтернатива добијени различитим методама (МППГ)

Након добијених рангова алтернатива применом наведених методологија, извршен је прорачун Пирсоновог коефицијента корелације, израз (132), а вредности истог приказане су на Слици 41.



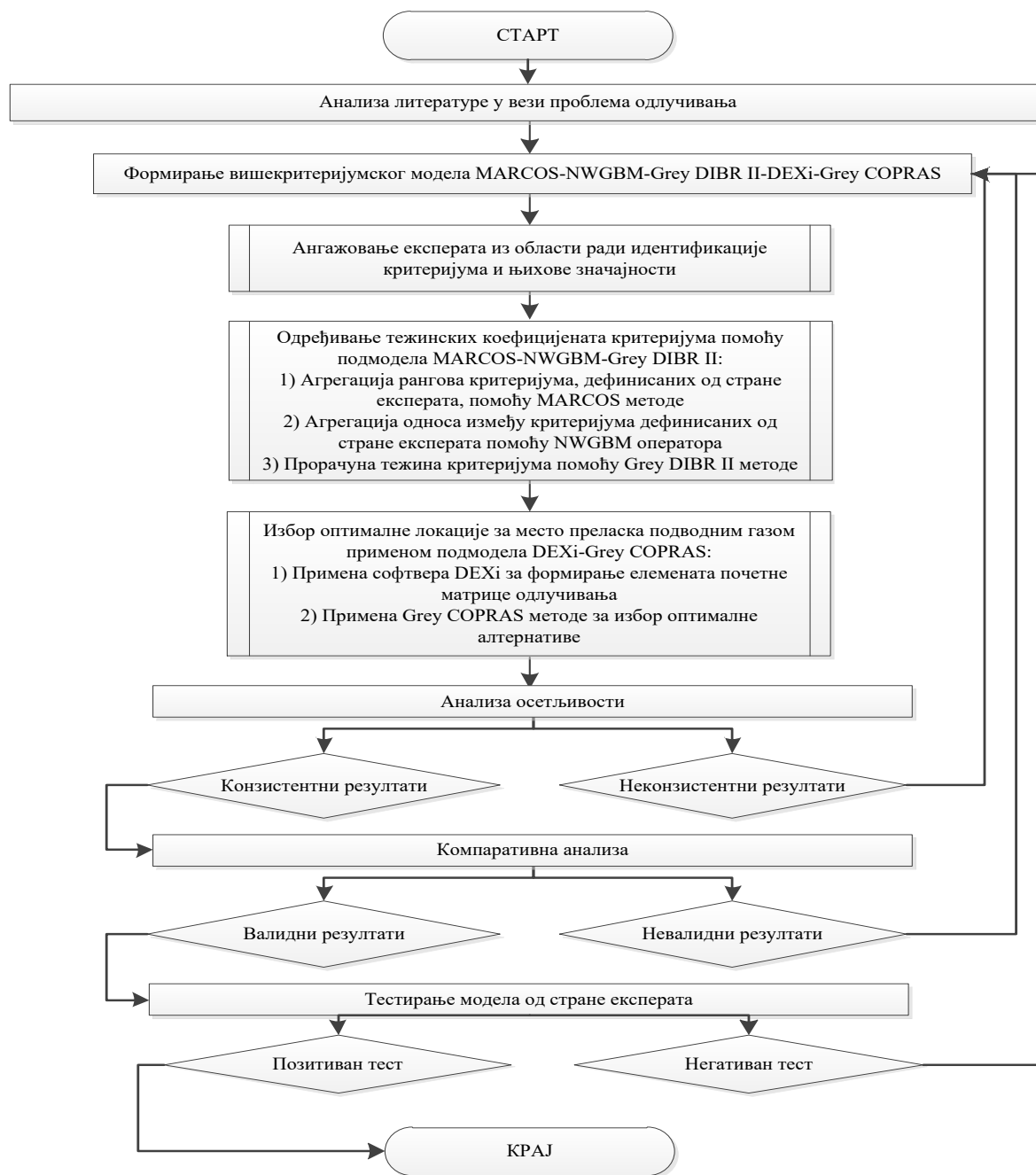
Слика 41. Вредности Пирсоновог коефицијента корелације добијених рангова (МППГ)

Као што се може видети са претходне слике, резултати методе FF MAIRCA имају идеалну корелацију са резултатима свих методологија, осим са FFWPA, где вредност корелације износи 0,9 (веома јака корелација). Пошто вредности Пирсоновог коефицијента

корелације теже идеалној позитивној корелацији, може се закључити да је извршена валидација предложене методологије, односно да методологија даје валидне резултате.

5. ИЗБОР ЛОКАЦИЈЕ ЗА СКЕЛСКО МЕСТО ПРЕЛАСКА

Као и за претходне делове истраживања, за формирање модела за избор локације за скелско место преласка у одбрамбеној операцији, коришћен је алгоритам, који је приказан на Слици 42.



Слика 42. Алгоритам за избор локације за успоставу скелског места преласка преко водене препреке у одбрамбеној операцији

Сходно алгоритму (Слика 42), извршена је анализа литературе у вези са проблемом истраживања и дефинисано је да се за потребе предметног избора користи Греј теорија, односно интервални греј бројеви, због великог броја критеријума који представљају непрецизне, непотпуне и лингвистичке податке. Греј теорија омогућава анализу и доношење одлука чак и када имамо ограничене информације, односно у ситуацијама када се не могу тачно проценити вредности и/или када постоје само делимични подаци. За потребе одређивања тежинских коефицијента критеријума, развијена је и коришћена Grey DIBR II метода. Формиран је модел вишекритеријумског одлучивања, који поред претходно наведене методе, за агрегацију експертских мишљења приликом одређивања тежина критеријума, користи методу MARCOS и NWGBM оператор, који узима у обзир и компетенције експерата. У случају да се не дефинишу квалитетни критеријуми и добију тежински коефицијенти критеријума који задовољавају услове коришћене методе, неопходно је поново доставити упитнике за дефинисање критеријума и одређивање тежина критеријума експертима и спровести Делфи методу. У супротном, прелази се на следећу фазу модела одлучивања (Слика 42). За прорачун оптималне алтернативе користи се метода Grey COPRAS, а за дефинисање лингвистичких дескриптора користи софтвер DEXi. Наведене методе, софтвер и оператори, описани су у шестом поглављу рукописа.

За потребе овог дела истраживања, ангажовано је укупно 23 експерта из области (Експертска група 2). Експертима је достављен упитник (Прилог 1), а ради идентификације критеријума који условљавају избор локације за успоставу скелског места преласка при савлађивању водене препреке у одбрамбеној операцији. Применом Делфи методе и обраде добијених података, мишљења два експерта су одбачена због великог одступања од мишљења експертске групе, тако да је у коначном ангажован укупно 21 експерт у даљем процесу истраживања, док су применом методологије представљене у (Тешић & Воžанић, 2024), дефинисане њихове нормализоване компетенције, које су представљене у Табели 69.

Табела 69. Нормализоване вредности коефицијената компетенција експерата (СМП)

| Експерт | Коефицијент компетенције | Експерт | Коефицијент компетенције |
|-----------|--------------------------|------------|--------------------------|
| E1 | 0,0493 | E14 | 0,0507 |
| E2 | 0,0544 | E15 | 0,0590 |
| E4 | 0,0447 | E16 | 0,0564 |

| | | | |
|------------|--------|------------|--------|
| E5 | 0,0376 | E17 | 0,0546 |
| E6 | 0,0387 | E18 | 0,0505 |
| E7 | 0,0469 | E19 | 0,0501 |
| E9 | 0,0484 | E20 | 0,0424 |
| E10 | 0,0511 | E21 | 0,0452 |
| E11 | 0,0370 | E22 | 0,0539 |
| E12 | 0,0382 | E23 | 0,0535 |
| E13 | 0,0376 | | |

За потребе избора локације за савлађивање водене препреке подводним газом, идентификовано је укупно 11 критеријума, који су засновани на експертским мишљењима, и представљени у Табели 70.

Табела 70. Критеријуми који условљавају избор локације за успоставу скелског места преласка

| Критеријум | Тип критеријума | |
|---|--------------------------|-------------------------------|
| | Benefit/ Cost | Нумерички/Лингвистички |
| C1 - Квалитет прилазних путева на обема обалама | Benefit | Лингвистички |
| C2 - Обим радова на уређењу овострани и онострани обале | Cost | Лингвистички |
| C3 - Ширина водене препреке (м) | Cost | Лингвистички |
| C4 - Дубина водене препреке (м) | Benefit | Лингвистички |
| C5 - Брзина воденог тока (м/сек) | Cost | Лингвистички |
| C6 - Услови маскирања | Benefit | Лингвистички |
| C7 - Угроженост МП од дејстава непријатеља | Cost | Лингвистички |
| C8 - Утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање | Benefit | Лингвистички |
| C9 - Услови за утврђивање | Benefit | Лингвистички |
| C10 - Постојање налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Benefit | Лингвистички |
| C11 - Могућност истовременог спуштања пловних чланака на воду | Benefit | Лингвистички |

5.1. Одређивање тежинских коефицијената критеријума

Експертима је достављен упитник (Прилог 9) и од њих је тражено само да дефинишу ранг критеријума. Експерти су ранг критеријума по значајности првобитно одредили по следећем (Табела 71), где је постојала усаглашеност експертских мишљења:

Табела 71. Експертска мишљења у вези са рангом критеријума (СМП)

| Експерт/Критеријум | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | C9 | C10 | C11 |
|--------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|
| E1 | 6 | 4 | 3 | 11 | 2 | 9 | 1 | 5 | 8 | 10 | 7 |
| E2 | 4 | 5 | 1 | 10 | 3 | 7 | 2 | 6 | 8 | 11 | 9 |
| E4 | 5 | 4 | 1 | 11 | 3 | 6 | 2 | 8 | 7 | 10 | 9 |
| E5 | 5 | 4 | 2 | 11 | 1 | 6 | 3 | 10 | 7 | 9 | 8 |
| E6 | 6 | 4 | 3 | 11 | 2 | 9 | 1 | 5 | 8 | 10 | 7 |
| E7 | 4 | 5 | 2 | 11 | 3 | 6 | 1 | 7 | 8 | 10 | 9 |
| E9 | 6 | 4 | 3 | 11 | 2 | 9 | 1 | 5 | 8 | 10 | 7 |
| E10 | 3 | 6 | 2 | 10 | 1 | 5 | 4 | 7 | 9 | 11 | 8 |
| E11 | 5 | 4 | 3 | 10 | 1 | 6 | 2 | 9 | 7 | 11 | 8 |
| E12 | 4 | 5 | 3 | 11 | 2 | 7 | 1 | 6 | 9 | 10 | 8 |
| E13 | 7 | 5 | 1 | 11 | 2 | 6 | 3 | 10 | 8 | 9 | 4 |
| E14 | 4 | 5 | 2 | 11 | 3 | 6 | 1 | 7 | 8 | 10 | 9 |
| E15 | 4 | 6 | 1 | 10 | 3 | 5 | 2 | 7 | 9 | 11 | 8 |
| E16 | 4 | 5 | 2 | 11 | 3 | 6 | 1 | 7 | 8 | 10 | 9 |
| E17 | 3 | 6 | 2 | 11 | 4 | 5 | 1 | 7 | 9 | 10 | 8 |
| E18 | 4 | 6 | 3 | 10 | 1 | 5 | 2 | 7 | 9 | 11 | 8 |
| E19 | 5 | 4 | 3 | 11 | 2 | 6 | 1 | 8 | 9 | 10 | 7 |
| E20 | 4 | 5 | 2 | 11 | 3 | 8 | 1 | 6 | 9 | 10 | 7 |
| E21 | 5 | 4 | 3 | 10 | 2 | 6 | 1 | 8 | 7 | 11 | 9 |
| E22 | 4 | 5 | 1 | 11 | 3 | 6 | 2 | 7 | 9 | 10 | 8 |
| E23 | 5 | 4 | 3 | 11 | 2 | 9 | 1 | 6 | 8 | 10 | 7 |

Након обраде резултата анкете помоћу методе MARCOS и спроведене методе интервјуа са експертима, усаглашен је следећи ранг критеријума по значајности (Табела 72):

Табела 72. Значајност (ранг) критеријума (СМП)

| Критеријум | Ранг |
|------------|------|
| C1 | 4 |
| C2 | 5 |
| C3 | 2 |
| C4 | 11 |
| C5 | 3 |
| C6 | 6 |
| C7 | 1 |
| C8 | 7 |
| C9 | 9 |

| | |
|------------|----|
| C10 | 10 |
| C11 | 8 |

Метода MARCOS коришћена је на начин да се уместо критеријума дефинишу експерти, уместо тежина критеријума, коефицијенти компетенције експерата, свим експертима се додељује Cost тип вредности, а уместо алтернатива се дефинишу критеријуми. На овај начин извршена је агрегација мишљења експерата по питању ранга критеријума.

Експертима је поново подељен упитник (Прилог 9) којим су оценили односе међу критеријумима. Експерти су поред питања везаних за процену значајности критеријума, имали обавезу и да се изјасне колико процената су сигурни у дате тврдње. Степен уверености експерата у дате процене, представљен је у Табели 73.

Табела 73. Степен уверености експерата у дате тврдње (СМП)

| Експерт | Степен уверености |
|----------------|--------------------------|
| E1 | 0,9 |
| E2 | 1 |
| E4 | 0,9 |
| E5 | 0,8 |
| E6 | 0,9 |
| E7 | 0,9 |
| E9 | 1 |
| E10 | 1 |
| E11 | 0,9 |
| E12 | 1 |
| E13 | 0,9 |
| E14 | 0,9 |
| E15 | 1 |
| E16 | 1 |
| E17 | 1 |
| E18 | 1 |
| E19 | 1 |
| E20 | 0,9 |
| E21 | 0,9 |
| E22 | 1 |
| E23 | 1 |

Вредности поређења критеријума од стране експерата, дате су у Табели 74.

Табела 74. Експертска мишљења у вези са односом међу критеријумима (СМП)

| Експерт/ Критеријум | C7-C3 | C3-C5 | C5-C1 | C1-C2 | C2-C6 | C6-C8 | C8-C11 | C11-C9 | C9-C10 | C10-C4 |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| E1 | 2 | 1,9 | 1,9 | 1,5 | 1,5 | 1,8 | 2 | 1,5 | 1,8 | 2 |
| E2 | 2 | 1,8 | 1,7 | 1,6 | 1,5 | 1,1 | 1,5 | 1,3 | 1,5 | 1,8 |
| E4 | 1,4 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,2 | 1,1 | 1,2 | 1,1 | 1,2 | 1,7 |
| E5 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,1 | 1,1 | 1,2 | 1,2 | 1,5 | 1,2 | 1,1 |
| E6 | 2 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,3 | 1,2 | 1,6 | 1,4 | 1,5 | 2 |
| E7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,6 | 1,1 | 1,7 | 1,6 | 1,7 | 1,7 |
| E9 | 1,7 | 1,6 | 1,6 | 1,5 | 1,5 | 1,3 | 1,6 | 1,5 | 1,7 | 1,8 |
| E10 | 1,8 | 1,7 | 1,5 | 1,5 | 1,4 | 1,1 | 1,2 | 1,4 | 1,9 | 1,9 |
| E11 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 2 |
| E12 | 1,5 | 1,5 | 1,2 | 1,5 | 1,2 | 1,5 | 1,5 | 1,6 | 1,6 | 1,6 |
| E13 | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1 | 1,2 | 1,1 | 1,1 | 1,2 | 1,1 | 1,1 |
| E14 | 1,5 | 1,2 | 2 | 1,1 | 1,5 | 1,5 | 1,2 | 1,1 | 1,5 | 1,1 |
| E15 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,5 | 1,2 | 1,1 | 1,2 | 1,6 | 1,1 | 1,1 |
| E16 | 1,1 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,1 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,1 |
| E17 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,3 | 1,1 | 1,2 | 1,1 | 1,4 | 1,2 | 1,2 |
| E18 | 1,5 | 1,1 | 1,5 | 1,5 | 1,2 | 1,1 | 1,1 | 1,2 | 1,1 | 1,2 |
| E19 | 1,7 | 1,6 | 1,5 | 1,5 | 1,3 | 1,3 | 1,4 | 1,3 | 1,3 | 1,2 |
| E20 | 1,8 | 1,9 | 2 | 1,5 | 1,2 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,7 | 1,7 |
| E21 | 2,1 | 1,9 | 1,9 | 1,6 | 1,6 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,1 |
| E22 | 2 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,4 | 1,3 | 1,2 |
| E23 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,4 | 1,3 | 1,4 | 1,4 | 1,3 | 1,2 | 1,2 |

На основу степена уверености експерата у дате тврдње (Табела 73) и вредности поређења између критеријума (Табела 74), а применом израза (28), уз ограничење методе Grey DIBR II која ће бити коришћена за дефинисање тежина критеријума, односно да је минимална вредност скале за дефинисање односа критеријума I , формиране су следеће греј вредности поређења (Табела 75):

Табела 75. Експертска мишљења у вези са односом међу критеријумима у греј вредностима поређења

| | E1 | E2 | E4 | E5 | E6 | E7 | E9 | E10 | E11 | E12 | E13 |
|-------|--------------|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------|-----------|--------------|-----------|--------------|
| C7-C3 | (1,8;1,82) | (2;2) | (1,26;1,274) | (1;1) | (1,8;1,82) | (1,53;1,547) | (1,7;1,7) | (1,8;1,8) | (1,35;1,365) | (1,5;1,5) | (1,17;1,183) |
| C3-C5 | (1,71;1,729) | (1,8;1,8) | (1;1) | (1;1) | (1,35;1,365) | (1,53;1,547) | (1,6;1,6) | (1,7;1,7) | (1,35;1,365) | (1,5;1,5) | (1,08;1,092) |
| C5-C1 | (1,71;1,729) | (1,7;1,7) | (1,08;1,092) | (1,04;1,092) | (1,35;1,365) | (1,53;1,547) | (1,6;1,6) | (1,5;1,5) | (1,35;1,365) | (1,2;1,2) | (1,08;1,092) |
| C1-C2 | (1,35;1,365) | (1,6;1,6) | (1,17;1,183) | (1;1) | (1,35;1,365) | (1,53;1,547) | (1,5;1,5) | (1,5;1,5) | (1,35;1,365) | (1,5;1,5) | (1;1) |

| | | | | | | | | | | | |
|---------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|--------------|
| C2-C6 | (1,35;1,365) | (1,5;1,5) | (1,08;1,092) | (1;1) | (1,17;1,183) | (1,44;1,456) | (1,5;1,5) | (1,4;1,4) | (1,35;1,365) | (1,2;1,2) | (1,08;1,092) |
| C6-C8 | (1,62;1,638) | (1,1;1,1) | (1;1) | (1;1) | (1,08;1,092) | (1;1) | (1,3;1,3) | (1,1;1,1) | (1,35;1,365) | (1,5;1,5) | (1;1) |
| C8-C11 | (1,8;1,82) | (1,5;1,5) | (1,08;1,092) | (1;1) | (1,44;1,456) | (1,53;1,547) | (1,6;1,6) | (1,2;1,2) | (1,35;1,365) | (1,5;1,5) | (1;1) |
| C11-C9 | (1,35;1,365) | (1,3;1,3) | (1;1) | (1,2;1,26) | (1,26;1,274) | (1,44;1,456) | (1,5;1,5) | (1,4;1,4) | (1,35;1,365) | (1,6;1,6) | (1,08;1,092) |
| C9-C10 | (1,62;1,638) | (1,5;1,5) | (1,08;1,092) | (1;1) | (1,35;1,365) | (1,53;1,547) | (1,7;1,7) | (1,9;1,9) | (1,35;1,365) | (1,6;1,6) | (1;1) |
| C10-C4 | (1,8;1,82) | (1,8;1,8) | (1,53;1,547) | (1;1) | (1,8;1,82) | (1,53;1,547) | (1,8;1,8) | (1,9;1,9) | (1,8;1,82) | (1,6;1,6) | (1;1) |
| | E14 | E15 | E16 | E17 | E18 | E19 | E20 | E21 | E22 | E23 | |
| C7-C3 | (1,35;1,635) | (1,8;1,8) | (1,1;1,1) | (1,5;1,5) | (1,5;1,5) | (1,7;1,7) | (1,62;1,962) | (1,89;2,289) | (2;2) | (1,5;1,5) | |
| C3-C5 | (1,08;1,308) | (1,8;1,8) | (1,2;1,2) | (1,5;1,5) | (1,1;1,1) | (1,6;1,6) | (1,71;2,071) | (1,71;2,071) | (1,8;1,8) | (1,5;1,5) | |
| C5-C1 | (1,8;2,18) | (1,8;1,8) | (1,2;1,2) | (1,5;1,5) | (1,5;1,5) | (1,5;1,5) | (1,8;2,18) | (1,71;2,071) | (1,8;1,8) | (1,5;1,5) | |
| C1-C2 | (1;1,2) | (1,5;1,5) | (1,2;1,2) | (1,3;1,3) | (1,5;1,5) | (1,5;1,5) | (1,35;1,635) | (1,44;1,744) | (1,8;1,8) | (1,4;1,4) | |
| C2-C6 | (1,35;1,635) | (1,2;1,2) | (1,2;1,2) | (1,1;1,1) | (1,2;1,2) | (1,3;1,3) | (1,08;1,308) | (1,44;1,744) | (1,5;1,5) | (1,3;1,3) | |
| C6-C8 | (1,35;1,635) | (1,1;1,1) | (1,1;1,1) | (1,2;1,2) | (1,1;1,1) | (1,3;1,3) | (1,26;1,526) | (1,17;1,417) | (1,5;1,5) | (1,4;1,4) | |
| C8-C11 | (1,08;1,308) | (1,2;1,2) | (1,2;1,2) | (1,1;1,1) | (1,1;1,1) | (1,4;1,4) | (1,26;1,526) | (1,17;1,417) | (1,5;1,5) | (1,4;1,4) | |
| C11-C9 | (1;1,2) | (1,6;1,6) | (1,2;1,2) | (1,4;1,4) | (1,2;1,2) | (1,3;1,3) | (1,26;1,526) | (1,17;1,417) | (1,4;1,4) | (1,3;1,3) | |
| C9-C10 | (1,35;1,635) | (1,1;1,1) | (1,2;1,2) | (1,2;1,2) | (1,1;1,1) | (1,3;1,3) | (1,53;1,853) | (1,17;1,417) | (1,3;1,3) | (1,2;1,2) | |
| C10-C4 | (1;1,2) | (1,1;1,1) | (1,1;1,1) | (1,2;1,2) | (1,2;1,2) | (1,2;1,2) | (1,53;1,853) | (1;1,2) | (1,2;1,2) | (1,2;1,2) | |

Контрола квалитета односа, извршена применом крисп вредности из Табеле 74 у класичној DIBR II методи. Обзиром да су односи квалитетно дефинисани, приступљено је агрегацији вредности поређења применом NWGBM оператора. Применом наведеног оператора, агрегиране се вредности доњих и горњих лимита греј вредности поређења свих експерата и добијене коначне вредности, представљене у Табели 76.

Табела 76. Коначне (агрегиране) греј вредности поређења суседних критеријума

| Односи између критеријума | Греј вредности |
|----------------------------------|-----------------------|
| C7-C3 | (1,5782; 1,717) |
| C3-C5 | (1,4721; 1,6027) |
| C5-C1 | (1,5058; 1,6484) |
| C1-C2 | (1,3833; 1,4965) |
| C2-C6 | (1,2805; 1,3969) |
| C6-C8 | (1,2174; 1,3313) |
| C8-C11 | (1,3072; 1,4301) |
| C11-C9 | (1,3045; 1,4244) |
| C9-C10 | (1,3373; 1,463) |
| C10-C4 | (1,3846; 1,5131) |

Вредност поређења најудаљенијих критеријума, добијена је помоћу следећег израза:

$$\Omega_{1,n} = \prod_{i=1}^{n-1} \Omega_{i,i+1} \quad (134)$$

Применом израза (134) долази се до вредности поређења најудаљенијих критеријума по значајности $\Omega_{7,4} = 37,1766$.

Имплементацијом ранга критеријума и вредности њихових поређења у методу Grey DIBR II, долази се до следећих вредности тежинских коефицијената критеријума, које испуњавају све неопходне услове методе (Табела 77):

Табела 77. Коначне вредности тежинских коефицијената критеријума за скелско место преласка

| Критеријум | Греј вредност | Тежина критеријума (крисп) |
|------------|------------------|----------------------------|
| C1 | (0,0913; 0,0836) | 0,0875 |
| C2 | (0,0660; 0,0559) | 0,0610 |
| C3 | (0,2025; 0,2209) | 0,2117 |
| C4 | (0,0134; 0,0067) | 0,0100 |
| C5 | (0,1375; 0,1378) | 0,1377 |
| C6 | (0,0516; 0,0400) | 0,0458 |
| C7 | (0,3195; 0,3793) | 0,3494 |
| C8 | (0,0424; 0,0300) | 0,0362 |
| C9 | (0,0248; 0,0147) | 0,0198 |
| C10 | (0,0186; 0,0101) | 0,0143 |
| C11 | (0,0324; 0,0210) | 0,0267 |

5.2. Избор оптималне локације за скелско место преласка

Применом дефинисаног алгоритма (Слика 42), за избор оптималне алтернативе (локације) коришћена је Grey COPRAS метода. У Табели 78. Почетна матрица одлучивања, представљена је почетна матрица одлучивања. Вредности у матрици одлучивања, представљају фиктивне податке о локацијама места преласка, а ради тестирања модела.

Табела 78. Почетна матрица одлучивања за скелско место преласка

| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 |
|----------------|---------------------------------|--------------------|--------|--------|--------|--------------------------------|
| w | 0,0875 | 0,0610 | 0,2117 | 0,0100 | 0,1377 | 0,0458 |
| A ₁ | Добар квалитет прилазних путева | Средњи обим радова | 191 | 4,2 | 1,3 | Услови маскирања су врло добри |

| | | | | | | |
|----------------|---|--|------------------------------------|---|--|--------------------------------|
| A ₂ | Врло добар квалитет прилазних путева | Средњи обим радова | 176 | 5,8 | 1,2 | Услови маскирања су добри |
| A ₃ | Довољан квалитет прилазних путева | Мали обим радова | 136 | 5 | 2,2 | Услови маскирања су врло добри |
| A ₄ | Недовољан квалитет прилазних путева | Средњи обим радова | 145 | 7 | 2,4 | Услови маскирања су добри |
| A ₅ | Врло добар квалитет прилазних путева | Мали обим радова | 188 | 3,1 | 1,8 | Услови маскирања су врло добри |
| | C7 | C8 | C9 | C10 | C11 | |
| w | 0,3494 | 0,0362 | 0,0198 | 0,0143 | 0,0267 | |
| A ₁ | Веома велика угроженост места преласка од дејства непријатеља | Постоји делимично негативан утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање Постоји делимично позитиван утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање | Услови за утврђивање су врло добри | Постоје налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Могуће је истовремено спустити све неопходне пловне чланке на воду | |
| A ₂ | Веома велика угроженост места преласка од дејства непријатеља | Постоји делимично негативан утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање Постоји делимично позитиван утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање | Услови за утврђивање су недовољни | Делимично постоје налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Није могуће истовремено спуштање неопходних пловних чланака на воду | |
| A ₃ | Велика угроженост места преласка од дејства непријатеља | Постоји негативан утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање Постоји делимично позитиван утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање | Услови за утврђивање су добри | Делимично постоје налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Није могуће истовремено спуштање неопходних пловних чланака на воду | |
| A ₄ | Велика угроженост места преласка од дејства непријатеља | Постоји негативан утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање Постоји делимично позитиван утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање | Услови за утврђивање су недовољни | Делимично постоје налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Могуће је истовремено спустити мање од половине неопходних пловних чланака на воду | |
| A ₅ | Веома велика угроженост места преласка од дејства непријатеља | Постоји позитиван утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање | Услови за утврђивање су врло добри | Делимично постоје налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Могуће је истовремено спустити мање од половине неопходних пловних чланака на воду | |

Лингвистички дескриптори у почетној матрици одлучивања, дефинисани су помоћу модела сваког од критеријума квалитативног типа у софтверу DEXi. Модели са правилима одлучивања за предметне критеријуме, као и остали потребни елементи на којима је засновано одлучивање, дати су у Прилозима 2-8. Претварањем лингвистичких дескриптора у греј бројеве, добија се греј почетна матрица одлучивања (Табела 79).

Табела 79. Греј почетна матрица одлучивања

| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 |
|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-----------|
| w | 0,0875 | 0,0610 | 0,2117 | 0,0100 | 0,1377 | 0,0458 |
| A1 | (4; 5) | (4; 7) | (191; 191) | (4,2; 4,2) | (1,3; 1,3) | (6; 8) |
| A2 | (6; 8) | (4; 7) | (176; 176) | (5,8; 5,8) | (1,2; 1,2) | (4; 5) |
| A3 | (2; 3) | (1; 3) | (136; 136) | (5; 5) | (2,2; 2,2) | (6; 8) |
| A4 | (1; 1) | (4; 7) | (145; 145) | (7; 7) | (2,4; 2,4) | (4; 5) |
| A5 | (6; 8) | (1; 3) | (188; 188) | (3,1; 3,1) | (1,8; 1,8) | (6; 8) |
| | C7 | C8 | C9 | C10 | C11 | |
| w | 0,3494 | 0,0362 | 0,0198 | 0,0143 | 0,0267 | |
| A1 | (9; 10) | (2; 4) | (6; 8) | (8; 10) | (9; 10) | |
| A2 | (9; 10) | (5; 8) | (1; 1) | (2; 7) | (1; 1) | |
| A3 | (6; 8) | (2; 4) | (4; 5) | (2; 7) | (1; 1) | |
| A4 | (6; 8) | (1; 1) | (1; 1) | (2; 7) | (2; 4) | |
| A5 | (9; 10) | (5; 8) | (6; 8) | (2; 7) | (2; 4) | |

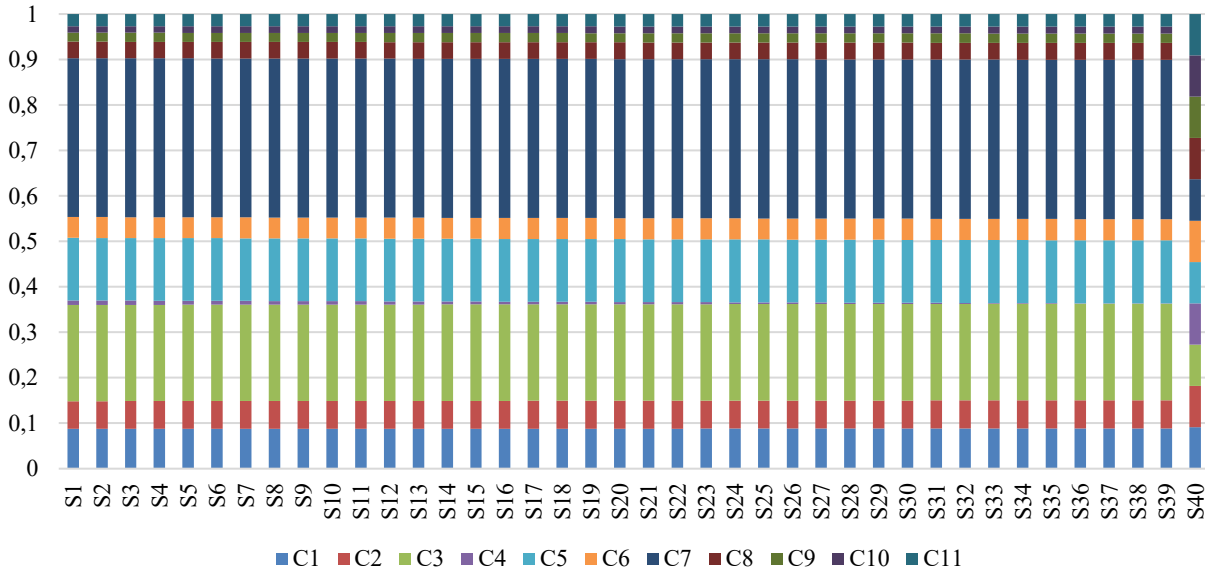
Применом корака Grey COPRAS методе, долази се до следећих вредности степена корисности и ранга алтернатива (Табела 80):

Табела 80. Вредности степена корисности и ранг алтернатива

| Алтернатива | Степен корисности | Ранг |
|--------------------|--------------------------|-------------|
| A1 | 96,36 | 3 |
| A2 | 94,81 | 4 |
| A3 | 100,00 | 1 |
| A4 | 85,02 | 5 |
| A5 | 99,48 | 2 |

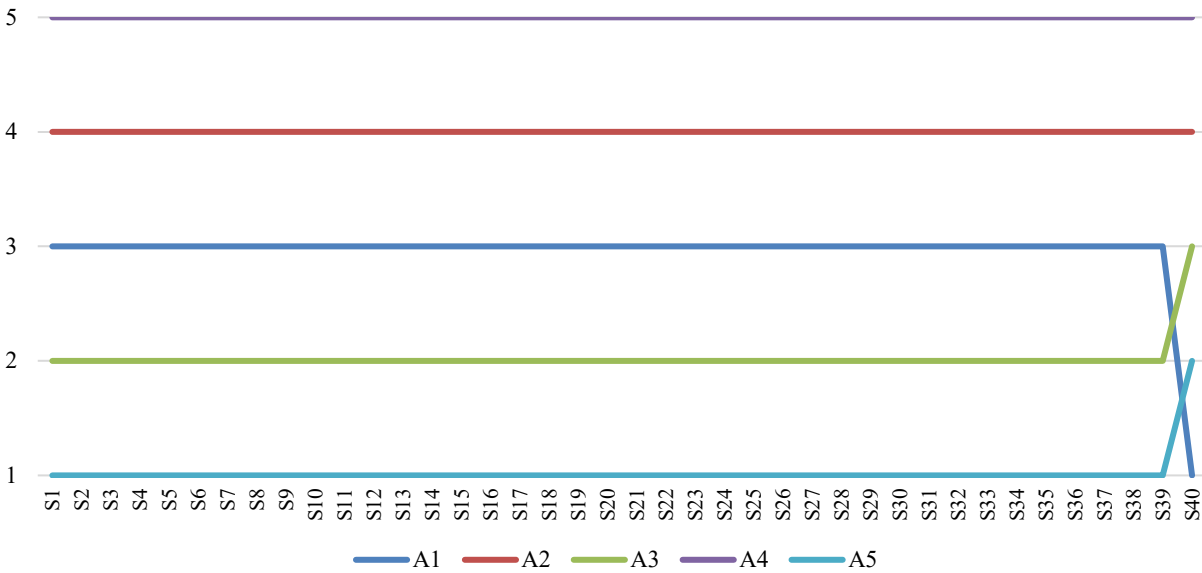
5.3. Анализа осетљивости

Ради провере конзистентности излазних резултата предложене методологије, формирано је 40 сценарија промене тежинских коефицијената критеријума (Слика 43).



Слика 43. Сценарији промена тежина критеријума (СМП)

Сценарији од S1 до S39 формиран су на начин да је од најзначајнијег критеријума одузиман одређени проценат и распоређен подједнако на остале критеријуме. Сценарио S40 је формиран тако да сви критеријуми имају подједнаку значајност. Применом наведених сценарија, долази се до следећих рангова алтернатива (Слика 44):

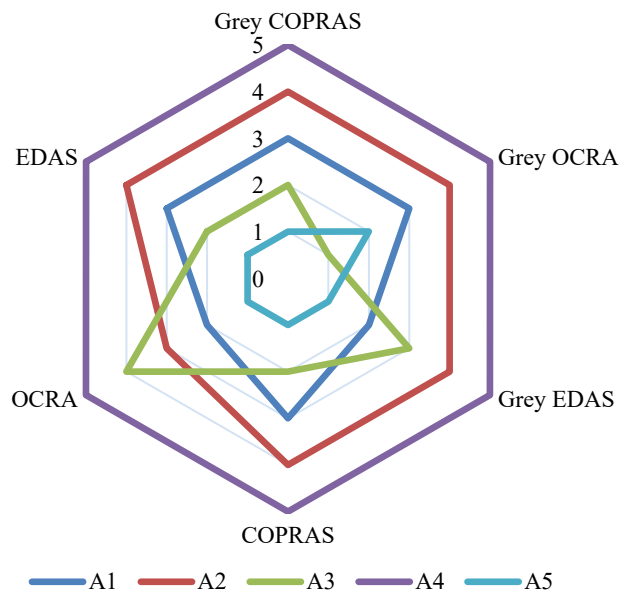


Слика 44. Рангови алтернатива добијени применом сценарија (СМП)

Као што се може видети из претходне слике, у сценаријима од S1 до S34 не долази до промене ранга. Код сценарија S35, долази до прве промене прворангиране алтернативе, а следећа промена код сценарија S40. Код овог сценарија (S40), где сви критеријуми имају подједнаку значајност, поред промене прворангиране алтернативе, долази до промена и код другорангиране и трећерангиране алтернативе, док две последњерангиране алтернативе и даље остаје на свом месту. Извршена анализа осетљивости говори у прилог конзистентности предложене методологије и да методологија није осетљива на мање промене у тежинама критеријума, али да свакако треба обратити пажњу приликом дефинисања истих.

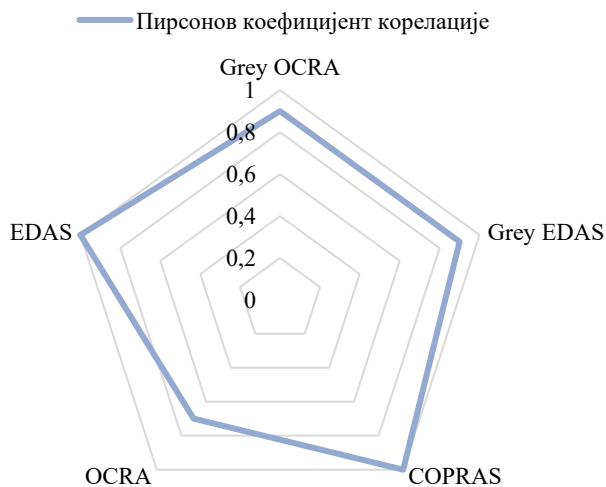
5.4. Компаративна анализа

У циљу поређења резултата добијених помоћу предложене методологије и других методологија, компаративна анализа је извршена помоћу метода COPRAS (Zavadskas et al., 1994), OCRA (Parkan, 1994), EDAS (Ghorabae et al., 2015), Grey OCRA (Stanujkić et al., 2017) и Grey EDAS (Stanujkić et al., 2017). Рангови алтернатива, добијени помоћу претходно наведених метода, у односу на Grey COPRAS методу, представљени су на Слици 45.



Слика 45. Рангови алтернатива добијени различитим методама (СМП)

Након добијених рангова алтернатива применом наведених методологија, извршен је прорачун Пирсоновог коефицијента корелације, израз (132), а вредности истог приказане су на Слици 46.

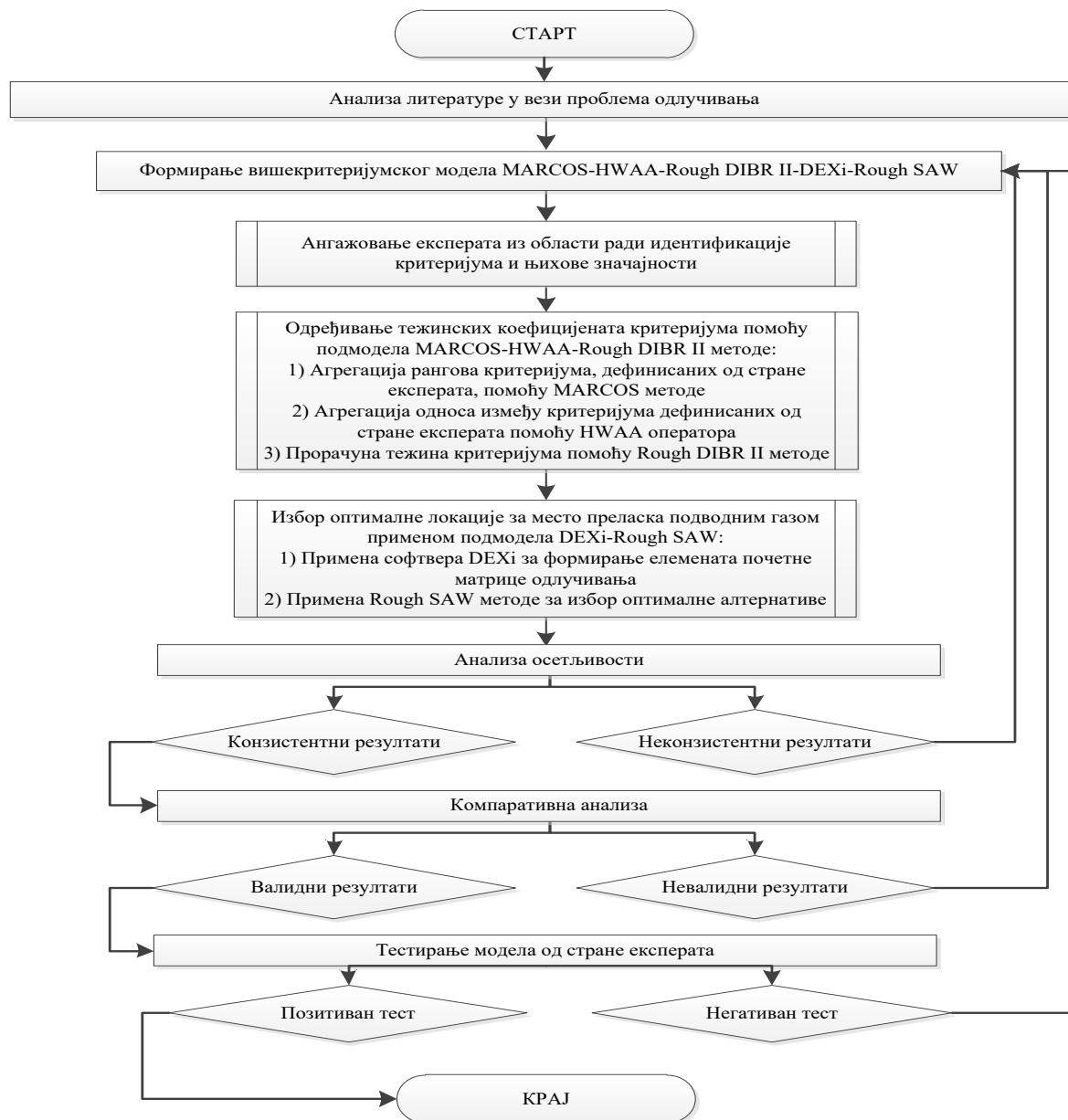


Слика 46. Вредности Пирсоновог коефицијента корелације добијених рангова (СМП)

Као што се може видети са претходне слике, резултати методе Grey COPRAS имају идеалну корелацију са резултатима метода Grey OCRA и COPRAS. Приликом поређења резултата са резултатима метода EDAS и Grey EDAS вредност Пирсоновог коефицијента корелације има вредност $0,9$, што представља веома јаку корелацију. Поређењем резултата Grey COPRAS методе са резултатима OCRA методе, приметан је пад корелације, односно вредност износи $0,4$, што представља умерену корелацију. Обзиром да вредности Пирсоновог коефицијента корелације у свим ситуацијама, осим код методе OCRA где је то умерено изражено, теже идеалној позитивној корелацији, може се закључити да је извршена валидација предложене методологије, односно да методологија даје валидне резултате.

6. ИЗБОР ЛОКАЦИЈЕ ЗА МОСТОВНО МЕСТО ПРЕЛАСКА

За формирање модела за избор локације за мостовно место преласка у одбрамбеној операцији, такође, коришћен је алгоритам, који је приказан на Слици 47.



Слика 47. Алгоритам за избор локације за успоставу мостовног места преласка преко водене препреке у одбрамбеној операцији

Применом корака алгоритма (Слика 47), извршена је анализа литературе у вези са проблемом истраживања и дефинисано је да се за потребе предметног избора користи

теорија грубих скупова, односно груби бројеви. Ова теорија омогућава функционисање у ситуацијама у којима постоје ограничени подаци или када су подаци непрецизни, где покушава да очува што више информација из непотпуних података, уместо да их једноставно одбаци, користећи математичке алате за апроксимацију и анализу. Све претходно наведено је корисно за доношење одлука и анализу података у условима несигурности, а посебно у ситуацији приликом избора локације за успоставу мостовног места преласка због великог броја критеријума који представљају непрецизне и непотпуне податке. За потребе одређивања тежинских коефицијента критеријума, развијена је и коришћена Rough DIBR II метода. Формиран је модел вишекритеријумског одлучивања, који поред претходно наведене методе, приликом одређивања тежина критеријума, користи методу MARCOS и HWAА оператор, за агрегацију експертских мишљења. Оператор HWAА, приликом агрегације експертских мишљења, узима у обзир и њихове компетенције. У случају да се не дефинишу квалитетни критеријуми и добију тежински коефицијенти критеријума који задовољавају услове коришћене методе, неопходно је поново доставити упитнике за дефинисање критеријума и одређивање тежина критеријума експертима и спровести Делфи методу. У супротном, прелази се на следећу фазу модела одлучивања (Слика 47). За избор оптималне алтернативе (локације) користи се Rough SAW метода, док се за дефинисање лингвистичких дескриптора при формирању почетне матрице одлучивања користи софтвер DEXi. Наведене методе, софтвер и оператор, описани су у шестом поглављу рукописа.

За потребе овог дела истраживања, као и претходног, ангажовано је укупно 23 експерта из области (Експертска група 2). Експертима је достављен упитник (Прилог 1) који је намењен идентификацији критеријума који условљавају избор локације за успоставу мостовног места преласка при савлађивању водене препреке у одбрамбеној операцији. Применом Делфи методе и обраде добијених података, мишљења три експерта су одбачена због великог одступања од мишљења експертске групе, тако да је у коначном ангажовано укупно 20 експерата у даљем процесу истраживања, док су применом методологије представљене у (Тешић & Воžанић, 2024), дефинисане њихове нормализоване компетенције, које су представљене у Табели 81.

Табела 81. Нормализоване вредности коефицијената компетенција експерата (ММП)

| Експерт | Коефицијент компетенције | Експерт | Коефицијент компетенције |
|---------|--------------------------|---------|--------------------------|
| E1 | 0,0513 | E14 | 0,0528 |
| E2 | 0,0567 | E15 | 0,0614 |
| E4 | 0,0465 | E16 | 0,0587 |
| E5 | 0,0391 | E17 | 0,0568 |
| E7 | 0,0488 | E18 | 0,0527 |
| E8 | 0,0382 | E19 | 0,0522 |
| E9 | 0,0504 | E20 | 0,0442 |
| E10 | 0,0533 | E21 | 0,0471 |
| E11 | 0,0386 | E22 | 0,0561 |
| E13 | 0,0392 | E23 | 0,0558 |

За потребе избора локације за успоставу мостовног места преласка преко водене препреке, идентификовано је укупно 12 критеријума, који су засновани на експертским мишљењима, и представљени у Табели 82.

Табела 82. Критеријуми који условљавају избор локације за успоставу мостовног места преласка

| Критеријум | Тип критеријума | |
|---|------------------|------------------------|
| | Benefit/ Cost | Нумерички/Лингвистички |
| C1 - Квалитет прилазних путева на обема обалама | Benefit | Лингвистички |
| C2 - Обим радова на уређењу овострани и онострани обале | Cost | Лингвистички |
| C3 - Ширина водене препреке (м) | Cost | Нумерички |
| C4 - Дубина водене препреке (м) | Benefit | Нумерички |
| C5 - Брзина воденог тока (м/сек) | Cost | Нумерички |
| C6 - Услови маскирања | Benefit | Лингвистички |
| C7 - Угроженост МП од дејстава непријатеља | Cost | Лингвистички |
| C8 - Утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање | Benefit | Лингвистички |
| C9 - Услови за утврђивање | Benefit | Лингвистички |
| C10 - Постојање налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Benefit | Лингвистички |
| C11 - Могућност истовременог спуштања пловних чланака на воду | Benefit | Лингвистички |
| C12 – Тенденција водостаја | Benefit | Лингвистички |

6.1. Одређивање тежинских коефицијената критеријума

Експертима је, затим, достављен упитник (Прилог 9) и од њих је тражено да дефинишу ранг критеријума. Експерти су ранг критеријума по значајности првобитно одредили по следећем (Табела 83), где је постојала усаглашеност експертских мишљења:

Табела 83. Експертска мишљења у вези са рангом критеријума (ММП)

| Експерт/Критеријум | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | C9 | C10 | C11 | C12 |
|--------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|
| E1 | 6 | 7 | 4 | 6 | 7 | 3 | 3 | 4 | 2 | 6 | 3 | 3 |
| E2 | 5 | 5 | 3 | 5 | 8 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4 |
| E4 | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 |
| E5 | 12 | 12 | 11 | 12 | 11 | 12 | 11 | 12 | 11 | 11 | 11 | 10 |
| E7 | 7 | 2 | 7 | 3 | 2 | 6 | 6 | 6 | 7 | 2 | 6 | 6 |
| E8 | 4 | 10 | 6 | 11 | 4 | 7 | 7 | 8 | 6 | 8 | 7 | 8 |
| E9 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| E10 | 9 | 6 | 9 | 7 | 6 | 8 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 |
| E11 | 8 | 9 | 10 | 8 | 10 | 10 | 10 | 9 | 9 | 10 | 10 | 11 |
| E13 | 11 | 11 | 12 | 10 | 12 | 11 | 12 | 11 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| E14 | 10 | 8 | 8 | 9 | 9 | 9 | 9 | 10 | 10 | 9 | 9 | 9 |
| E15 | 3 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4 | 3 | 4 | 5 | 4 | 5 |
| E16 | 6 | 7 | 4 | 6 | 7 | 3 | 3 | 4 | 2 | 6 | 3 | 3 |
| E17 | 5 | 5 | 3 | 5 | 8 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4 |
| E18 | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 |
| E19 | 12 | 12 | 11 | 12 | 11 | 12 | 11 | 12 | 11 | 11 | 11 | 10 |
| E20 | 7 | 2 | 7 | 3 | 2 | 6 | 6 | 6 | 7 | 2 | 6 | 6 |
| E21 | 4 | 10 | 6 | 11 | 4 | 7 | 7 | 8 | 6 | 8 | 7 | 8 |
| E22 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| E23 | 9 | 6 | 9 | 7 | 6 | 8 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 |

Обрадом резултата анкете помоћу методе MARCOS и након спроведене методе интервјуа са експертима, усаглашен је следећи ранг критеријума по значајности (Табела 84):

Табела 84. Значајност (ранг) критеријума (ММП)

| Критеријум | Ранг |
|------------|------|
| C1 | 3 |
| C2 | 5 |
| C3 | 2 |
| C4 | 11 |

| | |
|------------|----|
| C5 | 6 |
| C6 | 7 |
| C7 | 1 |
| C8 | 8 |
| C9 | 10 |
| C10 | 12 |
| C11 | 9 |
| C12 | 4 |

Метода MARCOS коришћена је на начин да се уместо критеријума дефинишу експерти, уместо тежина критеријума, коефицијенти компетенције експерата, свим експертима се додељује Cost тип вредности, а уместо алтернатива се дефинишу критеријуми. На овај начин извршена је агрегација мишљења експерата по питању ранга критеријума.

Експертима је затим поново подељен упитник (Прилог 9) којим су оценили односе међу критеријумима. Експерти су поред питања везаних за процену значајности критеријума, имали обавезу и да се изјасне колико процената су сигурни у дате тврдње. Степен уверености експерата у дате процене, представљен је у Табели 85.

Табела 85. Степен уверености експерата у дате тврдње (ММП)

| Експерт | Степен уверености |
|----------------|--------------------------|
| E1 | 1 |
| E2 | 0,9 |
| E4 | 0,9 |
| E5 | 0,8 |
| E7 | 1 |
| E8 | 0,8 |
| E9 | 1 |
| E10 | 1 |
| E11 | 0,8 |
| E13 | 0,9 |
| E14 | 1 |
| E15 | 0,9 |
| E16 | 1 |
| E17 | 1 |
| E18 | 1 |
| E19 | 0,9 |
| E20 | 0,9 |
| E21 | 0,9 |

| | |
|------------|-----|
| E22 | 1 |
| E23 | 0,9 |

Вредности поређења критеријума од стране експерата, дате су у Табели 86.

Табела 86. Експертска мишљења у вези са односом међу критеријумима (ММП)

| Експерт/ Критеријум | C7- C3 | C3- C1 | C1- C12 | C12- C2 | C2- C5 | C5- C6 | C6- C8 | C8- C11 | C11- C9 | C9- C4 |
|------------------------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|
| E1 | 1,4 | 1,2 | 1,3 | 1,3 | 1 | 1,2 | 1,1 | 1,3 | 1,5 | 1,2 |
| E2 | 2 | 1,8 | 1,8 | 1,5 | 1,5 | 1,8 | 1,5 | 1,8 | 2 | 1,2 |
| E4 | 1,1 | 1,3 | 1,4 | 1,5 | 1,1 | 1,1 | 1,3 | 1,1 | 1,5 | 1,2 |
| E5 | 2 | 1,8 | 1,7 | 1,6 | 1,5 | 1,5 | 1,6 | 1,2 | 1,6 | 1,1 |
| E7 | 1,5 | 1,7 | 1,6 | 1,4 | 1,4 | 1,5 | 1,4 | 1,7 | 1,6 | 1,1 |
| E8 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,2 | 1,2 | 1,6 | 1,6 | 1,5 | 1,6 | 1,3 |
| E9 | 2 | 1,6 | 1,7 | 1,6 | 1,2 | 1,6 | 1,5 | 1,5 | 1,6 | 1,2 |
| E10 | 1,8 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,4 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1 |
| E11 | 1,5 | 1,5 | 1,2 | 1,5 | 1,2 | 1,5 | 1,5 | 1 | 1,2 | 1,2 |
| E13 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| E14 | 1,5 | 1,5 | 1,2 | 1,1 | 1,1 | 1,5 | 1,5 | 1,2 | 1,5 | 1,1 |
| E15 | 1,5 | 1,4 | 1,4 | 1 | 1,4 | 1,5 | 1,5 | 1,4 | 1 | 1,4 |
| E16 | 1,6 | 1,5 | 1,4 | 1,1 | 1,3 | 1,4 | 1,5 | 1,2 | 1,5 | 1,2 |
| E17 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1 | 1,5 | 1 |
| E18 | 1,5 | 1,4 | 1,3 | 1,1 | 1,2 | 1,4 | 1,4 | 1,3 | 1,4 | 1,1 |
| E19 | 2 | 1,8 | 1,8 | 1,2 | 1,5 | 1,5 | 1,8 | 1,2 | 1,8 | 1,2 |
| E20 | 1,5 | 1,6 | 1,6 | 1,2 | 1,2 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,8 | 1,2 |
| E21 | 1,8 | 1,8 | 1,7 | 1,6 | 1,5 | 1,8 | 1,5 | 1,8 | 1,7 | 1,1 |
| E22 | 1,7 | 1,7 | 1,6 | 1,5 | 1,4 | 1,7 | 1,4 | 1,7 | 1,6 | 1,2 |
| E23 | 1,6 | 1,6 | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1,6 | 1,6 | 1,3 | 1,6 | 1,2 |

Имплементацијом степена уверености експерата у дате тврдње (Табела 85) у вредности поређења између критеријума (Табела 86), а применом израза (25), уз ограничење методе Rough DIBR II која ће бити коришћена за дефинисање тежина критеријума, односно да је минимална вредност скале за дефинисање односа критеријума l , формиране су следеће грубе вредности поређења (Табела 87):

Табела 87. Експертска мишљења у вези са односом међу критеријумима у грубим вредностима поређења

| | E1 | E2 | E4 | E5 | E7 | E8 | E9 | E10 | E11 | E13 |
|---------------|-----------|--------------|--------------|--------------|-----------|--------------|--------------|--------------|------------|--------------|
| C7-C3 | [1,4;1,4] | [1,8;2,18] | [1;1,2] | [1,6;2,32] | [1,5;1,5] | [1,28;1,856] | [2;2] | [1,8;1,8] | [1,2;1,74] | [1,8;2,18] |
| C3-C1 | [1,2;1,2] | [1,62;1,962] | [1,17;1,417] | [1,44;2,088] | [1,7;1,7] | [1,28;1,856] | [1,6;1,6] | [1,6;1,6] | [1,2;1,74] | [1,8;2,18] |
| C1-C12 | [1,3;1,3] | [1,62;1,962] | [1,26;1,526] | [1,36;1,972] | [1,6;1,6] | [1,28;1,856] | [1,7;1,7] | [1,6;1,6] | [1;1,4] | [1;1,1] |
| C12-C2 | [1,3;1,3] | [1,35;1,635] | [1,35;1,635] | [1,28;1,856] | [1,4;1,4] | [1;1,4] | [1,6;1,6] | [1,6;1,6] | [1,2;1,74] | [1;1,1] |
| C2-C5 | [1;1] | [1,35;1,635] | [1;1,2] | [1,2;1,74] | [1,4;1,4] | [1;1,4] | [1,2;1,2] | [1,4;1,4] | [1;1,4] | [1,8;2,18] |
| C5-C6 | [1,2;1,2] | [1,62;1,962] | [1;1,2] | [1,2;1,74] | [1,5;1,5] | [1,28;1,856] | [1,6;1,6] | [1,5;1,5] | [1,2;1,74] | [1;1,1] |
| C6-C8 | [1,1;1,1] | [1,35;1,635] | [1,17;1,417] | [1,28;1,856] | [1,4;1,4] | [1,28;1,856] | [1,5;1,5] | [1,5;1,5] | [1,2;1,74] | [1,8;2,18] |
| C8-C11 | [1,3;1,3] | [1,62;1,962] | [1;1,2] | [1;1,4] | [1,7;1,7] | [1,2;1,74] | [1,5;1,5] | [1,5;1,5] | [1;1,2] | [1;1,1] |
| C11-C9 | [1,5;1,5] | [1,8;2,18] | [1,35;1,635] | [1,28;1,856] | [1,6;1,6] | [1,28;1,856] | [1,6;1,6] | [1,5;1,5] | [1;1,4] | [1,8;2,18] |
| C9-C4 | [1,2;1,2] | [1,08;1,308] | [1,08;1,308] | [1;1,3] | [1,1;1,1] | [1,04;1,508] | [1,2;1,2] | [1;1] | [1;1,4] | [1;1,1] |
| | E14 | E15 | E16 | E17 | E18 | E19 | E20 | E21 | E22 | E23 |
| C7-C3 | [1,5;1,5] | [1,35;1,635] | [1,6;1,6] | [1,5;1,5] | [1,5;1,5] | [1,8;2,18] | [1,35;1,635] | [1,62;1,962] | [1,7;1,7] | [1,44;1,744] |
| C3-C1 | [1,5;1,5] | [1,26;1,526] | [1,5;1,5] | [1,5;1,5] | [1,4;1,4] | [1,62;1,962] | [1,44;1,744] | [1,62;1,962] | [1,7;1,7] | [1,44;1,744] |
| C1-C12 | [1,2;1,2] | [1,26;1,526] | [1,4;1,4] | [1,5;1,5] | [1,3;1,3] | [1,62;1,962] | [1,44;1,744] | [1,53;1,853] | [1,6;1,6] | [1,17;1,417] |
| C12-C2 | [1,1;1,1] | [1;1,1] | [1,1;1,1] | [1;1] | [1,1;1,1] | [1,08;1,308] | [1,08;1,308] | [1,44;1,744] | [1,5;1,5] | [1,08;1,308] |
| C2-C5 | [1,1;1,1] | [1,26;1,526] | [1,3;1,3] | [1,5;1,5] | [1,2;1,2] | [1,35;1,635] | [1,08;1,308] | [1,35;1,635] | [1,4;1,4] | [1,08;1,308] |
| C5-C6 | [1,5;1,5] | [1,35;1,635] | [1,4;1,4] | [1,5;1,5] | [1,4;1,4] | [1,35;1,635] | [1,44;1,744] | [1,62;1,962] | [1,7;1,7] | [1,44;1,744] |
| C6-C8 | [1,5;1,5] | [1,35;1,635] | [1,5;1,5] | [1,5;1,5] | [1,4;1,4] | [1,62;1,962] | [1,44;1,744] | [1,35;1,635] | [1,4;1,4] | [1,44;1,744] |
| C8-C11 | [1,2;1,2] | [1,26;1,526] | [1,2;1,2] | [1;1] | [1,3;1,3] | [1,08;1,308] | [1,44;1,744] | [1,62;1,962] | [1,7;1,7] | [1,17;1,417] |
| C11-C9 | [1,5;1,5] | [1;1,1] | [1,5;1,5] | [1,5;1,5] | [1,4;1,4] | [1,62;1,962] | [1,62;1,962] | [1,53;1,853] | [1,6;1,6] | [1,44;1,744] |
| C9-C4 | [1,1;1,1] | [1,26;1,526] | [1,2;1,2] | [1;1] | [1,1;1,1] | [1,08;1,308] | [1,08;1,308] | [1;1,2] | [1,2;1,2] | [1,08;1,308] |

Контрола квалитета односа, извршена је применом израза (78) и (79). Обзиром да су односи квалитетно дефинисани, приступљено је агрегацији вредности поређења применом HWAА оператора, израз (130). Применом наведеног оператора, агрегиране су вредности левих и десних апроксимација грубих вредности поређења свих експерата и добијене коначне вредности, представљене у Табели 88.

Табела 88. Коначне (агрегиране) грубе вредности поређења суседних критеријума.

| Односи између критеријума | Грубе вредности |
|---------------------------|-----------------|
| C7-C3 | [1,5456;1,7457] |
| C3-C1 | [1,4833;1,6783] |
| C1-C12 | [1,3989;1,5728] |
| C12-C2 | [1,2302;1,3776] |
| C2-C5 | [1,2537;1,4137] |

| | |
|---------------|-----------------|
| C5-C6 | [1,4052;1,5809] |
| C6-C8 | [1,4074;1,5949] |
| C8-C11 | [1,301;1,4494] |
| C11-C9 | [1,4754;1,6568] |
| C9-C4 | [1,0968;1,2301] |

Применом израза (134), долази се до вредности поређења најудаљенијих критеријума по значајности $\Omega_{7,4} = 23,9643$.

Имплементацијом ранга критеријума и грубе вредности њихових поређења у методу Rough DIBR II, добијају се следеће вредности тежинских коефицијената критеријума, које испуњавају све неопходне услове методе (Табела 89):

Табела 89. Коначне вредности тежинских коефицијената критеријума (ММП)

| Критеријум | Груба вредност | Тежина критеријума (крисп) |
|-------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| C1 | [0,1027;0,1683] | 0,1265 |
| C2 | [0,0474;0,0978] | 0,0692 |
| C3 | [0,1724;0,2497] | 0,1989 |
| C4 | [0,0045;0,0187] | 0,0141 |
| C5 | [0,0335;0,0780] | 0,0547 |
| C6 | [0,0212;0,0555] | 0,0390 |
| C7 | [0,3010;0,3859] | 0,3322 |
| C8 | [0,0133;0,0395] | 0,0280 |
| C9 | [0,0055;0,0206] | 0,0151 |
| C10 | [0,0038;0,0174] | 0,0134 |
| C11 | [0,0092;0,0303] | 0,0219 |
| C12 | [0,0653;0,1203] | 0,0870 |

6.2. Избор оптималне локације за мостовно место преласка

На основу алгоритма (Слика 47), за избор оптималне алтернативе (локације) коришћена је Rough MABAC метода. Почетна матрица одлучивања представљена је у Табели 90. Вредности у матрици одлучивања, представљају фиктивне податке о локацијама места преласка, а ради тестирања модела.

Табела 90. Почетна матрица одлучивања за мостовно место преласка

| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 |
|----------------|---|--|------------------------------------|---|---|--|
| w | 0,1265 | 0,0692 | 0,1989 | 0,0141 | 0,0547 | 0,0390 |
| A ₁ | Врло добар квалитет прилазних путева | Средњи обим радова | 222 | 4,8 | 1,8 | Услови маскирања су врло добри |
| A ₂ | Одличан квалитет прилазних путева | Средњи обим радова | 189 | 5,1 | 1,7 | Услови маскирања су добри |
| A ₃ | Добар квалитет прилазних путева | Средњи обим радова | 201 | 5,2 | 1,9 | Услови маскирања су добри |
| A ₄ | Добар квалитет прилазних путева | Мали обим радова | 178 | 6,1 | 2 | Услови маскирања су врло добри |
| A ₅ | Довољан квалитет прилазних путева | Мали обим радова | 177 | 4,2 | 2,1 | Услови маскирања су врло добри |
| | C7 | C8 | C9 | C10 | C11 | C12 |
| w | 0,3322 | 0,0280 | 0,0151 | 0,0134 | 0,0219 | 0,0870 |
| A ₁ | Велика угроженост места преласка од дејства непријатеља | Постоји негативан утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање | Услови за утврђивање су недовољни | Делимично постоје налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Није могуће истовремено спуштање неопходних пловних чланака на воду | Делимично повољна тенденција (умерени пад водостаја) |
| A ₂ | Веома велика угроженост места преласка од дејства непријатеља | Постоји делимично негативан утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање | Услови за утврђивање су врло добри | Постоје налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Могуће је истовремено спустити мање од половине неопходних пловних чланака на воду | Делимично повољна тенденција (умерени пад водостаја) |
| A ₃ | Веома велика угроженост места преласка од дејства непријатеља | Постоји делимично негативан утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање | Услови за утврђивање су добри | Делимично постоје налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Није могуће истовремено спуштање неопходних пловних чланака на воду | Делимично неповољна тенденција (мање осцилације у водостају) |
| A ₄ | Веома велика угроженост места преласка од дејства непријатеља | Постоји делимично негативан утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање | Услови за утврђивање су добри | Делимично постоје налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Могуће је истовремено спустити мање од половине неопходних пловних чланака на воду | Повољна тенденција (стагнација водостаја) |
| A ₅ | Средња угроженост места преласка од дејства непријатеља | Постоји делимично позитиван утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање | Услови за утврђивање су добри | Не постоје налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Могуће је истовремено спустити половину или више од половине неопходних пловних чланака на воду | Повољна тенденција (стагнација водостаја) |

За дефинисање лингвистичких дескриптора у почетној матрици одлучивања, коришћени су модели сваког од критеријума квалитативног типа у софтверу DEXi. Модели са правилима одлучивања за предметне критеријуме, као и остали потребни елементи на којима је засновано одлучивање, дати су у Прилозима 2-8. Претварањем лингвистичких дескриптора у грубе бројеве, добија се груба почетна матрица одлучивања (Табела 91).

Табела 91. Груба почетна матрица одлучивања

| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 |
|----------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|
| w | 0,1265 | 0,0692 | 0,1989 | 0,0141 | 0,0547 | 0,0390 |
| A₁ | [6;8] | [4;7] | 222 | [4,8;4,8] | [1,8;1,8] | [6;8] |
| A₂ | [9;10] | [4;7] | 189 | [5,1;5,1] | [1,7;1,7] | [4;5] |
| A₃ | [4;5] | [4;7] | 201 | [5,2;5,2] | [1,9;1,9] | [4;5] |
| A₄ | [4;5] | [1;3] | 178 | [6,1;6,1] | [2;2] | [6;8] |
| A₅ | [2;3] | [1;3] | 177 | [4,2;4,2] | [2,1;2,1] | [6;8] |
| | C7 | C8 | C9 | C10 | C11 | C12 |
| w | 0,3322 | 0,0280 | 0,0151 | 0,0134 | 0,0219 | 0,0870 |
| A₁ | [6;8] | [1;1] | [1;1] | [2;7] | [4;7] | [1;1] |
| A₂ | [9;10] | [2;4] | [6;8] | [8;10] | [4;7] | [2;4] |
| A₃ | [9;10] | [2;4] | [4;5] | [2;7] | [2;3] | [1;1] |
| A₄ | [9;10] | [2;4] | [4;5] | [2;7] | [8;10] | [2;4] |
| A₅ | [4;5] | [5;8] | [4;5] | [1;1] | [8;10] | [5;8] |

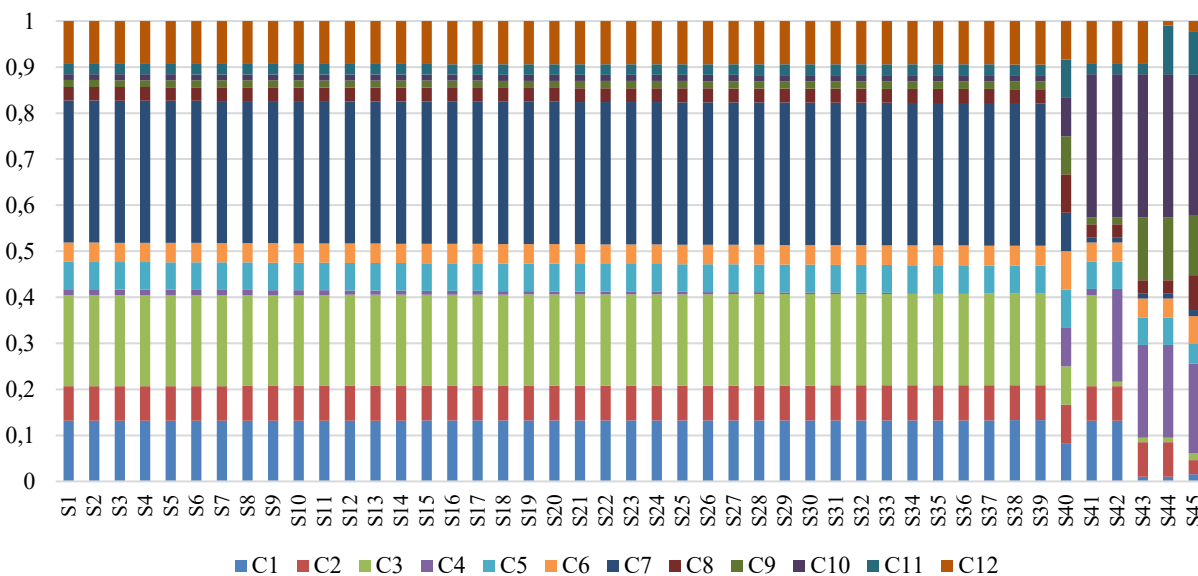
Применом корака Rough SAW методе, долази се до следећих вредности критеријумске функције и ранга алтернатива (Табела 92):

Табела 92. Вредности критеријумске функције и ранг алтернатива за мостовно место преласка

| Алтернатива | Сума грубих вредности алтернатива | Крисп вредност суме | Ранг |
|----------------------|--|----------------------------|-------------|
| A₁ | [0,7820;1,4348] | 0,9742 | 5 |
| A₂ | [1,2541;2,2440] | 1,5342 | 3 |
| A₃ | [0,8725;1,6241] | 1,0987 | 4 |
| A₄ | [1,1585;2,3115] | 1,5416 | 2 |
| A₅ | [1,5355;2,9139] | 1,9625 | 1 |

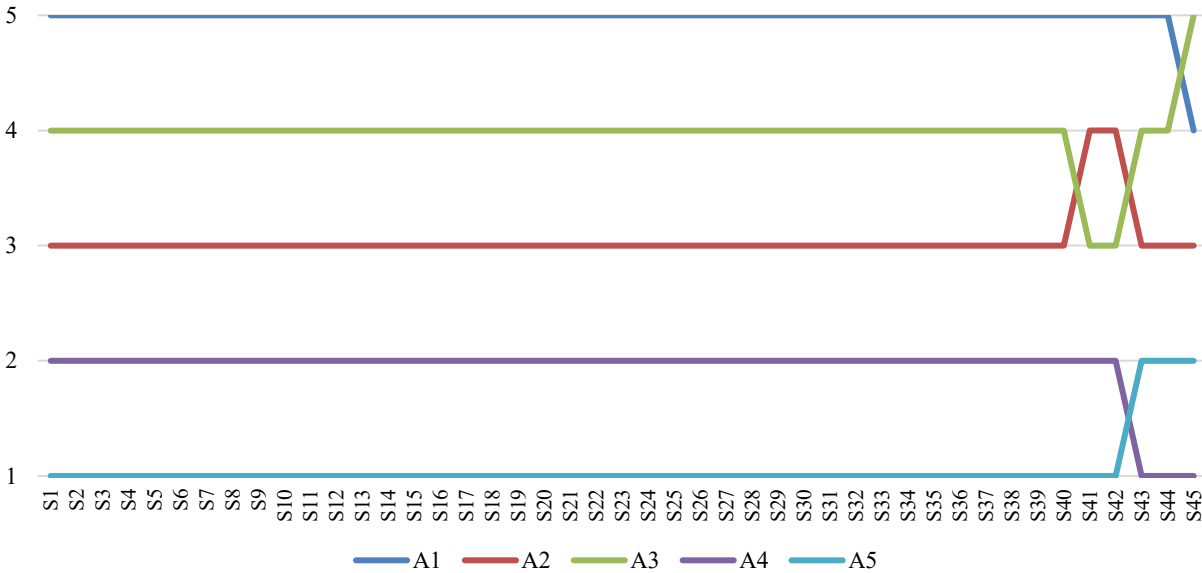
6.3. Анализа осетљивости

Ради провере конзистентности излазних резултата предложене методологије, формирано је 45 сценарија промене тежинских коефицијената критеријума (Слика 48).



Слика 48. Сценарији промена тежина критеријума (ММП)

Сценарији од S1 до S39 формиран су на начин да је од најзначајнијег критеријума одузиман одређени проценат и распоређен подједнако на остале критеријуме. Сценарио S40 је формиран тако да сви критеријуми имају подједнаку значајност. Сценарио S41 формиран је тако што је најзначајнијем критеријуму додељена вредност 0.01, а разлика до пуне вредности, додељена најмање значајном критеријуму. Слично је урађено и за сценарије S42-S44, само са следећим критеријумима по значајности (у растућем и опадајућем редоследу). Сценарио S45 формиран је на начин да су вредности тежина критеријума додељене обрнуто, односно најзначајнијем критеријуму додељена је вредност најмање значајног критеријума, другог критеријуму по значајности додељена је вредност претпоследњег критеријума по значајности и тако даље. Применом наведених сценарија, долази се до следећих рангова алтернатива (Слика 49):



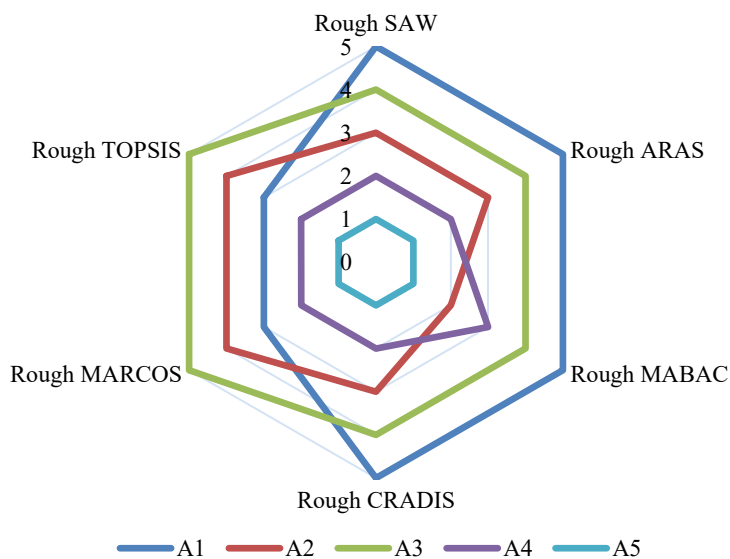
Слика 49. Рангови алтернатива добијени применом сценарија (ММП)

Као што се може видети из претходне слике, у сценаријима од S1 до S39 не долази до промене ранга јер је само од најзначајнијег критеријума одузимана вредност и расподељена на остале. Код сценарија S40, где сви критеријуми имају подједнаку значајност, такође, не долази до промене ранга. Код сценарија S41 и S42, видљиве су промене у рангу код трећерангиране и четвортрангиране алтернативе, док прворангирана алтернатива и даље остаје прва у рангу. Код сценарија S43 и S44, долази до значајније промене ранга алтернатива, где прворангирана постаје другорангирана и обратно. У сценарију S45, где су обрнуто распоређене тежине критеријума, индикативно је да, поред промене прворангиране алтернативе, долази до промена и код две последњерангиране алтернативе. Извршена анализа осетљивости говори у прилог конзистентности предложене методологије и да методологија није осетљива на мање промене у тежинама критеријума.

6.4. Компаративна анализа

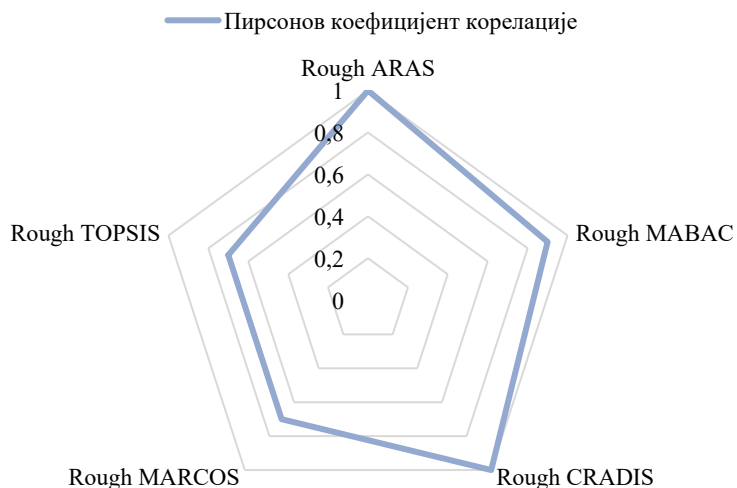
У циљу поређења резултата добијених помоћу предложене методологије и других методологија, компаративна анализа је извршена помоћу метода Rough ARAS (Radović et al., 2018), Rough MABAC (Tešić, Radovanović, et al., 2022), Rough CRADIS (Puška et al., 2023), Rough MARCOS (Matić et al., 2022) и Rough TOPSIS (Song et al., 2014). Рангови

алтернатива, добијени помоћу претходно наведених метода, у односу на Rough SAW методу, представљени су на Слици 50.



Слика 50. Рангови алтернатива добијени различитим методама (ММП)

Након добијених рангова алтернатива применом наведених метода, прорачунат је Пирсонов коефицијент корелације, израз (132), а вредности истог приказане су на Слици 51.



Слика 51. Вредности Пирсоновог коефицијента корелације добијених рангова (ММП)

Као што се може видети са претходне слике, резултати методе Rough SAW имају идеалну корелацију са резултатима метода Rough ARAS и Rough CRADIS. Приликом поређења резултата са резултатима методе Rough MABAC EDAS, вредност Пирсоновог коефицијента корелације има вредност $0,9$, што представља веома јаку корелацију. Поређењем резултата Rough SAW методе са резултатима метода Rough MARCOS и Rough TOPSIS, приметан је мањи пад корелације, односно вредност износи $0,7$, што и даље представља јаку корелацију. Пошто вредности Пирсоновог коефицијента корелације теже идеалној позитивној корелацији, може се закључити да је извршена валидација предложене методологије, односно да методологија даје валидне резултате.

7. ДИСКУСИЈА РЕЗУЛТАТА

Након примене предложених модела вишекритеријумског одлучивања на конкретним проблемима и извршене анализе осетљивости и компаративне анализе, у наставку текста дискутовано је о резултатима истраживања. Као прво, за свако од места прелазака, помоћу експерата, идентификовани су критеријуми који условљавају избор локације. За места преласка газом, дубоким и подводним газом идентификовано је укупно 13 истих критеријума, за скелско место преласка 11 критеријума, док је за мостовно место преласка идентификовано укупно 12 критеријума. Разлика између идентификованих критеријума за скелско и мостовно место преласка, огледа се у критеријуму „Тенденција водостаја”, јер наведени критеријум нема значајнији утицај на доношење одлуке о избору локације код скелског места преласка, обзиром на специфичности употреба скела од комплета ПМ М-71.

Као друго, такође помоћу експерата, за сваки критеријум су дефинисане значајности и тежински коефицијенти. Иако су критеријуми који условљавају избор локације за савлађивање водене препреке газом, дубоким газом и подводним газом идентични, њихове значајности и тежине су различите, односно не утичу на исти начин и у истој мери на коначну одлуку. Битно је напоменути да су код сва три места преласка четири прворангирана и шест последњерангираних критеријума идентични, док се код остала три критеријума врши промена ранга. Такође, вредности тежинских коефицијената су различите, где се вредности прворангираног критеријума налазе у распону од 0,1724 до 0,1781, а вредности последњерангираног од 0,0169 до 0,0204. Код скелског и мостовног места преласка, прворангирани и другорангирани критеријум су идентични, а када су у питању два последњерангирана критеријума то није случај. Иако су критеријуми који су идентификовани за ова места преласка углавном идентични, њихова значајност и тежине се због специфичности места прелазака у многоме разликују. Обзиром да број критеријума није идентичан, даља анализа не би дала валидне резултате.

Приликом избора оптималне локације код места преласка газом најбоље рангирана алтернатива је A_1 , док је последњерангирана алтернатива A_4 . Након спроведене анализе осетљивости, утврђена је конзистентност предложене методологије и да методологија није осетљива на мање промене у тежинама критеријума, односно и након промена тежина критеријума алтернатива A_1 је остала прворангирана, а алтернатива A_5 се задржала на четвртном и петом месту по рангу. Компаративна анализа је спроведена помоћу шест других

метода вишекритеријумског одлучивања које су модификоване помоћу троугластих фази бројева. Резултати анализе указују да су прворангирана и другорангирана алтернатива у свим методама идентичне, док код осталих алтернатива има промена у рангу, које не утичу на избор оптималне алтернативе, чиме је доказана валидност предложене методологије.

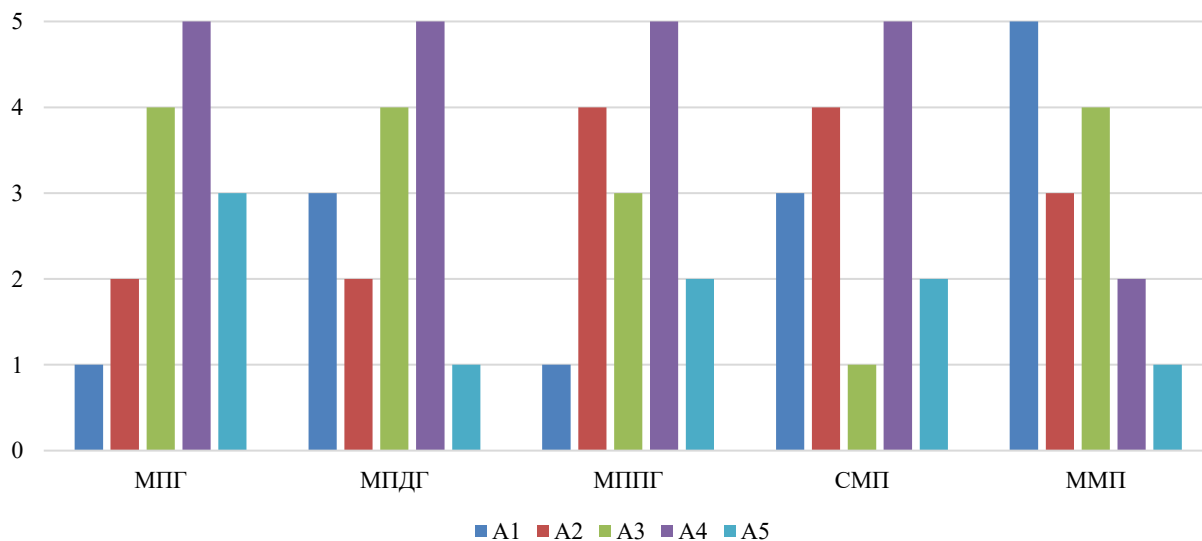
Применом предложеног вишекритеријумског модела за избор локације за успоставу места преласка дубоким газом, као оптимална локација, идентификована је алтернатива А₅, док је последњерангирана алтернатива А₄. Резултати анализе осетљивости указују да методологија није осетљива на мање промене у тежинама критеријума, односно тек приликом веће промене тежинских коефицијената критеријума, долази до значајније промене ранга алтернатива. Након анализе осетљивости, спроведена је компаративна анализа, где је извршено поређење добијених резултата применом предложене методологије са резултатима других седам метода. Наведеном анализом, установљено је да друге методе дају идентичне рангове алтернатива као и предложена методологија, односно да је предложени вишекритеријумски модел валидан.

Као оптимална локације код избора локације за место преласка подводним газом тенковима, изабрана је алтернатива А₁, док је алтернатива А₄ последњерангирана. Спроведеном анализом осетљивости излазних резултата методологије, закључено је да је модел осетљив и на мање промене тежина критеријума и да се приликом одређивања тежинских коефицијената мора обратити посебна пажња. Даље, извршена је компаративна анализа (резултати поређени са резултатима пет других методологија) и закључено је да су резултати предложене методологије код три прворангиране алтернативе идентични резултатима других методологија, док код две последњерангиране алтернативе долази до различитих рангова у односу на FFWPA методологију, на начин да исте мењају место у рангу, што не утиче на коначну одлуку избора оптималне алтернативе. Наведено указује да се ради о стабилном и валидном вишекритеријумском моделу.

Приликом избора локације за успоставу скелског места преласка преко водене препреке, као оптимална, идентификована је алтернатива А₃, док је алтернатива А₄ последњерангирана. Применом дефинисаних сценарија промена тежина у анализи осетљивости, закључено је да методологија није осетљива на мање промене тежина критеријума и да даје конзистентне резултате. Компаративна анализа помоћу пет различитих метода вишекритеријумског одлучивања, указује на чињеницу да вредности

Пирсоновог коефицијента корелације рангова предложене и других методологија углавном теже идеалној позитивној корелацији, односно да је предложена методологија валидна.

Код избора локације за успоставу мостовног места преласка, као оптимална је идентификована алтернатива А₅. Алтернатива А₁ представља последњерангирану и ни у једном случају не може бити решење предметног проблема одлучивања. Након спроведе анализе осетљивости, утврђено је да предложена методологија није осетљива на мање промене у тежинама критеријума, односно до значајнијих промена долази тек након значајније промене тежинских коефицијената критеријума, што говори у прилог конзистентности методологије. Приликом поређења добијених резултата са резултатима других пет метода вишекритеријумског одлучивања које су унапређене помоћу грубих бројева, установљено је да је прворангирана алтернатива у свим методама идентична, док код осталих постоје минималне промене у рангу, које не утичу на доношење коначне одлуке. Обзиром да и добијене вредности Пирсоновог коефицијента корелације рангова теже идеалној позитивној корелацији, закључује се да предложена методологија даје валидне резултате. На следећој слици, дат је збирни преглед рангова алтернатива (локација) за сва места прелазака.



Слика 52. Збирни преглед рангова алтернатива за сва места преласка

У наредном делу истраживања, извршено је тестирање предложених модела вишекритеријумског одлучивања, за свако од места прелазака. Наведено тестирање извршили су експерти из области.

ЧЕТВРТИ ДЕО ТЕСТИРАЊЕ МОДЕЛА

1. ТЕСТИРАЊЕ МОДЕЛА ПОМОЋУ ЕКСПЕРАТА

За потребе валидације формираних модела вишекритеријумског одлучивања за свако од места прелазака, ангажовани су експерти, распоређени у Експертске групе, као и приликом дефинисања тежинских коефицијената критеријума. У наставку текста, приказани су резултати предметне валидације.

1.1. Избор локације за место преласка газом

У циљу тестирања и валидације добијених резултата за модел који је развијен за потребе избора локације за успоставу места преласка водене препреке газом, експертима је подељен упитник (Прилог 10), којим је од експерата је тражено да на основу почетне матрице одлучивања (Табела 34) изврше рангирање алтернатива. Резултати рангирања алтернатива од стране експерата, представљени су у Табели 93.

Табела 93. Ранг алтернатива на основу експертских мишљења (МПП)

| | A ₁ | A ₂ | A ₃ | A ₄ | A ₅ |
|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| E1 | 2 | 1 | 4 | 5 | 3 |
| E2 | 1 | 2 | 5 | 4 | 3 |
| E3 | 1 | 3 | 2 | 5 | 4 |
| E4 | 2 | 1 | 5 | 4 | 3 |
| E5 | 3 | 2 | 1 | 4 | 5 |
| E6 | 1 | 5 | 3 | 2 | 4 |
| E7 | 1 | 2 | 4 | 5 | 3 |
| E8 | 1 | 2 | 4 | 5 | 3 |
| E9 | 2 | 1 | 4 | 5 | 3 |
| E10 | 1 | 2 | 5 | 4 | 3 |
| E11 | 1 | 3 | 2 | 5 | 4 |
| E12 | 1 | 4 | 2 | 3 | 5 |
| E13 | 2 | 1 | 4 | 5 | 3 |
| E14 | 2 | 1 | 3 | 5 | 4 |
| E15 | 1 | 2 | 4 | 5 | 3 |
| E16 | 1 | 2 | 4 | 5 | 3 |

| | | | | | |
|------------|---|---|---|---|---|
| E17 | 1 | 2 | 5 | 4 | 3 |
| E18 | 1 | 2 | 4 | 5 | 3 |
| E19 | 1 | 2 | 4 | 5 | 3 |
| E20 | 1 | 2 | 4 | 5 | 3 |
| E21 | 1 | 2 | 4 | 5 | 3 |
| E22 | 1 | 3 | 2 | 5 | 4 |

Обзиром да постоји усаглашеност експертских мишљења (Tešić & Božanić, 2024), применом EWAA оператора извршена је агрегација рангова, чиме су добијени коначни рангови алтернатива, од стране експерата (Табела 94).

Табела 94. Коначан ранг алтернатива заснован на експертским мишљењима за место преласка газом

| Алтернатива | EWAA | Ранг |
|----------------------|-------------|-------------|
| A₁ | 1,2867 | 1 |
| A₂ | 2,0590 | 2 |
| A₃ | 3,7785 | 4 |
| A₄ | 4,5281 | 5 |
| A₅ | 3,3503 | 3 |

Обзиром да је ранг добијен предложеним моделом идентичан рангу добијеном помоћу експертских мишљења, закључује се да је предложена методологија валидна, односно да даје исправне и стабилне резултате.

1.2. Избор локације за место преласка дубоким газом

У циљу тестирања и валидације добијених резултата за модел који је развијен за потребе избора локације за успоставу места преласка дубоким газом преко водене препреке, експертима је подељен упитник (Прилог 10), којим је од експерата је тражено да на основу почетне матрице одлучивања (Табела 48) изврше рангирање алтернатива. Резултати рангирања алтернатива од стране експерата, приказани су у Табели 95.

Табела 95. Ранг алтернатива на основу експертских мишљења (МПДГ)

| Експерт/Алтернатива | A₁ | A₂ | A₃ | A₄ | A₅ |
|----------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| E1 | 3 | 2 | 4 | 5 | 1 |
| E2 | 4 | 3 | 2 | 5 | 1 |
| E3 | 4 | 1 | 2 | 5 | 3 |

| | | | | | |
|------------|---|---|---|---|---|
| E4 | 2 | 4 | 3 | 5 | 1 |
| E5 | 5 | 3 | 4 | 2 | 1 |
| E8 | 3 | 1 | 4 | 5 | 2 |
| E9 | 4 | 3 | 2 | 5 | 1 |
| E13 | 2 | 4 | 3 | 5 | 1 |
| E14 | 3 | 2 | 4 | 5 | 1 |
| E15 | 3 | 1 | 4 | 5 | 2 |
| E16 | 3 | 2 | 4 | 5 | 1 |
| E17 | 2 | 3 | 5 | 4 | 1 |
| E18 | 3 | 2 | 4 | 5 | 1 |
| E19 | 4 | 3 | 2 | 5 | 1 |
| E20 | 3 | 2 | 4 | 5 | 1 |
| E21 | 3 | 2 | 4 | 5 | 1 |
| E22 | 3 | 2 | 4 | 5 | 1 |
| E23 | 4 | 2 | 3 | 5 | 1 |
| E24 | 3 | 2 | 4 | 5 | 1 |
| E25 | 3 | 2 | 4 | 5 | 1 |
| E26 | 3 | 2 | 4 | 5 | 1 |

Обзиром да постоји усаглашеност експертских мишљења (Tešić & Vožanić, 2024), применом EWAA оператора извршена је агрегација рангова, чиме су добијени коначни рангови алтернатива, од стране експерата (Табела 96).

Табела 96. Коначан ранг алтернатива заснован на експертским мишљењима за место преласка дубоким газом

| Алтернатива | EWAA | Ранг |
|----------------------|-------------|-------------|
| A₁ | 3,1763 | 3 |
| A₂ | 2,2998 | 2 |
| A₃ | 3,5392 | 4 |
| A₄ | 4,8308 | 5 |
| A₅ | 1,1559 | 1 |

Обзиром да је ранг добијен предложеним моделом идентичан рангу добијеном помоћу експертских мишљења, закључује се да је предложена методологија валидна, односно да даје исправне и стабилне резултате.

1.3. Избор локације за место преласка подводним газом

Ради тестирања и валидације добијених резултата за модел који је развијен за потребе избора локације за успоставу места преласка подводним газом преко водене препреке, експертима је подељен упитник (Прилог 10), којим је од експерата је тражено да на основу почетне матрице одлучивања (Табела 62) изврше рангирање алтернатива. Резултати рангирања алтернатива од стране експерата, представљени су у Табели 97.

Табела 97. Ранг алтернатива на основу експертских мишљења (МППГ)

| | A ₁ | A ₂ | A ₃ | A ₄ | A ₅ |
|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| E1 | 2 | 4 | 3 | 5 | 1 |
| E2 | 1 | 4 | 3 | 5 | 2 |
| E3 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 |
| E4 | 1 | 3 | 4 | 5 | 2 |
| E5 | 2 | 4 | 3 | 5 | 1 |
| E8 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 |
| E9 | 1 | 5 | 2 | 4 | 3 |
| E13 | 1 | 5 | 3 | 4 | 2 |
| E14 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 |
| E15 | 1 | 5 | 2 | 4 | 3 |
| E16 | 2 | 4 | 3 | 5 | 1 |
| E17 | 2 | 4 | 3 | 5 | 1 |
| E18 | 1 | 5 | 2 | 4 | 3 |
| E19 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 |
| E20 | 1 | 4 | 3 | 5 | 2 |
| E21 | 1 | 4 | 3 | 5 | 2 |
| E22 | 1 | 4 | 3 | 5 | 2 |
| E23 | 1 | 5 | 3 | 4 | 2 |
| E24 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 |
| E25 | 1 | 4 | 3 | 5 | 2 |
| E26 | 1 | 4 | 3 | 5 | 2 |

Обзиром да постоји усаглашеност експертских мишљења (Tešić & Božanić, 2024), применом EWAA оператора извршена је агрегација рангова, чиме су добијени коначни рангови алтернатива, од стране експерата (Табела 98).

Табела 98. Коначан ранг алтернатива заснован на експертским мишљењима за место преласка подводним газом

| Алтернатива | EWAA | Ранг |
|----------------|--------|------|
| A ₁ | 1,4029 | 1 |
| A ₂ | 3,9557 | 4 |
| A ₃ | 3,1281 | 3 |
| A ₄ | 4,7774 | 5 |
| A ₅ | 1,7377 | 2 |

Обзиром да је ранг добијен предложеним моделом идентичан рангу добијеном помоћу експертских мишљења, закључује се да је предложена методологија валидна, односно да даје исправне и стабилне резултате.

1.4. Избор локације за скелско место преласка

У циљу тестирања и валидације добијених резултата за модел који је развијен за потребе избора локације за успоставу скелског места преласка преко водене препреке, експертима је подељен упитник (Прилог 10), којим је од експерата је тражено да на основу почетне матрице одлучивања (Табела 78) изврше рангирање алтернатива. Резултати рангирања алтернатива од стране експерата, дати су у Табели 99.

Табела 99. Ранг алтернатива на основу експертских мишљења (СМП)

| | A ₁ | A ₂ | A ₃ | A ₄ | A ₅ |
|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| E1 | 3 | 4 | 2 | 5 | 1 |
| E2 | 3 | 4 | 2 | 5 | 1 |
| E4 | 3 | 4 | 1 | 5 | 2 |
| E5 | 1 | 3 | 5 | 4 | 2 |
| E6 | 5 | 4 | 1 | 3 | 2 |
| E7 | 3 | 4 | 2 | 5 | 1 |
| E9 | 3 | 4 | 1 | 5 | 2 |
| E10 | 3 | 4 | 2 | 5 | 1 |
| E11 | 3 | 4 | 1 | 5 | 2 |
| E12 | 2 | 4 | 3 | 5 | 1 |
| E13 | 3 | 5 | 2 | 5 | 1 |
| E14 | 3 | 4 | 1 | 5 | 2 |
| E15 | 3 | 4 | 2 | 5 | 1 |
| E16 | 3 | 4 | 2 | 5 | 1 |

| | | | | | |
|------------|---|---|---|---|---|
| E17 | 3 | 4 | 2 | 5 | 1 |
| E18 | 3 | 4 | 1 | 5 | 2 |
| E19 | 3 | 4 | 2 | 5 | 1 |
| E20 | 2 | 4 | 3 | 5 | 1 |
| E21 | 3 | 4 | 1 | 5 | 2 |
| E22 | 3 | 4 | 2 | 5 | 1 |
| E23 | 3 | 4 | 2 | 5 | 1 |

Обзиром да постоји усаглашеност експертских мишљења (Tešić & Božanić, 2024), применом EWAA оператора извршена је агрегација рангова, чиме су добијени коначни рангови алтернатива, од стране експерата (Табела 100).

Табела 100. Коначан ранг алтернатива заснован на експертским мишљењима за скелско место преласка

| Алтернатива | EWAA | Ранг |
|----------------------|-------------|-------------|
| A₁ | 2,9219 | 3 |
| A₂ | 4,0001 | 4 |
| A₃ | 1,8792 | 2 |
| A₄ | 4,8852 | 5 |
| A₅ | 1,3531 | 1 |

Обзиром да је ранг добијен предложеним моделом идентичан рангу добијеном помоћу експертских мишљења, закључује се да је предложена методологија валидна, односно да даје исправне и стабилне резултате.

1.5. Избор локације за мостовно место преласка

У циљу тестирања и валидације добијених резултата за модел који је развијен за потребе избора локације за успоставу мостовног места преласка преко водене препреке, експертима је подељен упитник (Прилог 10), којим је од експерата је тражено да на основу почетне матрице одлучивања (Табела 90) изврше рангирање алтернатива. Резултати рангирања алтернатива од стране експерата, представљени су у Табели 101.

Табела 101. Ранг алтернатива на основу експертских мишљења (ММП)

| | A₁ | A₂ | A₃ | A₄ | A₅ |
|------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| E1 | 4 | 3 | 5 | 2 | 1 |
| E2 | 5 | 3 | 4 | 2 | 1 |
| E4 | 4 | 3 | 5 | 2 | 1 |
| E5 | 5 | 1 | 4 | 2 | 3 |
| E7 | 4 | 3 | 5 | 2 | 1 |
| E8 | 4 | 3 | 5 | 2 | 1 |
| E9 | 5 | 3 | 4 | 2 | 1 |
| E10 | 5 | 3 | 4 | 2 | 1 |
| E11 | 4 | 2 | 5 | 3 | 1 |
| E13 | 2 | 3 | 5 | 4 | 1 |
| E14 | 4 | 2 | 5 | 3 | 1 |
| E15 | 5 | 3 | 4 | 2 | 1 |
| E16 | 5 | 3 | 4 | 2 | 1 |
| E17 | 5 | 3 | 4 | 2 | 1 |
| E18 | 5 | 3 | 4 | 2 | 1 |
| E19 | 5 | 3 | 4 | 2 | 1 |
| E20 | 5 | 3 | 4 | 2 | 1 |
| E21 | 5 | 3 | 4 | 2 | 1 |
| E22 | 5 | 3 | 4 | 2 | 1 |
| E23 | 5 | 3 | 4 | 2 | 1 |

Обзиром да постоји усаглашеност експертских мишљења (Tešić & Božanić, 2024), применом EWAA оператора извршена је агрегација рангова, чиме су добијени коначни рангови алтернатива, од стране експерата (Табела 102).

Табела 102. Коначан ранг алтернатива заснован на експертским мишљењима за мостовно место преласка

| Алтернатива | EWAA | Ранг |
|----------------------|-------------|-------------|
| A₁ | 4,6064 | 5 |
| A₂ | 2,8305 | 3 |
| A₃ | 4,3156 | 4 |
| A₄ | 2,1701 | 2 |
| A₅ | 1,0788 | 1 |

Обзиром да је ранг добијен предложеним моделом идентичан рангу добијеном помоћу експертских мишљења, закључује се да је предложена методологија валидна, односно да даје исправне и стабилне резултате.

ПЕТИ ДЕО

ИДЕЈНО РЕШЕЊЕ СОФТВЕРА ЗА ПОДРШКУ ОДЛУЧИВАЊУ

На основу претходно дефинисаних модела вишекритеријумског одлучивања, за избор локације за свако од места прелазака преко водене препреке у одбрамбеној операцији, израђено је идејно решење софтвера за подршку одлучивању. Наведени софтвер би мање искусним старешинама пружио адекватну помоћ приликом доношења одлуке о локацији за предметна места прелазака, поштујући основна начела, нормативну регулативу која регулише предметну област и резултате овог истраживања. У наставку текста, дат је опис и графичко решење софтвера.

1. ОПИС СОФТВЕРА

Обзиром да је употреба преносних уређаја попут мобилних телефона или таблета широко распрострањена, да су старешине војске информатички писмене, да је величина и мобилност ових уређаја адекватна употреби у борбеним операцијама, уз поштовање свих мера безбедности отицања података и спречавања гео лоцирања, софтвер је првенствено намењен за овакве типове уређаја. Софтвер би се инсталирао на посебне уређаје одобрене од стране надлежних органа за област телекомуникација и информатике у Министарству одбране.

Предметни софтвер, садржао би једноставан кориснички интерфејс, где би доносилац одлуке унео тражене улазне податке и једноставно дошао до оптималне локације из скупа понуђених, а заснованих на резултатима овог истраживања. Структура апликације, приказана је алгоритмом у Прилогу 11, док је начелни псеудокод за апликацију, приказан у Прилогу 12.

2. ГРАФИЧКИ ПРИКАЗ СОФТВЕРА

Поред структуре и псеудокода, израђено је и графичко решење за софтвер за подршку одлучивању приликом избора локација за савлађивање водених препрека у одбрамбеној операцији. Графички приказ почетне стране софтвера, представљен је на Слици 53, док су целокупни елементи приказа дати у Прилогу 13.



Слика 53. Графички приказ софтвера

ЗАКЉУЧАК

Предмет и циљ истраживања условили су дефинисање хипотетичког оквира ради доласка до улазних података за примену стабилног вишекритеријумског модела за избор локација за савлађивање водених препрека у одбрамбеној операцији. Да би се остварио циљ истраживања, било је неопходно првенствено обрадити теоретске одредбе везане за операције, првенствено за одбрамбену, као и инжињеријска дејства и противинжињеријска дејства, са тежиштем на савлађивању водених препрека и специфичностима места прелазака преко водене препреке у одбрамбеној операцији. Даље, дат је општи теоријски оквир вишекритеријумског одлучивања и у овом делу су описане коришћене теорије, методе, методологије и оператори за агрегацију, као и општи појмови и поступци у вези са експертским оцењивањем. Тежиште је дато на трећем делу рада, где су за свако место преласка, помоћу експерата, дефинисани критеријуми који условљавају избор локација за савлађивање водених препрека у одбрамбеној операцији, као и међусобни односи и значајност сваког од критеријума, Такође, у овом делу формиран су вишекритеријумски модели, дефинисане алтернативе и примењен модел на конкретним проблема, а за свако од места прелазака, и сваки представљени модел вишекритеријумског одлучивања, извршена је анализа осетљивости и компаративна анализа. На крају, помоћу експерата, извршено је тестирање коришћених модела, у циљу валидације добијених резултата.

Теоретским разматрањима о операцијама, извршено је детерминисање појма као „скуп борбених и/или неборбених активности, покрета и других акција, које се предузимају по јединственој замисли ради остваривања општег циља различитог значаја”. Обзиром да свака операција представља и процес, она се састоји од више фаза (припрема, извођење, стабилизација и дезангажовање), а сам предмет истраживања се фокусира на фазе припреме и извођења операције. Основна класификација операција врши се према критеријуму дејства, и то на неборбене и борбене. Тежиште у овом истраживању, дато је на одбрамбеној операцији, у оквиру борбених, односно њеним специфичностима у захватима водених токова, као и на инжињеријским и противинжињеријским дејствима у овој врсти операције, са акцентом на савлађивање водених препрека. Наведеним теоријским оквиром, сагледано је место савлађивања водених препрека у одбрамбеној операцији.

Обзиром на хидрографску испресецаност Републике Србије, савлађивање водених препрека у одбрамбеној операцији има велики значај. Савлађивање водених препрека се

дефинише као организована борбена активност, која за циљ има прелазак са једне на другу обалу, успоставом различитих места прелазака: газом, дубоким газом, подводним газом, десантно, скелско и мостовно. Пре успоставе сваког од места прелазака, неопходно је прикупити информације о различитим параметрима који условљавају избор конкретне локације места преласка. Од квалитета прикупљених података и њихове интерпретације, зависи успешност функционисања самом места преласка. Погрешно изабрана локација места преласка, за последицу може имати људске жртве и губитке у материјалним средствима.

Избор локације подразумева проблем одлучивања који је заснован на више аспеката са којих се посматрају могуће локације, те је логична примена области вишекритеријумског одлучивања у овом процесу. Прво је дат општи теоријски оквир одлучивања, где је од постојећих појмова изведен нови појам одлучивања: ***Одлучивање представља процес избора једне алтернативе, из скупа могућих алтернатива, ради решавања одређеног проблема и достизања постављеног циља, чији је коначни резултат одлука.*** Такође, објашњен је процес доношења одлука кроз следеће фазе: 1) Идентификација и дефинисање проблема, са постављањем циља; 2) Креирање модела; 3) Доношење одлуке; 4) Спровођење и контрола спровођења одлуке. Поред наведеног, представљена је класификација и типологија одлучивања, према различитим ауторима, и наведене најчешће грешке које се јављају приликом одлучивања. Посебна пажња је посвећена и одлучивању у војним организационим системима, где је дефинисано место предмета истраживања у овом процесу, а конкретно у процесу оперативног планирања и спровођења командирске процедуре. На нивоу батаљона, у процесу оперативног планирања, на задацима ангажовања јединице на успостави места прелазака, област истраживања прожима се кроз све фазе. У фази „Иницирања” дефинише се проблем одлучивања који је неопходно решити, док се у фази „Оријентације” врши анализа предметног проблема и дефинишу критеријуми и њихове тежине, као и реализација извиђања рејона где се планира ангажовање јединице. У следећој фази се врши развој варијанти употребе, односно дефинишу локације (алтернативе) за успоставу места прелазака, односно за употребу јединице. Након развоја варијанти употребе, оне се упоређују, у конкретном случају методама вишекритеријумског одлучивања, и врши њихово рангирање. Доношењем одлуке за извођење операције, врши се избор оптималне алтернативе из скупа развијених варијанти употребе и израђује

наређење за употребу јединице. На нивоу вода и чете, приликом планирања и организовања успоставе места прелазака, у командирској процедури, место предмета истраживања је, такође, у свим фазама, по истом принципу као и код процеса оперативног планирања. Извршено је детерминисање појма вишекритеријумског одлучивања као **процес доношења одлуке о избору оптималне алтернативе из скупа од најмање два допустива решења, у ситуацијама када постоје најмање два различита критеријума који условљавају предметни избор** и извршена је дескрипција и објашњење самог процеса.

Од краја XVIII века до данашњих дана развијене су бројне методе вишекритеријумског одлучивања. Као један од кључних сегмената у спровођењу ове врсте одлучивања, јавља се дефинисање критеријума. Појам критеријума дефинисан је као **мерило ефикасности алтернатива у остварењу постављеног циља, односно параметар предности једне алтернативе у односу на друге**. Обзиром да се предмет истраживања односи на војне организационе системе, као најчешћи критеријуми јављају се: 1) Време потребно за извршење задатка, 2) Очекивани губици, 3) Ефективност, 4) Вероватноћа достизања постављеног циља, 5) Математичка очекиваност постигнутих резултата и 6) Комбинација претходно наведених критеријума. Следећи кључни сегмент вишекритеријумског одлучивања јесу алтернативе, које представљају **скуп могућих решења вишекритеријумског проблема одлучивања која обезбеђују постизање постављеног циља, а која су доносиоцу одлуке на располагању**, а према расположивости класификују се на: 1) Унапред дате, 2) Понуђене или откривене, 3) Модификоване 4) Наручене. За потребе овог истраживања, алтернативе су унапред дате и представљају локације на воденим препрекама.

Као један од битних сегмената, приликом примене процеса вишекритеријумског одлучивања, истиче се дефинисање тежинских коефицијената критеријума, односно мерење утицаја сваког од критеријума на коначну одлуку. За одређивање тежина критеријума постоје два основна приступа: субјективан и објективан. Субјективни приступ се заснива се на информацијама које су добије од експерата (или доносиоца одлуке), док се објективни приступ заснива на подацима о рејтинзима алтернатива. Једна од основних класификација метода за одређивања тежина критеријума јесте у односу на број доносилаца одлуке, где се разликују индивидуалне и групне методе. У овом истраживању коришћене

су субјективне, групне методе за одређивање тежинских коефицијената критеријума, засноване на рангирању и парним поређењима критеријума.

Обзиром да улазни подаци предметних проблема одлучивања представљају непотпуне, непрецизне и неизвесне податке, у истраживању су коришћене теорије које ове области добро третирају: теорија фази, греј и грубих скупова, односно њихове апроксимације - бројеви. Фази бројеви (троугласти и трапезоидни) коришћени су због великог броја критеријума који представљају непрецизне и лингвистичке податке, где овај концепт омогућава постепене и детаљније прелазе између чланства и не чланства у скупу. За разлику од троугластих, трапезоидни фази бројеви омогућавају флексибилније, интуитивније и детаљније моделирање нејасних концепата. Ферматеан фази бројеви користе се у ситуацијама где је неопходно извршити прецизније представљање несигурности и неизвесности, а због своје основне карактеристике, односно двофазног приступа у моделирању несигурности и особине да пружају бољу интерпретацију и анализу у сложеним ситуацијама где су информације непотпуне. Интервални греј бројеви омогућавају анализу и доношење одлука у ситуацијама и када постоје ограничене информације, односно када се не могу потпуно тачно и прецизно проценити вредности и/или када делимично постоје подаци. За разлику од претходно наведених бројева, груби бројеви омогућавају третирање ограничених или непрецизних података, где успевају да очувају што више информација из наведених података, уместо да их једноставно одбаце, користећи математичке алате за апроксимацију и анализу. Сви претходно наведене теорије и бројеви су корисни за доношење одлука и анализу података у условима несигурности и неизвесности, као и у ситуацијама када постоје непрецизни и непотпуни подаци, какве третира предмет истраживања. Како би се успешно спроводио процес вишекритеријумског одлучивања, неопходно је, поред претходно наведених концепата, познавати и методе, методологије, операторе за агрегацију и системе за подршку одлучивању од којих се сачињавају модели вишекритеријумског одлучивања. Свака од метода и методологија се састоји од свог математичког апарата, неопходног за њено спровођење. Иако постоји велики број метода, углавном су првенствено представљене као методе које третирају крисп вредности, а касније је вршена њихова модификација, кроз имплементацију неке од теорија које добро третирају неизвесности и непрецизности. За потребе овог истраживања, модификоване су методе DIBR II и MAIRCA:

- 1) TFN DIBR II метода (модификована помоћу троугластих фази бројева);
- 2) TrFN DIBR II метода (модификована помоћу трапезоидних фази бројева);
- 3) Grey DIBR II метода (модификована помоћу интервалних греј бројева);
- 4) Rough DIBR II метода (модификована помоћу грубих бројева);
- 5) Fermatean Fuzzy MAIRCA метода (модификована помоћу ферматеан фази бројева).

Такође, као иновација, уведена је агрегација експертских мишљења, у вези са рангом, класичним методама вишекритеријумског одлучивања, попут MARCOS и CODAS метода. Обзиром да наведене методе за избор оптималне алтернативе, у свом концепту разматрају тежине критеријума, односно величину њиховог утицаја на коначну одлуку, а да је излаз метода ранг алтернатива, агрегација рангова се може извршити и помоћу ових метода. За агрегацију рангова, применом предметних метода, коришћен је следећи концепт: у почетној матрици одлучивања, уместо критеријума (хоризонтално) дефинисани су експерти, а уместо тежинских коефицијената критеријума дефинисани су тежински коефицијенти компетенција, док је карактер критеријума (експерата) дефинисан као расходни (Cost) тип. У почетној матрици одлучивања, уместо алтернатива, дефинисани су критеријуми који се рангирају по значајности. Поред наведеног, извршено је и доказивање валидности представљеног концепта примене предметних метода, кроз поређење добијених резултата са резултатима EWAA и HWAA оператора.

Један од начина провере конзистентности излазних резултата метода, односно утврђивања на који начин различите промене улазних параметара утичу на коначну одлуку, јесте спровођење анализе осетљивости. Наведена анализа може се спровести на промене: 1) значајности (тежина) критеријума, 2) мерне скале и 3) начина дефинисања (формулације) критеријума. За потребе овог истраживања, предметна анализа је спроведена у односу на утицај промена тежинских коефицијената критеријума на коначну одлуку. Анализа се врши формирањем више сценарија промена тежина критеријума, који се затим имплементирају у вишекритеријумски модел и посматрају излазни резултати, односно ранг алтернатива, добијен применом ових сценарија. У циљу утврђивања валидности предложених модела, извршена је и компаративна анализа, где се добијени резултати у истраживању пореде са резултатима добијеним другим методама и методологијама. Наведене анализе, постале су

„златни стандард” у области верификације метода и методологија у истраживањима у области вишекритеријумског одлучивања.

У истраживању су за потребе идентификације критеријума, њихове значајности и утицаја на коначну одлуку, као и тестирање модела, ангажовани експерти из области савлађивања водених препрека, односно примењено је експертско оцењивање применом Делфи методе. Избор експерата извршен је применом методе „снежне лавине” и формиране су две експертске групе, уз ограничење да експертска група мора бити минималне величине од 15 до 20 експерата. За сваког од експерата, извршена је оцена квалитета, односно дефинисање њихових компетенција. За потребе овог истраживања, развијена је и примењена нова методологија за оцену компетенција експерата. Приликом обраде експертских мишљења, део добијених информација је одбачен због великог одступања мишљења појединих експерата, од остатка групе.

Суштину овог истраживања, представља део рада у којем су приказани добијени резултати, са анализом осетљивости, компаративном анализом и дискусијом, где је извршена њихова верификација. Такође, овде је извршено и доказивање постављених хипотеза.

Општа (генерална) хипотеза, која гласи *„резултатима ваљане примене методе анализе теоријских и емпиријских сазнања о савлађивању водених препрека, долази се до улазних података за примену стабилног вишекритеријумског модела, којим се може допринети унапређењу процеса одлучивања при избору локација за савлађивање водених препрека у одбрамбеној операцији”*, доказана је кроз три посебне хипотезе. Процес истраживања, за свако место преласка, обухватао је следеће кораке: идентификацију критеријума који условљавају избор локација за савлађивање водених препрека у одбрамбеној операцији, дефинисање међусобних односа и тежинских коефицијената критеријума, формирање вишекритеријумског модела одлучивања, дефинисање скупа могућих алтернатива, примену модела и добијање ранга алтернатива, са оптималном алтернативом, анализу осетљивости излазних резултата предложених модела, компаративну анализу, дискусију добијених резултата и тестирање модела помоћу експерата.

Прва посебна хипотеза, да је *„комбинацијом теоријског и емпиријског сазнања, могуће идентификовати скуп критеријума (услова) који утичу на избор локација за*

савлађивање водених препрека у одбрамбеној операцији”, доказана је кроз пет појединачних. Поступак доказивања сваке од пет појединачних хипотеза, спроведен је на идентичан начин, применом дефинисаног алгоритма истраживања (Слика 20). Прво је експертима подељен упитник са критеријумима за свако од места прелазака, који су идентификовани анализом доступне литературе и претходних истраживања из области (теоријска сазнања из области). Од експерата је тражено да наведу основне податке о себи и својим сазнањима из области (процена извора аргументације, објективна и субјективна процена) и сагледају понуђене критеријуме који условљавају избор сваке од локација и евентуално додају своје, уз кратко образложење. Затим су применом осталих корака Делфи методе експертског оцењивања, обрађени добијени подаци из упитника, усаглашена експертска мишљења и идентификовани критеријуми (услови) који утичу на оптималну одлуку о избору локација за савлађивање водених препрека у одбрамбеној операцији (емпиријско сазнање из области), за свако од места прелазака. За места преласка газом, дубим газом и подводним газом, идентификовано је 13 истих критеријума: „Квалитет прилазних путева на обема обалама”, „Обим радова на уређењу оностране и оностране обале”, „Ширина водене препреке”, „Дубина водене препреке”, „Брзина воденог тока”, „Састав дна водене препреке”, „Услови маскирања”, „Угроженост места преласка од дејстава непријатеља”, „Утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање”, „Услови за утврђивање”, „Постојање налазишта месног материјала”, „Тенденција водостаја” и „Могућности развоја возила (тенкова) за дејство и маневар на супротној обали”. Избор локације за успоставу скелског места преласка условљава 11 критеријума (претходно наведени критеријуми, без критеријума „Тенденција водостаја”, Могућности развоја возила (тенкова) за дејство и маневар на супротној обали” и „Састав дна водене препреке”, са додатним критеријумом „Могућност истовременог спуштања пловних чланака на воду”. Критеријуми за избор локације за успоставу мостовног места преласка су идентични критеријума за скелско место преласка, са додатним критеријумом „Тенденција водостаја”, тако да их је укупно 12. Идентификацијом скупа критеријума, комбинацијом теоријског и емпиријског сазнања, за свако од места прелазака, доказане су све појединачне, у оквиру прве посебне хипотезе. Сви критеријуми су детаљно описани и дефинисане су скале за њихову процену, као и модели и правила одлучивања за лингвистичке дескрипторе у софтверу за подршку одлучивању DEXi, који су усаглашени

са експертима из области. Поред наведеног, подаци из овог упитника искоришћени су за дефинисање коефицијената компетенција експерата, применом нове методологије, која је развијена за потребе овог истраживања.

Друга посебна хипотеза, да је *„одређивањем значајности критеријума, могуће сагледати утицај појединачних елемената (критеријума) на доношење оптималне одлуке о избору локација за савлађивање водених препрека у одбрамбеној операцији”*, доказана је, такође, кроз пет појединачних. Свака од појединачних хипотеза доказана је одређивањем тежинских коефицијената критеријума, односно значајности истих, на основу чега се може сагледати утицај сваког од критеријума на коначну одлуку у предметним проблемима одлучивања.

Одређивање тежинских коефицијената критеријума *за избор места преласка газом у одбрамбеној операцији*, извршено је применом експертског оцењивања, помоћу Fuzzy DIBR и Fuzzy DIBR II методе, а вредности добијене помоћу наведених метода су агрегиране помоћу EWAA и VM оператора. Због великог броја критеријума који представљају непрецизне податке, где је потребно сагледати постепене прелазе између чланства и не чланства у скупу, а увођењем степен уверености експерата у дате тврдње, за потребе овог дела истраживања коришћена је фази теорија, а конкретно троугласти фази бројеви, имплементирани у претходно наведене методе вишекритеријумског одлучивања. Добијањем коначних вредности тежина критеријума, где је могуће сагледати утицај сваког појединачно на коначну одлуку о избору локације за место преласка газом у одбрамбеној операцији, доказана је прва појединачна, у оквиру друге посебне хипотезе.

До тежинских коефицијената критеријума *за избор места преласка газом у одбрамбеној операцији*, дошло се применом експертског оцењивања, помоћу TrFN DIBR и развијене TrFN DIBR II методе, а вредности добијене помоћу наведених метода су агрегиране помоћу EWAA и VM оператора. Због великог броја критеријума који представљају непрецизне податке, где је потребно сагледати постепене прелазе између чланства и не чланства у скупу, и обзиром да је избор локације за место преласка дубоким газом комплекснији у односу на прелазак газом, а да је неопходно флексибилније, интуитивније и детаљније моделирање нејасних концепата, за потребе овог дела истраживања коришћена је, такође, фази теорија, а конкретно трапезоидни фази бројеви, имплементирани у претходно наведене методе вишекритеријумског одлучивања.

Добијањем коначних вредности тежина критеријума, где је могуће сагледати утицај сваког појединачно на коначну одлуку о избору локације за место преласка дубоким газом у одбрамбеној операцији, доказана је друга појединачна, у оквиру друге посебне хипотезе.

За добијање тежинских коефицијената критеријума *за избор места преласка подводним газом у одбрамбеној операцији*, коришћена је, такође, фази теорија, а конкретно ферматеан фази бројеви, због великог броја критеријума који представљају непрецизне, непотпуне податке, и због чињенице да је место преласка подводним газом комплексније у односу на претходна места преласка. Такође, потреба за прецизније представљање неизвесности, и неопходности боље интерпретације и анализе непотпуних информација, условила је коришћење ових врсте фази бројева. У овом делу истраживања, за агрегацију експертских мишљења коришћен је FFWG оператор и метода CODAS (за агрегацију рангова), док је за конкретно одређивање тежинских коефицијената критеријума коришћена DIBR II метода. Добијањем коначних вредности тежина критеријума, где је могуће сагледати утицај сваког појединачно на коначну одлуку о избору локације за место преласка подводним газом у одбрамбеној операцији, доказана је трећа појединачна, у оквиру друге посебне хипотезе.

Одређивање тежинских коефицијената критеријума *за избор скелског места преласка у одбрамбеној операцији*, извршено је коришћењем греј теорије, а конкретно интервалних греј бројева, где је формирање граница греј броја извршено помоћу степена уверености експерата у дате тврдње. Коришћење ове теорије, условио је велики броја критеријума који представљају непрецизне, непотпуне и лингвистичке податке који се не могу тачно проценити. Од метода коришћене су Grey DIBR II и MARCOS (за агрегацију рангова) и NWGBM оператор. Добијањем коначних вредности тежинских коефицијената критеријума, где је могуће сагледати утицај сваког појединачно на коначну одлуку о избору локације за скелско место преласка у одбрамбеној операцији, доказана је четврта појединачна, у оквиру друге посебне хипотезе.

Добијање тежинских коефицијената критеријума *за избор мостовног места преласка у одбрамбеној операцији*, извршено је се применом експертског оцењивања, уз коришћење развијене Rough DIBR II методе и степена уверености експерата, као и методе MARCOS, за агрегацију рангова, и HWAА оператора. Коришћење грубе теорије, а конкретно грубих бројева, условљено је ситуацијом у којој постоје ограничени и непотпуни подаци, који су

непрецизни, где је неопходно очувати што више информација из наведених података, и велики број критеријума који представљају лингвистичке податке. Добијањем коначних вредности тежина критеријума, где је могуће сагледати утицај сваког појединачно на коначну одлуку о избору локације за место преласка дубоким газом у одбрамбеној операцији, доказана је пета појединачна, у оквиру друге посебне хипотезе.

Трећа посебна хипотеза, да је *„на основу дефинисаног скупа критеријума и њихове значајности, могуће формирати стабилан вишекритеријумски модел за доношење оптималне одлуке о избору локација за савлађивање водених препрека у одбрамбеној операцији”*, доказана је, кроз пет појединачних. Свака од појединачних хипотеза доказана је применом формираних модела, анализом осетљивости, компаративном анализом и тестирањем предложених модела од стране експерата, где је применом идентификованих критеријума и њихових тежинских коефицијента у почетне матрице вишекритеријумских модела, добијају стабилни и валидни излазни резултати, који пружају помоћ доносиоцима оптималне одлуке о избору предметних локација. Теорије које су коришћене за третирање непрецизности, неизвесности и непотпуних података, су исте као и код одређивања тежинских коефицијената критеријума, за свако од места прелазака, из разлога који су претходно наведени.

Избор оптималне локације за *место преласка газом у одбрамбеној операцији* извршен је помоћу Fuzzy LMAW методе. Прво је формирана почетна матрица одлучивања, у којој су садржане вредности критеријума за сваку од алтернатива, као и тежински коефицијенти идентификованих критеријума. За дефинисање лингвистичких дескриптора коришћен је софтвер за подршку одлучивању DEXi. Након примене корака наведене методе, добијен је ранг алтернатива, а самим тим и оптимална алтернатива. Дефинисањем сценарија промене тежина критеријума, у склопу анализе осетљивости, и њиховом имплементацијом у методу Fuzzy LMAW добијени су нови рангови алтернатива. Поређењем добијених рангова, са иницијалним рангом, закључено је да је предложена методологија конзистентна и да није осетљива на мање промене у тежинама критеријума, односно да даје стабилне резултате. Такође, у циљу провере валидности добијених резултата извршена је компаративна анализа. Предметном анализом, извршено је поређење резултата добијених предложеном методологијом, са резултатима других шест метода, у којима су имплементирани троугласти фази бројеви. Резултати компаративне анализе и вредности Пирсоновог

коэффициента корелације рангова, говоре у прилог валидности резултата добијених предложеном методологијом. Ради додатног потврђивања валидности методологије и њене усаглашености са емпиријским сазнањима, извршено је тестирање модела помоћу експерата. Експертима је подељен упитник који је садржао почетну матрицу одлучивања која је коришћена у предложеном моделу и од њих је тражено да изврше рангирање алтернатива (локација) за избор места преласка газом у одбрамбеној операцији, у односу на дефинисане критеријума. Након обраде података из упитника и реализоване методе интервјуа са појединим експертима, извршено је агрегирање рангова помоћу EWAA оператора и усаглашен је ранг алтернатива. Добијањем коначних рангова алтернатива (локација) и обзиром да је ранг добијен предложеним моделом идентичан рангу добијеном помоћу експертских мишљења, закључено је да је предложена методологија валидна, односно да даје исправне и стабилне резултате, чиме је доказана прва појединачна, у оквиру треће посебне хипотезе.

За избор оптималне локације за успоставу *места преласка дубоким газом у одбрамбеној операцији*, коришћена је TrFN SAW метода, док је за дефинисање лингвистичких дескриптора у почетној матрици одлучивања коришћен софтвер DEXi. Формирањем почетне матрица одлучивања и примене корака наведене методе, добијене су финалне вредности преференција и ранг алтернатива. У циљу спровођења анализе осетљивости излазних резултата методологије, дефинисани су сценарији промене тежина критеријума. Применом наведених сценарија у методи TrFN SAW, добијени су нови рангови алтернатива. Након поређења предметних рангова са иницијалним рангом, закључено је да је предложена методологија конзистентна и да није осетљива на мање промене у тежинама критеријума, односно да даје стабилне резултате. Ради провере валидности добијених резултата, извршено је поређење резултата добијених предложеном методологијом, са резултатима других седам метода, у склопу компаративне анализе. Након спроведене анализе добијених резултата поређења, прорачунате су вредности Пирсоновог коэффициента корелације рангова и закључено да су добијени рангови алтернатива идентични рангу добијеном применом предложене методологије у истраживању, односно да предложена методологија даје валидне резултате. Ради утврђивања усаглашености добијених резултата са емпиријским сазнањима, извршено је додатно потврђивање валидности, тестирањем модела помоћу експерата. Експертима је, као и код места преласка

газом, подељен упитник са почетном матрицом одлучивања која је коришћена у предложеном моделу и од њих је тражено да изврше рангирање алтернатива (локација) за избор места преласка дубоким газом у одбрамбеној операцији. Обрадом података из упитника и реализоване методе интервјуа са појединим експертима, извршено је агрегирање рангова помоћу EWAA оператора и усаглашен је ранг алтернатива. Добијањем коначних рангова алтернатива (локација) и обзиром да је ранг добијен предложеним моделом идентичан рангу добијеном помоћу експертских мишљења, закључено је да је предложена методологија валидна, односно да даје исправне и стабилне резултате, чиме је доказана друга појединачна, у оквиру треће посебне хипотезе.

Дефинисање оптималне алтернативе (локације) за *место преласка подводним газом у одбрамбеној операцији* извршено је коришћењем развијене FF MAIRCA методе. Прво је формирана почетна матрица одлучивања, у којој су критеријуми који су лингвистичког типа, дефинисани помоћу софтвера за подршку одлучивању DEXi. Применом корака FF MAIRCA методе, добијен је ранг алтернатива, а самим тим и оптимална алтернатива. Ради провере конзистентности предложене методологије, извршена је анализа осетљивости, дефинисањем различитих сценарија промене тежина критеријума. Након примене наведених сценарија у методу FF MAIRCA добијени су нови рангови алтернатива. Затим, извршено је поређење добијених рангова, са иницијалним рангом. Анализом поређења, закључено је да је предложена методологија конзистентна, односно да даје стабилне резултате, али да је модел осетљив на мање промене тежинских коефицијената критеријума и да приликом одређивања истих треба обратити посебну пажњу. У циљу провере валидности добијених резултата, спроведена је компаративна анализа. Након извршеног поређења резултата добијених предложеном методологијом, са резултатима других пет метода и методологија, у којима су имплементирани ферматеан фази бројеви, закључено је да вредности Пирсоновог коефицијента корелације теже идеалној позитивној корелацији и да методологија даје валидне резултате. Додатна валидација модела, извршена је тестирањем истих од стране експерата, са циљем утврђивања усаглашености модела са емпиријским сазнањима. Након обраде резултата упитника који је подељен експертима, у којем је од њих је тражено да изврше рангирање алтернатива (локација) за избор места преласка подводним газом у одбрамбеној операцији на основу почетне матрице одлучивања, реализован је интервју са појединим експертима ради евентуалног

усаглашавања рангова алтернатива. Након добијања коначних рангова локација од стране експерата, извршено је агрегирање истих помоћу EWAA оператора. Добијањем коначних агрегираних рангова алтернатива (локација), на основу експертски мишљења, који је идентичан рангу добијеном помоћу предложене методологије, закључено је да је предложена методологија валидна, односно да даје исправне и стабилне резултате, чиме је доказана треће појединачна, у оквиру треће посебне хипотезе.

Избор оптималне локације за успоставу *скелског места преласка у одбрамбеној операцији* извршен је коришћењем Grey COPRAS методе. Поштујући кораке методе, прво је формирана почетна матрица одлучивања. За дефинисање лингвистичких дескриптора критеријума који су лингвистичког типа, коришћен је софтвер за подршку одлучивању DEXi. Даљом применом корака наведене методе, добијен је ранг алтернатива, а самим тим и оптимална алтернатива. Као и код претходних места прелазака, извршена је анализа осетљивости излазних резултата предложеног модела и компаративна анализа, као и тестирање модела помоћу експерата ради утврђивања валидности модела. Након спроведене анализе осетљивости, закључено је да је предложена методологија конзистентна и да није осетљива на мање промене у тежинама критеријума, односно да даје стабилне резултате. По спровођењу компаративне анализе (поређење резултата добијених предложеним моделом, са резултатима других пет метода), закључено је да предложена методологија даје валидне резултате. Резултати тестирања модела од стране експерата, спроведеног на исти начин као и код претходно наведених места прелазака, указују на усаглашеност модела са емпиријским сазнањима и на чињеницу да је предложена методологија валидна, односно да даје исправне и стабилне резултате, чиме је доказана четврта појединачна, у оквиру треће посебне хипотезе.

У циљу избора оптималне локације за успоставу *мостовног места преласка у одбрамбеној операцији*, коришћена је Rough MABAC метода. Формирањем почетне матрице одлучивања, започета је примена предметне методе, где је за критеријуме који су лингвистичког типа, за дефинисање лингвистичких дескриптора критеријума, коришћен софтвер DEXi. Применом осталих корака Rough MABAC методе, добијен је ранг алтернатива. У циљу провере конзистентности, стабилности и валидности предложеног модела, као и код свих претходних места прелазака, извршена је анализа осетљивости, компаративна анализа и тестирање модела помоћу експерата. Анализом осетљивости,

закључено је да је предложена методологија конзистентна и да није осетљива на мање промене у тежинама критеријума, односно да даје стабилне резултате. Компаративном анализом (поређење са других пет метода у којима су имплементирани груби бројеви), закључено је Пирсонов коефицијент корелације код свих метода тежи позитивној идеалној корелацији и да предложена методологија даје валидне резултате. Након тестирања модела од стране експерата, које је спроведено на идентичан начин као и код претходних места прелазака, закључено је да је предложена методологија валидна, односно да даје исправне и стабилне резултате, као и да је модел усаглашен са емпиријским сазнањима, чиме је доказана пета појединачна, у оквиру треће посебне хипотезе. *Доказивањем свих појединачни и свих посебних у оквиру појединачних хипотеза, доказана је општа (генерална) хипотеза, односно остварени су циљеви истраживања који су постављени.*

Поред наведених резултата истраживања, научни допринос овог рада, огледа се и у израђеном идејном решењу софтвера за подршку одлучивању, који је заснован на резултатима овог истраживања. Наведени софтвер би мање искусним старешинама пружио адекватну помоћ приликом доношења одлуке избору локације за предметна места прелазака у одбрамбеној операцији, поштујући основна начела, нормативну регулативу која регулише ову област, као и теоријска и емпиријска сазнања из области савлађивања водених препрека.

Резултати истраживања указују на конкретне и у пракси применљиве моделе за избор локација за савлађивање водених препрека у одбрамбеној операцији. Ово укључује избор оптималних локација, уз примену специфичних методолошких и математичких алата који су до сада развијени, као и оних који су развијени током истраживања. Анализе осетљивости, компаративне анализе и тестирање модела од стране експерата, додатно су потврдиле поузданост и применљивост предложених решења.

Научни допринос овог рада је вишеструк. Он укључује теоријске иновације у области вишекритеријумског одлучивања, као и практичне примере примене тих теорија у стварним ситуацијама. Друштвени значај истраживања огледа се у могућности побољшања самог процеса избора локација за савлађивање водених препрека у одбрамбеној операцији, што може имати далекосежне импликације на ефективност и ефикасност војних операција када се у зони операције налази водена препрека.

Резултати овог истраживања, могу се имплементирати у постојећа нормативна и доктринарна документа, која регулишу област савлађивања водених препрека, чиме би се

би се ова област детаљније уредила. Обзиром да постоји идејно решење софтвера, у којем су интегрисани модели за подршку одлучивању приликом избора локација за савлађивање водених препрека у одбрамбеној операцији, да постоји претходно истраживање везано за предметну област у нападној операцији, потребно је размотрити могућност да се у потпуности развије софтвер који ће помоћи мање искусним старешинама у Војсци Србије, који се баве овом облашћу, у доношењу одлука о избору локација за успоставу различитих места прелазака у борбеним операција, када се у зони операције налази водена препрека.

Ово истраживање отвара нове правце за будућа истраживања, како у области теоријског развоја тако и у практичној примени. Потреба за даљим истраживањем и верификацијом предложених метода и решења кроз симулациони софтвер, као и у другим областима истраживања, остаје важан аспект који би могао допринети додатном унапређењу области вишекритеријумског одлучивања.

ЖИТЕПАТЫПА

- Arif, M., Wirjodirdjo, B., Astika, I. M. J., & Rivai, A. (2021). Analysis of Selection of Arsenal Warehouse Locations To Support Kri Operations in the Koarmada Ii Area Analysis of Arsenal Storage Location Selection To Support the Operations of Indonesian Navy Warship (Kri) in the 2Nd Naval Fleet Territory. *Journal Asro*, 12(01), 40. <https://doi.org/10.37875/asro.v12i01.379>
- Armour, G. C., & Buffa, E. S. (1994). Heuristic algorithm and simulation approach to relative location of facilities. *American Society of Mechanical Engineers, Material Handling Division, MHD*, 2(2), 101–116. <https://doi.org/10.1287/mnsc.9.2.294>
- ATTP 3-34.39 (FM 20-3)/MCRP 3-17.6A *Camouflage, concealment, and decoys*. (2010). Department of the Army, USA.
- Badi, I., & Kridish, M. (2020). Landfill site selection using a novel FUCOM-CODAS model: A case study in Libya. *Scientific African*, 9, e00537. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2020.e00537>
- Badi, I., Muhammad, L. J., Abubakar, M., & Bakır, M. (2022). Measuring Sustainability Performance Indicators Using FUCOM-MARCOS Methods. *Operational Research in Engineering Sciences: Theory and Applications*, 5(2), 99–116. <https://doi.org/10.31181/ORESTA040722060B>
- Badi, I., & Pamucar, D. (2020). Supplier selection for steelmaking company by using combined grey-marcos methods. *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 3(2), 37–47. <https://doi.org/10.31181/dmame2003037b>
- Badi, I., Pamučar, D., Stević, Ž., & Muhammad, L. J. (2023). Wind farm site selection using BWM-AHP-MARCOS method: A case study of Libya. *Scientific African*, 19, e01511. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2022.e01511>
- Badi, I., Shetwan, A., & Hemeda, A. (2019). A grey-based assessment model to evaluate health-care waste treatment alternatives in Libya. *Operational Research in Engineering Sciences: Theory and Applications*, 2(3), 92–106. <https://doi.org/10.31181/oresta1903092b>
- Bajrami, S., Slavkovic, R., & Dulovic, L. (2017). Upravljanje troškovima operacije Vojske Srbije. *Vojno Delo*, 69(2), 280–296. <https://doi.org/10.5937/vojdela1702280B>
- Bana e Costa, C. A., & Vansnick, J. C. (1994). MACBETH - An interactive path towards the construction of cardinal value functions. *International Transactions in Operational Research*,

- I*(4), 489–500. [https://doi.org/10.1016/0969-6016\(94\)90010-8](https://doi.org/10.1016/0969-6016(94)90010-8)
- Baydaş, M., & Pamučar, D. (2022). Determining Objective Characteristics of MCDM Methods under Uncertainty: An Exploration Study with Financial Data. *Mathematics*, *10*(7), 1115. <https://doi.org/10.3390/math10071115>
- Bazić, M., & Danilović, N. (2015). Nacrt Naučne Zamisli Projekta Istraživanja. *Megatrend Revija*, *12*(2), 17–32.
- Beach, B. H. (1975). Expert judgment about uncertainty: Bayesian decision making in realistic settings. *Organizational Behavior and Human Performance*, *14*(1), 10–59. [https://doi.org/10.1016/0030-5073\(75\)90012-4](https://doi.org/10.1016/0030-5073(75)90012-4)
- Benini, A., Chataigner, P., Noumri, N., Parham, N., Sweeney, J., & Tax, L. (2017). *The Use of Expert Judgment in Humanitarian Analysis – Theory, Methods, Applications*.
- Biswas, S., Pamucar, D., Kar, S., & Sana, S. S. (2021). A new integrated FUCOM–CODAS framework with fermatean fuzzy information for multi-criteria group decision-making. *Symmetry*, *13*(12), 2430. <https://doi.org/10.3390/sym13122430>
- Bohanec, M. (2021). *DEXi: Program for Multi-Attribute Decision Making User's Manual*. <https://kt.ijs.si/MarkoBohanec/pub/DEXiManual505.pdf>
- Bonferroni, S. (1950). Sulle medie multiple di potenze. *Bolletino Matematica Italian*, *5*, 267–270.
- Bonissone, P. P., Subbu, R., & Lizzi, J. (2009). Multicriteria decision making (MCDM): A framework for research and applications. *IEEE Computational Intelligence Magazine*, *4*(3), 48–61. <https://doi.org/10.1109/MCI.2009.933093>
- Borbeno pravilo za pontonirske i amfibijske jedinice*. (1974). Vojnoizdavački zavod, Beograd.
- Boyacı, A. Ç., & Şişman, A. (2022). Pandemic hospital site selection: a GIS-based MCDM approach employing Pythagorean fuzzy sets. *Environmental Science and Pollution Research*, *29*(2), 1985–1997. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-15703-7>
- Božanić, D., Karović, S., Pamučar, D. (2015). Fazifikacija Saaty-jeve skale primenom trouglastog fuzzy broja sa promenljivim intervalom poverenja. *SYM-OP-IS 2015: XLII Simpozijum o Operacionim Istraživanjima*, 420–424.
- Božanić, D. (2017). *Model podrške odlučivanju pri savlađivanju vodenih prepreka u napadnoj operaciji kopnene vojske* [Doktorska disertacija, Univerzitet odbrane u Beogradu].
- Božanić, D., Epler, I., Puška, A., Biswas, S., Marinković, D., & Koprivica, S. (2024). 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*, 22(1), 101–123. <https://doi.org/10.22190/FUME230614026B>
- Božanić, D. I., & Pamučar, D. S. (2014). Evaluating locations for river crossing using fuzzy logic. *Vojnotehnicki Glasnik*, 58(1), 129–145. <https://doi.org/10.5937/vojtehg1001129b>
- Božanić, D., Jurišić, D., & Erkić, D. (2020). LBWA - Z-MAIRCA model supporting decision making in the army. *Operational Research in Engineering Sciences: Theory and Applications*, 3(2), 87–110. <https://doi.org/10.31181/oresta2003087b>
- Božanić, D., & Pamucar, D. (2023). Overview of the Method Defining Interrelationships Between Ranked Criteria II and Its Application in Multi-criteria Decision-Making. In *Lecture Notes in Electrical Engineering: Vol. 984 LNEE* (pp. 863–873). Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-19-8493-8_64
- Božanic, D., Pamučar, D., & Karović, S. (2016). Use of the fuzzy AHP-MABAC hybrid model in ranking potential locations for preparing laying-up positions. *Vojnotehnicki Glasnik*, 64(3), 705–729. <https://doi.org/10.5937/vojtehg64-9261>
- Božanić, D., Pamučar, D., Milić, A., Marinković, D., & Komazec, N. (2022). Modification of the Logarithm Methodology of Additive Weights (LMAW) by a Triangular Fuzzy Number and Its Application in Multi-Criteria Decision Making. *Axioms*, 11(3), 89. <https://doi.org/10.3390/axioms11030089>
- Božanić, D., Tešić, D., & Kočić, J. (2019). Multi-criteria FUCOM – Fuzzy MABAC model for the selection of location for construction of single-span bailey bridge. *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 2(1), 132–146. <https://doi.org/10.31181/dmame1901132b>
- Božanić, 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. <https://doi.org/10.31181/dmame2003019d>
- Božanić, D., Tešić, D., & Milićević, J. (2018). A hybrid fuzzy ahp-mabac model: Application in the serbian army -the selection of the location for deep wading as a technique of crossing the river by tanks. *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 1(1), 143–164. <https://doi.org/10.31181/dmame1801143b>
- Bozbura, F., Beskese, A., & Kahraman, C. (2007). Prioritization of human capital measurement

- indicators using fuzzy AHP. *Expert Systems with Applications*, 32(4), 1100–1112. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2006.02.006>
- Brandeau, M. L., & Chiu, S. S. (1989). An Overview of Representative Problems in Location Research. *Management Science*, 35(6), 645–674. <https://doi.org/10.1287/mnsc.35.6.645>
- Brans, J. P., Mareschal, B., & Vincke, P. (1984). PROMETHEE: A new family of outranking methods in multicriteria analysis. *Operational Research*, 3, 477–490. <https://ideas.repec.org/p/ulb/ulbeco/2013-9305.html>
- Brans, J. P., Vincke, P., & Mareschal, B. (1986). How to select and how to rank projects: The Promethee method. *European Journal of Operational Research*, 24(2), 228–238. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(86\)90044-5](https://doi.org/10.1016/0377-2217(86)90044-5)
- Brauers, W. K. M., & Zavadskas, E. K. (2010). Project management by multimoora as an instrument for transition economies. *Technological and Economic Development of Economy*, 16(1), 5–24. <https://doi.org/10.3846/tede.2010.01>
- Brauers, W. K., & Zavadskas, E. K. (2006). The MOORA method and its application to privatization in a transition economy. *Control and Cybernetics*, 35(2), 445–469.
- Carić, O., & Carić, M. (2011). Metodologija naučnog istraživanja. *Pedagoška Stvarnost*, 57(1–2), 26–32.
- Casson, L. (1995). *Ships and Seamanhip in the Ancient World*. Princeton University Press.
- Certo, S. C. (1997). *Modern Management: Diversity, Quality, Ethics, and the Global Environment*. Prentice Hall International, New Jersey.
- Chen, C.-T. (2000). A fuzzy MCDM method based on interval analysis for solving plant location selection problem. *Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers*, 17(1), 111–120. <https://doi.org/10.1080/10170669.2000.10432708>
- Chen, C. T. (2000). Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment. *Fuzzy Sets and Systems*, 114(1), 1–9. [https://doi.org/10.1016/S0165-0114\(97\)00377-1](https://doi.org/10.1016/S0165-0114(97)00377-1)
- Chi, T., & Fan, D. (1997). Cognitive limitations and investment “myopia.” *Decision Sciences*, 28(1), 27–57. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.1997.tb01301.x>
- Chira, I., Adams, M., & Thornton, B. (2011). Behavioral Bias Within The Decision Making Process. *Journal of Business & Economics Research (JBBER)*, 6(8), 11–20. <https://doi.org/10.19030/jber.v6i8.2456>

- Ćosić, P. (2008). *Rečnik sinonima*. Kornet, Beograd.
- Čupić, M., & Suknović, M. (2010). *Odlučivanje*. Fakultet organizacionih nauka, Beograd.
- Custer, R. L., Scarcella, J. A., & Stewart, B. R. (1999). The Modified Delphi Technique - A Rotational Modification. *Journal of Career and Technical Education*, 15(2), 50–58. <https://doi.org/10.21061/jcte.v15i2.702>
- Dalkey, N., & Helmer, O. (1963). An Experimental Application of the DELPHI Method to the Use of Experts. *Management Science*, 9(3), 458–467. <https://doi.org/10.1287/mnsc.9.3.458>
- Delbecq, A. L. (1967). The Management of Decision-Making Within the Firm: Three Strategies for Three Types of Decision-Making. *Academy of Management Journal*, 10(4), 329–339. <https://doi.org/10.2307/255266>
- Demir, G., & Arslan, R. (2022). Sensitivity Analysis in Multi-Criterion Decision-Making Problems. *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 24(3), 1025–1056. <https://doi.org/10.26745/ahbvuibfd.1103531>
- Demir, G., Chatterjee, P., & Pamucar, D. (2024). Sensitivity analysis in multi-criteria decision making: A state-of-the-art research perspective using bibliometric analysis. *Expert Systems with Applications*, 237, 121660. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.121660>
- Demir, G., Damjanović, M., Matović, B., & Vujadinović, R. (2022). Toward Sustainable Urban Mobility by Using Fuzzy-FUCOM and Fuzzy-CoCoSo Methods: The Case of the SUMP Podgorica. *Sustainability*, 14(9), 4972. <https://doi.org/10.3390/su14094972>
- Deveci, M., Pamucar, D., Gokasar, I., Köppen, M., Gupta, B. B., & Daim, T. (2023). Evaluation of Metaverse traffic safety implementations using fuzzy Einstein based logarithmic methodology of additive weights and TOPSIS method. *Technological Forecasting and Social Change*, 194, 122681. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122681>
- Divina, T. V., Petrakova, E. A., & Vishnevsky, M. S. (2019). Basic methods of analysis of expert assessments. *Economics and Business: Theory and Practice*, 7, 42–44. <https://doi.org/10.24411/2411-0450-2019-11072>
- Doktrina operacija Vojske Srbije*. (2012). MO, GŠ VS, ZOK, J-3.
- Doktrina Vojske Srbije*. (2010). Medija centar „ODBRANA“.
- Dörner, D., & Schaub, H. (1994). Errors in Planning and Decision-making and the Nature of Human Information Processing . *Applied Psychology*, 43(4), 433–453. <https://doi.org/10.1111/j.1464-0597.1994.tb00839.x>

- Drucker, P. F. (1954). *The Practice of Management*. Harper & Row, New York.
- Eilon, S. (1969). What Is a Decision? *Management Science*, 16(4), 172–189. <https://www.jstor.org/stable/2628797>
- Einhorn, H. J. (1972). Expert measurement and mechanical combination. *Organizational Behavior and Human Performance*, 7(1), 86–106. [https://doi.org/10.1016/0030-5073\(72\)90009-8](https://doi.org/10.1016/0030-5073(72)90009-8)
- Eret, L. (2017). Neka razmatranja o primjeni delfi metode u kvalitativnim istraživanjima odgoja i obrazovanja. *Školski Vjesnik : Časopis Za Pedagogijsku Teoriju I Praksu*, 66(1), 77–93.
- Falkowski, M., & Model, A. (2019). Procedures of crossing water obstacles in the light of binding normative documents. *Scientific Journal of the Military University of Land Forces*, 193(3), 443–458. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0013.5001>
- Farahani, R. Z., & Asgari, N. (2007). Combination of MCDM and covering techniques in a hierarchical model for facility location: A case study. *European Journal of Operational Research*, 176(3), 1839–1858. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2005.10.039>
- Farid, H. M. A., Bouye, M., Riaz, M., & Jamil, N. (2023). Fermatean Fuzzy CODAS Approach with Topology and Its Application to Sustainable Supplier Selection. *Symmetry*, 15(2), 433. <https://doi.org/10.3390/sym15020433>
- Feynman, R. (1955). The value of science. *Engineering and Science*, 19(3), 13–15.
- FM 3-34: *Engineer Operations* (Issue DECEMBER). (2020). Headquarters, Department of the Army, USA. https://armypubs.army.mil/epubs/DR_pubs/DR_a/ARN31353-FM_3-34-000-WEB-1.pdf
- Franklin, B. (2016). *The Autobiography of Benjamin Franklin*. Lerner Publishing Group, Minneapolis. <https://www.biografija.org/knjizevnost/benzamin-frenklin-benjamin-franklin/>
- French, S., & Roy, B. (1997). Multicriteria Methodology for Decision Aiding. In *The Journal of the Operational Research Society* (Vol. 48, Issue 12). Kluwer Academic Publishers, Amsterdam. <https://doi.org/10.2307/3010757>
- Ghorabae, M. K., Zavadskas, E. K., Olfat, L., Turskis, Z., 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. <https://doi.org/10.15388/Informatica.2015.57>
- Gigović, L., Pamučar, D., Bajić, Z., & Milićević, M. (2016). The combination of expert judgment and GIS-MAIRCA analysis for the selection of sites for ammunition depots. *Sustainability*

- (Switzerland), 8(4), 372. <https://doi.org/10.3390/su8040372>
- Gomes, L. F. A. M., & Lima, M. M. P. P. (1992). TODIM: Basics and application to multicriteria ranking of projects with environmental impacts. *Foundations of Computing and Decision Sciences*, 16(4), 113–127.
- Gordić, M., Termiz, D., Tančić, D., Gordić, M., Termiz, D., & Tančić, D. (2015). *Metodološki osnovi istraživanja bezbednosti, odbrane i terorizma*. Markos, Banja Luka.
- Griffin, J. I., & Isard, W. (1957). Location and Space-Economy. In *Land Economics* (Vol. 33, Issue 4). Technology Press and John Wiley, New York. <https://doi.org/10.2307/3144316>
- Gul, M., Lo, H. W., & Yucesan, M. (2021). Fermatean fuzzy TOPSIS-based approach for occupational risk assessment in manufacturing. *Complex and Intelligent Systems*, 7(5), 2635–2653. <https://doi.org/10.1007/s40747-021-00417-7>
- Habenicht, W., Scheubrein, B., & Scheubrein, R. (2002). Multiple-criteria decision making. *Theme*, 6(5).
- Hajduk, S. (2022). Multi-Criteria Analysis in the Decision-Making Approach for the Linear Ordering of Urban Transport Based on TOPSIS Technique. *Energies*, 15(1), 274. <https://doi.org/10.3390/en15010274>
- Hall, R. (1977). *Expert Livestock Judgment: a Descriptive Analysis of the Development of Expertise*. Kansas State University.
- Hammond, J. S., Keeney, R. L., & Raiffa, H. (2006). The Hidden Traps in Decision Making. *Harvard Business Review*, 84(1), 118–127.
- Harvard Business Review, I. (2001). Harvard Business Review on Decision Making. In *Management Decision* (Vol. 10, Issue 3). Harvard Business School Publishing, Boston.
- He, J., & Hung, W. (2012). Perception of policy-makers on policy-making criteria: The case of vehicle emissions control. *Science of The Total Environment*, 417–418, 21–31. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.12.045>
- Helmer, O. (1967). *Systematic use of expert opinions*. RAND Corporation, Santa Monica, CA. <https://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/papers/2006/P3721.pdf>
- Horn, J. (1997). *Multicriterion Decision Making, Handbook of Evolutionary Computation* (T. Back, D. Fogel, & Z. Michalewicz (Eds.)). Oxford University Press, New York, USA.
- Hotelling, H. (1929). Stability in Competition. *The Economic Journal*, 39(153), 41. <https://doi.org/10.2307/2224214>

- Hristov, S. (1978). *Organizacija inženjerskih radova*. Vojnoizdavački zavod, Beograd.
- Hwang, C.-L., & Yoon, K. (1981). Methods for Multiple Attribute Decision Making. In *Multiple Attribute Decision Making* (pp. 58–191). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-48318-9_3
- Inženjersko obezbeđenje pokreta*. (1982). Vojnotehnički institut, Sektor za dokumentaciju i informacije, Beograd.
- Jin, Y., Wu, H., Merigó, J. M., & Peng, B. (2019). Generalized Hamacher aggregation operators for intuitionistic uncertain linguistic sets: Multiple attribute group decision making methods. *Information (Switzerland)*, 10(6), 206. <https://doi.org/10.3390/info10060206>
- Jokić, Ž., Božanić, D., & Pamučar, D. (2021). Selection of fire position of mortar units using LBWA and fuzzy MABAC model. *Operational Research in Engineering Sciences: Theory and Applications*, 4(1), 115–135. <https://doi.org/10.31181/oresta20401156j>
- Ju-Long, D. (1982). Control problems of grey systems. *Systems and Control Letters*, 1(5), 288–294. [https://doi.org/10.1016/S0167-6911\(82\)80025-X](https://doi.org/10.1016/S0167-6911(82)80025-X)
- Kahneman, D., & Tversky, A. (1979). Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk. *Econometrica*, 47(2), 263–292. <https://doi.org/10.2307/1914185>
- Kara, K., Cihan Yalçın, G., Simic, V., Tuğrul Yıldırım, A., Pamucar, D., & Siarry, P. (2024). A spherical fuzzy-based DIBR II-AROMAN model for sustainability performance benchmarking of wind energy power plants. *Expert Systems with Applications*, 253, 124300. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2024.124300>
- Karagoz, S., Deveci, M., Simic, V., Aydin, N., & Bolukbas, U. (2020). A novel intuitionistic fuzzy MCDM-based CODAS approach for locating an authorized dismantling center: a case study of Istanbul. *Waste Management and Research*, 38(6), 660–672. <https://doi.org/10.1177/0734242X19899729>
- 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. <https://doi.org/10.3846/jbem.2010.12>
- Keshavarz-Ghorabae, M., Amiri, M., Hashemi-Tabatabaei, M., Zavadskas, E. K., & Kaklauskas, A. (2020). A new decision-making approach based on fermatean fuzzy sets and WASPAS for green construction supplier evaluation. *Mathematics*, 8(12), 1–24.

<https://doi.org/10.3390/math8122202>

- Keshavarz Ghorabae, M., Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Antucheviciene, J. (2016). A new combinative distance-based assessment (CODAS) method for multi-criteria decision-making. *Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research*, 50(3), 25–44.
- Köksalan, M., Wallenius, J., & Zionts, S. (2011). Multiple criteria decision making: From early history to the 21st century. In *Multiple Criteria Decision Making: From Early History to the 21st Century*. World Scientific. <https://doi.org/10.1142/8042>
- Kovačević, S. (1994). *Priprema i izvodjenje odbrambene operacije u zahvatu velikih vodenih tokova* [Doktorska disertacija, Centar vojnih škola Vojske Jugoslavije, Beograd].
- Lai, C. M. (2019). Integrating simplified swarm optimization with AHP for solving capacitated military logistic depot location problem. *Applied Soft Computing Journal*, 78, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2019.02.016>
- Lester, G., & Bartles, C. (2017). *The Russian Way of War: Force Structure, Tactics, and Modernization of the Russian Ground Forces*. U.S. Army Training and Doctrine Command G2's Foreign Military Studies Office, Fort Leavenworth, Kansas.
- Linstone, H. A. (1985). The Delphi Technique. In *Environmental Impact Assessment, Technology Assessment, and Risk Analysis* (pp. 621–649). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-70634-9_22
- Liou, T.-S. S., & Wang, M.-J. J. J. (1992). Ranking fuzzy numbers with integral value. *Fuzzy Sets and Systems*, 50(3), 247–255. [https://doi.org/10.1016/0165-0114\(92\)90223-Q](https://doi.org/10.1016/0165-0114(92)90223-Q)
- Litvak, B. G. (2004). *Expert technologies in management*. Delo, Moskva.
- Liu, S., Fang, Z., Yang, Y., & Forrest, J. (2012). General grey numbers and their operations. *Grey Systems*, 2(3), 341–349. <https://doi.org/10.1108/20439371211273230>
- Liu, S., & Yi, L. (2006). Grey Numbers and Their Operations. In *Grey Information* (pp. 23–43). Springer-Verlag. https://doi.org/10.1007/1-84628-342-6_2
- MacCrimmon, K. R. (1968). Decision Making Among Multiple-Attribute Alternatives: A Survey and Consolidated Approach. In *Arpa Order* (Vol. 189, Issue 1). The Rand Corporation, Santa Monica, Calif. https://www.rand.org/pubs/research_memoranda/RM4823.html
- Maqsood, T., Finegan, A., & L. Armstrong, H. (2004). Biases and Heuristics in Judgment and Decision Making: The Dark Side of Tacit Knowledge. *Issues in Informing Science and Information Technology*, 1, 0295–0301. <https://doi.org/10.28945/740>

- Marjanović, M., Mihailović, I., & Spasić, K. (2018). *Strategijski menadžment*. Visoka poslovna škola strukovnih studija, Leskovac.
- Massam, B. H. (1988). Multi-Criteria Decision Making (MCDM) techniques in planning. *Progress in Planning*, 30(PART 1), 1–84. [https://doi.org/10.1016/0305-9006\(88\)90012-8](https://doi.org/10.1016/0305-9006(88)90012-8)
- Matić, B., Marinković, M., Jovanović, S., Sremac, S., & Stević, Ž. (2022). Intelligent Novel IMF D-SWARA—Rough MARCOS Algorithm for Selection Construction Machinery for Sustainable Construction of Road Infrastructure. *Buildings*, 12(7), 1059. <https://doi.org/10.3390/buildings12071059>
- McKenzie, J., van Winkelen, C., & Grewal, S. (2011). Developing organisational decision-making capability: A knowledge manager's guide. *Journal of Knowledge Management*, 15(3), 403–421. <https://doi.org/10.1108/13673271111137402>
- Miladinović, V. (1992). Primena metoda ekspertskih mišljenja u prognoziranju i pripremi za donošenje odluka. *Vojnotehnicki Glasnik*, 40(5), 237–247. <https://doi.org/10.5937/VojTehG9203237M>
- Milić, A., Randelović, A., & Devetak, S. (2019). Savremene tehnologije u obuci komandnog kadra za izvođenje odbrambenih operacija. *Vojno Delo*, 71(7), 251–264. <https://doi.org/10.5937/vojdela1907251M>
- Milić, M. (2014). *Odlučivanje i poslovna inteligencija*. Univerzitet za poslovni inženjering i menadžment, Banja Luka.
- Milićević, M. (2014). *Ekspertska ocenjivanje*. Medija centar „ODBRANA“, Beograd.
- Milićević, M. R., & Župac, G. Ž. (2012). Subjective approach to the determination of criteria weights. *Vojnotehnicki Glasnik*, 60(2), 48–70. <https://doi.org/10.5937/vojtehgl202048M>
- Milosavljević, S., & Radosavljević, I. (2003). *Osnovi metodologije političkih nauka (drugo izmenjeno i dopunjeno izdanje)*. Službeni glasnik, Beograd.
- Milovanović, D. (1979). *Utvrđivanje*. Vojnoizdavački zavod, Beograd.
- Milovanović, M. (2004). *Odlučivanje u borbenim dejstvima*. Vojnoizdavački zavod-Vojna štamparija, Beograd.
- Misovic, S. (2017). Defense: Definition, functions, principles and division. *Vojno Delo*, 69(4), 167–189. <https://doi.org/10.5937/vojdela1703167m>
- Mučibabić, S. (2003). *Odlučivanje u konfliktnim situacijama*. Vojnoizdavački zavod-Vojna štamparija, Beograd.

- Nikolić, J. (2018). Biases in the decision-making process and possibilities of overcoming them. *Ekonomski Horizonti*, 20(1), 45–59. <https://doi.org/10.5937/ekonhor1801045n>
- Nikolić, V. (1969). *Inženjerijsko obezbeđenje savlađivanja vodenih prepreka*. Uprava inženjerije, GŠ JNA, Beograd.
- Ocokoljić, M., Milijašević, D., & Milanović, A. (2009). Klasifikacija rečnih voda Srbije po stepenu njihove zagađenosti. *Zbornik Radova - Geografski Fakultet Univerziteta u Beogradu*, 57, 7–18.
- Önüt, S., Efindigil, T., & Soner Kara, S. (2010). A combined fuzzy MCDM approach for selecting shopping center site: An example from Istanbul, Turkey. *Expert Systems with Applications*, 37(3), 1973–1980. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2009.06.080>
- Opricovic, S. (1998). Multicriteria optimization of civil engineering systems. *Faculty of Civil Engineering, Belgrade*, 2(1), 5–21. [http://scholar.google.es/scholar?hl=es&q=Opricovic,+S.+\(1998\).+&btnG=&lr=#3](http://scholar.google.es/scholar?hl=es&q=Opricovic,+S.+(1998).+&btnG=&lr=#3)
- Opricovic, S. (2011). Fuzzy VIKOR with an application to water resources planning. *Expert Systems with Applications*, 38(10), 12983–12990. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.04.097>
- Opricović, S. (1986). *Višekriterijumska optimizacija*. Naučna knjiga, Beograd.
- Opricovic, S., & Tzeng, G. H. (2004). Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. *European Journal of Operational Research*, 156(2), 445–455. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(03\)00020-1](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(03)00020-1)
- Oxford Advanced Learner's Dictionary*. (2023). <https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/decision?q=decision>
- Pamučar, D. (2025). *Višeatributivno donošenje odluka*. [Neobjavljeni rukopis knjige].
- Pamučar, D., Božanić, D., & Đorović, B. (2011). *Fuzzy logic in decision making process in the Armed Forces of Serbia*. LAMBERT Academic Publishing, Saarbrücken.
- Pamučar, D., Božanić, D., Đorović, B., & Milić, A. (2011). Modelling of the fuzzy logical system for offering support in making decisions within the engineering units of the Serbian Army. *International Journal of the Physical Sciences*, 6(3), 592–609. <https://doi.org/10.5897/IJPS11.012>
- Pamucar, D., Božanic, D., & Randelovic, A. (2017). Multi-criteria decision making: An example of sensitivity analysis. *Serbian Journal of Management*, 12(1), 1–27.

<https://doi.org/10.5937/sjm12-9464>

- Pamučar, D., & Ćirović, G. (2015). The selection of transport and handling resources in logistics centers using Multi-Attributive Border Approximation area Comparison (MABAC). *Expert Systems with Applications*, 42(6), 3016–3028. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2014.11.057>
- Pamucar, D., Deveci, M., Gokasar, I., Işık, M., & Zizovic, M. (2021). Circular economy concepts in urban mobility alternatives using integrated DIBR method and fuzzy Dombi CoCoSo model. *Journal of Cleaner Production*, 323, 129096. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129096>
- Pamucar, D., Simic, V., Lazarević, D., Dobrodolac, M., & Deveci, M. (2022). Prioritization of sustainable mobility sharing systems using integrated fuzzy DIBR and fuzzy-rough EDAS model. *Sustainable Cities and Society*, 82, 103910. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.103910>
- 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(9), 5045–5068. <https://doi.org/10.1007/s00521-018-03997-7>
- 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. <https://doi.org/10.3390/sym10090393>
- Pamučar, D., Vasin, L., & Lukovac, V. (2014). Selection of railway level crossings for investing in security equipment using hybrid DEMATEL-MARICA model. *Proceedings of the XVI International Scientific-Expert Conference of Railways RAILCON*, 89–92.
- Pamucar, D., Yazdani, M., Montero-Simo, M. J., Araque-Padilla, R. A., & Mohammed, A. (2021). Multi-criteria decision analysis towards robust service quality measurement. *Expert Systems with Applications*, 170, 114508. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.114508>
- Pamučar, D., Žižović, M., Biswas, S., & Božanić, D. (2021). A new logarithm methodology of additive weights (LMAW) for multi-criteria decision-making: Application in logistics. *Facta Universitatis, Series: Mechanical Engineering*, 19(3), 361–380. <https://doi.org/10.22190/FUME210214031P>
- Parkan, C. (1994). Operational competitiveness ratings of production units. *Managerial and Decision Economics*, 15(3), 201–221. <https://doi.org/10.1002/mde.4090150303>
- Pavličić, D. (2007). *Teorija odlučivanja*. Ekonomski fakultet Univerziteta u Beogradu.

- Pawlak, Z. (1982). Rough sets. *International Journal of Computer & Information Sciences*, 11(5), 341–356. <https://doi.org/10.1007/BF01001956>
- Pawlak, Z. (1991). *Rough sets-theoretical aspects of reasoning about data*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands.
- Pawlak, Z. (1996). Rough sets, rough relations and rough functions. *Fundamenta Informaticae*, 27(2–3), 103–108.
- Pawlak, Z., & Sowinski, R. (1994). Rough set approach to multi-attribute decision analysis. *European Journal of Operational Research*, 72(3), 443–459. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(94\)90415-4](https://doi.org/10.1016/0377-2217(94)90415-4)
- Petrovic, R., Guberinic, S., Matejić, V., & Mikic, O. (1970). *Sistemi, upravljanje sistemima, sistemske discipline, tehnike i metode*. Institut “Mihailo Pupin”, Beograd. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:187321135>
- Phelps, R., & Shanteau, J. (1978). Livestock judges: How much information can an expert use? *Organizational Behavior and Human Performance*, 21(2), 209–219. [https://doi.org/10.1016/0030-5073\(78\)90050-8](https://doi.org/10.1016/0030-5073(78)90050-8)
- Pifat, V. (1980). *Prelaz preko reka*. Vojnoizdavački zavod, Beograd.
- Pontonski most M-71 (PM-M71)*. (1999). Generalštab Vojske Jugoslavije, Sektor pozadine, Tehnička uprava.
- Pravilo brigada Kopnene vojske-privremeno*. (2020). Ministarstvo odbrane, Generalštab Vojske Srbije, Kopnena vojska.
- Pravilo Rečna flotila-privremeno*. (2020). Ministarstvo odbrane, Generalštab Vojske Srbije, Kopnena vojska.
- Pravilo Rečna flotila*. (2022). Ministarstvo odbrane, Generalštab Vojske Srbije, Kopnena vojska.
- Priručnik za vožnju tenkova i oklopnih transportera*. (1971). SSNO, GŠ JNA, Uprava OJ.
- Purnomo, J., Fanani, Z., Domai, T., & Hariswanto, A. (2020). The model for determining location of naval base using AHP method and set covering problem. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*, 101(5), 122–131. <https://doi.org/10.18551/rjoas.2020-05.13>
- Puška, A., Nedeljković, M., Pamučar, D., Božanić, D., & Simić, V. (2024). Application of the new simple weight calculation (SIWEC) method in the case study in the sales channels of agricultural products. *MethodsX*, 13, 102930. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2024.102930>
- Puška, A., Stević, Ž., & Pamučar, D. (2022). Evaluation and selection of healthcare waste

- incinerators using extended sustainability criteria and multi-criteria analysis methods. *Environment, Development and Sustainability*, 24(9), 11195–11225. <https://doi.org/10.1007/s10668-021-01902-2>
- Puška, A., Štilić, A., Božanić, D., Đurić, A., & Marinkovic, D. (2023). Selection of EVs as Tourist and Logistic Means of Transportation in Bosnia and Herzegovina's Nature Protected Areas Using Z-Number and Rough Set Modeling. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 2023, 1–17. <https://doi.org/10.1155/2023/5977551>
- Puška, A., Štilić, A., Pamučar, D., Božanić, D., & Nedeljković, M. (2024). Introducing a Novel multi-criteria Ranking of Alternatives with Weights of Criterion (RAWEC) model. *MethodsX*, 12, 102628. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2024.102628>
- Puška, A., Stojanović, I., Maksimović, A., & Osmanović, N. (2020). Evaluation software of project management by using measurement of alternatives and ranking according to compromise solution (MARCOS) method. *Operational Research in Engineering Sciences: Theory and Applications*, 3(1), 89–102. <https://doi.org/10.31181/ORESTA2001089P>
- Radović, D., Stević, Ž., Pamučar, D., Zavadskas, E., Badi, I., Antuchevičiene, J., & Turskis, Z. (2018). Measuring Performance in Transportation Companies in Developing Countries: A Novel Rough ARAS Model. *Symmetry 2018, Vol. 10, Page 434, 10(10)*, 434. <https://doi.org/10.3390/SYM10100434>
- Rakićević, T. (1969). Hidrološke odlike Južne Morave (opis vodotoka). *Zbornik Radova Geografskog Instituta "Jovan Cvijić"*, 22, 201–225.
- Republički hidrometeorološki zavod. (2023). https://www.hidmet.gov.rs/data/hidro_pov_godisnjaci/2021.pdf
- Rezaei, J. (2015). Best-worst multi-criteria decision-making method. *Omega (United Kingdom)*, 53, 49–57. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2014.11.009>
- Rkman, I. (1984). *Utvrđivanje*. Vojnoizdavački zavod, Beograd.
- Rodgers, J. L., & Nicewander, W. A. (1988). Thirteen Ways to Look at the Correlation Coefficient. *The American Statistician*, 42(1), 59. <https://doi.org/10.2307/2685263>
- Roljić, L., Landika, M., & Mikić, Đ. (2013). Optimalizacija, simulacija, metode pretraživanja i teorija igara u ekonomiji i menadžmentu. *EMC Review - Časopis Za Ekonomiju - APEIRON*, 5(1), 123–141. <https://doi.org/10.7251/EMC1301123R>
- Roszkowska, E., & Kacprzak, D. (2016). The fuzzy SAW and fuzzy TOPSIS procedures based on

- ordered fuzzy numbers. *Information Sciences*, 369, 564–584.
<https://doi.org/10.1016/j.ins.2016.07.044>
- Saaty, T. L. (1980). *The analytical hierarchy process*. McGraw-Hill, New York.
- Schober, P., Boer, C., & Schwarte, L. A. (2018). Correlation Coefficients: Appropriate Use and Interpretation. *Anesthesia & Analgesia*, 126(5), 1763–1768.
<https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000002864>
- Schoemaker, P. J. H., & Russo, J. E. (2014). *Decision-making*. Palgrave Macmillan, Palgrave Encyclopedia, London, UK.
- Šečković, V. (1972). *Inženjerijsko izviđanje*. Vojna štamparija, Beograd.
- Seiford, L. M. (1996). Data envelopment analysis: The evolution of the state of the art (1978-1995). *Journal of Productivity Analysis*, 7(2–3), 99–137.
<https://doi.org/10.1007/BF00157037>
- Senapati, T., & Yager, R. R. (2019a). Fermatean fuzzy weighted averaging/geometric operators and its application in multi-criteria decision-making methods. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 85, 112–121. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2019.05.012>
- Senapati, T., & Yager, R. R. (2019b). Some New Operations Over Fermatean Fuzzy Numbers and Application of Fermatean Fuzzy WPM in Multiple Criteria Decision Making. *Informatica*, 30(2), 391–412. <https://doi.org/10.15388/Informatica.2019.211>
- Senapati, T., & Yager, R. R. (2020). Fermatean fuzzy sets. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 11(2), 663–674. <https://doi.org/10.1007/s12652-019-01377-0>
- Sennaroglu, B., & Varlik Celebi, G. (2018). A military airport location selection by AHP integrated PROMETHEE and VIKOR methods. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 59, 160–173. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2017.12.022>
- Setiadji, A., Sukandari, B., Widjayanto, J., & Najib, R. (2020). Decision Selection Model of Landing Beach in Amphibious Operations Exercise With Fuzzy Mcdm. *Journal Asro*, 11(2), 22. <https://doi.org/10.37875/asro.v11i2.266>
- Silva, L. C. E., De Franca Dantas Daher, S., Santiago, K. T. M., & Costa, A. P. C. S. (2019). Selection of an integrated security area for locating a state military police station based on MCDM/A method. *Conference Proceedings - IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, 2019-October*, 1530–1534. <https://doi.org/10.1109/SMC.2019.8914307>
- Simon, H. (1960). *The New Science of Management Decisions*. Harper & Brothers Publishers,

New York, US.

- Sivaček, J., & Sivaček, J. (2011). Naučno razumevanje društvenih sukoba, osnov nauka odbrane. *Vojno Delo*, 63(2), 174–182. https://www.vojnodelo.mod.gov.rs/pdf_clanci/vojnodelo360/vd-360-2011-63-2-17-Sivacek.pdf
- Slovic, P. (1969). Analyzing the expert judge: A descriptive study of a stockbroker's decision process. *Journal of Applied Psychology*, 53(4), 255–263. <https://doi.org/10.1037/h0027773>
- Smithies, A. (1941). Optimum Location in Spatial Competition. *Journal of Political Economy*, 49(3), 423–439. <https://doi.org/10.1086/255724>
- Song, W., Ming, X., Wu, Z., & Zhu, B. (2014). A rough TOPSIS Approach for Failure Mode and Effects Analysis in Uncertain Environments. *Quality and Reliability Engineering International*, 30(4), 473–486. <https://doi.org/10.1002/QRE.1500>
- Španović, I. (1983). *Vojni putevi*. Vojnoizdavački zavod, Beograd.
- Srđević, B., Srđević, Z., Lakićević, M., & Galamboš, L. (2016). O objektivnim metodima određivanja težina kriterijuma u višekriterijumskim analizama i optimizaciji. *Letopis Naučnih Radova / Annals of Agronomy*, 40(1), 78–86.
- Stanimirović, P., Stojković, N., & Petković, M. (2007). *Matematičko programiranje*. Matematički fakultet, Univerzitet u Nišu, Niš.
- Stanujkić, D., Zavadskas, E. K., KESHAVARZ Ghorabae, M., & Turskis, Z. (2017). An Extension of the EDAS Method Based on the Use of Interval Grey Numbers. *Studies in Informatics and Control*, 26(1), 5–12. <https://doi.org/10.24846/v26i1y201701>
- Stanujkić, D., Zavadskas, E. K., Sifeng, L., Karabašević, D., & Popović, G. (2017). Improved OCRA Method Based on the Use of Interval Grey Numbers. *Journal of Grey System*, 29(4), 49–60. link.gale.com/apps/doc/A551963854/AONE?u=anon~dcb5f6d2&sid=googleScholar&xid=ebbaf75f
- Stevanović, M., & Jonke, L. (1967). *Rečnik srpskohrvatskog književnog jezika*. Matica srpska, Novi Sad, Zagreb.
- Stevens, B. H. (1961). An application of game theory to a problem in location strategy. *Papers of the Regional Science Association*, 7(1), 143–157. <https://doi.org/10.1007/BF01969077>
- Stević, Ž. (2018). *Integrirani model vrednovanja dobavljača u lancima snabdevanja* [Doktorska

- disertacija, Univerzitet u Novom Sadu].
- Stević, Ž., Pamučar, D., Kazimieras Zavadskas, E., Čirović, G., Prentkovskis, O., Zavadskas, E. K., Čirović, G., & Prentkovskis, O. (2017). The selection of wagons for the internal transport of a logistics company: A novel approach based on rough BWM and rough SAW methods. *Symmetry*, 9(11), 264. <https://doi.org/10.3390/sym9110264>
- Stević, Ž., Pamučar, D., Puška, A., & Chatterjee, P. (2020). Sustainable supplier selection in healthcare industries using a new MCDM method: Measurement of alternatives and ranking according to COmpromise solution (MARCOS). *Computers & Industrial Engineering*, 140, 106231. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.106231>
- Stojiljković, M. (1975). *Proces donošenja odluke*. Vojnoizdavački zavod, Beograd.
- Strategija odbrane Republike Srbije*. (2019). „Službeni glasnik RS“, broj 94 od 27. decembra 2019. godine.
- Suharyo, O. S., Manfaat, D., & Armono, H. D. (2017). Establishing the location of naval base using fuzzy MCDM and covering technique methods: A case study. *International Journal of Operations and Quantitative Management*, 23(1), 61–87.
- Suharyo, O. S., Widodo, E., Herdiawan, D., & Purnomo, J. (2020). Determination of Maintenance Facility Locations and Improvements To Support the Operation of Indonesian Navy in North Natuna Sea By the Fuzzy Mcdm Methods. *Journal Asro*, 11(2), 51. <https://doi.org/10.37875/asro.v11i2.269>
- Syropoulos, A. (2021). Fuzzy Sets and Fuzzy Logic. In *Encyclopedia of Computer Science and Technology*. Prentice hall, New Jersey. <https://doi.org/10.1201/9781315115894-45>
- Tadic, S., Krstic, M., Roso, V., & Brnjac, N. (2020). Dry port terminal location selection by applying the hybrid grey MCDM model. *Sustainability (Switzerland)*, 12(17). <https://doi.org/10.3390/su12176983>
- Taherdoost, H., & Madanchian, M. (2023). Multi-Criteria Decision Making (MCDM) Methods and Concepts. *Encyclopedia*, 3(1), 77–87. <https://doi.org/10.3390/encyclopedia3010006>
- Taktičko-tehnički priručnik*. (1967). DSNO, Generalštab JNA, Odeljenje za pravila.
- Tanjga, R., & Tanjga, M. (2014). *Teorija odlučivanja*. Visoka škola za ekonomiju i informatiku, Prijedor.
- Tešić, D. (2018). *Procena opasnosti od poplava u Republici Srbiji primenom metoda višekriterijumskog odlučivanja* [Master rad, Univerzitet Singidunum].

- Tešić, D., & Božanić, D. (2018). Application of the MAIRCA method in the selection of the location for crossing tanks under water. *Tehnika*, 73(6), 860–867. <https://doi.org/10.5937/tehnika1806860t>
- Tešić, D., & Božanić, D. (2024). Model for determining competences of experts in the field of Military Science. *Vojno Delo*, 76(1), 1–22. <https://doi.org/10.5937/vojdelo2401001t>
- Tešić, D., Božanić, D., & Khalilzadeh, M. (2024a). Enhancing Multi-Criteria Decision-Making with Fuzzy Logic: An Advanced Defining Interrelationships Between Ranked II Method Incorporating Triangular Fuzzy Numbers. *Journal of Intelligent Management Decision*, 3(1), 56–67. <https://doi.org/10.56578/jimd030105>
- Tešić, D., Božanić, D., & Khalilzadeh, M. (2024b). Enhancement of the Defining Interrelationships Between Ranked Criteria II Method Using Interval Grey Numbers for Application in the Grey-Rough MCDM Model. *International Journal of Knowledge and Innovation Studies*, 2(3), 81–91. <https://doi.org/10.56578/ijkis020203>
- Tešić, D., Božanić, D., & Milić, A. (2018). Application of the fuzzy AHP-TOPSIS model using Ma-Zheng scale: selection of the location for crossing the tanks over a frozen water obstacle. *Proceedings of the 2nd International Conference on Management, Engineering and Environment, Belgrade, Serbia*, 396–406.
- Tešić, D., Božanić, D., & Milić, A. (2023). A Multi-Criteria Decision-Making Model for Pontoon Bridge Selection: An Application of the DIBR II-NWBM-FF MAIRCA Approach. *Journal of Engineering Management and Systems Engineering*, 2(4), 212–223. <https://doi.org/10.56578/jemse020403>
- Tešić, D., Božanić, D., & Miljković, B. (2024). Implementation of trapezoidal fuzzy numbers in the Defining interrelationships between ranked criteria II method and application in the MCDM model. *Proceedings of Abstracts of International Conference Analysis, Topology and Applications (ATA2024), Vrnjačka Banja, Serbia, June 29-July 03*, 36.
- Tešić, D., Božanić, D., Pamučar, D., & Din, J. (2022). DIBR - Fuzzy MARCOS model for selecting a location for a heavy mechanized bridge. *Vojnotehnicki Glasnik*, 70(2), 314–339. <https://doi.org/10.5937/vojtehg70-35944>
- Tešić, D., Božanić, D., & Puška, A. (2024). Application of multi-criteria decision making for the selection of a location for crossing a water obstacle by fording in a defense operation. *Vojnotehnicki Glasnik*, 72(3), 1120–1146. <https://doi.org/10.5937/vojtehg72-51249>

- 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. <https://doi.org/10.31181/rme20008012023t>
- Tešić, D., Božanić, D., Radovanović, M., & Petrovski, A. (2023). Optimising Assault Boat Selection for Military Operations: An Application of the DIBR II-BM-CoCoSo MCDM Model. *Journal of Intelligent Management Decision*, 2(4), 160–171. <https://doi.org/10.56578/jimd020401>
- Tešić, D., & Khalilzadeh, M. (2024). Development of the rough Defining Interrelationships Between Ranked criteria II method and its application in the MCDM model. *Journal of Decision Analytics and Intelligent Computing*, 4(1), 153–164. <https://doi.org/10.31181/jdaic10009102024t>
- Tešić, D., & Marinković, D. (2023). Application of fermatean fuzzy weight operators and MCDM model DIBR-DIBR II-NWBM-BM for efficiency-based selection of a complex combat system. *Journal of Decision Analytics and Intelligent Computing*, 3(1), 243–256. <https://doi.org/10.31181/10002122023t>
- Tešić, D., Radovanović, M., Božanić, D., Pamucar, D., Milić, A., & Puška, A. (2022). Modification of the DIBR and MABAC Methods by Applying Rough Numbers and Its Application in Making Decisions. *Information (Switzerland)*, 13(8), 353. <https://doi.org/10.3390/info13080353>
- The Britannica Dictionary*. (2023). <https://www.britannica.com/dictionary/decision>
- Torres-Pomales, W. (2015). *Considering Risk and Resilience in Decision- Making*. Langley Research Center, Hampton, Virginia.
- Toslak, M., Ulutaş, A., Ūrea, S., & Stević, A. (2023). Selection of peanut butter machine by the integrated PSI-SV-MARCOS method. *International Journal of Knowledge-Based and Intelligent Engineering Systems*, 27(1), 73–86. <https://doi.org/10.3233/KES-230044>
- Trung, D. D. (2022). Development of data normalization methods for multi-criteria decision making: applying for MARCOS method. *Manufacturing Review*, 9, 22. <https://doi.org/10.1051/MFREVIEW/2022019>
- Turskis, Z., Zavadskas, K., Antucheviciene, J., & Kosareva, N. (2015). A hybrid model based on Fuzzy AHP and Fuzzy WASPAS for construction site selection. *International Journal of Computers, Communications & Control (IJCCC): Special Issue on Fuzzy Sets and*

- Applications (Celebration of the 50th Anniversary of Fuzzy Sets)*, 10(6), 873–888.
<https://etalpykla.vilniustech.lt/handle/123456789/112670>
- Tversky, A., & Kahneman, D. (1974). Judgment under uncertainty: Heuristics and biases. *Science*, 185(4157), 1124–1131.
- Tzeng, G. H., Chen, T. Y., & Wang, J. C. (1998). A weight-assessing method with habitual domains. *European Journal of Operational Research*, 110(2), 342–367.
[https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(97\)00246-4](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(97)00246-4)
- Tzeng, G. H., Teng, M. H., Chen, J. J., & Opricovic, S. (2002). Multicriteria selection for a restaurant location in Taipei. *International Journal of Hospitality Management*, 21(2), 171–187. [https://doi.org/10.1016/S0278-4319\(02\)00005-1](https://doi.org/10.1016/S0278-4319(02)00005-1)
- Upotreba inženjerije*. (1976). Vojnoizdavački zavod, Beograd.
- Uputstvo za operativno planiranje i rad komandi u Vojski Srbije - privremeno*. (2017). Ministarstvo odbrane, Generalštab Vojske Srbije, Uprava za planiranje i razvoj (J-5).
- Vojni leksikon*. (1981). Vojnoizdavački zavod, Beograd.
- Vojni rečnik*. (1967). Državni sekretarijat za narodnu odbranu, Beograd.
- Vujaklija, M. (1991). *Leksikon stranih riječi i izraza*. Prosveta, Beograd.
- Wang, Y., & Ruhe, G. (2007). The Cognitive Process of Decision Making. *International Journal of Cognitive Informatics and Natural Intelligence*, 1(2), 73–85.
<https://doi.org/10.4018/jcini.2007040105>
- Wendell, R. E., & Hurter, A. P. (1973). Optimal Locations on a Network. *Transportation Science*, 7(1), 18–33. <https://doi.org/10.1287/trsc.7.1.18>
- Yager, R. R. (2009). On generalized Bonferroni mean operators for multi-criteria aggregation. *International Journal of Approximate Reasoning*, 50(8), 1279–1286.
<https://doi.org/10.1016/j.ijar.2009.06.004>
- Yanhong, L., Ambrin, R., Ibrar, M., & Ali Khan, M. (2022). Hamacher Weighted Aggregation Operators Based on Picture Cubic Fuzzy Sets and Their Application to Group Decision-Making Problems. *Security and Communication Networks*, 2022, 1–39.
<https://doi.org/10.1155/2022/1651017>
- Yates, J. F. (2003). *Decision management*. Jossey-Bass, San Francisco.
- Yazdani, M., Zarate, P., Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. (2019). A combined compromise solution (CoCoSo) method for multi-criteria decision-making problems. *Management Decision*,

- 57(9), 2501–2519. <https://doi.org/10.1108/MD-05-2017-0458>
- Yogi, P. (2017). Feasibility Analysis of Naval Base Relocation Using SWOT and AHP Method to Support Main Duties Operation. *Journal of Defense Management*, 07(01). <https://doi.org/10.4172/2167-0374.1000160>
- Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8(3), 338–353. [https://doi.org/10.1016/S0019-9958\(65\)90241-X](https://doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X)
- Zadeh, L. A. (1990). Fuzzy sets and systems. In J. Fox (Ed.), *International Journal of General Systems* (System The, Vol. 17, Issues 2–3). Polytechnic Press, Brooklyn, NY. <https://doi.org/10.1080/03081079008935104>
- Zarbakshnia, N., Soleimani, H., & Ghaderi, H. (2018). Sustainable third-party reverse logistics provider evaluation and selection using fuzzy SWARA and developed fuzzy COPRAS in the presence of risk criteria. *Applied Soft Computing*, 65, 307–319. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2018.01.023>
- Zavadskas, E. K., Antucheviciene, J., Šaparauskas, J., & Turskis, Z. (2013). Multi-criteria assessment of facades' alternatives: Peculiarities of ranking methodology. *Procedia Engineering*, 57, 107–112. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.04.016>
- Zavadskas, E. K., Kaklauskas, A., Turskis, Z., & Tamošaitiene, J. (2009). Multi-Attribute Decision-Making Model by Applying Grey Numbers. *Informatica*, 20(2), 305–320.
- Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. (2010). A new additive ratio assessment (ARAS) method in multicriteria decision-making. *Technological and Economic Development of Economy*, 16(2), 159–172. <https://doi.org/10.3846/tede.2010.10>
- Zavadskas, E., Kaklauskas, A., & Šarka, V. (1994). The new method of multicriteria complex proportional assessment of projects. *Technological and Economic Development of Economy*, 1(3), 131–139.
- Zhou, J., Baležentis, T., & Streimikiene, D. (2019). Normalized Weighted Bonferroni harmonic mean-based intuitionistic fuzzy operators and their application to the sustainable selection of search and rescue robots. *Symmetry*, 11(2), 218. <https://doi.org/10.3390/sym11020218>
- Zimmermann, H.-J. (2000). An application-oriented view of modeling uncertainty. *European Journal of Operational Research*, 122(2), 190–198. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(99\)00228-3](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(99)00228-3)
- Žižović, M., & Pamučar, 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. <https://doi.org/10.31181/dmame1902102z>

Žižović, M., Pamučar, D., Albijanić, M., Chatterjee, P., & Pribičević, I. (2020). Eliminating rank reversal problem using a new multi-attribute model - The RAFSI method. *Mathematics*, 8(6), 1015. <https://doi.org/10.3390/math8061015>

ПРИЛОЗИ

| | |
|---|-----|
| Прилог 1. Упитник за идентификацију критеријума за избор локација за савлађивање водених препрека у одбрамбеној операцији применом метода вишекритеријумског одлучивања | 278 |
| Прилог 2. Модел и правила одлучивања у софтверу DEXi за критеријум „Услови маскирања” | 290 |
| Прилог 3. Модел и правила одлучивања у софтверу DEXi за критеријум „Постојање налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона)” | 295 |
| Прилог 4. Модел и правила одлучивања у софтверу DEXi за критеријум „Обим радова на уређењу обала” | 295 |
| Прилог 5. Модел и правила одлучивања у софтверу DEXi за критеријум „Квалитет прилазних путева” | 290 |
| Прилог 6. Модел и правила одлучивања у софтверу DEXi за критеријум „Утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање” | 304 |
| Прилог 7. Модел и правила одлучивања у софтверу DEXi за критеријум „Угроженост места преласка од дејстава непријатеља” | 301 |
| Прилог 8. Модел и правила одлучивања у софтверу DEXi за критеријум „Услови за утврђивање” | 306 |
| Прилог 9. Упитник за одређивање тежинских коефицијената критеријума за избор локација за савлађивање водених препрека у одбрамбеној операцији | 311 |
| Прилог 10. Упитник за тестирање модела за избор локација за савлађивање водених препрека у одбрамбеној операцији | 323 |
| Прилог 11. Алгоритам структуре апликације | 332 |
| Прилог 12. Псеудокод апликације | 336 |
| Прилог 13. Графичко решење софтвера | 340 |

Прилог 1. Упитник за идентификацију критеријума за избор локација за савлађивање водених препрека у одбрамбеној операцији применом метода вишекритеријумског одлучивања

**МИНИСТАРСТВО ОДБРАНЕ
УНИВЕРЗИТЕТ ОДБРАНЕ У БЕОГРАДУ
ВОЈНА АКАДЕМИЈА
ДОКТОРСКЕ АКАДЕМСКЕ СТУДИЈЕ
„МЕНАџМЕНТ У ОДБРАНИ”**



**УПИТНИК ЗА ИДЕНТИФИКАЦИЈУ КРИТЕРИЈУМА ЗА
ИЗБОР ЛОКАЦИЈА ЗА САВЛАЂИВАЊЕ ВОДЕНИХ
ПРЕПРЕКА У ОДБРАМБЕНОЈ ОПЕРАЦИЈИ ПРИМЕНОМ
МЕТОДА ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКОГ ОДЛУЧИВАЊА**

**Истраживач:
потпуковник
мс Душко Тешић**

Београд, 2023. године

Поштовани,

Попуњавањем овог упитника, доприносите остваривању научног и друштвеног циља истраживања докторске дисертације аутора упитника, под називом: „Избор локација за савлађивање водених препрека у одбрамбеној операцији применом метода вишекритеријумског одлучивања”.

Научни циљ истраживања је да се на нивоу научне дескрипције, научне класификације и типологије и свеобухватног научног објашњења дефинишу сви критеријуми који условљавају избор локација за савлађивање водених препрека у одбрамбеној операцији, њихова значајност и односи битни за доношење одлуке, као и да се у овај процес имплементира вишекритеријумско одлучивање, где ће се кроз исти унапредити сам процес доношења одлука у вези са предметом истраживања.

Друштвени циљ истраживања је да се унапреди процес одлучивања и тиме пружи помоћ мање искусним инжињеријским и другим официрима приликом доношења одлуке приликом избора локација за савлађивање водених препрека у одбрамбеној операцији, чиме ће се дати основ за измену постојеће нормативно-правне регулативе која регулише предметну област, а сам процес што више аутоматизује.

Упитник је намењен за идентификацију критеријума који условљавају избор локација за савлађивање водених препрека у одбрамбеној операцији. Односи између дефинисаних критеријума, биће предмет наредног упитника.

Молим Вас да пажљиво и детаљно прочитате сва питања, а своје одговоре упишете на предвиђена места (заокруживањем броја испред одговарајућег одговора). У случају да одговори који су понуђени нису потпуни, молим Вас да исте допуните, дописивањем одговора на предвиђеном месту, уз додатно образложење.

Ваше учешће у предметном истраживању је добровољног карактера. Подаци који буду прикупљени овим упитником, биће искључиво коришћени за израду предметне докторске дисертације.

Уколико приликом попуњавања овог упитника наиђете на нејасноће, молим Вас да ми се обратите, ради додатних објашњења.

ХВАЛА ВАМ НА САРАДЊИ!

Упитник се састоји из два дела. Први део обухвата опште податке о испитанику (експерту), како би се утврдиле компетенције истих, док се други део односи на идентификацију критеријума за избор локација за свако од места прелазака.

1. ОПШТИ ПОДАЦИ О ЕКСПЕРТУ

У циљу одређивања компетенција експерата из области, у овом делу упитника неопходно је навести Ваше личне податке.

1. Највиши ниво Вашег школовања или усавршавања (заокружити број испред одговарајућег одговора):

| Редни број | Ниво школовања или усавршавања |
|------------|--------------------------------|
| 1. | Доктор наука, ГШУ, ВСБО |
| 2. | Магистар |
| 3. | КШУ, Специјализација, Мастер |
| 4. | Завршен ОКШК |
| 5. | Завршена ВА или ВТА |
| 6. | КСРО |

2. Укупан ефективни радни стаж (заокружити број испред одговарајућег одговора):

| Редни број | Ефективни радни стаж |
|------------|----------------------|
| 1. | преко 30 година |
| 2. | 20-30 година |
| 3. | 15-20 година |
| 4. | 10-15 година |
| 5. | 5-10 година |
| 6. | Мање од 5 година |

3. Ваша актуелна дужност (заокружити број испред одговарајућег одговора или дописати под ред. бр. 8 - Остало):

| Редни број | Актуелна дужност |
|------------|--|
| 1. | Начелник Управе у МО или ГШ, ректор, декан |
| 2. | Припадник Управе у МО или ГШ, проректор, продекан, начелник Департмана |
| 3. | Начелник одељења у команди оперативног састава, командант и заменик команданта бригаде, начелник катедре |
| 4. | Припадник одељења у команди оперативног састава, начелник одељења у команди бригаде |

| | |
|----|---|
| 5. | Командант и заменик команданта батаљона |
| 6. | Бивши или садашњи наставник у Војној академији |
| 7. | Припадник команде батаљона; командир чете (заменик) |
| 8. | Остало: |

4. Досадашње дужности (могуће је заокружити више одговора и дописати под ред. бр. 8 - Остало):

| Редни број | Досадашње дужности |
|------------|--|
| 1. | Начелник Управе у МО или ГШ, ректор, декан |
| 2. | Припадник Управе у МО или ГШ, проректор, продекан, начелник Департамента |
| 3. | Начелник одељења у команди оперативног састава, командант и заменик команданта бригаде, начелник катедре |
| 4. | Припадник одељења у команди оперативног састава, начелник одељења у команди бригаде |
| 5. | Командант и заменик команданта батаљона |
| 6. | Бивши или садашњи наставник у Војној академији |
| 7. | Припадник команде батаљона; командир чете (заменик) |
| 8. | Остало: |

5. Уколико сте објављивали научне и/или стручне радове, као и/или дела наставно-образовне литературе (НОЛ), молим Вас да заокружите број испред одговарајућег одговора. (можете заокружити више одговора):

| Редни број | Радови/НОЛ |
|------------|-----------------------|
| 1. | књига, монографија |
| 2. | преко 20 радова |
| 3. | 10 до 20 радова |
| 4. | 5 до 10 радова |
| 5. | мање од 5 радова |
| 6. | без објављених радова |

6. Ваша стручна активност ван радног места (можете заокружити више одговора):

| Редни број | Стручне активности |
|-------------------|--|
| 1. | члан Управног одбора (Савета рода); |
| 2. | члан Редакцијског одбора научно-стручних часописа; |
| 3. | члан научних и техничких савета, члан стручних удружења; |
| 4. | учешће у изради прописа који регулишу област истраживања |
| 5. | завршени курсеви у трајању од најмање четири месеца; |
| 6. | Реферати на симпозијумима и саветовањима |

7. Награде које сте добијали у досадашњој каријери (можете заокружити више одговора):

| Редни број | Награде |
|-------------------|---|
| 1. | Награде међународног значаја |
| 2. | Државне награде |
| 3. | Награде регионалног значаја |
| 4. | Награде МО и НГШ ВС |
| 5. | Награде Начелника Управа МО и ГШ ВС, Команданта КоВ, РВиПВО, КзО, ректора, декана |
| 6. | Друге награде |

8. Ваша последња службена оцена (заокружите број испред одговарајућег одговора):

| Редни број | Оцена |
|-------------------|--------------|
| 1. | преко 4,50 |
| 2. | 3,50-4,50 |
| 3. | 2,50-3,50 |
| 4. | 2,00-2,50 |

9. Учешће у борбеним дејствима (заокружите број испред одговарајућег одговора):

| Редни број | Учешће у борбеним дејствима |
|-------------------|------------------------------------|
| 1. | преко три године |
| 2. | од једне до три године |
| 3. | од шест месеци до годину дана |
| 4. | до шест месеци |
| 5. | без учешћа |

10. Учешће у решавању задатака у вези са проблемом истраживања – избор локација за савлађивање водених препрека (заокружите број испред одговарајућег одговора):

| Редни број | Учешће |
|------------|---|
| 1. | Учешће у вежбама у миру и учешће у активностима везаним за проблем истраживања у борбеним дејствима |
| 2. | Учешће у активностима везаним за проблем истраживања у борбеним дејствима |
| 3. | Учешће у преко 5 вежби везаним за проблем истраживања у миру |
| 4. | Учешће у 4-5 вежби везаних за проблем истраживања у миру |
| 5. | Учешће у 2-3 вежбе везаних за проблем истраживања у миру |
| 6. | Учешће у једној вежби везаној за проблем истраживања у миру |
| 7. | Без учешћа у вежбама |

11. Који извори утичу на Ваше мишљење у вези са предметом истраживања (за сваки извор заокружите број који одговара Вашем мишљењу)?

| Редни број | Извор утицаја на мишљење експерта | Степен утицаја | | | |
|------------|-----------------------------------|----------------|----------|---------|----------------|
| | | 1-висок | 2-средњи | 3-низак | 4-нема утицаја |
| 1. | Теоретска анализа | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 2. | Искуство (мирнодопско) | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 3. | Искуство (из борбених дејстава) | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 4. | Домаћи радови | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 5. | Инострански радови | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 6. | Степен развоја у иностранству | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 7. | Интуиција | 1 | 2 | 3 | 4 |

12. Оцените Ваше експертско знање у вези са проблемом истраживања, на скали од 1 до 10, заокруживањем одговарајућег одговора.

| | | | | | | | | | |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|

2. ИДЕНТИФИКАЦИЈА КРИТЕРИЈУМА ЗА ИЗБОР ЛОКАЦИЈА ЗА САВЛАЂИВАЊЕ ВОДЕНИХ ПРЕПРЕКА У ОДБРАМБЕНОЈ ОПЕРАЦИЈИ

Циљ овог дела упитника јесте да се идентификују критеријуми који условљавају избор локација за савлађивање водених препрека у одбрамбеној операцији (место преласка газом тенковима, место преласка дубоким газом тенковима, место преласка подводним газом тенковима, скелско место преласка и мостовно место преласка). На основу дефинисаних критеријума, помоћу експерата из области, у наредном упитнику биће дефинисани односи између критеријума. Имплементацијом наведених односа у вишекритеријумски модел, долази се прво до тежинских коефицијената критеријума за избор сваке од локација, а квантитативном евалуацијом алтернатива, по сваком од критеријума, долази се до оптималне алтернативе.

Наведени приступ омогућава доносиоцима одлуке брже и квалитетније доношење одлуке о избору локација за обрађена места преласка, односно оптимизује време и помаже мање искусним старешинама доношење једне од најважнијих, може се слободно рећи и најважнију одлуку приликом савлађивања водених препрека у одбрамбеној операцији.

Формирањем модела вишекритеријумског одлучивања, ствара се простор за израду софтвера за подршку одлучивању, где би доносилац одлуке унео тражене улазне податке и једним кораком дошао до оптималне локације из скупа понуђених, поштујући основна начела, нормативну регулативу која регулише предметну област и резултате овог истраживања.

У наставку овог упитника, понуђени су критеријуми до којих је аутор дошао анализом доступне литературе. Такође, понуђена Вам је и могућност да допуните листу критеријума, са образложењем. Уколико сматрате да нису наведени сви критеријуми, постоји могућност додавања нових на понуђеним местима. Молим Вас да додате критеријуме укратко образложите (ако нема довољно места за одговор, можете га дати и на наредној страни уз навођење питања чије одговоре допуњавате). Критеријуми нису ранжирани по значајности.

1. У табели у наставку, дати су критеријуми који условљавају избор локације за место преласка газом тенковима у одбрамбеној операцији. Молим Вас да проучите понуђене критеријуме, заокружите број испред критеријума са којим сте сагласни и по потреби додајте нове, уз образложење.

| Редни број | Критеријуми |
|-------------------|---|
| 1 | Квалитет прилазних путева на обема обалама |
| 2 | Време потребно за уређење овострани и онострани обале |
| 3 | Ширина водене препреке |
| 4 | Дубина водене препреке |
| 5 | Брзина воденог тока |
| 6 | Састав дна водене препреке |
| 7 | Услови маскирања |
| 8 | Угроженост МП од дејстава непријатеља |
| 9 | Време потребно за уклањање природних и вештачких препрека |
| 10 | Услови за утврђивање |
| 11 | Постојање налазишта месног материјала |
| 12 | Тенденција водостаја |
| 13 | Могућности развоја возила (тенкова) за дејство и маневар на супротној обали |
| 14 | |
| 15 | |
| 16 | |

ОБРАЗЛОЖЕЊЕ:

2. У табели у наставку, дати су критеријуми који условљавају избор локације за место преласка дубоким газом у одбрамбеној операцији. Молим Вас да проучите понуђене критеријуме, заокружите број испред критеријума са којим сте сагласни и по потреби додајте нове, уз образложење.

| Редни број | Критеријуми |
|------------|--|
| 1 | Квалитет прилазних путева на обема обалама |
| 2 | Обим радова на уређењу овострани и онострани обале |
| 3 | Ширина водене препреке |
| 4 | Дубина водене препреке |
| 5 | Брзина воденог тока |
| 6 | Састав дна водене препреке |
| 7 | Услови маскирања |
| 8 | Угроженост МП од дејстава непријатеља |
| 9 | Утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање |
| 10 | Услови за утврђивање |
| 11 | Постојање налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустриских погона) |
| 12 | Тенденција водостаја |
| 13 | Могућности развоја возила (тенкова) за дејство и маневар на супротној обали |
| 14 | |
| 15 | |
| 16 | |

ОБРАЗЛОЖЕЊЕ:

3. У табели у наставку, дати су критеријуми који условљавају избор локације за место преласка подводним газом тенковима у одбрамбеној операцији. Молим Вас да проучите понуђене критеријуме, заокружите број испред критеријума са којим сте сагласни и по потреби додајте нове, уз образложење.

| Редни број | Критеријуми |
|------------|---|
| 1 | Квалитет прилазних путева на обема обалама |
| 2 | Обим радова на уређењу овострани и онострани обале |
| 3 | Ширина водене препреке |
| 4 | Дубина водене препреке |
| 5 | Брзина воденог тока |
| 6 | Састав дна водене препреке |
| 7 | Услови маскирања |
| 8 | Угроженост МП од дејстава непријатеља |
| 9 | Утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање |
| 10 | Услови за утврђивање |
| 11 | Постојање налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) |
| 12 | Тенденција водостаја |
| 13 | Могућности развоја тенкова за дејство и маневар на супротној обали |
| 14 | |
| 15 | |
| 16 | |

ОБРАЗЛОЖЕЊЕ:

4. У табели у наставку, дати су критеријуми који условљавају избор локације за **скелско место преласка у одбрамбеној операцији**. Молим Вас да проучите понуђене критеријуме, заокружите број испред критеријума са којим сте сагласни и по потреби додајте нове, уз образложење.

| Редни број | Критеријуми |
|-------------------|---|
| 1 | Квалитет прилазних путева на обема обалама |
| 2 | Обим радова на уређењу овострани и онострани обале |
| 3 | Ширина водене препреке |
| 4 | Дубина водене препреке |
| 5 | Брзина воденог тока |
| 6 | Услови маскирања |
| 7 | Угроженост МП од дејстава непријатеља |
| 8 | Утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање |
| 9 | Услови за утврђивање |
| 10 | Постојање налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) |
| 11 | Могућност истовременог спуштања пловних чланака на воду |
| 12 | |
| 13 | |
| 14 | |
| 15 | |
| 16 | |

ОБРАЗЛОЖЕЊЕ:

5. У табели у наставку, дати су критеријуми који условљавају избор локације за **мостовно место преласка у одбрамбеној операцији**. Молим Вас да проучите понуђене критеријуме, заокружите број испред критеријума са којим сте сагласни и по потреби додајте нове, уз образложење.

| Редни број | Критеријуми |
|-------------------|---|
| 1 | Квалитет прилазних путева на обема обалама |
| 2 | Обим радова на уређењу овострани и онострани обале |
| 3 | Ширина водене препреке |
| 4 | Дубина водене препреке |
| 5 | Брзина воденог тока |
| 6 | Услови маскирања |
| 7 | Угроженост МП од дејстава непријатеља |
| 8 | Утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање |
| 9 | Услови за утврђивање |
| 10 | Постојање налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) |
| 11 | Могућност истовременог спуштања пловних чланака на воду |
| 12 | Тенденција водостаја |
| 13 | |
| 14 | |
| 15 | |
| 16 | |

ОБРАЗЛОЖЕЊЕ:

Прилог 2. Модел и правила одлучивања у софтверу DEXi за критеријум „Квалитет прилазних путева”

DEXi Report

Page 1 of 5

Model description

Attribute descriptions

| Attribute | Description |
|------------------------------------|---|
| Квалитет прилазних путева | |
| Број путева | Ка воденој прспреси Од водене прспреке У релативном месту преласка (за елементе) |
| Стање путева | Појава ударних рупа, колотрага и деформација |
| Појава рупова | Отвори у пропустима Левкови Површини левкови Бриде и јаркови Појава минскоксплозивних и других прспрека |
| Маскарини капацитети путева | Стална покривност тла Повремена покривност тла Утицај рељефа |

Scales

| Attribute | Scale |
|--|---|
| Квалитет прилазних путева | Одличан;Врло добар;Добар;Довољан;Недовољан |
| Број путева | Довољан;Делумично довољан;Недовољан |
| Ка воденој прспреси | Довољан;Делумично довољан;Недовољан |
| Од водене прспреке | Довољан;Делумично довољан;Недовољан |
| У релативном месту преласка (за елементе) | Довољан;Делумично довољан;Недовољан |
| Стање путева | Нису потребни радови;Мали обим радова;Велики обим радова |
| Појава ударних рупа, колотрага и деформација | Постоји;Не постоји |
| Појава рупова | Постоји;Делумично постоји;Не постоји |
| Отвори у пропустима | Постоји;Не постоји |
| Левкови | Постоји;Не постоји |
| Површини левкови | Постоји;Не постоји |
| Бриде и јаркови | Постоји;Не постоји |
| Појава минскоксплозивних и других прспрека | Постоји;Не постоји |
| Маскарини капацитети путева | Задовољавају;Делумично задовољавају;Не задовољавају |
| Стална покривност тла | Постоји у већој мери;Постоји у мањој мери;Не постоји |
| Повремена покривност тла | Постоји у већој мери;Постоји у мањој мери;Не постоји |
| Утицај рељефа | Постоји у већој мери;Постоји у мањој мери;Не постоји |

Function summary

| Attribute | Function |
|--|---|
| Квалитет прилазних путева | Rules: 36/36 (100.00%), determined: 100.00% [Одличан:2,Врло добар:5,Добар:5,Довољан:4,Недовољан:20] |
| Број путева | Rules: 27/27 (100.00%), determined: 100.00% [Довољан:2,Делумично довољан:7,Недовољан:18] |
| Ка воденој прспреси | |
| Од водене прспреке | |
| У релативном месту преласка (за елементе) | Rules: 12/12 (100.00%), determined: 100.00% [Нису потребни радови:1,Мали обим радова:3,Велики обим радова:4,Велики обим радова:4] |
| Стање путева | |
| Појава ударних рупа, колотрага и деформација | |
| Појава рупова | Rules: 16/16 (100.00%), determined: 100.00% [Постоји:1,Делумично постоји:14,Не постоји:1] |
| Отвори у пропустима | |
| Левкови | |
| Површини левкови | |
| Бриде и јаркови | |
| Појава минскоксплозивних и других прспрека | |
| Маскарини капацитети путева | Rules: 27/27 (100.00%), determined: 100.00% [Задовољавају:2,Делумично задовољавају:16,Не задовољавају:9] |
| Стална покривност тла | |
| Повремена покривност тла | |
| Утицај рељефа | |

Average weights

| Attribute | Local | Global | Loc.norm. | Glob.norm. |
|---|-------|--------|-----------|------------|
| Квалитет прилазних путева | | | | |
| Број путева | 47 | 47 | 40 | 40 |
| Ка водсној пресеци | 39 | 18 | 39 | 16 |
| Од водсне пресеке | 39 | 18 | 39 | 16 |
| У рејону места преласка (за елементе) | 22 | 11 | 22 | 9 |
| Стање путева | 37 | 37 | 47 | 47 |
| Појава ударних рупа, коловоза и деформација | 11 | 4 | 6 | 3 |
| Појава рупова | 77 | 29 | 87 | 41 |
| Отвори у пропустима | 25 | 7 | 25 | 10 |
| Левкови | 25 | 7 | 25 | 10 |
| Површни левкови | 25 | 7 | 25 | 10 |
| Врхци и јаркови | 25 | 7 | 25 | 10 |
| Појава микроскелпционих и других пресека | 11 | 4 | 6 | 3 |
| Маскарни капацитети путева | 15 | 15 | 13 | 13 |
| Стална покривност тла | 44 | 7 | 44 | 6 |
| Повремена покривност тла | 33 | 5 | 33 | 4 |
| Угњач релјефа | 22 | 3 | 22 | 3 |

Attribute Information

Attribute: **Квалитет прилазних путева**

- 1 **Обичан**
- 2 **Врло добар**
- 3 **Добар**
- 4 **Довољан**
- 5 **Недовољан**

| Број путева | Стање путева | Максимална капацитети путева | Квалитет прилазних путева |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------------|---------------------------|
| 40% | 47% | 13% | |
| 1 Довољан | <i>Нису потребни радови</i> | ⇒Делimiчно задовољавају | Обичан |
| 2 Довољан | <i>Нису потребни радови</i> | Не задовољавају | Врло добар |
| 3 Довољан | Мала обим радова | ⇒Делimiчно задовољавају | Врло добар |
| 4 Делimiчно довољан | <i>Нису потребни радови</i> | ⇒Делimiчно задовољавају | Врло добар |
| 5 Довољан | Мала обим радова | Не задовољавају | Добар |
| 6 Довољан | Велики обим радова | Задовољавају | Добар |
| 7 Делimiчно довољан | <i>Нису потребни радови</i> | Не задовољавају | Добар |
| 8 Делimiчно довољан | Мала обим радова | ⇒Делimiчно задовољавају | Добар |
| 9 Делimiчно довољан | Мала обим радова | Не задовољавају | Довољан |
| 10 Делimiчно довољан | Велики обим радова | ⇒Делimiчно задовољавају | Довољан |
| 11 ⇒Делimiчно довољан | Велики обим радова | Делimiчно задовољавају | Довољан |
| 12 Недовољан | * | * | Недовољан |
| 13 * | Велики обим радова | * | Недовољан |
| 14 * | ≤Велики обим радова | Не задовољавају | Недовољан |

Attribute: **Број путева**

- 1 **Довољан**
- 2 Делimiчно довољан
- 3 **Недовољан**

| Ка воденој препречи | Од водене препреке | У рејону места преласка (за елементе) | Број путева |
|----------------------|--------------------|---------------------------------------|-------------------|
| 39% | 39% | 22% | |
| 1 Довољан | <i>Довољан</i> | ⇒Делimiчно довољан | Довољан |
| 2 Довољан | <i>Довољан</i> | Недовољан | Делimiчно довољан |
| 3 Делimiчно довољан | ⇒Делimiчно довољан | ⇒Делimiчно довољан | Делimiчно довољан |
| 4 ⇒Делimiчно довољан | Делimiчно довољан | ⇒Делimiчно довољан | Делimiчно довољан |
| 5 Недовољан | * | * | Недовољан |
| 6 ≤Делimiчно довољан | * | Недовољан | Недовољан |
| 7 * | Недовољан | * | Недовољан |
| 8 * | ≤Делimiчно довољан | Недовољан | Недовољан |

Attribute: **Ка воденој препречи**

- 1 **Довољан**
- 2 Делimiчно довољан
- 3 **Недовољан**

Attribute: **Од водене препреке**

- 1 **Довољан**
- 2 Делimiчно довољан
- 3 **Недовољан**

Attribute: **У рејону места преласка (за елементе)**

- 1 **Довољан**
- 2 Делimiчно довољан
- 3 **Недовољан**

Attribute: **Стање путева**

- 1 *Нису потребни радови*
- 2 Мала обим радова
- 3 Велики обим радова
- 4 **Велики обим радова**

| Појава ударних рупа, колотрага и деформација | Појава рупова | Појава минскоексплозивних и других препрека | Стање путева |
|--|-------------------|---|-----------------------------|
| 6% | 97% | 6% | |
| 1 Не постоји | Не постоји | Не постоји | <i>Нису потребни радови</i> |
| 2 <i>Постоји</i> | Не постоји | * | Мала обим радова |
| 3 * | Не постоји | <i>Постоји</i> | Мала обим радова |
| 4 * | Делimiчно постоји | * | Велики обим радова |
| 5 * | <i>Постоји</i> | * | Велики обим радова |

Attribute: **Појава ударних рупа, колотрага и деформација**

- 1 *Постоји*
- 2 **Не постоји**

Attribute: Појава рушења

- 1 *Постоји*
- 2 Делумично постоји
- 3 *Не постоји*

| Отвори у пропустима | Локони | Повезани локони | Бразди и јаркови | Појава рушења |
|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 25% | 25% | 25% | 25% | |
| 1 <i>Постоји</i> | <i>Постоји</i> | <i>Постоји</i> | <i>Постоји</i> | <i>Постоји</i> |
| 2 <i>Постоји</i> | <i>Не постоји</i> | * | * | Делумично постоји |
| 3 <i>Не постоји</i> | <i>Постоји</i> | * | * | Делумично постоји |
| 4 <i>Постоји</i> | * | <i>Не постоји</i> | * | Делумично постоји |
| 5 <i>Не постоји</i> | * | <i>Постоји</i> | * | Делумично постоји |
| 6 <i>Постоји</i> | * | * | <i>Не постоји</i> | Делумично постоји |
| 7 <i>Не постоји</i> | * | * | <i>Постоји</i> | Делумично постоји |
| 8 * | <i>Постоји</i> | <i>Не постоји</i> | * | Делумично постоји |
| 9 * | <i>Не постоји</i> | <i>Постоји</i> | * | Делумично постоји |
| 10 * | <i>Постоји</i> | * | <i>Не постоји</i> | Делумично постоји |
| 11 * | <i>Не постоји</i> | * | <i>Постоји</i> | Делумично постоји |
| 12 * | * | <i>Постоји</i> | <i>Не постоји</i> | Делумично постоји |
| 13 * | * | <i>Не постоји</i> | <i>Постоји</i> | Делумично постоји |
| 14 <i>Не постоји</i> | <i>Не постоји</i> | <i>Не постоји</i> | <i>Не постоји</i> | <i>Не постоји</i> |

Attribute: Отвори у пропустима

- 1 *Постоји*
- 2 *Не постоји*

Attribute: Локони

- 1 *Постоји*
- 2 *Не постоји*

Attribute: Повезани локони

- 1 *Постоји*
- 2 *Не постоји*

Attribute: Бразди и јаркови

- 1 *Постоји*
- 2 *Не постоји*

Attribute: Појава манскоексплозивних и других препрека

- 1 *Постоји*
- 2 *Не постоји*

Attribute: Маскарни капацитети путева

- 1 *Задовољавају*
- 2 Делумично задовољавају
- 3 *Не задовољавају*

| Стална покривеност гла | Покремена покривеност гла | Утицај рељефа | Маскарни капацитети путева |
|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------|----------------------------|
| 44% | 33% | 22% | |
| 1 <i>Постоји у већој мери</i> | <i>Постоји у већој мери</i> | ≥Постоји у мањој мери | <i>Задовољавају</i> |
| 2 Постоји у мањој мери | ≥Постоји у мањој мери | * | Делумично задовољавају |
| 3 Постоји у мањој мери | * | ≥Постоји у мањој мери | Делумично задовољавају |
| 4 <=Постоји у мањој мери | <i>Постоји у већој мери</i> | ≥Постоји у мањој мери | Делумично задовољавају |
| 5 ≥Постоји у мањој мери | Постоји у мањој мери | * | Делумично задовољавају |
| 6 ≥Постоји у мањој мери | ≥Постоји у мањој мери | <i>Не постоји</i> | Делумично задовољавају |
| 7 ≥Постоји у мањој мери | <=Постоји у мањој мери | ≥Постоји у мањој мери | Делумично задовољавају |
| 8 <i>Не постоји</i> | <=Постоји у мањој мери | * | <i>Не задовољавају</i> |
| 9 <i>Не постоји</i> | * | <i>Не постоји</i> | <i>Не задовољавају</i> |
| 10 * | <i>Не постоји</i> | <i>Не постоји</i> | <i>Не задовољавају</i> |

Attribute: Стална покривеност гла

- 1 *Постоји у већој мери*
- 2 Постоји у мањој мери
- 3 *Не постоји*

Attribute: Покремена покривеност гла

- 1 *Постоји у већој мери*
- 2 Постоји у мањој мери
- 3 *Не постоји*

Attribute: Утицај рељефа

- 1 *Постоји у већој мери*
- 2 Постоји у мањој мери
- 3 *Не постоји*

Alternatives

| Attribute | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 |
|--|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Ка воденој прспрци | Делимично довољно | Довољно | Делимично довољно | Делимично довољно | Довољно |
| Од водене прспрце | Довољно | Делимично довољно | Делимично довољно | Недовољно | Недовољно |
| У региону места преласка (за сависитс) | Делимично довољно | Делимично довољно | Делимично довољно | Довољно | Недовољно |
| Појава ударних рупа, колотрага и деформација | Постоји | Не постоји | Постоји | Постоји | Не постоји |
| Отвори у пропустима | Не постоји | Не постоји | Не постоји | Постоји | Постоји |
| Лскови | Не постоји | Не постоји | Не постоји | Не постоји | Не постоји |
| Површни лскови | Не постоји | Не постоји | Не постоји | Не постоји | Не постоји |
| Браде и јаркови | Не постоји | Постоји | Не постоји | Не постоји | Постоји |
| Појава минискосплизовних и других прспрка | Постоји | Не постоји | Постоји | Не постоји | Постоји |
| Стална покривност тла | Постоји у већој мери | Постоји у мањој мери | Постоји у мањој мери | Постоји у већој мери | Не постоји |
| Површна покривност тла | Постоји у мањој мери | Постоји у већој мери | Не постоји | Постоји у већој мери | Постоји у мањој мери |
| Утицај релјефа | Постоји у већој мери | Постоји у мањој мери | Не постоји | Постоји у већој мери | Постоји у већој мери |

Прилог 3. Модел и правила одлучивања у софтверу DEXi за критеријум „Обим радова на уређењу обала”

Model description

Attribute descriptions

| Attribute | Description |
|------------------------------|-------------|
| Обим радова на уређењу обала | |
| Висина и нагиб обала | |
| Висина обала | |
| Нагиб обала | |
| Попуњеност обала | |
| Запреченост обале | |
| Стабилност тла | |

Scales

| Attribute | Scale |
|------------------------------|--|
| Обим радова на уређењу обала | Мали;Средњи;Велики |
| Висина и нагиб обала | Повољни;Делумично повољни;Неповољни |
| Висина обала | до 3 м;преко 3 м |
| Нагиб обала | Класи;Средње стрма;Стрма;Оклопета |
| Попуњеност обала | Повољни;Делумично повољни;Неповољни |
| Запреченост обале | Не постоји;Постоји у мањем обиму;Постоји у већем обиму |
| Стабилност тла | Повољни;Делумично повољни;Неповољни |

Function summary

| Attribute | Function |
|------------------------------|---|
| Обим радова на уређењу обала | Класа: 3/31 (100.00%), determined: 100.00% [Мали:9,Средњи:47,Велики:25] |
| Висина и нагиб обала | Класа: 3/3 (100.00%), determined: 100.00% [Повољни:1,Делумично повољни:2,Неповољни:5] |
| Висина обала | |
| Нагиб обала | |
| Попуњеност обала | |
| Запреченост обале | |
| Стабилност тла | |

Average weights

| Attribute | Local | Global | Loc.norm. | Glob.norm. |
|------------------------------|-------|--------|-----------|------------|
| Обим радова на уређењу обала | 35 | 35 | 35 | 35 |
| Висина и нагиб обала | 50 | 18 | 25 | 9 |
| Висина обала | 50 | 18 | 75 | 26 |
| Нагиб обала | 25 | 25 | 25 | 25 |
| Попуњеност обала | 15 | 15 | 15 | 15 |
| Запреченост обале | 15 | 15 | 15 | 15 |
| Стабилност тла | 25 | 25 | 25 | 25 |

Attribute Information

Attribute: **Объем работ на уређају облака**

- 1 **Мали**
- 2 Средњи
- 3 **Велики**

| | Висина и нагиб облака 35% | Пошумљеност облака 25% | Запреченост облака 15% | Стабилност тла 25% | Объем работ на уређају облака |
|----|------------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|-------------------------------|
| 1 | Повољни | Повољни | Не постоји | * | Мали |
| 2 | Повољни | Повољни | >=Постоји у мањем обиму | >=Делумично повољни | Мали |
| 3 | Повољни | Повољни | * | Повољни | Мали |
| 4 | Повољни | * | Не постоји | Повољни | Мали |
| 5 | >=Делумично повољни | Повољни | Не постоји | Повољни | Мали |
| 6 | Неповољни | Повољни | >=Постоји у мањем обиму | >=Делумично повољни | Средњи |
| 7 | Повољни | Делумично повољни | <=Постоји у мањем обиму | * | Средњи |
| 8 | Делумично повољни | Повољни | <=Постоји у мањем обиму | * | Средњи |
| 9 | Делумично повољни | Делумично повољни | >=Постоји у мањем обиму | * | Средњи |
| 10 | Повољни | Делумично повољни | * | <=Делумично повољни | Средњи |
| 11 | Делумично повољни | Повољни | * | <=Делумично повољни | Средњи |
| 12 | Делумично повољни | Делумично повољни | * | >=Делумично повољни | Средњи |
| 13 | Повољни | >=Делумично повољни | Постоји у већем обиму | <=Делумично повољни | Средњи |
| 14 | Повољни | <=Делумично повољни | Не постоји | <=Делумично повољни | Средњи |
| 15 | Неповољни | >=Делумично повољни | Не постоји | >=Делумично повољни | Средњи |
| 16 | Делумично повољни | >=Делумично повољни | Постоји у мањем обиму | * | Средњи |
| 17 | Повољни | >=Делумично повољни | <=Постоји у мањем обиму | Неповољни | Средњи |
| 18 | Повољни | <=Делумично повољни | >=Постоји у мањем обиму | >=Делумично повољни | Средњи |
| 19 | Делумично повољни | >=Делумично повољни | >=Постоји у мањем обиму | <=Делумично повољни | Средњи |
| 20 | Делумично повољни | >=Делумично повољни | <=Постоји у мањем обиму | >=Делумично повољни | Средњи |
| 21 | Делумично повољни | <=Делумично повољни | >=Постоји у мањем обиму | >=Делумично повољни | Средњи |
| 22 | Повољни | <=Делумично повољни | * | Делумично повољни | Средњи |
| 23 | Делумично повољни | >=Делумично повољни | * | Делумично повољни | Средњи |
| 24 | Делумично повољни | <=Делумично повољни | * | Повољни | Средњи |
| 25 | Неповољни | >=Делумично повољни | * | Повољни | Средњи |
| 26 | Повољни | * | Постоји у већем обиму | Делумично повољни | Средњи |
| 27 | Делумично повољни | * | Постоји у мањем обиму | >=Делумично повољни | Средњи |
| 28 | Делумично повољни | * | >=Постоји у мањем обиму | Делумично повољни | Средњи |
| 29 | Делумично повољни | * | <=Постоји у мањем обиму | Повољни | Средњи |
| 30 | >=Делумично повољни | Повољни | Постоји у већем обиму | <=Делумично повољни | Средњи |
| 31 | <=Делумично повољни | Повољни | Постоји у мањем обиму | >=Делумично повољни | Средњи |
| 32 | <=Делумично повољни | Делумично повољни | Не постоји | >=Делумично повољни | Средњи |
| 33 | >=Делумично повољни | Делумично повољни | Постоји у мањем обиму | * | Средњи |
| 34 | >=Делумично повољни | Повољни | <=Постоји у мањем обиму | Неповољни | Средњи |
| 35 | <=Делумично повољни | Повољни | >=Постоји у мањем обиму | Делумично повољни | Средњи |
| 36 | >=Делумично повољни | Делумично повољни | >=Постоји у мањем обиму | <=Делумично повољни | Средњи |
| 37 | >=Делумично повољни | Делумично повољни | <=Постоји у мањем обиму | >=Делумично повољни | Средњи |
| 38 | >=Делумично повољни | Делумично повољни | * | Делумично повољни | Средњи |
| 39 | <=Делумично повољни | Делумично повољни | * | Повољни | Средњи |
| 40 | >=Делумично повољни | >=Делумично повољни | Постоји у мањем обиму | Неповољни | Средњи |
| 41 | >=Делумично повољни | >=Делумично повољни | Постоји у већем обиму | Делумично повољни | Средњи |
| 42 | <=Делумично повољни | >=Делумично повољни | Не постоји | Делумично повољни | Средњи |
| 43 | >=Делумично повољни | <=Делумично повољни | Постоји у мањем обиму | >=Делумично повољни | Средњи |
| 44 | >=Делумично повољни | <=Делумично повољни | >=Постоји у мањем обиму | Делумично повољни | Средњи |
| 45 | >=Делумично повољни | <=Делумично повољни | <=Постоји у мањем обиму | Повољни | Средњи |
| 46 | <=Делумично повољни | >=Делумично повољни | <=Постоји у мањем обиму | Повољни | Средњи |
| 47 | * | Делумично повољни | Не постоји | Делумично повољни | Средњи |
| 48 | * | Делумично повољни | <=Постоји у мањем обиму | Повољни | Средњи |
| 49 | Неповољни | Неповољни | * | * | Велики |
| 50 | Неповољни | <=Делумично повољни | <=Постоји у мањем обиму | <=Делумично повољни | Велики |
| 51 | Неповољни | * | Постоји у већем обиму | <=Делумично повољни | Велики |
| 52 | Неповољни | * | * | Неповољни | Велики |
| 53 | <=Делумично повољни | Неповољни | Постоји у већем обиму | <=Делумично повољни | Велики |
| 54 | <=Делумично повољни | Неповољни | * | Неповољни | Велики |
| 55 | <=Делумично повољни | <=Делумично повољни | Постоји у већем обиму | Неповољни | Велики |
| 56 | * | Неповољни | <=Постоји у мањем обиму | Неповољни | Велики |

Attribute: **Висина и нагиб облака**

- 1 **Повољни**
- 2 Делумично повољни
- 3 **Неповољни**

| | Висина облака 25% | Нагиб облака 75% | Висина и нагиб облака |
|---|----------------------|---------------------|-----------------------|
| 1 | до 3 м | Клади | Повољни |
| 2 | до 3 м | Средње стрма | Делумично повољни |
| 3 | преко 3 м | Клади | Делумично повољни |
| 4 | преко 3 м | <=Средње стрма | Неповољни |
| 5 | * | <=Стрма | Неповољни |

Attribute: **Висина облака**

- 1 до 3 м
- 2 преко 3 м

Attribute: **Нагиб обала**

- 1 *Блага*
- 2 Средње стрма
- 3 Стрма
- 4 **Оклопата**

Attribute: **Попуљеност обала**

- 1 *Погољна*
- 2 Делумично повољна
- 3 **Неповољна**

Attribute: **Запреченост обала**

- 1 *Не постоји*
- 2 Постоји у мањем обиму
- 3 **Постоји у већем обиму**

Attribute: **Стабилност тла**

- 1 *Погољна*
- 2 Делумично повољна
- 3 **Неповољна**

Alternatives

| Attribute | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 |
|-------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|------------------------------|-------------------|
| Висина обала | <i>до 3 м</i> | <i>до 3 м</i> | преко 3 м | <i>до 3 м</i> | <i>до 3 м</i> |
| Нагиб обала | <i>Блага</i> | Средње стрма | <i>Блага</i> | Стрма | <i>Блага</i> |
| Попуљеност обала | Делумично повољна | <i>Погољна</i> | <i>Погољна</i> | Делумично повољна | <i>Погољна</i> |
| Запреченост обала | Постоји у мањем обиму | <i>Не постоји</i> | <i>Не постоји</i> | Постоји у већем обиму | <i>Не постоји</i> |
| Стабилност тла | <i>Погољна</i> | Делумично повољна | <i>Погољна</i> | <i>Погољна</i> | Делумично повољна |

Прилог 4. Модел и правила одлучивања у софтверу DEXi за критеријум „Услови маскирања”

Model description

Attribute descriptions

| Attribute | Description |
|--|-------------|
| Услови маскирања | |
| Карактер земљишта | |
| Покривеност растљивом | |
| Врста релјефа и релјефних облика | |
| Општа изглед и колорит | |
| Могућност коришћења месних материјала и средстава | |
| Месни материјал | |
| Месна средства | |
| Постојање природних објеката | |
| Постојање вештачких објеката | |

Scales

| Attribute | Scale |
|--|--|
| Услови маскирања | Објекти: Врло добри; Добри; Довољни; Недовољни |
| Карактер земљишта | Задовољава; Делимично задовољава; Не задовољава |
| Покривеност растљивом | Задовољава; Делимично задовољава; Не задовољава |
| Врста релјефа и релјефних облика | Задовољава; Делимично задовољава; Не задовољава |
| Општа изглед и колорит | Повољан; Делимично повољан; Неповољан |
| Могућност коришћења месних материјала и средстава | Постоји; Делимично постоји; Не постоји |
| Месни материјал | Постоји; Делимично постоји; Не постоји |
| Месна средства | Постоји; Делимично постоји; Не постоји |
| Постојање природних објеката | Постоји у довољном броју; Постоји у довољном броју; Не постоји |
| Постојање вештачких објеката | Постоји у довољном броју; Постоји у довољном броју; Не постоји |

Function summary

| Attribute | Function |
|--|--|
| Услови маскирања | Rules: 81/81 (100.00%), determined: 100.00% [Одлични:4,Врло добри:13,Добри:17,Довољни:11,Недовољни:36] |
| Карактер земљишта | Rules: 27/27 (100.00%), determined: 100.00% [Задовољава:2,Делимично задовољава:11,Не задовољава:14] |
| Могућност коришћења месних материјала и средстава | Rules: 9/9 (100.00%), determined: 100.00% [Постоји:2,Делимично постоји:5,Не постоји:2] |
| Месни материјал | |
| Месна средства | |
| Постојање природних објеката | |
| Постојање вештачких објеката | |

Average weights

| Attribute | Local | Global | Loc.norm. | Glob.norm. |
|--|-------|--------|-----------|------------|
| Услови маскирања | | | | |
| Карактер земљишта | 48 | 48 | 48 | 48 |
| Покривеност растљивом | 56 | 27 | 56 | 27 |
| Врста релјефа и релјефних облика | 28 | 13 | 28 | 13 |
| Општа изглед и колорит | 17 | 8 | 17 | 8 |
| Могућност коришћења месних материјала и средстава | 27 | 27 | 27 | 27 |
| Месни материјал | 67 | 18 | 67 | 18 |
| Месна средства | 33 | 9 | 33 | 9 |
| Постојање природних објеката | 16 | 16 | 16 | 16 |
| Постојање вештачких објеката | 9 | 9 | 9 | 9 |

Attribute Information

Attribute: Услови маскерања

- 1 **Отлични**
- 2 **Врло добри**
- 3 **Добри**
- 4 **Довољни**
- 5 **Недовољни**

| Карактер земљишта | Могућност коришћења месног материјала и средстава | Постојање природних објеката | Постојање вештачких објеката | Услови маскерања |
|----------------------------------|---|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------|
| 48% | 27% | 16% | 9% | |
| 1 Задовољава | Постоји | Постоји у довољном броју | ≥=Постоји у довољном броју | Отлични |
| 2 Задовољава | Постоји | ≥=Постоји у довољном броју | Постоји у довољном броју | Отлични |
| 3 Задовољава | ≥=Делимично постоји | Постоји у довољном броју | Постоји у довољном броју | Отлични |
| 4 Задовољава | Делимично постоји | Постоји у довољном броју | Постоји у довољном броју | Врло добри |
| 5 Задовољава | Постоји | Постоји у довољном броју | ≤=Постоји у довољном броју | Врло добри |
| 6 Задовољава | Постоји | Не постоји | ≥=Постоји у довољном броју | Врло добри |
| 7 Задовољава | Делимично постоји | Постоји у довољном броју | ≤=Постоји у довољном броју | Врло добри |
| 8 Задовољава | Не постоји | Постоји у довољном броју | ≥=Постоји у довољном броју | Врло добри |
| 9 Делимично задовољава | Постоји | Постоји у довољном броју | ≥=Постоји у довољном броју | Врло добри |
| 10 Задовољава | Постоји | ≥=Постоји у довољном броју | Не постоји | Врло добри |
| 11 Задовољава | Постоји | ≤=Постоји у довољном броју | Постоји у довољном броју | Врло добри |
| 12 Задовољава | ≥=Делимично постоји | Постоји у довољном броју | Не постоји | Врло добри |
| 13 Задовољава | ≤=Делимично постоји | Постоји у довољном броју | Постоји у довољном броју | Врло добри |
| 14 Делимично задовољава | ≥=Делимично постоји | Постоји у довољном броју | Постоји у довољном броју | Врло добри |
| 15 Задовољава | Не постоји | Постоји у довољном броју | Не постоји | Добри |
| 16 Делимично задовољава | Делимично постоји | Постоји у довољном броју | ≤=Постоји у довољном броју | Добри |
| 17 Задовољава | Делимично постоји | Не постоји | * | Добри |
| 18 Делимично задовољава | Постоји | Постоји у довољном броју | * | Добри |
| 19 Делимично задовољава | Постоји | ≥=Постоји у довољном броју | Не постоји | Добри |
| 20 Делимично задовољава | Делимично постоји | ≥=Постоји у довољном броју | Постоји у довољном броју | Добри |
| 21 Задовољава | Делимично постоји | ≤=Постоји у довољном броју | ≤=Постоји у довољном броју | Добри |
| 22 Делимично задовољава | Постоји | ≤=Постоји у довољном броју | ≥=Постоји у довољном броју | Добри |
| 23 Задовољава | ≥=Делимично постоји | Не постоји | Не постоји | Добри |
| 24 Делимично задовољава | ≥=Делимично постоји | Постоји у довољном броју | Не постоји | Добри |
| 25 Делимично задовољава | ≥=Делимично постоји | Постоји у довољном броју | ≥=Постоји у довољном броју | Добри |
| 26 ≥=Делимично задовољава | Делимично постоји | Постоји у довољном броју | Постоји у довољном броју | Добри |
| 27 Не задовољава | Постоји | Постоји у довољном броју | Постоји у довољном броју | Довољни |
| 28 Задовољава | Не постоји | Постоји у довољном броју | * | Довољни |
| 29 Делимично задовољава | Делимично постоји | Не постоји | * | Довољни |
| 30 Делимично задовољава | Делимично постоји | ≤=Постоји у довољном броју | Не постоји | Довољни |
| 31 Задовољава | Не постоји | ≤=Постоји у довољном броју | ≥=Постоји у довољном броју | Довољни |
| 32 Делимично задовољава | ≥=Делимично постоји | Не постоји | Не постоји | Довољни |
| 33 Не задовољава | ≤=Делимично постоји | * | * | Недовољни |
| 34 Не задовољава | * | ≤=Постоји у довољном броју | * | Недовољни |
| 35 Не задовољава | * | * | ≤=Постоји у довољном броју | Недовољни |
| 36 ≤=Делимично задовољава | Не постоји | * | * | Недовољни |
| 37 * | Не постоји | Не постоји | Не постоји | Недовољни |

Attribute: Карактер земљишта

- 1 **Задовољана**
- 2 Делумично задовољана
- 3 **Не задовољана**

| Покривеност растљивом | Врста рељефа и рељефних облика | Општи изглед и колорит | Карактер земљишта |
|---------------------------|--------------------------------|------------------------|----------------------|
| 50% | 20% | 17% | |
| 1 Задовољана | Задовољана | >>>Делумично повољан | Задовољана |
| 2 Задовољана | >>>Делумично задовољана | Неповољан | Делумично задовољана |
| 3 Задовољана | <<<Делумично задовољана | >>>Делумично повољан | Делумично задовољана |
| 4 Делумично задовољана | >>>Делумично задовољана | >>>Делумично повољан | Делумично задовољана |
| 5 >>>Делумично задовољана | Делумично задовољана | * | Делумично задовољана |
| 6 Не задовољана | * | * | Не задовољана |
| 7 <<<Делумично задовољана | Задовољана | Неповољан | Не задовољана |
| 8 <<<Делумично задовољана | Не задовољана | * | Не задовољана |
| 9 * | Не задовољана | Неповољан | Не задовољана |

Attribute: Покривеност растљивом

- 1 **Задовољана**
- 2 Делумично задовољана
- 3 **Не задовољана**

Attribute: Врста рељефа и рељефних облика

- 1 **Задовољана**
- 2 Делумично задовољана
- 3 **Не задовољана**

Attribute: Општи изглед и колорит

- 1 **Повољан**
- 2 Делумично повољан
- 3 **Неповољан**

Attribute: Мogueвност коришћења месног материјала и средстава

- 1 **Постоји**
- 2 Делумично постоји
- 3 **Не постоји**

| Месни материјал | Месна средства | Мogueвност коришћења месног материјала и средстава |
|------------------------|----------------------|--|
| 67% | 33% | |
| 1 Постоји | >>>Делумично постоји | Постоји |
| 2 Делумично постоји | * | Делумично постоји |
| 3 >>>Делумично постоји | Не постоји | Делумично постоји |
| 4 <<<Делумично постоји | Постоји | Делумично постоји |
| 5 Не постоји | <<<Делумично постоји | Не постоји |

Attribute: Месни материјал

- 1 **Постоји**
- 2 Делумично постоји
- 3 **Не постоји**

Attribute: Месна средства

- 1 **Постоји**
- 2 Делумично постоји
- 3 **Не постоји**

Attribute: Постојање природних објеката

- 1 **Постоји у довољном броју**
- 2 Постоји у извољном броју
- 3 **Не постоји**

Attribute: Постојање вештачких објеката

- 1 **Постоји у довољном броју**
- 2 Постоји у извољном броју
- 3 **Не постоји**

Alternatives

| Attribute | Дескриптор |
|--------------------------------|---------------------------------|
| Покривеност растљивом | Делумично задовољана |
| Врста рељефа и рељефних облика | Задовољана |
| Општи изглед и колорит | Повољан |
| Месни материјал | Делумично постоји |
| Месна средства | Делумично постоји |
| Постојање природних објеката | Постоји у извољном броју |
| Постојање вештачких објеката | Постоји у довољном броју |

Прилог 5. Модел и правила одлучивања у софтверу DEXi за критеријум „Угроженост места преласка од дејстава непријатеља”

Model description

Attribute descriptions

| Attribute | Description |
|--|-------------|
| Угроженост места преласка од дејстава непријатеља | |
| Висина предмет краја објекта | |
| Дејство артиљеријом и авијацијом | |
| Дејство артиљеријом | |
| Дејство артиљеријом и ракетним наоружањем | |
| Способност извођења специјалних операција непријатеља | |
| Способност извођења ваздушних десаната | |
| Способност извођења диверзантских дејстава | |

Scales

| Attribute | Scale |
|--|--|
| Угроженост места преласка од дејстава непријатеља | Веома велика; Велика; Средња; Мала; Не постоји |
| Висина предмет краја објекта | до 30 км; од 30 до 50 км; <i>Преко 50 км</i> |
| Дејство артиљеријом и авијацијом | Веома изражено дејство; Изражено дејство; Постоји дејство; Не постоји дејство |
| Дејство артиљеријом и ракетним наоружањем | Веома изражено; Изражено; Постоји; Не постоји |
| Способност извођења специјалних операција непријатеља | Веома изражена способност; Изражена способност; Постоји способност; Не постоји способност |
| Способност извођења ваздушних десаната | Непријатељ поседује способности и кој их је изводио; Непријатељ поседује способности, али их није до сада изводио; Непријатељ не поседује способности |
| Способност извођења диверзантских дејстава | Непријатељ поседује способности и кој их је изводио; Непријатељ поседује способности, али их није до сада изводио; Непријатељ не поседује способности |

Function summary

| Attribute | Function |
|--|--|
| Угроженост места преласка од дејстава непријатеља | Values: 48/48 (100.00%), determined: 100.00% [Веома велика:6, Велика:14, Средња:21, Мала:4, Не постоји:3] |
| Висина предмет краја објекта | |
| Дејство артиљеријом и авијацијом | Values: 16/16 (100.00%), determined: 100.00% [Веома изражено дејство:3, Изражено дејство:5, Постоји дејство:7, Не постоји дејство:1] |
| Дејство артиљеријом и ракетним наоружањем | |
| Способност извођења специјалних операција непријатеља | Values: 9/9 (100.00%), determined: 100.00% [Веома изражена способност:3, Изражена способност:0, Постоји способност:5, Не постоји способност:1] |
| Способност извођења ваздушних десаната | |
| Способност извођења диверзантских дејстава | |

Average weights

| Attribute | Local | Global | Loc.norm. | Glob.norm. |
|--|-------|--------|-----------|------------|
| Угроженост места преласка од дејстава непријатеља | | | | |
| Висина предмет краја објекта | 4.5 | 4.5 | 3.5 | 3.5 |
| Дејство артиљеријом и авијацијом | 2.9 | 2.9 | 3.5 | 3.5 |
| Дејство артиљеријом | 5.0 | 1.5 | 5.0 | 1.7 |
| Дејство артиљеријом и ракетним наоружањем | 5.0 | 1.5 | 5.0 | 1.7 |
| Способност извођења специјалних операција непријатеља | 2.6 | 2.6 | 3.1 | 3.1 |
| Способност извођења ваздушних десаната | 5.0 | 1.3 | 5.0 | 1.5 |
| Способност извођења диверзантских дејстава | 5.0 | 1.3 | 5.0 | 1.5 |

Attribute Information

Attribute: Угроженост места проласка од дејстава непријатеља

- 1 **Веома велика**
- 2 Велика
- 3 Средња
- 4 Мала
- 5 **Не постоји**

| Близина предмет краја одбране | Дејство артиљеријом и авијацијом | Способност извођења специјалних операција непријатеља | Угроженост места проласка од дејстава непријатеља |
|-------------------------------|----------------------------------|---|---|
| 35% | 35% | 31% | |
| 1 до 30 км | <=Изражено дејство | <=Постоји способност | Веома велика |
| 2 до 30 км | <=Изражено дејство | Не постоји способност | Велика |
| 3 од 30 до 50 км | <=Постоји дејство | <=Постоји способност | Велика |
| 4 <=од 30 до 50 км | Постоји дејство | <=Постоји способност | Велика |
| 5 од 30 до 50 км | <=Постоји дејство | Не постоји способност | Средња |
| 6 Преко 50 км | <=Постоји дејство | <=Постоји способност | Средња |
| 7 Преко 50 км | * | <=Изражена способност | Средња |
| 8 <=од 30 до 50 км | Постоји дејство | Не постоји способност | Средња |
| 9 <=од 30 до 50 км | Не постоји дејство | <=Постоји способност | Средња |
| 10 * | Не постоји дејство | <=Изражена способност | Средња |
| 11 Преко 50 км | Не постоји дејство | Постоји способност | Мала |
| 12 Преко 50 км | <=Постоји дејство | Не постоји способност | Мала |
| 13 * | Не постоји дејство | Не постоји способност | Не постоји |

Attribute: Близина предмет краја одбране

- 1 **до 30 км**
- 2 од 30 до 50 км
- 3 **Преко 50 км**

Attribute: Дејство артиљеријом и авијацијом

- 1 **Веома изражено дејство**
- 2 Изражено дејство
- 3 Постоји дејство
- 4 **Не постоји дејство**

| Дејство авијацијом | Дејство артиљеријом и ракетним наоружањем | Дејство артиљеријом и авијацијом |
|-------------------------|---|----------------------------------|
| 50% | 50% | |
| 1 Веома изражено | <=Изражено | Веома изражено дејство |
| 2 <=Изражено | Веома изражено | Веома изражено дејство |
| 3 Изражено | Изражено:Постоји | Изражено дејство |
| 4 Постоји | <=Изражено | Изражено дејство |
| 5 <=Изражено | Постоји | Изражено дејство |
| 6 Изражено:Постоји | Изражено | Изражено дејство |
| 7 Постоји | >=Постоји | Постоји дејство |
| 8 Не постоји | <=Постоји | Постоји дејство |
| 9 >=Постоји | Постоји | Постоји дејство |
| 10 <=Постоји | Не постоји | Постоји дејство |
| 11 Не постоји | Не постоји | Не постоји дејство |

Attribute: Дејство авијацијом

- 1 **Веома изражено**
- 2 Изражено
- 3 Постоји
- 4 **Не постоји**

Attribute: Дејство артиљеријом и ракетним наоружањем

- 1 **Веома изражено**
- 2 Изражено
- 3 Постоји
- 4 **Не постоји**

Attribute: **Способност извођења специјалних операција непријатеља**

- 1 **Веома изражена способност**
- 2 **Изражена способност**
- 3 **Постоји способност**
- 4 **Не постоји способност**

| Способност извођења ваздушних десаната | Способност извођења диверзантских дејстава | Способност извођења специјалних операција непријатеља |
|---|---|---|
| SRP | SRP | |
| 1 Непријатеља поседује способности и већ их је изводно | ⇒Непријатељ поседује способности, али их није до сада изводно | Веома изражена способност |
| 2 ⇒Непријатељ поседује способности, али их није до сада изводно | Непријатеља поседује способности и већ их је изводно | Веома изражена способност |
| 3 Непријатељ поседује способности, али их није до сада изводно | ⇒Непријатељ поседује способности, али их није до сада изводно | Постоји способност |
| 4 Непријатеља не поседује способности | ⇒Непријатељ поседује способности, али их није до сада изводно | Постоји способност |
| 5 ⇒Непријатељ поседује способности, али их није до сада изводно | Непријатеља не поседује способности | Постоји способност |
| 6 ⇒Непријатељ поседује способности, али их није до сада изводно | Непријатељ поседује способности, али их није до сада изводно | Постоји способност |
| 7 Непријатеља не поседује способности | Непријатеља не поседује способности | Не постоји способност |

Attribute: **Способност извођења ваздушних десаната**

- 1 **Непријатеља поседује способности и већ их је изводно**
- 2 Непријатељ поседује способности, али их није до сада изводно
- 3 **Непријатеља не поседује способности**

Attribute: **Способност извођења диверзантских дејстава**

- 1 **Непријатеља поседује способности и већ их је изводно**
- 2 Непријатељ поседује способности, али их није до сада изводно
- 3 **Непријатеља не поседује способности**

Alternatives

| Attribute | Дескриптор |
|--|---|
| Величина предмет врата одбране | до 30 мч |
| Дејство авијацијом | Веома изражена |
| Дејство артиљеријом и ракетним наоружањем | Веома изражена |
| Способност извођења ваздушних десаната | Непријатеља поседује способности и већ их је изводно |
| Способност извођења диверзантских дејстава | Непријатеља поседује способности и већ их је изводно |

Прилог 6. Модел и правила одлучивања у софтверу DEXi за критеријум „Утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање”

Model description

Attribute descriptions

| Attribute | Description |
|---|-------------|
| Утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање | |
| Природне препреке | |
| Спрудови и/или плаваци | |
| Подводне стене и/или пањени | |
| Врелови и/или поврати | |
| Вештачке препреке | |
| Потопадни или делимично потопадни објекти | |
| Минусоксплозивне препреке | |

Scales

| Attribute | Scale |
|---|---|
| Утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање | |
| <i>Делимично утицај; Делимично позитиван утицај; Делимично негативан утицај; Негативан утицај</i> | |
| Природне препреке | |
| Спрудови и/или плаваци | Постоје; Делимично постоје; <i>Не постоје</i> |
| Подводне стене и/или пањени | Постоје у <i>већој</i> мери; Постоје у <i>мањој</i> мери; <i>Не постоје</i> |
| Врелови и/или поврати | Постоје у <i>већој</i> мери; Постоје у <i>мањој</i> мери; <i>Не постоје</i> |
| Вештачке препреке | |
| Потопадни или делимично потопадни објекти | Постоје; Делимично постоје; <i>Не постоје</i> |
| Минусоксплозивне препреке | Постоје у <i>већој</i> мери; Постоје у <i>мањој</i> мери; <i>Не постоје</i> |

Function summary

| Attribute | Function |
|---|--|
| Утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање | |
| Rules: 9/9 (100.00%), determined: 100.00% [Позитиван утицај:1, Делимично позитиван утицај:2, Делимично негативан утицај:3, Негативан утицај:3] Rules: 27/27 (100.00%), determined: 100.00% [Постоје:20, Делимично постоје:6, Не постоје:1] | |
| Природне препреке | |
| Спрудови и/или плаваци | |
| Подводне стене и/или пањени | |
| Врелови и/или поврати | |
| Вештачке препреке | |
| Потопадни или делимично потопадни објекти | Rules: 9/9 (100.00%), determined: 100.00% [Постоје:4, Делимично постоје:4, Не постоје:1] |
| Минусоксплозивне препреке | |

Average weights

| Attribute | Local | Global | Loc.norm. | Glob.norm. |
|---|-------|--------|-----------|------------|
| Утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање | | | | |
| Природне препреке | 50 | 50 | 50 | 50 |
| Спрудови и/или плаваци | 33 | 17 | 33 | 17 |
| Подводне стене и/или пањени | 33 | 17 | 33 | 17 |
| Врелови и/или поврати | 33 | 17 | 33 | 17 |
| Вештачке препреке | 50 | 50 | 50 | 50 |
| Потопадни или делимично потопадни објекти | 50 | 25 | 50 | 25 |
| Минусоксплозивне препреке | 50 | 25 | 50 | 25 |

Attribute information

Attribute: Утицај природних и вештачких препрека на воденој препрци на саглађивање

- 1 **Позитиван утицај**
- 2 Делумично позитиван утицај
- 3 Делумично негативан утицај
- 4 **Негативан утицај**

| Природне препреке | Вештачке препреке | Утицај природних и вештачких препрека на воденој препрци на саглађивање |
|------------------------|----------------------|---|
| 50% | 50% | |
| 1 Не постоје | Не постоје | Позитиван утицај |
| 2 Делумично постоје | Не постоје | Делумично позитиван утицај |
| 3 Не постоје | Делумично постоје | Делумично позитиван утицај |
| 4 Постоје | Не постоје | Делумично негативан утицај |
| 5 Делумично постоје | Делумично постоје | Делумично негативан утицај |
| 6 Не постоје | Постоје | Делумично негативан утицај |
| 7 Постоје | <=>Делумично постоје | Негативан утицај |
| 8 <=>Делумично постоје | Постоје | Негативан утицај |

Attribute: Природне препреке

- 1 **Постоје**
- 2 Делумично постоје
- 3 **Не постоје**

| Спрудови и/или плаћаци | Подводне стене и/или пањени | Вртлози и/или поврати | Природне препреке |
|---------------------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------|
| 33% | 33% | 33% | |
| 1 <=>Постоје у мањој мери | <=>Постоје у мањој мери | * | Постоје |
| 2 <=>Постоје у мањој мери | * | <=>Постоје у мањој мери | Постоје |
| 3 * | <=>Постоје у мањој мери | <=>Постоје у мањој мери | Постоје |
| 4 Не постоје | Не постоје | <=>Постоје у мањој мери | Делумично постоје |
| 5 Не постоје | <=>Постоје у мањој мери | Не постоје | Делумично постоје |
| 6 <=>Постоје у мањој мери | Не постоје | Не постоје | Делумично постоје |
| 7 Не постоје | Не постоје | Не постоје | Не постоје |

Attribute: Спрудови и/или плаћаци

- 1 **Постоје у већој мери**
- 2 Постоје у мањој мери
- 3 **Не постоје**

Attribute: Подводне стене и/или пањени

- 1 **Постоје у већој мери**
- 2 Постоје у мањој мери
- 3 **Не постоје**

Attribute: Вртлози и/или поврати

- 1 **Постоје у већој мери**
- 2 Постоје у мањој мери
- 3 **Не постоје**

Attribute: Вештачке препреке

- 1 **Постоје**
- 2 Делумично постоје
- 3 **Не постоје**

| Потољени или делимично потољени објекти | Минскоексплозивне препреке | Вештачке препреке |
|---|----------------------------|-------------------|
| 50% | 50% | |
| 1 <=>Постоје у мањој мери | <=>Постоје у мањој мери | Постоје |
| 2 Не постоје | <=>Постоје у мањој мери | Делумично постоје |
| 3 <=>Постоје у мањој мери | Не постоје | Делумично постоје |
| 4 Не постоје | Не постоје | Не постоје |

Attribute: Потољени или делимично потољени објекти

- 1 **Постоје у већој мери**
- 2 Постоје у мањој мери
- 3 **Не постоје**

Attribute: Минскоексплозивне препреке

- 1 **Постоје у већој мери**
- 2 Постоје у мањој мери
- 3 **Не постоје**

Alternatives

| Attribute | Дескриптор |
|---|-----------------------------|
| Спрудови и/или плаћаци | Постоје у већој мери |
| Подводне стене и/или пањени | Постоје у већој мери |
| Вртлози и/или поврати | Постоје у већој мери |
| Потољени или делимично потољени објекти | Постоје у већој мери |
| Минскоексплозивне препреке | Постоје у већој мери |

Прилог 7. Модел и правила одлучивања у софтверу DEXi за критеријум „Услови за утврђивање”

Model description

Attribute descriptions

| Attribute | Description |
|--|-------------|
| Услови за утврђивање | |
| Утвјај земљишта на утврђивање | |
| Утвјај топографског склопа | |
| Утвјај геолошког састава | |
| Утвјај подземне и површинске воде | |
| Утвјај времена на утврђивање | |
| Време као простор | |
| Време као доба дана | |
| Време као годишње доба | |
| Време као атмосферска појава | |
| Утвјај непријатнога на утврђивање | |
| Дејство психодјелним наоружањем | |
| Дејство артиљерије | |
| Дејство авијације | |
| Дејство АВХ средстава | |

Scales

| Attribute | Scale |
|--|--|
| Услови за утврђивање | |
| Утвјај земљишта на утврђивање | |
| Утвјај топографског склопа | Одличан;Врло добри;Добри;Довољни;Недовољни |
| Утвјај геолошког састава | Повољни;Достигнуто повољан;Неповољни |
| Утвјај подземне и површинске воде | Повољни;Достигнуто повољан;Неповољни |
| Утвјај времена на утврђивање | |
| Време као простор | Повољни;Достигнуто повољно;Неповољно |
| Време као доба дана | Повољни;Достигнуто повољно;Неповољно |
| Време као годишње доба | Повољни;Достигнуто повољно;Неповољно |
| Време као атмосферска појава | Повољни;Достигнуто повољно;Неповољно |
| Утвјај непријатнога на утврђивање | |
| Дејство психодјелним наоружањем | Повољни;Достигнуто повољан;Неповољни |
| Дејство артиљерије | Постоји;Не постоји |
| Дејство авијације | Постоји;Не постоји |
| Дејство АВХ средстава | Постоји;Не постоји |

Function summary

| Attribute | Function |
|--|---|
| Услови за утврђивање | |
| Утвјај земљишта на утврђивање | |
| Утвјај топографског склопа | Kuhs: 27/27 (100.00%), determined: 100.00% [Одлични:2,Врло добри:5,Добри:4,Довољни:7,Недовољни:9] |
| Утвјај геолошког састава | Kuhs: 27/27 (100.00%), determined: 100.00% [Повољан:2,Достигнуто повољан:7,Неповољан:18] |
| Утвјај подземне и површинске воде | Kuhs: 27/27 (100.00%), determined: 100.00% [Повољан:2,Достигнуто повољан:7,Неповољан:18] |
| Утвјај времена на утврђивање | |
| Време као простор | Kuhs: 81/81 (100.00%), determined: 100.00% [Повољан:11,Достигнуто повољан:37,Неповољан:33] |
| Време као доба дана | |
| Време као годишње доба | |
| Време као атмосферска појава | |
| Утвјај непријатнога на утврђивање | |
| Дејство психодјелним наоружањем | Kuhs: 16/16 (100.00%), determined: 100.00% [Повољан:2,Достигнуто повољан:8,Неповољан:6] |
| Дејство артиљерије | |
| Дејство авијације | |
| Дејство АВХ средстава | |

Average weights

| Attribute | Local | Global | Loc.norm. | Glob.norm. |
|--|-------|--------|-----------|------------|
| Услови за утврђивање | | | | |
| Утвјај земљишта на утврђивање | | | | |
| Утвјај топографског склопа | 44 | 44 | 44 | 44 |
| Утвјај геолошког састава | 39 | 17 | 39 | 17 |
| Утвјај подземне и површинске воде | 39 | 17 | 39 | 17 |
| Утвјај времена на утврђивање | | | | |
| Време као простор | 22 | 10 | 22 | 10 |
| Време као доба дана | 40 | 40 | 40 | 40 |
| Време као годишње доба | 25 | 10 | 25 | 10 |
| Време као атмосферска појава | 25 | 10 | 25 | 10 |
| Утвјај непријатнога на утврђивање | | | | |
| Дејство психодјелним наоружањем | 16 | 16 | 16 | 16 |
| Дејство артиљерије | 11 | 2 | 11 | 2 |
| Дејство авијације | 33 | 5 | 33 | 5 |
| Дејство АВХ средстава | 33 | 5 | 33 | 5 |
| Дејство АВХ средстава | 22 | 4 | 22 | 4 |

Attribute Information

Attribute: Услови за утврђивање

- 1 **Одлични**
- 2 **Врло добри**
- 3 **Добри**
- 4 **Довољни**
- 5 **Недовољни**

| Утицај земљишта на утврђивање | Утицај времена на утврђивање | Утицај непријатеља на утврђивање | Услови за утврђивање |
|-------------------------------|------------------------------|----------------------------------|----------------------|
| 44% | 40% | 16% | |
| 1 Повољан | Повољан | >=>Делimiчно повољан | Одлични |
| 2 Повољан | Повољан | Неповољан | Врло добри |
| 3 Повољан | Делimiчно повољан | >=>Делimiчно повољан | Врло добри |
| 4 Делimiчно повољан | Повољан | >=>Делimiчно повољан | Врло добри |
| 5 Повољан | Делimiчно повољан | Неповољан | Добри |
| 6 Делimiчно повољан | Повољан | Неповољан | Добри |
| 7 Делimiчно повољан | Делimiчно повољан | >=>Делimiчно повољан | Добри |
| 8 Делimiчно повољан | Делimiчно повољан | Неповољан | Довољни |
| 9 Неповољан | Повољан | >=>Делimiчно повољан | Довољни |
| 10 >=>Делimiчно повољан | Неповољан | >=>Делimiчно повољан | Довољни |
| 11 Неповољан | <=<Делimiчно повољан | * | Неповољан |
| 12 Неповољан | * | Неповољан | Неповољан |
| 13 * | Неповољан | Неповољан | Неповољан |

Attribute: Утицај земљишта на утврђивање

- 1 **Повољан**
- 2 Делimiчно повољан
- 3 **Неповољан**

| Утицај топографског склона | Утицај геолошког састава | Утицај подземне и површинске воде | Утицај земљишта на утврђивање |
|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| 39% | 39% | 22% | |
| 1 Повољан | Повољан | >=>Делimiчно повољан | Повољан |
| 2 Повољан | Повољан | Неповољан | Делimiчно повољан |
| 3 Делimiчно повољан | >=>Делimiчно повољан | >=>Делimiчно повољан | Делimiчно повољан |
| 4 >=>Делimiчно повољан | Делimiчно повољан | >=>Делimiчно повољан | Делimiчно повољан |
| 5 Неповољан | * | * | Неповољан |
| 6 <=<Делimiчно повољан | * | Неповољан | Неповољан |
| 7 * | Неповољан | * | Неповољан |
| 8 * | <=<Делimiчно повољан | Неповољан | Неповољан |

Attribute: Утицај топографског склона

- 1 **Повољан**
- 2 Делimiчно повољан
- 3 **Неповољан**

Attribute: Утицај геолошког састава

- 1 **Повољан**
- 2 Делimiчно повољан
- 3 **Неповољан**

Attribute: Утицај подземне и површинске воде

- 1 **Повољан**
- 2 Делimiчно повољан
- 3 **Неповољан**

Attribut: Утицај времена на утврђивање

- 1 **Повољно**
- 2 Делумично повољно
- 3 **Неповољно**

| Време као простор | Време као доба дана | Време као годишње доба | Време као атмосферска појава | Утицај времена на утврђивање |
|------------------------|---------------------|------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 25% | 25% | 25% | 25% | |
| 1 Повољно | Повољно | >>Делумично повољно | >>Делумично повољно | Повољно |
| 2 Повољно | >>Делумично повољно | Повољно | >>Делумично повољно | Повољно |
| 3 Повољно | >>Делумично повољно | >>Делумично повољно | Повољно | Повољно |
| 4 >>Делумично повољно | Повољно | Повољно | >>Делумично повољно | Повољно |
| 5 >>Делумично повољно | Повољно | >>Делумично повољно | Повољно | Повољно |
| 6 >>Делумично повољно | >>Делумично повољно | Повољно | Повољно | Повољно |
| 7 Делумично повољно | Делумично повољно | Делумично повољно | * | Делумично повољно |
| 8 Делумично повољно | Делумично повољно | >>Делумично повољно | <<Делумично повољно | Делумично повољно |
| 9 Делумично повољно | Делумично повољно | <<Делумично повољно | >>Делумично повољно | Делумично повољно |
| 10 Делумично повољно | Делумично повољно | * | Делумично повољно | Делумично повољно |
| 11 Делумично повољно | >>Делумично повољно | Делумично повољно | <<Делумично повољно | Делумично повољно |
| 12 Делумично повољно | <<Делумично повољно | Делумично повољно | >>Делумично повољно | Делумично повољно |
| 13 Делумично повољно | >>Делумично повољно | <<Делумично повољно | Делумично повољно | Делумично повољно |
| 14 Делумично повољно | <<Делумично повољно | >>Делумично повољно | Делумично повољно | Делумично повољно |
| 15 Неповољно | >>Делумично повољно | >>Делумично повољно | >>Делумично повољно | Делумично повољно |
| 16 Делумично повољно | * | Делумично повољно | Делумично повољно | Делумично повољно |
| 17 >>Делумично повољно | Делумично повољно | Делумично повољно | <<Делумично повољно | Делумично повољно |
| 18 <<Делумично повољно | Делумично повољно | Делумично повољно | >>Делумично повољно | Делумично повољно |
| 19 >>Делумично повољно | Делумично повољно | <<Делумично повољно | Делумично повољно | Делумично повољно |
| 20 <<Делумично повољно | Делумично повољно | >>Делумично повољно | Делумично повољно | Делумично повољно |
| 21 >>Делумично повољно | Неповољно | >>Делумично повољно | >>Делумично повољно | Делумично повољно |
| 22 >>Делумично повољно | <<Делумично повољно | Делумично повољно | Делумично повољно | Делумично повољно |
| 23 <<Делумично повољно | >>Делумично повољно | Делумично повољно | Делумично повољно | Делумично повољно |
| 24 >>Делумично повољно | >>Делумично повољно | Неповољно | >>Делумично повољно | Делумично повољно |
| 25 >>Делумично повољно | >>Делумично повољно | >>Делумично повољно | Неповољно | Делумично повољно |
| 26 * | Делумично повољно | Делумично повољно | Делумично повољно | Делумично повољно |
| 27 Неповољно | Неповољно | * | * | Неповољно |
| 28 Неповољно | * | Неповољно | * | Неповољно |
| 29 Неповољно | * | * | Неповољно | Неповољно |
| 30 * | Неповољно | Неповољно | * | Неповољно |
| 31 * | Неповољно | * | Неповољно | Неповољно |
| 32 * | * | Неповољно | Неповољно | Неповољно |

Attribut: Време као простор

- 1 **Повољно**
- 2 Делумично повољно
- 3 **Неповољно**

Attribut: Време као доба дана

- 1 **Повољно**
- 2 Делумично повољно
- 3 **Неповољно**

Attribut: Време као годишње доба

- 1 **Повољно**
- 2 Делумично повољно
- 3 **Неповољно**

Attribut: Време као атмосферска појава

- 1 **Повољно**
- 2 Делумично повољно
- 3 **Неповољно**

Attribut: Утицај непријатеља на утврђивање

- 1 **Повољно**
- 2 Делумично повољно
- 3 **Неповољно**

| Дејство немалдијским наоружањем | Дејство артиљерије | Дејство авијације | Дејство АБХ средстава | Утицај непријатеља на утврђивање |
|---------------------------------|--------------------|-------------------|-----------------------|----------------------------------|
| 11% | 33% | 33% | 22% | |
| 1 * | Не постоји | Не постоји | Не постоји | Повољно |
| 2 Не постоји | Постоји | Не постоји | * | Делумично повољно |
| 3 Не постоји | Не постоји | Постоји | * | Делумично повољно |
| 4 Не постоји | Не постоји | * | Постоји | Делумично повољно |
| 5 Не постоји | * | Не постоји | Постоји | Делумично повољно |
| 6 * | Постоји | Не постоји | Не постоји | Делумично повољно |
| 7 * | Не постоји | Постоји | Не постоји | Делумично повољно |
| 8 * | Не постоји | Не постоји | Постоји | Делумично повољно |
| 9 Постоји | Постоји | * | Постоји | Неповољно |
| 10 Постоји | * | Постоји | Постоји | Неповољно |
| 11 * | Постоји | Постоји | * | Неповољно |

Attribute: Дејство психодјелским наоружањем

- 1 **Постоји**
- 2 *Не постоји*

Attribute: Дејство артиљерије

- 1 **Постоји**
- 2 *Не постоји*

Attribute: Дејство авијације

- 1 **Постоји**
- 2 *Не постоји*

Attribute: Дејство АВХ средстава

- 1 **Постоји**
- 2 *Не постоји*

Alternatives

| <u>Attribute</u> | <u>Дескриптор</u> |
|-----------------------------------|-------------------|
| Утицај топографског склона | Непогодно |
| Утицај геолошког састава | Непогодно |
| Утицај подzemне и површинске воде | Непогодно |
| Време као простор | Непогодно |
| Време као доба дана | Непогодно |
| Време као годишње доба | Непогодно |
| Време као атмосферска појава | Непогодно |
| Дејство психодјелским наоружањем | Постоји |
| Дејство артиљерије | Постоји |
| Дејство авијације | Постоји |
| Дејство АВХ средстава | Постоји |

Прилог 8. Модел и правила одлучивања у софтверу DEXi за критеријум „Постојање налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона)”

Model description

Attribute descriptions

| Attribute | Description |
|--|-------------|
| Постојање налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | |
| Постојање налазишта месног материјала | |
| Дрвна грађа | |
| Геолошки грађевински материјал | |
| Остали грађевински материјали | |
| Удаљеност | |
| Постојање месних средстава | |
| Постојање месних планових средстава | |
| Удаљеност | |
| Постојање радионица (индустријских погона) | |
| Постојање адекватних радионица | |
| Постојање адекватних индустријских погона | |
| Удаљеност | |

Scales

| Attribute | Scale |
|--|--|
| Постојање налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | |
| Постојање налазишта месног материјала | |
| Дрвна грађа | <i>Постоји</i> ;Делмиично постоји; Не постоји |
| Геолошки грађевински материјал | <i>Постоји у већој мери</i> ;Постоји у мањој мери; Не постоји |
| Остали грађевински материјали | <i>Постоји у већој мери</i> ;Постоји у мањој мери; Не постоји |
| Удаљеност | <i>Мала</i> ;Средња; Велика |
| Постојање месних средстава | |
| Постојање месних планових средстава | <i>Постоји</i> ;Делмиично постоји; Не постоји |
| Удаљеност | <i>Постоји у већој мери</i> ;Постоји у мањој мери; Не постоји |
| Постојање радионица (индустријских погона) | |
| Постојање адекватних радионица | <i>Постоји</i> ;Делмиично постоји; Не постоји |
| Постојање адекватних индустријских погона | <i>Постоји у већој мери</i> ;Постоји у мањој мери; Не постоји |
| Удаљеност | <i>Мала</i> ;Средња; Велика |

Function summary

| Attribute | Function |
|--|----------|
| Постојање налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | |
| Кодс: 27/27 (100.00%), determined: 100.00% [Постоји:2,Делмиично постоји:14,Не постоји:11] | |
| Постојање налазишта месног материјала | |
| Кодс: 81/81 (100.00%), determined: 100.00% [Постоји:5,Делмиично постоји:48,Не постоји:28] | |
| Постојање месних средстава | |
| Кодс: 9/9 (100.00%), determined: 100.00% [Постоји:2,Делмиично постоји:3,Не постоји:4] | |
| Постојање радионица (индустријских погона) | |
| Кодс: 27/27 (100.00%), determined: 100.00% [Постоји:3,Делмиично постоји:15,Не постоји:9] | |

Average weights

| Attribute | Local | Global | Loc.norm. | Glob.norm. |
|--|-------|--------|-----------|------------|
| Постојање налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | | | | |
| Постојање налазишта месног материјала | | | | |
| Дрвна грађа | 59 | 59 | 59 | 59 |
| Геолошки грађевински материјал | 23 | 13 | 23 | 13 |
| Остали грађевински материјали | 46 | 27 | 46 | 27 |
| Удаљеност | 14 | 8 | 14 | 8 |
| Постојање месних средстава | | | | |
| Постојање месних планових средстава | 18 | 10 | 18 | 10 |
| Удаљеност | 24 | 24 | 24 | 24 |
| Постојање радионица (индустријских погона) | | | | |
| Постојање адекватних радионица | 71 | 17 | 71 | 17 |
| Постојање адекватних индустријских погона | 29 | 7 | 29 | 7 |
| Удаљеност | 18 | 18 | 18 | 18 |
| Удаљеност | 45 | 8 | 45 | 8 |
| Удаљеност | 30 | 5 | 30 | 5 |
| Удаљеност | 25 | 4 | 25 | 4 |

Alternatives

| Attribute | Дескриптор |
|---|-------------------|
| Дрвна грађа | Не постоји |
| Геолошки грађевински материјал | Не постоји |
| Остали грађевински материјали | Не постоји |
| Удаљеност | Велика |
| Постојање месних планових средстава | Не постоји |
| Удаљеност | Велика |
| Постојање адекватних радионица | Не постоји |
| Постојање адекватних индустријских погона | Не постоји |
| Удаљеност | Велика |

**Прилог 9. Упитник за одређивање тежинских коефицијената критеријума за
избор локација за савлађивање водених препрека у одбрамбеној операцији**

**МИНИСТАРСТВО ОДБРАНЕ
УНИВЕРЗИТЕТ ОДБРАНЕ У БЕОГРАДУ
ВОЈНА АКАДЕМИЈА
ДОКТОРСКЕ АКАДЕМСКЕ СТУДИЈЕ
„МЕНАџМЕНТ У ОДБРАНИ”**



**УПИТНИК ЗА ОДРЕЂИВАЊЕ ТЕЖИНСКИХ
КОЕФИЦИЈЕНАТА КРИТЕРИЈУМА ЗА ИЗБОР ЛОКАЦИЈА
ЗА САВЛАЂИВАЊЕ ВОДЕНИХ ПРЕПРЕКА У
ОДБРАМБЕНОЈ ОПЕРАЦИЈИ**

**Истраживач:
потпуковник
мс Душко Тешић**

Београд, 2023. године

Поштовани,

Попуњавањем овог упитника, доприносите остваривању научног и друштвеног циља истраживања докторске дисертације аутора упитника, под називом: „Избор локација за савлађивање водених препрека у одбрамбеној операцији применом метода вишекритеријумског одлучивања”.

Научни циљ истраживања је да се на нивоу научне дескрипције, научне класификације и типологије и свеобухватног научног објашњења дефинишу сви критеријуми који условљавају избор локација за савлађивање водених препрека у одбрамбеној операцији, њихова значајност и односи битни за доношење одлуке, као и да се у овај процес имплементира вишекритеријумско одлучивање, где ће се кроз исти унапредити сам процес доношења одлука у вези са предметом истраживања.

Друштвени циљ истраживања је да се унапреди процес одлучивања и тиме пружи помоћ мање искусним инжињеријским и другим официрима приликом доношења одлуке приликом избора локација за савлађивање водених препрека у одбрамбеној операцији, чиме ће се дати основ за измену постојеће нормативно-правне регулативе која регулише предметну област, а сам процес што више аутоматизује.

Упитник је намењен за дефинисање односа између критеријума који условљавају избор локација савлађивање водених препрека у одбрамбеној операцији, односно дефинисање тежинских коефицијената критеријума који су идентификовани у претходном упитнику.

Молим Вас да пажљиво и детаљно прочитате сва питања, а своје одговоре упишете на предвиђена места (уношењем вредности). Припадници оклопних и механизованих јединица дају одговоре само на питања од један до три и шест овог упитника.

Ваше учешће у предметном истраживању је добровољног карактера. Подаци који буду прикупљени овим упитником, биће искључиво коришћени за израду предметне докторске дисертације.

Уколико приликом попуњавања овог упитника наиђете на нејасноће, молим Вас да ми се обратите, ради додатних објашњења.

ХВАЛА ВАМ НА САРАДЊИ!

1. ДЕФИНИСАЊЕ ОДНОСА ИЗМЕЂУ КРИТЕРИЈУМА

1. У табели у наставку, дати су дефинисани критеријуми који условљавају избор локације за место преласка газом у одбрамбеној операцији. Молим Вас да извршите рангирање критеријума према значајности (у колони "Ранг критеријума"), од 1 до 13, где вредност 1 означава да тај критеријум има највећу значајност, док вредност 13 означава најмању значајност критеријума.

| Ранг критеријума | Критеријуми |
|------------------|---|
| | Квалитет прилазних путева на обема обалама |
| | Обим радова на уређењу овострани и онострани обале |
| | Ширина водене препреке |
| | Дубина водене препреке |
| | Брзина воденог тока |
| | Састав дна водене препреке |
| | Услови маскирања |
| | Угроженост МП од дејстава непријатеља |
| | Утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање |
| | Услови за утврђивање |
| | Постојање налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) |
| | Тенденција водостаја |
| | Могућности развоја возила (тенкова) за дејство и маневар на супротној обали |

На основу дефинисаних критеријума, у следећој табели, молим Вас да унесете вредности које представљају колико пута је један критеријум значајнији у односу на други. Уколико сматрате да су два критеријума подједнаке значајности, у место предвиђено за Ваш одговор, унесете вредност 1.

| Тврдња | Значајност |
|---|------------|
| Прворангирани критеријум је значајнији од другорангираног | |
| 2.- рангирани критеријум је значајнији од 3.- рангираног | |
| 3.- рангирани критеријум је значајнији од 4.- рангираног | |
| 4.- рангирани критеријум је значајнији од 5.- рангираног | |

| | |
|--|--|
| 5.- рангирани критеријум је значајнији од 6.- рангираног | |
| 6.- рангирани критеријум је значајнији од 7.- рангираног | |
| 7.- рангирани критеријум је значајнији од 8.- рангираног | |
| 8.- рангирани критеријум је значајнији од 9.- рангираног | |
| 9.- рангирани критеријум је значајнији од 10.- рангираног | |
| 10.- рангирани критеријум је значајнији од 11.- рангираног | |
| 11.- рангирани критеријум је значајнији од 12.- рангираног | |
| 12.- рангирани критеријум је значајнији од 13.- рангираног | |
| Прворангирани критеријум је значајнији од задње рангираног | |

На основу дефинисаних критеријума, у следећој табели, молим Вас да унесете вредности односа које представљају колико од укупне вредности од 1 припада једном критеријуму у односу на други. Уколико сматрате да су два критеријума подједнаке значајности, у место предвиђено за Ваш одговор, унесите вредност 0,50. На пример, ако сматрате да прворангираном критеријуму у односу на другорангирани припада 60% вредност, у табели на одговарајућем месту упишите вредност 0,60.

| Тврдња | Значајност |
|---|------------|
| Прворангирани критеријум је значајнији од другорангираног | |
| 2.- рангирани критеријум је значајнији од 3.- рангираног | |
| 3.- рангирани критеријум је значајнији од 4.- рангираног | |
| 4.- рангирани критеријум је значајнији од 5.- рангираног | |
| 5.- рангирани критеријум је значајнији од 6.- рангираног | |
| 6.- рангирани критеријум је значајнији од 7.- рангираног | |
| 7.- рангирани критеријум је значајнији од 8.- рангираног | |
| 8.- рангирани критеријум је значајнији од 9.- рангираног | |

| | |
|--|--|
| 9.- рангирани критеријум је значајнији од 10.- рангираног | |
| 10.- рангирани критеријум је значајнији од 11.- рангираног | |
| 11.- рангирани критеријум је значајнији од 12.- рангираног | |
| 12.- рангирани критеријум је значајнији од 13.- рангираног | |
| Прворангирани критеријум је значајнији од задње рангираног | |

2. У табели у наставку, дати су критеријуми који условљавају избор локације за место преласка дубоким газом у одбрамбеној операцији. Молим Вас да извршите рангирање критеријума према значајности (у колони "Ранг критеријума"), од 1 до 13, где вредност 1 означава да тај критеријум има највећу значајност, док вредност 13 означава најмању значајност критеријума.

| Ранг критеријума | Критеријуми |
|------------------|---|
| | Квалитет прилазних путева на обема обалама |
| | Обим радова на уређењу овострани и онострани обале |
| | Ширина водене препреке |
| | Дубина водене препреке |
| | Брзина воденог тока |
| | Састав дна водене препреке |
| | Услови маскирања |
| | Угроженост МП од дејстава непријатеља |
| | Утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање |
| | Услови за утврђивање |
| | Постојање налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) |
| | Тенденција водостаја |
| | Могућности развоја возила (тенкова) за дејство и маневар на супротној обали |

На основу дефинисаних критеријума, у следећој табели, молим Вас да унесете вредности које представљају колико пута је један критеријум значајнији у односу на други. Уколико сматрате да су два критеријума подједнаке значајности, у место предвиђено за Ваш одговор, унесете вредност 1.

| Тврдња | Значајност |
|--|------------|
| Прворангирани критеријум је значајнији од другорангираног | |
| 2.- рангирани критеријум је значајнији од 3.- рангираног | |
| 3.- рангирани критеријум је значајнији од 4.- рангираног | |
| 4.- рангирани критеријум је значајнији од 5.- рангираног | |
| 5.- рангирани критеријум је значајнији од 6.- рангираног | |
| 6.- рангирани критеријум је значајнији од 7.- рангираног | |
| 7.- рангирани критеријум је значајнији од 8.- рангираног | |
| 8.- рангирани критеријум је значајнији од 9.- рангираног | |
| 9.- рангирани критеријум је значајнији од 10.- рангираног | |
| 10.- рангирани критеријум је значајнији од 11.- рангираног | |
| 11.- рангирани критеријум је значајнији од 12.- рангираног | |
| 12.- рангирани критеријум је значајнији од 13.- рангираног | |
| Прворангирани критеријум је значајнији од задње рангираног | |

На основу дефинисаних критеријума, у следећој табели, молим Вас да унесете вредности односа које представљају колико од укупне вредности од 1 припада једном критеријуму у односу на други. Уколико сматрате да су два критеријума подједнаке значајности, у место предвиђено за Ваш одговор, унесите вредност 0,50. На пример, ако сматрате да прворангираном критеријуму у односу на другорангирани припада 60% вредност, у табели на одговарајућем месту упишите вредност 0,60.

| Тврдња | Значајност |
|--|-------------------|
| Прворангирани критеријум је значајнији од другорангираног | |
| 2.- рангирани критеријум је значајнији од 3.- рангираног | |
| 3.- рангирани критеријум је значајнији од 4.- рангираног | |
| 4.- рангирани критеријум је значајнији од 5.- рангираног | |
| 5.- рангирани критеријум је значајнији од 6.- рангираног | |
| 6.- рангирани критеријум је значајнији од 7.- рангираног | |
| 7.- рангирани критеријум је значајнији од 8.- рангираног | |
| 8.- рангирани критеријум је значајнији од 9.- рангираног | |
| 9.- рангирани критеријум је значајнији од 10.- рангираног | |
| 10.- рангирани критеријум је значајнији од 11.- рангираног | |
| 11.- рангирани критеријум је значајнији од 12.- рангираног | |
| 12.- рангирани критеријум је значајнији од 13.- рангираног | |
| Прворангирани критеријум је значајнији од задње рангираног | |

3. У табели у наставку, дати су критеријуми који условљавају избор локације за место преласка подводним газом тенковима у одбрамбеној операцији. Молим Вас да извршите рангирање критеријума према значајности (у колони "Ранг критеријума"), од 1 до 13, где вредност 1 означава да тај критеријум има највећу значајност, док вредност 13 означава најмању значајност критеријума.

| Ранг критеријума | Критеријуми |
|------------------|---|
| | Квалитет прилазних путева на обема обалама |
| | Обим радова на уређењу овострани и онострани обале |
| | Ширина водене препреке |
| | Дубина водене препреке |
| | Брзина воденог тока |
| | Састав дна водене препреке |
| | Услови маскирања |
| | Угроженост МП од дејстава непријатеља |
| | Утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање |
| | Услови за утврђивање |
| | Постојање налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) |
| | Тенденција водостаја |
| | Могућности развоја тенкова за дејство и маневар на супротној обали |

Лингвистичке вредности поређења критеријума, односно скала за оцењивање односа, дата је у следећој табели:

| Лингвистичка вредност |
|-----------------------|
| Иста значајност 0% |
| Значајнији 10% |
| Значајнији 20% |
| Значајнији 30% |
| Значајнији 40% |
| Значајнији 50% |
| Значајнији 60% |
| Значајнији 70% |
| Значајнији 80% |
| Значајнији 90% |
| Значајнији 100% |

На основу дефинисаних критеријума и лингвистичких вредности (скеле за оцењивање), у следећој табели, молим Вас да унесете вредности које представљају колико процената је један критеријум значајнији у односу на други. Уколико сматрате да су два критеријума подједнаке значајности, у место предвиђено за Ваш одговор, унесите вредност 0.

| Тврдња | Значајност (%) |
|--|-----------------------|
| Прворангирани критеријум је значајнији од другорангираног | |
| 2.- рангирани критеријум је значајнији од 3.- рангираног | |
| 3.- рангирани критеријум је значајнији од 4.- рангираног | |
| 4.- рангирани критеријум је значајнији од 5.- рангираног | |
| 5.- рангирани критеријум је значајнији од 6.- рангираног | |
| 6.- рангирани критеријум је значајнији од 7.- рангираног | |
| 7.- рангирани критеријум је значајнији од 8.- рангираног | |
| 8.- рангирани критеријум је значајнији од 9.- рангираног | |
| 9.- рангирани критеријум је значајнији од 10.- рангираног | |
| 10.- рангирани критеријум је значајнији од 11.- рангираног | |
| 11.- рангирани критеријум је значајнији од 12.- рангираног | |
| 12.- рангирани критеријум је значајнији од 13.- рангираног | |
| Прворангирани критеријум је значајнији од задње рангираног | |

4. У табели у наставку, дати су критеријуми који условљавају избор локације за **скелско место преласка у одбрамбеној операцији**. Молим Вас да извршите рангирање критеријума према значајности (у колони "Ранг критеријума"), од 1 до 11, где вредност 1 означава да тај критеријум има највећу значајност, док вредност 11 означава најмању значајност критеријума.

| Ранг критеријума | Критеријуми |
|-------------------------|---|
| | Квалитет прилазних путева на обема обалама |
| | Обим радова на уређењу овострани и оностране обале |
| | Ширина водене препреке |
| | Дубина водене препреке |
| | Брзина воденог тока |
| | Услови маскирања |
| | Угроженост МП од дејстава непријатеља |
| | Утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање |
| | Услови за утврђивање |
| | Постојање налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) |
| | Могућност истовременог спуштања пловних чланака на воду |

На основу дефинисаних критеријума, у следећој табели, молим Вас да унесете вредности које представљају колико пута је један критеријум значајнији у односу на други. Уколико сматрате да су два критеријума подједнаке значајности, у место предвиђено за Ваш одговор, унесите вредност 1.

| Тврдња | Значајност |
|--|-------------------|
| Прворангирани критеријум је значајнији од другорангираног | |
| 2.- рангирани критеријум је значајнији од 3.- рангираног | |
| 3.- рангирани критеријум је значајнији од 4.- рангираног | |
| 4.- рангирани критеријум је значајнији од 5.- рангираног | |
| 5.- рангирани критеријум је значајнији од 6.- рангираног | |
| 6.- рангирани критеријум је значајнији од 7.- рангираног | |
| 7.- рангирани критеријум је значајнији од 8.- рангираног | |
| 8.- рангирани критеријум је значајнији од 9.- рангираног | |

| | |
|--|--|
| 9.- рангирани критеријум је значајнији од 10.- рангираног | |
| 10.- рангирани критеријум је значајнији од 11.- рангираног | |
| Прворангирани критеријум је значајнији од задње рангираног | |

5. У табели у наставку, дати су критеријуми који условљавају избор локације за **мостовно место преласка у одбрамбеној операцији**. Молим Вас да извршите рангирање критеријума према значајности (у колони "Ранг критеријума"), од 1 до 12, где вредност 1 означава да тај критеријум има највећу значајност, док вредност 12 означава најмању значајност критеријума.

| Ранг критеријума | Критеријуми |
|------------------|---|
| | Квалитет прилазних путева на обема обалама |
| | Обим радова на уређењу овострани и оностране обале |
| | Ширина водене препреке |
| | Дубина водене препреке |
| | Брзина воденог тока |
| | Услови маскирања |
| | Угроженост МП од дејстава непријатеља |
| | Утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање |
| | Услови за утврђивање |
| | Постојање налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) |
| | Могућност истовременог спуштања пловних чланака на воду |
| | Тенденција водостаја |

На основу дефинисаних критеријума, у следећој табели, молим Вас да унесете вредности које представљају колико пута је један критеријум значајнији у односу на други. Уколико сматрате да су два критеријума подједнаке значајности, у место предвиђено за Ваш одговор, унесите вредност 1.

| Тврдња | Значајност |
|---|------------|
| Прворангирани критеријум је значајнији од другорангираног | |
| 2.- рангирани критеријум је значајнији од 3.- рангираног | |
| 3.- рангирани критеријум је значајнији од 4.- рангираног | |
| 4.- рангирани критеријум је значајнији од 5.- рангираног | |

| | |
|--|--|
| 5.- рангирани критеријум је значајнији од 6.- рангираног | |
| 6.- рангирани критеријум је значајнији од 7.- рангираног | |
| 7.- рангирани критеријум је значајнији од 8.- рангираног | |
| 8.- рангирани критеријум је значајнији од 9.- рангираног | |
| 9.- рангирани критеријум је значајнији од 10.- рангираног | |
| 10.- рангирани критеријум је значајнији од 11.- рангираног | |
| 11.- рангирани критеријум је значајнији од 12.- рангираног | |
| Прворангирани критеријум је значајнији од задње рангираног | |

6. На скали од 10 до 100%, оцените колико сте сигурни у претходно дате одговоре, заокруживањем одговарајућег одговора у наредној табели.

| | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 10% | 20% | 30% | 40% | 50% | 60% | 70% | 80% | 90% | 100% |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|

**Прилог 10. Упитник за тестирање модела за избор локација за савлађивање
водених препрека у одбрамбеној операцији**

**МИНИСТАРСТВО ОДБРАНЕ
УНИВЕРЗИТЕТ ОДБРАНЕ У БЕОГРАДУ
ВОЈНА АКАДЕМИЈА
ДОКТОРСКЕ АКАДЕМСКЕ СТУДИЈЕ
„МЕНАџМЕНТ У ОДБРАНИ”**



**УПИТНИК ЗА ТЕСТИРАЊЕ МОДЕЛА ЗА ИЗБОР
ЛОКАЦИЈА ЗА САВЛАЂИВАЊЕ ВОДЕНИХ ПРЕПРЕКА У
ОДБРАМБЕНОЈ ОПЕРАЦИЈИ**

**Истраживач:
потпуковник
мс Душко Тешић**

Београд, 2023. године

Поштовани,

Попуњавањем овог упитника, доприносите остваривању научног и друштвеног циља истраживања докторске дисертације аутора упитника, под називом: „Избор локација за савлађивање водених препрека у одбрамбеној операцији применом метода вишекритеријумског одлучивања”.

Научни циљ истраживања је да се на нивоу научне дескрипције, научне класификације и типологије и свеобухватног научног објашњења дефинишу сви критеријуми који условљавају избор локација за савлађивање водених препрека у одбрамбеној операцији, њихова значајност и односи битни за доношење одлуке, као и да се у овај процес имплементира вишекритеријумско одлучивање, где ће се кроз исти унапредити сам процес доношења одлука у вези са предметом истраживања.

Друштвени циљ истраживања је да се унапреди процес одлучивања и тиме пружи помоћ мање искусним инжињеријским и другим официрима приликом доношења одлуке приликом избора локација за савлађивање водених препрека у одбрамбеној операцији, чиме ће се дати основ за измену постојеће нормативно-правне регулативе која регулише предметну област, а сам процес што више аутоматизује.

Упитник је намењен за тестирање дефинисаних модела за избор локација савлађивање водених препрека у одбрамбеној операцији.

Молим Вас да пажљиво и детаљно прочитате сва питања, а своје одговоре упишете на предвиђена места (уношењем вредности). Припадници оклопних и механизованих јединица дају одговоре само на питања од један до три.

Ваше учешће у предметном истраживању је добровољног карактера. Подаци који буду прикупљени овим упитником, биће искључиво коришћени за израду предметне докторске дисертације.

Уколико приликом попуњавања овог упитника наиђете на нејасноће, молим Вас да ми се обратите, ради додатних објашњења.

ХВАЛА ВАМ НА САРАДЊИ!

ТЕСТИРАЊЕ МОДЕЛА ЗА ИЗБОР ЛОКАЦИЈА ЗА САВЛАЂИВАЊЕ ВОДЕНИХ ПРЕПРЕКА У ОДБРАМБЕНОЈ ОПЕРАЦИЈИ

1. У табели у наставку, извршите рангирање локација (алтернатива) за место преласка газом у одбрамбеној операцији. Локацију (алтернативу) коју сматрате најбољом (оптималном) означите са бројем 1, док ону која је по Вашем мишљењу најлошија, означите бројем 5, у колони "РАНГ". Осталим алтернативама доделите вредности 2, 3 и 4, по значајности.

| | Квалитет прилазних путева на обема обалама | Обим радова на уређењу овостраничне и оностране обале | Ширина водене препреке (м) | Дубина водене препреке (м) | Брзина воденог тока (м/сек) | Састав дна водене препреке | Услови маскирања | Угроженост МП од дејстава непријатеља | Утицај природних и вештачких препрека на воденој препрци на савлађивање | Услови за утврђивање | Постојање налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Тенденција водостаја | Услови за развоја возила (тенкова) за дејство и маневар на супротној обали | РАНГ |
|----|--|---|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|---|--------------------------------------|--|---|------------------------------------|--|---|--|------|
| A1 | Добар квалитет прилазних путева | Средњи обим радова | 60 | 1.1 | 0.8 | Дно водене препреке има довољну носивост и равно је | Услови маскирања су добри | Веома велика угроженост места преласка од дејстава непријатеља | Постоји делимично негативан утицај природних и вештачких препрека на воденој препрци на савлађивање | Услови за утврђивање су добри | Делимично налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Делимично повољна тенденција (умерени над водостаја) | Повољни услови (могуће је развити јединицу, обала није запречена, постоје услови за маскирање, дејство и заштиту) | |
| A2 | Довољан квалитет прилазних путева | Средњи обим радова | 55 | 1.1 | 0.9 | Дно водене препреке нема довољну носивост (може се повећати носивост), али је равно | Услови маскирања су одлични | Велика угроженост места преласка од дејстава непријатеља | Постоји делимично негативан утицај природних и вештачких препрека на воденој препрци на савлађивање | Услови за утврђивање су недовољни | Делимично налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Повољна тенденција (стагнација водостаја) | Повољни услови (могуће је развити јединицу, обала није запречена, постоје услови за маскирање, дејство и заштиту) | |
| A3 | Довољан квалитет прилазних путева | Мали обим радова | 58 | 1.2 | 0.8 | Дно водене препреке има довољну носивост, али није равно | Услови маскирања нису задовољавајући | Велика угроженост места преласка од дејстава непријатеља | Постоји негативан утицај природних и вештачких препрека на воденој препрци на савлађивање | Услови за утврђивање су врло добри | Не постоје налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Делимично неповољна тенденција (умерени пораст водостаја) | Делимично повољни услови (могуће је развити јединицу, обала је делимично запречена, услови за маскирање, дејство и заштиту нису потпуни) | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|----|-------------------------------------|--------------------|----|-----|-----|--|--------------------------------------|---|--|-----------------------------------|---|--|--|
| A4 | Недовољан квалитет прилазних путева | Средњи обим радова | 51 | 1 | 2 | Дно водене препреке има довољну носивост и равно је | Услови маскирања нису задовољавајући | Веома велика угроженост места преласка од дејства непријатеља | Постоји негативан утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање | Услови за утврђивање су довољни | Делимично постоје налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Делимично повољна тенденција (умерени пад водостаја) | Делимично неповољни услови (могуће је делимично развити јединицу, обала је запречена, услови за маскирање, дејство и заштиту нису потпуни) |
| A5 | Недовољан квалитет прилазних путева | Мали обим радова | 60 | 0.9 | 2.1 | Дно водене препреке има довољну носивост, али није равно | Услови маскирања су добри | Средња угроженост места преласка од дејства непријатеља | Постоји делимично негативан утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање | Услови за утврђивање су недовољни | Постоје налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Повољна тенденција (стагнација водостаја) | Делимично повољни услови (могуће је развити јединицу, обала је делимично запречена, услови за маскирање, дејство и заштиту нису потпуни) |

2. У табели у наставку, извршите рангирање локација (алтернатива) за место преласка дубоким газом у одбрамбеној операцији. Локацију (алтернативу) коју сматрате најбољом (оптималном) означите са бројем 1, док она која је по Вашем мишљењу најлошија, означите бројем 5, у колони "РАНГ". Осталим алтернативама доделите вредности 2, 3 и 4, по значајности.

| | Квалитет прилазних путева на обалама | Обим радова на уређењу овостране и оностране обале | Ширина водене препреке (м) | Дубина водене препреке (м) | Брзина воденог тока (м/сек) | Састав дна водене препреке | Услови маскирања | Угроженост МП од дејстава непријатеља | Утицај природних и вештачких препрека на воденој препрци на савлађивање | Услови за утврђивање | Постојање налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Тенденција водостаја | Услови за развоја возила (тенкова) за дејство и маневар на супротној обали | РАНГ |
|----|--------------------------------------|--|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|---|--------------------------------------|---|---|------------------------------------|---|---|--|------|
| A1 | Довољан квалитет прилазних путева | Средњи обим радова | 76 | 1.8 | 1.2 | Дно водене препреке нема довољну носивост (може се повећати носивост), али је равно | Услови маскирања су добри | Велика угроженост места преласка од дејства непријатеља | Постоји делимично негативан утицај природних и вештачких препрека на воденој препрци на савлађивање | Услови за утврђивање су добри | Делимично постоје налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Повољна тенденција (стагнација водостаја) | Повољни услови (могуће је развити јединицу, обала није запречена, постоје услови за маскирање, дејство и заштиту) | |
| A2 | Добар квалитет прилазних путева | Мали обим радова | 78 | 1.7 | 1.2 | Дно водене препреке има довољну носивост, али није равно | Услови маскирања су врло добри | Веома велика угроженост места преласка од дејства непријатеља | Постоји негативан утицај природних и вештачких препрека на воденој препрци на савлађивање | Услови за утврђивање су добри | Делимично постоје налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Повољна тенденција (стагнација водостаја) | Делимично повољни услови (могуће је развити јединицу, обала је делимично запречена, услови за маскирање, дејство и заштиту нису потпуни) | |
| A3 | Врло добар квалитет прилазних путева | Мали обим радова | 60 | 2 | 1.5 | Дно водене препреке има довољну носивост, али није равно | Услови маскирања су одлични | Велика угроженост места преласка од дејства непријатеља | Постоји делимично негативан утицај природних и вештачких препрека на воденој препрци на савлађивање | Услови за утврђивање су недовољни | Не постоје налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Делимично повољна тенденција (умерени пад водостаја) | Делимично неповољни услови (могуће је делимично развити јединицу, обала је запречена, услови за маскирање, дејство и заштиту нису потпуни) | |
| A4 | Недовољан квалитет прилазних путева | Велики обим радова | 50 | 2.1 | 1.1 | Дно водене препреке има довољну носивост, али није равно | Услови маскирања нису задовољавајући | Веома велика угроженост места преласка од дејства непријатеља | Постоји негативан утицај природних и вештачких препрека на воденој препрци на савлађивање | Услови за утврђивање су врло добри | Постоје налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Делимично неповољна тенденција (умерени пораст водостаја) | Делимично неповољни услови (могуће је делимично развити јединицу, обала је запречена, услови за маскирање, дејство и заштиту нису потпуни) | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|----|-------------------------------------|------------------|----|-----|-----|---|---------------------------|---|---|---------------------------------|---|--|---|
| A5 | Недовољан квалитет прилазних путева | Мали обим радова | 70 | 1.9 | 0.9 | Дно водене препреке има довољну носивост и равно је | Услови маскирања су добри | Средња угроженост места преласка од дејства непријатеља | Постоји делимично негативан утицај природних и вештачких препрека на воденој препрци на савлађивање | Услови за утврђивање су довољни | Делимично постоје налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Делимично повољна тенденција (умерени пад водостаја) | Повољни услови (могуће је развити јединицу, обала није запречена, постоје услови за маскирање, дејство и заштиту) |
|----|-------------------------------------|------------------|----|-----|-----|---|---------------------------|---|---|---------------------------------|---|--|---|

3. У табели у наставку, извршите рангирање локација (алтернатива) за место преласка подводним газом тенковима у одбрамбеној операцији. Локацију (алтернативу) коју сматрате најбољом (оптималном) означите са бројем 1, док она која је по Вашем мишљењу најлошија, означите бројем 5, у колони "РАНГ". Осталим алтернативама доделите вредности 2, 3 и 4, по значајности.

| | Квалитет прилазних путева на обалама | Обим радова на уређењу оностране и оностране обале | Ширина водене препреке (м) | Дубина водене препреке (м) | Брзина воденог тока (м/сек) | Састав дна водене препреке | Услови маскирања | Угроженост МП од дејстава непријатеља | Утицај природних и вештачких препрека на воденој препрци на савлађивање | Услови за утврђивање | Постојање налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Тенденција водостаја | Услови за развоја тенкова за дејство и маневар на супротној обали | РАНГ |
|----|--------------------------------------|--|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|---|--------------------------------|---|---|-----------------------------------|---|--|--|------|
| A1 | Довољан квалитет прилазних путева | Средњи обим радова | 75 | 3.5 | 1.1 | Дно водене препреке има довољну носивост, али није равно | Услови маскирања су добри | Веома велика угроженост места преласка од дејства непријатеља | Постоји делимично позитиван утицај природних и вештачких препрека на воденој препрци на савлађивање | Услови за утврђивање су добри | Делимично постоје налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Повољна тенденција (стагнација водостаја) | Делимично неповољни услови (могуће је делимично развити јединицу, обала је запречена, услови за маскирање, дејство и заштиту нису потпуни) | |
| A2 | Недовољан квалитет прилазних путева | Мали обим радова | 70 | 4 | 1.4 | Дно водене препреке нема довољну носивост (може се повећати носивост), али је равно | Услови маскирања су добри | Средња угроженост места преласка од дејства непријатеља | Постоји делимично негативан утицај природних и вештачких препрека на воденој препрци на савлађивање | Услови за утврђивање су добри | Делимично постоје налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Делимично повољна тенденција (умерени пад водостаја) | Повољни услови (могуће је развити јединицу, обала није запречена, постоје услови за маскирање, дејство и заштиту) | |
| A3 | Врло добар квалитет прилазних путева | Средњи обим радова | 71 | 4.9 | 1 | Дно водене препреке нема довољну носивост (може се повећати носивост), али је равно | Услови маскирања су добри | Велика угроженост места преласка од дејства непријатеља | Постоји делимично негативан утицај природних и вештачких препрека на воденој препрци на савлађивање | Услови за утврђивање су довољни | Постоје налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Повољна тенденција (стагнација водостаја) | Делимично повољни услови (могуће је развити јединицу, обала је делимично запречена, услови за маскирање, дејство и заштиту нису потпуни) | |
| A4 | Врло добар квалитет прилазних путева | Средњи обим радова | 80 | 4.8 | 1.2 | Дно водене препреке има довољну носивост, али није равно | Услови маскирања су добри | Веома велика угроженост места преласка од дејства непријатеља | Постоји негативан утицај природних и вештачких препрека на воденој препрци на савлађивање | Услови за утврђивање су недовољни | Постоје налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Делимично повољна тенденција (умерени пад водостаја) | Делимично повољни услови (могуће је развити јединицу, обала је делимично запречена, услови за маскирање, дејство и заштиту нису потпуни) | |
| A5 | Добар квалитет прилазних путева | Велики обим радова | 65 | 3 | 1.3 | Дно водене препреке има довољну носивост и равно је | Услови маскирања су врло добри | Веома велика угроженост места преласка од дејства непријатеља | Постоји негативан утицај природних и вештачких препрека на воденој препрци на савлађивање | Услови за утврђивање су добри | Делимично постоје налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Повољна тенденција (стагнација водостаја) | Повољни услови (могуће је развити јединицу, обала није запречена, постоје услови за маскирање, дејство и заштиту) | |

4. У табели у наставку, извршите рангирање локација (алтернатива) за скелско место преласка у одбрамбеној операцији. Локацију (алтернативу) коју сматрате најбољом (оптималном) означите са бројем 1, док она која је по Вашем мишљењу најлошија, означите бројем 5, у колони "РАНГ". Осталим алтернативама доделите вредности 2, 3 и 4, по значајности.

| | Квалитет прилазних путева на обема обалама | Обим радова на уређењу овостране и оностране обале | Ширина водене препреке (м) | Дубина водене препреке (м) | Брзина воденог тока (м/сек) | Услови маскирања | Угроженост МП од дејстава непријатеља | Утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање | Услови за утврђивање | Постојање налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Могућност истовременог спуштања пловних чланака на воду | РАНГ |
|----|--|--|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|---|--|------------------------------------|---|--|------|
| A1 | Добар квалитет прилазних путева | Средњи обим радова | 191 | 4,2 | 1,3 | Услови маскирања су врло добри | Веома велика угроженост места преласка од дејства непријатеља | Постоји делимично негативан утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање | Услови за утврђивање су врло добри | Постоје налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Могуће је истовремено спустити све неопходне пловне чланке на воду | |
| A2 | Врло добар квалитет прилазних путева | Средњи обим радова | 176 | 5,8 | 1,2 | Услови маскирања су добри | Веома велика угроженост места преласка од дејства непријатеља | Постоји делимично позитиван утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање | Услови за утврђивање су недовољни | Делимично постоје налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Није могуће истовремено спуштање неопходних пловних чланака на воду | |
| A3 | Довољан квалитет прилазних путева | Мали обим радова | 136 | 5 | 2,2 | Услови маскирања су врло добри | Велика угроженост места преласка од дејства непријатеља | Постоји делимично негативан утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање | Услови за утврђивање су добри | Делимично постоје налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Није могуће истовремено спуштање неопходних пловних чланака на воду | |
| A4 | Недовољан квалитет прилазних путева | Средњи обим радова | 145 | 7 | 2,4 | Услови маскирања су добри | Велика угроженост места преласка од дејства непријатеља | Постоји негативан утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање | Услови за утврђивање су недовољни | Делимично постоје налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Могуће је истовремено спустити мање од половине неопходних пловних чланака на воду | |
| A5 | Врло добар квалитет прилазних путева | Мали обим радова | 188 | 3,1 | 1,8 | Услови маскирања су врло добри | Веома велика угроженост места преласка од дејства непријатеља | Постоји делимично позитиван утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање | Услови за утврђивање су врло добри | Делимично постоје налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Могуће је истовремено спустити мање од половине неопходних пловних чланака на воду | |

5. У табели у наставку, извршите рангирање локација (алтернатива) за **мостовно место преласка у одбрамбеној операцији**. Локацију (алтернативу) коју сматрате најбољом (оптималном) означите са бројем 1, док она која је по Вашем мишљењу најлошија, означите бројем 5, у колони "РАНГ". Осталим алтернативама доделите вредности 2, 3 и 4, по значајности.

| | Квалитет прилазних путева на обема обалама | Обим радова на уређењу овостраничне и оностране обале | Ширина водене препреке (м) | Дубина водене препреке (м) | Брзина воденог тока (м/сек) | Услови маскирања | Угроженост МП од дејстава непријатеља | Утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање | Услови за утврђивање | Постојање налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Тенденција водостаја | Могућност истовременог спуштања пловних чланака на воду | РАНГ |
|----|--|---|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|---|--|------------------------------------|---|---|---|------|
| A1 | Врло добар квалитет прилазних путева | Средњи обим радова | 222 | 4,8 | 1,8 | Услови маскирања су врло добри | Велика угроженост места преласка од дејства непријатеља | Постоји негативан утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање | Услови за утврђивање су недовољни | Делимично постоје налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Делимично повољна тенденција (умерени пад водостаја) | Није могуће истовремено спуштање неопходних пловних чланака на воду | |
| A2 | Одличан квалитет прилазних путева | Средњи обим радова | 189 | 5,1 | 1,7 | Услови маскирања су добри | Веома велика угроженост места преласка од дејства непријатеља | Постоји делимично негативан утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање | Услови за утврђивање су врло добри | Постоје налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Делимично повољна тенденција (умерени пад водостаја) | Могуће је истовремено спустити мање од половине неопходних пловних чланака на воду | |
| A3 | Добар квалитет прилазних путева | Средњи обим радова | 201 | 5,2 | 1,9 | Услови маскирања су добри | Веома велика угроженост места преласка од дејства непријатеља | Постоји делимично негативан утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање | Услови за утврђивање су добри | Делимично постоје налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Делимично неповољна тенденција (умерени пораст водостаја) | Није могуће истовремено спуштање неопходних пловних чланака на воду | |
| A4 | Добар квалитет прилазних путева | Мали обим радова | 178 | 6,1 | 2 | Услови маскирања су врло добри | Веома велика угроженост места преласка од дејства непријатеља | Постоји делимично негативан утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање | Услови за утврђивање су добри | Делимично постоје налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Повољна тенденција (стагнација водостаја) | Могуће је истовремено спустити мање од половине неопходних пловних чланака на воду | |
| A5 | Довољан квалитет прилазних путева | Мали обим радова | 177 | 4,2 | 2,1 | Услови маскирања су врло добри | Средња угроженост места преласка од дејства непријатеља | Постоји делимично позитиван утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање | Услови за утврђивање су добри | Не постоје налазишта месног материјала, средстава и радионица (индустријских погона) | Повољна тенденција (стагнација водостаја) | Могуће је истовремено спустити половину или више од половине неопходних пловних чланака на воду | |

Прилог 11. Алгоритам структуре апликације

Home Screen

- **Title:** "ИЗБОР ЛОКАЦИЈЕ ЗА САВЛАЂИВАЊЕ ВОДЕНЕ ПРЕПРЕКЕ У ОДБРАМБЕНОЈ ОПЕРАЦИЈИ"

- **Subtitle:** "ИЗАБЕРИТЕ МЕСТО ПРЕЛАСКА:"

- **Menu Options:**

- **Button:** "Место преласка газом"

- **Button:** "Место преласка дубоким газом"

- **Button:** "Место преласка подводним газом"

- **Button:** "Скелско место преласка"

- **Button:** "Мостовно место преласка"

- **Button:** "Историја избора локација"

Add "Место преласка газом" Screen

- **Title:** "Унесите вредности параметара Локације 1: [Name]"

- **Form Fields:**

- **Map Field:** "ИЗАБЕРИ ЛОКАЦИЈУ НА МАПИ:"

- **Button:** "Квалитет прилазних путева:" (options: "Одличан", "Врло добар", "Добар", "Довољан", "Недовољан")

- **Button:** "Обим радова на уређењу обала:" (options: "Велики", "Средњи", "Мали")

- **Number Field:** "Ширина водене препреке:"

- **Number Field:** "Дубина водене препреке:"

- **Number Field:** "Брзина воденог тока:"

- **Button:** "Састав дна водене препреке:" (options: "Дно водене препреке има довољну носивост и равно је", "Дно водене препреке има довољну носивост, али није равно", "Дно водене препреке нема довољну носивост (може се повећати носивост), али је равно", "Дно водене препреке нема довољну носивост (може се повећати носивост) и није равно", "Дно водене препреке нема довољну носивост (не може се повећати носивост) и није равно")

- **Button:** "Услови маскирања:" (options: "Одлични", "Врло добри", "Добри", "Задовољавајући", "Незадовољавајући")

- **Button:** "Угроженост места преласка од дејстава непријатеља:" (options: "Веома велика", "Велика", "Средња", "Мала", "Не постоји")

- **Button:** "Утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање:" (options: "Позитиван утицај", "Делимично позитиван утицај", "Делимично негативан утицај", "Негативан утицај")
- **Button:** "Услови за утврђивање:" (options: "Одлични", "Врло добри", "Добри", "Довољни", "Недовољни")
- **Button:** "Постојање налазишта месног материјала:" (options: "Постоје", "Делимично постоје", "Не постоје")
- **Button:** "Тенденција водостаја:" (options: "Повољна тенденција", "Делимично повољна тенденција", "Делимично неповољна тенденција", "Неповољна тенденција")
- **Button:** "Услови за развоја возила (тенкова) за дејство и маневар на супротној обали:" (options: "Повољни услови", "Делимично повољни услови", "Делимично неповољни услови", "Неповољни услови")

• **Button:** "САЧУВАЈ"

• **Button:** "ОБРИШИ"

• **Button:** "ДОДАЈ СЛЕДЕЋУ ЛОКАЦИЈУ"

• **Button:** "ЗАВРШИ"

Add "Услови маскирања" Screen

• **Title:** "Унесите вредности параметра Услови маскирања:"

• **Form Fields:**

- **Dropdown:** "Покривеност растињем:" (options: "Задовољава", "Делимично задовољава", "Не задовољава")
- **Dropdown:** "Врста рељефа и рељефних облика:" (options: "Задовољава", "Делимично задовољава", "Не задовољава")
- **Dropdown:** "Општи изглед и колорит:" (options: "Повољан", "Делимично повољан", "Неповољан")
- **Dropdown:** "Месни материјал и месна средства:" (options: "Постоји", "Делимично постоји", "Не постоји")
- **Dropdown:** "Постојање природних објеката:" (options: "Постоји у довољном броју", "Постоји у недовољном броју", "Не постоји")
- **Dropdown:** "Постојање вештачких објеката:" (options: "Постоји у довољном броју", "Постоји у недовољном броју", "Не постоји")
- **Map Field:** "САТЕЛИТСКИ СНИМАК ЛОКАЦИЈЕ"

- **Button:** "САЧУВАЈ" // clicking on SAVE applies the DEXi model for this criterion and defines the linguistic descriptor for the criterion ''УСЛОВИ МАСКИРАЊА'', which is displayed on the "Унесите вредности параметара Локације 1" screen
- **Button:** "ОБРИШИ"
- **Button:** "НАЗАД"
- **Button:** "ЗАВРШИ"

Add "ПРЕГЛЕД УНЕСЕНИХ ЛОКАЦИЈА" Screen

- **Title:** "ПРЕГЛЕД УНЕСЕНИХ ЛОКАЦИЈА:"
- **Display:** List of all locations with button "ДЕТАЉИ" to see more information about the location
- **Map Field:** "САТЕЛИТСКИ СНИМАК ЛОКАЦИЈА"
- **Button:** "САЧУВАЈ"
- **Button:** "ОБРИШИ"
- **Button:** "НАЗАД"
- **Button:** "ОПТИМАЛНА ЛОКАЦИЈА" // by clicking this button, the mathematical apparatus of the MCDM model is applied for this crossing point

Show "ДЕТАЉИ" View

- **Title:** "Локација 1"
- **Display Information:**
 - "Квалитет прилазних путева:"
 - "Обим радова на уређењу обала:"
 - "Ширина водене препреке:"
 - "Дубина водене препреке:"
 - "Брзина воденог тока:"
 - "Састав дна водене препреке:"
 - " Услови маскирања:"
 - "Угроженост места преласка од дејстава непријатеља:"
 - "Утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци на савлађивање:"
 - "Услови за утврђивање:"
 - "Постојање налазишта месног материјала:"
 - "Тенденција водостаја:"
 - " Услови за развоја возила (тенкова) за дејство и маневар на супротној обали:"
- **Button:** "НАЗАД"

Add "ОПТИМАЛНА ЛОКАЦИЈА" Screen

- **Title:** "ОПТИМАЛНА ЛОКАЦИЈА ЈЕ:"
- **Display:** List the best location
- **Subtitle:** "Распоред осталих локација, по значајности, је следећи:"
- **List Display:**

- **Each other Items:**

- "Ранг: [Rank]"
- "Локација [Name]"

- **Map Field:** "САТЕЛИТСКИ СНИМАК ЛОКАЦИЈА"
- **Button:** "САЧУВАЈ"
- **Button:** "ОБРИШИ"
- **Button:** "НАЗАД"
- **Button:** "ПОЧЕТНА СТРАНА"

Add "ИСТОРИЈА ИЗБОРА ЛОКАЦИЈА" Screen

- **Title:** "ИСТОРИЈА ИЗБОРА ЛОКАЦИЈА"
- **Button:** "Место преласка газом"
- **Button:** "Место преласка дубоким газом"
- **Button:** "Место преласка подводним газом"
- **Button:** "Скелско место преласка"
- **Button:** "Мостовно место преласка"
- **Button:** "ПОЧЕТНА СТРАНА"

Add "ИСТОРИЈА ИЗБОРА ЛОКАЦИЈА МЕСТО ПРЕЛАСКА ГАЗОМ" Screen

- **Title:** "ИСТОРИЈА ИЗБОРА ЛОКАЦИЈА МЕСТО ПРЕЛАСКА ГАЗОМ"
- **Table:**

Columns: "Датум", "Време", "Ширина локација", "Координате", "Прегледај"

Rows: All location selections made for the chosen crossing point

Column "Прегледај" is button which takes us to a screen that shows the ОПТИМАЛНА ЛОКАЦИЈА for the chosen selection

- **Button:** "ПОЧЕТНА СТРАНА"

Прилог 12. Псеудокод апликације

```
// Pseudocode for Android Application "ИЗБОР ЛОКАЦИЈЕ ЗА САВЛАЂИВАЊЕ
ВОДЕНЕ ПРЕПРЕКЕ У ОДБРАМБЕНОЈ ОПЕРАЦИЈИ"

// Main Activity: Home Screen
activity HomeScreen:
  title: "ИЗБОР ЛОКАЦИЈЕ ЗА САВЛАЂИВАЊЕ ВОДЕНЕ ПРЕПРЕКЕ У ОДБРАМБЕНОЈ
ОПЕРАЦИЈИ"
  subtitle: "ИЗАБЕРИТЕ МЕСТО ПРЕЛАСКА:"

  button "Место преласка газом" -> open AddMestoPrelaskaGazomScreen
  button "Место преласка дубоким газом" -> open
AddMestoPrelaskaDubokimGazomScreen
  button "Место преласка подводним газом" -> open
AddMestoPrelaskaPodvodnimGazomScreen
  button "Скелско место преласка" -> open
AddSkelskoMestoPrelaskaScreen
  button "Мостовно место преласка" -> open
AddMostovnoMestoPrelaskaScreen
  button "Историја избора локација" -> open
IstorijaIzboraLokacijaScreen

// Screen: Add MestoPrelaskaGazom Screen
activity AddMestoPrelaskaGazomScreen:
  title: "Унесите вредности параметара Локације 1: [Name]"

  mapField "ИЗАБЕРИ ЛОКАЦИЈУ НА МАПИ:"
  dropdown "Квалитет прилазних путева:" (options: "Одличан", "Врло
добар", "Добар", "Довољан", "Недовољан")
  dropdown "Обим радова на уређењу обала:" (options: "Велики",
"Средњи", "Мали")
  numberField "Ширина водене препреке:"
  numberField "Дубина водене препреке:"
  numberField "Брзина воденог тока:"
  dropdown "Састав дна водене препреке:" (options: "Дно водене
препреке има довољну носивост и равно је", "Дно водене препреке има
довољну носивост, али није равно", "Дно водене препреке нема довољну
носивост (може се повећати носивост), али је равно", "Дно водене
препреке нема довољну носивост (може се повећати носивост) и није
равно", "Дно водене препреке нема довољну носивост (не може се
повећати носивост) и није равно")
  dropdown "Услови маскирања:" (options: "Одлични", "Врло добри",
"Добри", "Задовољавајући", "Незадовољавајући")
```



```

dropdown "Угроженост места преласка од дејстава непријатеља:"
(options: "Веома велика", "Велика", "Средња", "Мала", "Не постоји")
dropdown "Утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци
на савлађивање:" (options: "Позитиван утицај", "Делимично позитиван
утицај", "Делимично негативан утицај", "Негативан утицај")
dropdown "Услови за утврђивање:" (options: "Одлични", "Врло добри",
"Добри", "Довољни", "Недовољни")
dropdown "Постојање налазишта месног материјала:" (options:
"Постоје", "Делимично постоје", "Не постоје")
dropdown "Тенденција водостаја:" (options: "Повољна тенденција",
"Делимично повољна тенденција", "Делимично неповољна тенденција",
"Неповољна тенденција")
dropdown "Услови за развоја возила (тенкова) за дејство и маневар на
супротној обали:" (options: "Повољни услови", "Делимично повољни
услови", "Делимично неповољни услови", "Неповољни услови")

button "САЧУВАЈ" -> saveLocation()
button "ОБРИШИ" -> deleteLocation()
button "ДОДАЈ СЛЕДЕЋУ ЛОКАЦИЈУ" -> addNextLocation()
button "ЗАВРШИ" -> finishAdding()

```

```
// Screen: Add Uslovimaskiranja Screen
```

```
activity AddUslovimaskiranjaScreen:
```

```
title: "Унесите вредности параметра Услови маскирања:"
```

```

dropdown "Покривеност растињем:" (options: "Задовољава", "Делимично
задовољава", "Не задовољава")
dropdown "Врста рељефа и рељефних облика:" (options: "Задовољава",
"Делимично задовољава", "Не задовољава")
dropdown "Општи изглед и колорит:" (options: "Повољан", "Делимично
повољан", "Неповољан")
dropdown "Месни материјал и месна средства:" (options: "Постоји",
"Делимично постоји", "Не постоји")
dropdown "Постојање природних објеката:" (options: "Постоји у
довољном броју", "Постоји у недовољном броју", "Не постоји")
dropdown "Постојање вештачких објеката:" (options: "Постоји у
довољном броју", "Постоји у недовољном броју", "Не постоји")
mapField "САТЕЛИТСКИ СНИМАК ЛОКАЦИЈЕ"

```

```

button "САЧУВАЈ" -> saveUslovimaskiranja() // clicking on SAVE
applies the DEXi model for this criterion and defines the linguistic
descriptor for the criterion 'УСЛОВИ МАСКИРАЊА', which is
displayed on the "Унесите вредности параметара Локације 1" screen
button "ОБРИШИ" -> deleteUslovimaskiranja()
button "НАЗАД" -> goBack()

```

```

    button "ЗАВРШИ" -> finishUslovimaskiranja()

// Screen: ПРЕГЛЕД УНЕСЕНИХ ЛОКАЦИЈА Screen
activity PregledUnesenihLokacijaScreen:
    title: "ПРЕГЛЕД УНЕСЕНИХ ЛОКАЦИЈА:"

    list locationsList (each location has "ДЕТАЉИ" button -> open
    DetaljiView)
    mapField "САТЕЛИТСКИ СНИМАК ЛОКАЦИЈА"

    button "САЧУВАЈ" -> saveLocations()
    button "ОБРИШИ" -> deleteLocations()
    button "НАЗАД" -> goBack()
    button "ОПТИМАЛНА ЛОКАЦИЈА" -> findOptimalLocation() // by clicking
    this button, the mathematical apparatus of the MCDM model is applied
    for this crossing point

// View: ДЕТАЉИ View
activity DetaljiView:
    title: "Локација 1"

    display "Квалитет прилазних путева:"
    display "Обим радова на уређењу обала:"
    display "Ширина водене препреке:"
    display "Дубина водене препреке:"
    display "Брзина воденог тока:"
    display "Састав дна водене препреке:"
    display "Услови маскирања:"
    display "Угроженост места преласка од дејстава непријатеља:"
    display "Утицај природних и вештачких препрека на воденој препреци
    на савлађивање:"
    display "Услови за утврђивање:"
    display "Постојање налазишта месног материјала:"
    display "Тенденција водостаја:"
    display "Услови за развоја возила (тенкова) за дејство и маневар на
    супротној обали:"

    button "НАЗАД" -> goBack()

// Screen: ОПТИМАЛНА ЛОКАЦИЈА Screen
activity OptimalnaLokacijaScreen:
    title: "ОПТИМАЛНА ЛОКАЦИЈА ЈЕ:"
    display bestLocation

    subtitle: "Распоред осталих локација, по значајности, је следећи:"

```

```

    list rankedLocations (each item displays "Ранг: [Rank]", "Локација
[Name]")
    mapField "САТЕЛИТСКИ СНИМАК ЛОКАЦИЈА"

    button "САЧУВАЈ" -> saveOptimalLocation()
    button "ОБРИШИ" -> deleteOptimalLocation()
    button "НАЗАД" -> goBack()
    button "ПОЧЕТНА СТРАНА" -> goToHomeScreen()

// Screen: ИСТОРИЈА ИЗБОРА ЛОКАЦИЈА Screen
activity IstorijaIzboraLokacijaScreen:
    title: "ИСТОРИЈА ИЗБОРА ЛОКАЦИЈА"

    button "Место преласка газом" -> open
IstorijaMestoPrelaskaGazomScreen
    button "Место преласка дубоким газом" -> open
IstorijaMestoPrelaskaDubokimGazomScreen
    button "Место преласка подводним газом" -> open
IstorijaMestoPrelaskaPodvodnimGazomScreen
    button "Скелско место преласка" -> open
IstorijaSkelskoMestoPrelaskaScreen
    button "Мостовно место преласка" -> open
IstorijaMostovnoMestoPrelaskaScreen
    button "ПОЧЕТНА СТРАНА" -> goToHomeScreen()

// Screen: ИСТОРИЈА ИЗБОРА ЛОКАЦИЈА МЕСТО ПРЕЛАСКА ГАЗОМ Screen
activity IstorijaMestoPrelaskaGazomScreen:
    title: "ИСТОРИЈА ИЗБОРА ЛОКАЦИЈА МЕСТО ПРЕЛАСКА ГАЗОМ"

    table historyTable (columns: "Датум", "Време", "Шира локација",
"Координате", "Прегледај"; rows: allLocationSelectionsForGazom)
    column "Прегледај" -> open OptimalnaLokacija Screen // is button
which takes us to a screen that shows the ОПТИМАЛНА ЛОКАЦИЈА for the
chosen selection

    button "ПОЧЕТНА СТРАНА" -> goToHomeScreen()

//

```

Прилог 13. Графичко решење софтвера



12:30

 **МЕСТО ПРЕЛАСКА ГАЗОМ**

Унесите вредности параметара Локације 1:

ОДЛУЧИТЕ ЛОКАЦИЈУ НА МАПИ 

Квалитет припадних путева:

Обим рада на уређењу обала:

Шарна водене преграде:

Дубина водене преграде:

Брзина воденог тока:

Састав дна водене преграде:

Услови наскривања:

Угроженост места преласка од дејства непријатеља:

Учинај природних и вештачких преграда на воденој прегради на спљуњавање:

Услови за утврђивање:

Постојање налазишта митског материјала:

Тенденција подстајаја:

Услови за развоја ваздуха (тежакон) за дејство и материјал на супротном обали:

САЧУВАЈ **ОБРИШИ** **ДОДАЈ СЛЕДЕЋУ ЛОКАЦИЈУ**

ЗАВРШИ













