

**МИНИСТАРСТВО ОДБРАНЕ
УНИВЕРЗИТЕТ ОДБРАНЕ У БЕОГРАДУ
ВОЈНА АКАДЕМИЈА
ДОКТОРСКЕ АКАДЕМСКЕ СТУДИЈЕ МЕНАџМЕНТ У ОДБРАНИ**

**МОДЕЛ ПОДРШКЕ ОДЛУЧИВАЊУ ПРИ САВЛАЂИВАЊУ
ВОДЕНИХ ПРЕПРЕКА У НАПАДНОЈ ОПЕРАЦИЈИ
КОПЕНЕ ВОЈСКЕ**

- докторска дисертација -

Ментор:
пуковник у пензији
др Самед Каровић, ванр. проф.

Кандидат:
потпуковник
Дарко Божанић

- Београд, 2016 -

САДРЖАЈ

УВОД.....	1
1.ПРОБЛЕМ ИСТРАЖИВАЊА.....	2
2.ПРЕДМЕТ ИСТРАЖИВАЊА.....	4
3.ЦИЉЕВИ ИСТРАЖИВАЊА.....	5
4.ХИПОТЕТИЧКИ ОКВИР ИСТРАЖИВАЊА.....	5
5.НАЧИН ИСТРАЖИВАЊА.....	6
6.НАУЧНА И ДРУШТВЕНА ОПРАВДАНОСТ ИСТРАЖИВАЊА.....	7

ПРВИ ДЕО

САВРЕМЕНЕ ВОЈНЕ ОПЕРАЦИЈЕ

1.ОСНОВНИ ПОЈМОВИ О НАПАДНОЈ ОПЕРАЦИЈИ КОПНЕНЕ ВОЈСКЕ....	10
2.ОПЕРАТИВНО ПЛАНИРАЊЕ.....	13
3. ИНЖИЊЕРИЈСКА ДЕЈСТВА И ПРОТИВДЕЈСТВА У НАПАДНОЈ ОПЕРАЦИЈИ.....	15
4.ПРОЦЕНА РИЗИКА У ОПЕРАЦИЈАМА.....	16

ДРУГИ ДЕО

САВЛАЂИВАЊЕ ВОДЕНИХ ПРЕПРЕКА У НАПАДНОЈ ОПЕРАЦИЈИ

1.ОСНОВНИ ПОЈМОВИ О САВЛАЂИВАЊУ ВОДЕНИХ ПРЕПРЕКА.....	23
2.КАРАКТЕРИСТИКЕ САВЛАЂИВАЊА ВОДЕНИХ ПРЕПРЕКА У НАПАДНОЈ ОПЕРАЦИЈИ – НАСИЛНИ ПРЕЛАЗАК.....	24
2.1.Десантно место преласка.....	26
2.2.Скелско место преласка.....	28
2.3.Мосно (мостовно) место преласка.....	31
2.4.Одсек преласка.....	34

ТРЕЋИ ДЕО

ЕКСПЕРТСКО ОЦЕЊИВАЊЕ

1.ИЗБОР И ОЦЕНА КОМПЕТЕНЦИЈЕ ЕКСПЕРАТА.....	38
2.МЕТОДЕ ЕКСПЕРТСКОГ ОЦЕЊИВАЊА.....	44

ЧЕТВРТИ ДЕО

РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА – ИЗРАДА МОДЕЛА ПОДРШКЕ ОДЛУЧИВАЊУ ПРИ САВЛАЂИВАЊУ ВОДЕНИХ ПРЕПРЕКА У НАПАДНОЈ ОПЕРАЦИЈИ КОПНЕНЕ ВОЈСКЕ

1. ИЗБОР ДЕСАНТНОГ МЕСТА ПРЕЛАСКА.....	54
1.1. Дефинисање критеријума за избор десантног места преласка	55
1.2. Прорачун тежинских коефицијената критеријума за избор десантног места преласка	65
1.2.1. Fuzzy логика и fuzzy скупови.....	65
1.2.2. Аналитички хијерархијски процес	69
1.2.3. Фазификација Saaty-јеве скале у литератури	70
1.2.4. Фазификације Saaty-јеве скале применом променљивог интервала поверења за свако поређење у паровима	74
1.2.5. Прорачун тежинских коефицијената критеријума за избор ДМП применом фазификоване АХП методе	77
1.3. Моделовање fuzzy логичког система за избор десантног места преласка ..	79
2. ИЗБОР СКЕЛСКОГ МЕСТА ПРЕЛАСКА.....	88
2.1. Дефинисање критеријума за избор скелског места преласка	89
2.2. Прорачун тежинских коефицијената критеријума за избор скелског места преласка	94
2.3. Моделовање адаптивне неуронске мреже за избор скелског места преласка	95
3. ИЗБОР МОСНОГ МЕСТА ПРЕЛАСКА	106
3.1. Дефинисање критеријума за избор мосног места преласка.....	107
3.2. Прорачун тежинских коефицијената критеријума за избор мосног места преласка	111
3.3. Моделовање адаптивне неуронске мреже за избор мосног места преласка	112
4. ИЗБОР ОДСЕКА ПРЕЛАСКА	115
4.1. Дефинисање критеријума за избор одсека преласка.....	116
4.2. Прорачун тежинских коефицијената критеријума за избор одсека преласка	118
4.3. Избор методе за модел избора одсека преласка водене препреке.....	120

5.ПРОЦЕНА РИЗИКА ПРИ САВЛАЂИВАЊУ ВОДЕНИХ ПРЕПРЕКА У НАПАДНОЈ ОПЕРАЦИЈИ.....	127
5.1.Дефинисање критеријума за процену ризика.....	130
5.2.Прорачун тежинских коефицијената критеријума за процену ризика.....	133
5.2.1.Интервални fuzzy бројеви	134
5.2.2.Фазификације Saaty-јеве скале применом интервалних fuzzy бројева...	135
5.2.3.Прорачун тежинских коефицијената критеријума за процену ризика применом фазификоване АХП методе	137
5.3.Моделовање fuzzy логичког система за процену ризика.....	138

ПЕТИ ДЕО

ТЕСТИРАЊЕ МОДЕЛА

1.ТЕСТИРАЊЕ МОДЕЛА НА СИМУЛАЦИОНОМ СОФТВЕРУ	144
2.ТЕСТИРАЊЕ МОДЕЛА ПРЕКО ЕКСПЕРАТА	152

ЗАКЉУЧАК	159
СКРАЋЕНИЦЕ	167
ЛИТЕРАТУРА	169
ПРИЛОЗИ	180

УВОД

Војска Србије се у склопу реализације додељених мисија и задатака употребљава у широком спектру различитих операција. Са једне стране, доктринарним одређењима дају се оквири тог ангажовања, а са друге оставља довољан простор да се ти оквири унапређују. Један од најзначајнијих начина (борбеног) ангажовања Војске Србије је употреба у нападној операцији. Јединицама које учествују у тим операцијама додељује се простор у којем се изводи операција тј. додељује се зона операције. Приликом одређивања/додељивања зоне операције бира се географски простор чије карактеристике максимално подржавају извођење операције. Врло често избор зоне операције је сужен, па се у понуђеним могућностима налазе и оне са низом отежавајућих околности. Једна од значајнијих отежавајућих околности је постојање водене/водених препрека.

Географски простор Србије испресецан је великим бројем водених токова, које се могу јавити и као саставни елементи зоне извођења нападне операције. С обзиром на карактеристике (ширину, дубину, брзину тока, изглед и састав тла на обалама, постојање мостова и др.) најзначајније водене препреке на територији Србије су реке Дунав и Сава. Не могу се занемарити и друге као што су Тиса, Велика, Западна и Јужна Морава итд. У условима вишег водостаја и неки мањи водени токови могу представљати значајне препреке за извођење нападне операције. Испресецаност простора Србије воденим токовима утицала је и на развој средстава и способности Војске Србије за савлађивање водених препрека.

Савлађивање водених препрека представља значајан фактор у планирању, организовању и извођењу нападне операције. Значајан елемент планирања, што касније утиче и на организовање и извођење, представљају процеси одлучивања везани за избор локација (мџта и одсека) где ће се савлађивање водене препреке вршити. У том смислу у току истраживања израђен је математички модел, који подржава

доношење одлуке о избору локација преласка водене препреке и приказан његов утицај на побољшање ефективности нападне операције када се у зони операције налази водена препрека, која мора да се савлада форсирањем – насилним преласком.

Рад се, поред увода и закључка састоји од пет целина. Прве две целине представљају теоријску разраду основних појмова везаних за предмет истраживања. У првој целини дат је кратак историјски преглед, као и савремени приступ, дефинисању појма операција. Такође, теоријски је обрађен део инжињеријских и противинжињеријских дејстава, као и део везан за дефинисање процене ризика у операцијама. Кроз ову целину доведен је у логичку везу процес оперативног планирања са предметом истраживања. У другој целини дат је кратак историјски преглед услова, развоја и решења проблема, који се обрађује преко релевантне литературе. Детаљно се описује процес насилног преласка водене препреке са свим елементима.

Трећа целина рада обрађује експертско оцењивање, где је приказан начин избора и оцена компетенције експерата, као кључних, почетних фактора у каснијем дефинисању математичког модела. Такође, обрађене су и методе експертског оцењивања примењене у овом истраживању, са акцентом на прорачун сагласности експертских оцена.

Тежиште рада је на четвртој и петој целини. У четвртој целини приказан је модел за подршку одлучивању, начин израде и релевантни елементи модела са међусобним везама. Посебна пажња посвећена је начину доласка до резултата. Кроз пету целину, израђени модел је тестиран. Тестирање је извршено на два начина, применом симулационог софтвера и преко експерата.

1. ПРОБЛЕМ ИСТРАЖИВАЊА

Успех у нападним операцијама Копнене војске обично се заснива на високом темпу напада и добром маневру јединица. Значајан утицај на кретање односно маневар јединица и темпо напада може да испољи постојање једне или више водених препрека у зони нападне операције. Због тога су темпо и успешност нападне операције у зони где постоји водена препрека, поред низа фактора, условљени и начином одлучивања у времену и простору, начином организовања снага при савлађивању водене препреке, брзином, ефикасношћу и успешношћу савлађивања водене препреке. Развој технике за савлађивање водених препрека, знатно олакшава ову активност, али и поред тога водене препреке још увек значајно утичу на реализацију нападне операције.

Успешна реализација савлађивања водених препрека подразумева максимално искоришћење свих просторних, временских, техничких, тактичких и других предности.

Један од елемената који би томе могао да допринесе је модел за подршку одлучивању. Модел за подршку одлучивању треба да обезбеди повољнији избор локација за савлађивање водених препрека, који би даље условио и саму организацију и извођење ове активности. Постојећа доктринарна решења дају само основне одреднице за савлађивање водених препрека, док се цео спектар радњи и поступака везаних за ту активност решава у процесу (централизованог) командовања односно (децентрализованог) извршења нападне операције. Моделом за подршку одлучивању којим би се вршио избор најповољнијих локација за савлађивање водених препрека олакшава се и усмерава командовање (пружа подршку одлучивању у процесу командовања) чиме се обезбеђују бољи услови за организовање и извршење савлађивања водених препрека. Најчешће, избор одређеног решења (алтернативе) из скупа понуђених, заснива се на искуству и знању доносиоца одлука, те би због тога прикупљање њиховог знања и искуства и уградња у један модел одлучивања могли да унапреде когнитивни део везан за савлађивање водених препрека.

На основу суштине проблема и хипотетичких ставова који се могу дефинисати у вези са проблемом истраживања произилази и основно питање: Како доћи до модела подршке одлучивању при савлађивања водене препреке у нападној операцији Копнене војске?

Истраживања из области савлађивања водених препрека до сада нису у великој мери заступљена, ни у страним армијама, ни у Војсци Србије. Радови из ове области указују да су водене препреке значајне за извођење нападних и одбрамбених операција, да успоравају темпо напада, утичу на регруписавање снага, као и концентрацију снага на мањим деловима територије, што представља значајнији циљ за дејство непријатеља. С друге стране, водене препреке представљају добро упориште јединицама које организују одбрану – када се одбрана организује ослонцем на водену препреку.

Технички аспекти који прате савлађивање водених препрека су у теорији (кроз тактичко-техничке приручнике) и пракси релативно добро разрађени: израда скела и мостова, управљање средствима, укрцавање на пловна средства и искрцавање са њих, организација контролно-заштитне службе и сл. Такође, део литературе истражује историјске примере савлађивања водених препрека, где се одређена сазнања могу имплементирати у актуелном времену. Анализа доступне литературе указује да није вршено опсежније истраживање које би се бавило избором мјеста и одсека преласка са свим елементима који на тај избор утичу, али да постоје основе на које би се такво истраживање могло ослонити.

2. ПРЕДМЕТ ИСТРАЖИВАЊА

Савлађивање водених препрека условљава низ чинилаца, што захтева да се они јасније одреде ради конкретнијег усмеравања истраживања. Стога је неопходно да се уваже и одређена ограничења:

- Истраживањем нису обухваћени елементи свих операција, већ је истраживање усмерено само на нападну операцију;
- Нападна операција се реализује на маневарском земљишту;
- Нападна операција се изводи у дневно-ноћним условима;
- За прикупљање података и доношење одлуке има довољно времена;
- Временски услови у којима се савлађивање водених препрека врши су повољни – обухватају годишње периоде средњег водостаја водених препрека, у ситуацијама када водене препреке нису залеђене;
- Истраживање је ограничено на територију Републике Србије и водене токове у њој;
- Истраживање обухвата разматрање савлађивања водених препрека само средствима која се налазе у саставу јединица Војске Србије;
- Јединице које врше савлађивање водених препрека опремљене су исправним средствима предвиђеним организацијско-формацијском структуром;
- Истраживање је ограничено на организовање десантног, скелског и мосног места преласка као основних и најчешће разматраних начина савлађивања водених препрека.

Полазећи од суштине проблема, поштујући начела прецизности, реалности и ограничености, предмет истраживања се прелиминарно дефинише као: „Модел подршке одлучивању при савлађивању водених препрека наменским јединицама у захвату зоне нападне операције Копнене војске при средњем водостају на воденој препреци која није залеђена.“

У ширем смислу предмет истраживања припада теорији и пракси наука одбране. У ужем смислу предмет истраживања захвата област менаџмента у одбрани, тактике и оператике. Поред тога предмет истраживања припада и области операционих истраживања, теорији одлучивања, математици и информатици. Стога се може закључити да је предмет истраживања интердисциплинаран. Просторно, предмет истраживања је лоциран на територији Републике Србије. Тежишно се односи на зону нападне операције Копнене војске. У ширем смислу обухвата територије где се организује савлађивање водене препреке. Истраживање се односи на садашње и будуће

време. Конкретно, поред актуелног стања, резултати истраживања се односе на период од наредних десет година, тј. период до опремања јединица Војске Србије новим врстама средстава за савлађивање водених препрека.

3. ЦИЉЕВИ ИСТРАЖИВАЊА

Предмет истраживања, у основи, припада наукама одбране, док је присуство осталих наука мање, због тога је формулисан научни циљ само за област наука одбране. Конкретно, научни циљ истраживања је научно објашњење.

На нивоу научног објашњења објашњен је модел који представља подршку одлучивању и омогућава организовање савлађивања водених препрека у зони нападне операције Копнене војске, укључујући све релевантне утицајне чиниоце који су били дефинисани у прелиминарном одређењу предмета истраживања. У том смислу модел је применљив и омогућиће подршку одлучивању у дефинисаној врсти операција.

На практичном нивоу планирано истраживање обезбеђује да се преиспитају ставови у доктринарним документима везани за процес извођења нападне операције са савлађивањем водене препреке. Даје се научна основа за извршење промена/допуна доктринарних докумената по дубини, чиме ће се унапредити употреба инжињеријских јединица, као и јединица других родова у извођењу операција. Такође, даје се основа за промене процеса обучавања и израде тематских садржаја одређених целина и нужно указује на потребу осавремењавања техничким средствима јединица Копнене војске.

4. ХИПОТЕТИЧКИ ОКВИР ИСТРАЖИВАЊА

Хипотетичке претпоставке су засноване дефинисањем два нивоа хипотеза, заснивајуће и разрађујућих.

Заснивајућа хипотеза: *„Применом различитих метода одлучивања може се доћи до модела који ће обезбедити повољан избор начина савлађивања водених препрека у нападној операцији Копнене Војске и бити у функцији ефективности извршења мисије.“*

Прва разрађујућа хипотеза: *„Применом метода за подршку групног одлучивања може се доћи до (под)модела – fuzzy логичког система за избор десантног места преласка у нападној операцији Копнене Војске, који ће бити у функцији ефективности планирања операције.“*

Друга разрађујућа хипотеза: *„Применом метода АХП, ВИКОР и метода за подршку групног одлучивања може се доћи до (под)модела – адаптивне неуронске*

мреже за избор скелског места преласка у нападној операцији Копнене Војске, који ће бити у функцији ефикасности планирања операције.“

Трећа разрађујућа хипотеза: *„Применом метода АХП, ВИКОР и метода за подршку групног одлучивања може се доћи до (под)модела – адаптивне неуронске мреже за избор мочног места преласка у нападној операцији Копнене Војске, који ће бити у функцији ефикасности планирања операције.“*

Четврта разрађујућа хипотеза: *„Применом метода АХП и TOPSIS може се доћи до модела за избор одсека преласка водене препреке у нападној операцији Копнене Војске, који ће бити у функцији ефикасности планирања, организовања и извођења операције.“*

5. НАЧИН ИСТРАЖИВАЊА

Модел за подршку одлучивању при савлађивању водених препрека у нападној операцији Копнене војске као предмет истраживања, научни циљеви, задаци и очекивани ниво научног сазнања, те хипотезе које преко индикатора треба верификовати, захтевају избор и коришћење више група научних метода: филозофске методе, опште научне методе, посебне научне методе, методе операционих истраживања и емпиријске методе.

Од филозофских метода у раду се користи конкретна дијалектичка метода, пошто је предмет истраживања процес који треба истражити у сваком сегменту, целовито и повезано. Од општих научних метода у раду се користи метода моделовања, статистичка метода и историјско-компаративна метода. Посебне научне методе које се у раду користе су: метода анализе и синтезе, метода индукције и дедукције, метода дефиниције и класификације, као и остале посебне научне методе (апстракције, конкретизације, генерализације и специјализације).

Од емпиријских метода у раду се користи метода испитивања и метода анализе садржаја. Када је реч о методама решавања оперативних проблема у раду ће се користити методе операционих истраживања. Користиће се методе вишекритеријумске анализе (АХП, ВИКОР, TOPSIS, MOORA, МАВАС, SAW, COPRAS), као и методе које се базирају на fuzzy логици (fuzzy логички системи и адаптивне неуронске мреже). Такође, у раду се користе и методе групног одлучивања. Прикупљање података врши се применом delphy методе (технике).

Један од кључних сегмената већег дела истраживања биће прикупљање знања и искуства од лица која су се бавила решавањем проблема из области истраживања -

експерата. У том смислу ће бити примењена и метода експертског оцењивања односно метода експертских оцена.

6. НАУЧНА И ДРУШТВЕНА ОПРАВДАНОСТ ИСТРАЖИВАЊА

Истраживачки пројекат „Модел подршке одлучивању при савлађивању водених препрека у нападној операцији Копнене војске“ заснива се на претходним обављеним истраживањима и објављеним радовима на научно-стручним скуповима, домаћим и страним часописима, пре и у току докторских студија и истраживањима реализованим у току саме израде пројекта.

Допринос истраживања наукама одбране има двојак карактер, хеуристички и верификаторски. Хеуристички резултати се огледају у изналажењу модела за подршку одлучивању при савлађивању водених препрека у нападој операцији Копнене војске, кроз дефинисање елемената (критеријума) који утичу на доношење одлука и међусобних веза и односа елемената и одлуке. Верификаторски резултати се односе на потврђивање места и улоге одлучивања при организацији савлађивања водених препрека у нападној операцији Копнене војске. Истраживањем се обогаћује фонд сазнања наука одбране јер се потврђују претходна и долази до нових сазнања.

Методолошки допринос овог истраживања се огледа у широј примени разноврсних метода и методолошких поступака и њиховој провери на конкретном проблему, као и модификацији дела постојећих и изради нове методе.

Основа друштвене оправданости може се пронаћи у примени аутоматизације процеса одлучивања при савлађивању водених препрека у нападној операцији Копнене војске. Увођењем модела у употребу штеди се време, смањује напрезање доносилаца одлука и помаже свеобухватнијем сагледавању проблема. Такође, одлучивање преко модела помаже мање искусним доносиоцима одлука да донесу целисходну одлуку. То је посебно значајно ако се има у виду да је у пракси мало прилика у којима се може стицати искуство о предмету истраживања.

Резултати истраживања могу указати на потребу даље аутоматизације процеса одлучивања при савлађивању водених препрека и у другим операцијама војске.

ПРВИ ДЕО

САВРЕМЕНЕ ВОЈНЕ ОПЕРАЦИЈЕ

Дефинисање војних операција мењало се кроз историју, јер су се „са развојем физиономије рата и оружане борбе, у појмовном смислу, мењала и сва битна обележја операција“.¹ Извесност даљих промена у физиономији рата и оружане борбе указује да су војне операције, у појмовном смислу, отворен простор за даљу надоградњу.² Такође, разлике у схватању те проблематике на западу или истоку, у „малим“ или „великим“ државама, од једног до другог теоретичара, указују на недовршеност у дефинисању.³

Нинковић, у књизи *Теоријске основе оператике*⁴, детаљно разрађује на који начин се вршило дефинисање операција кроз историју⁵. На крају усваја дефиницију која је дата, у тада актуелној стратегији оружане борбе. Према наведеној стратегији, „операција је највиши и најсложенији облик б/д којим се, према јединственом плану, на одређеном простору и за одређено време, обједињавају и усмеравају бојеви, борбе, тактичке борбене радње и друге активности јединица оружаних снага и других снага општенародне одбране и друштвене самозаштите, ради остаривања јединственог оперативног или стратегијског циља“.⁶

¹ Ковач, М.: Појам и класификација операција, *Нови гласник*, (3-4), 2010, стр. 5.

² У прилог оваквој тврдњи Нинковић каже да се дефиниција операције: “[...] без обзира колико она моментално задовољава, треба посматрати у развоју и настојати да се она стално прилагођава новим сазнањима која се стичу о могућим облицима и методама вођења оружане борбе уопште, а посебно у општенародном одбрамбеном рату.“ (Нинковић Ј.: *Теоријске основе оператике*, Војноиздавачки завод, Београд, 1985, стр. 22).

³ О разликама у погледу дефинисања операција више се може погледати у: Вукичевић, Д.: *Операције у миру*, Војноиздавачки завод, Београд, 2009, стр 17-18; Ковач, М.: Појам и класификација операција, стр. 13-16; Славковић, Р., Галијан, М.: Научна изграђеност оператике као науке одбране, *Војно дело*, 63(2), 2011, стр 133-134; Ђорђевић, В.: *Увод у оперативну науку и као вештину*, Медија центар „Одбрана“, Београд, 2011, стр. 103-104; Зорић, М., Ђукић, М.: *Основи ратне вештине*, Војна академија, Београд, 2003, стр. 399-404; Нинковић Ј.: *Теоријске основе оператике*, стр. 12-22; Славковић, Р., Јелић, М., Вељковић, С.: Карактеристике савремених војних операција, *Нови гласник*, (2), 2014, стр. 41-56.

⁴ Нинковић, Ј.: *Теоријске основе оператике*, стр. 12-22.

⁵ Детаљна разрада са савременим приступима дефинисању појма операције дата је и у: Славковић, Р. и др.: *Карактеристике савремених војних операција*, стр. 41-56.

⁶ *Стратегија оружане борбе*, ССНО, Београд, 1983, стр. 293 у: Нинковић, Ј.: *Теоријске основе оператике*, стр. 15-16, 22.

Према Зорићу и Ђукићу⁷ „операција је форма, облик оружане борбе. Она представља низ разноврсних борбених дејстава (борби и бојева) и њихових припремних и пропратних поступака (разноврсних обезбеђења, покрета, маневара и сл.), повезаних у јединствену целину истим циљем, јединственом замисли и планом, која изводе крупне групације оружаних снага на већем простору и више праваца, као и за релативно дуге време“.

Војислав Ђорђевић полази од дефинисања значења термина „операција“, као једног општег појма. Он операцију дефинише као „практиковање било које акције, у области друштвених делатности планирањем, организовањем и извођењем конкретних активности у конкретним условима, ограниченим ресурсима по одређеним принципима, начелима и правилима ситуационог реаговања организације ради остварења конкретних ефеката“.⁸ Када је реч о војним операцијама он истиче да је за све дефиниције заједничко да је „операција циљно усмеравано, акционо обједињено и потребним ефектима вођено дејство снага за остваривање циља“.⁹ Ослањајући се на пројектни менаџмент Талијан и др.¹⁰ операцију дефинишу као „јединствен и непоновљив подухват, који је временски ограничен и једнократно се остварује. Операција се дизајнира (обликује) и „кроји“ по мери циљева, простора (зоне) извођења, снага (сопствених и снага непријатеља) и спрам времена, информација, доктрина и планова, и наравно у сврху промене постојећег стања у будуће жељено крајње стање.“

Када је реч о пракси, основна дефиниција операције јединица ВС дефинисана је у актуелној доктрини. Према Доктрини ВС операција се дефинише као „скуп борбених и/или неборбених активности, покрета и других акција које се предузимају по јединственој замисли, самостално или у сарадњи с другим снагама одбране, ради остваривања општег циља различитог значаја“.¹¹

Као што се из наведених дефиниција види највећа промена настала је у односу појмова операција, битка, бој и борба. Старија тумачења су дефинисала операцију као облик борбених дејстава који се реализује на оперативном и стратегијском нивоу, док су се на нижем нивоу налазили бој и борба.

У новијим тумачењима, основне нивое оружане борбе представљају битка и бој, који пресудно утичу на ток рата и оружаног сукоба у целини односно на исход

⁷ Зорић, М., Ђукић, М.: *Основи ратне вештине*, стр. 399.

⁸ Ђорђевић, В.: *Увод у оперативну науку и практичну вештину*, стр. 15.

⁹ Исто, стр. 104.

¹⁰ Талијан, М., Јелић, М., Славковић Р.: *Пројектни менаџмент и пројектовање војних операција*, *Војно дело*, 64(4), 2012, стр. 45.

¹¹ *Доктрина Војске Србије*, Медија центар „Одбрана“, Београд, 2011, стр. 75.

оружаног сукоба у тактичким размерама.¹² С друге стране операција се више не везује за нивое оружане борбе, што је ставља у потпуно другачији однос са појмовима некадашњег боја и борбе односно данашње битке и боја.¹³ Савремена схватања указују да се операције могу водити на различитим нивоима: стратегијском, оперативном или тактичком, што опредељују циљеви који се желе остварити извођењем операције.¹⁴

Подела операција које ВС реализује приступа се на различите начине. За рад значајно је напоменути три поделе. Основна подела је, по начину испољавања дејства, на борбене и неборбене.¹⁵ Следећа је у односу на снаге које се ангажују: операције Копнене војске, операције Ваздухопловства и противваздухопловне одбране, операције територијалних снага, операције специјалних снага и операције здружених снага.¹⁶ Трећа подела се односи на вид борбених дејстава, где постоје одбрамбене и нападне операције.¹⁷ Даља анализа ће бити усмерена на нападне операције снага КоВ, које по начину испољавања дејста припадају борбеним операцијама.

У конкретном случају операција се посматра као пројекат и представља процес. Обухвата све елементе пројектног приступа и њеног вођења, што је резултат развоја савремене војне мисли, праксе и технологија.

1. ОСНОВНИ ПОЈМОВИ О НАПАДНОЈ ОПЕРАЦИЈИ КОПНЕНЕ ВОЈСКЕ

Као и општа дефиниција операције, и дефиниција нападне операције доживљава своје сталне трансформације. Суштински најбитнији елементи дефинисања нападах операција остају исти. Доктрине и теорија наука одбране, нападну операцију третирају као „највиши и најсложенији облик организовања и извођења нападах дејстава на стратегијском и оперативном нивоу у свим ратним сукобима, без обзира на њихове размере (светски, регионални, локални), војнотехнолошке карактеристике (конвенционални, нуклеарни, партизански), карактере ратишта и друге услове“.¹⁸ Такође, нападне операције се третирају као основна врста операција КоВ и основни облик организовања и извођења офанзивних дејстава на стратегијском и оперативном

¹² Исто, стр. 22.

¹³ Другачији однос појма операције и боја и борбе односно битке и боја, присутан је и у наредној целини, приликом дефинисања нападне операције КоВ, па се он неће посебно коментарисати, јер све наведене тврдње за дефинисање самог појма операције важе и при дефинисању нападне операције Копнене војске.

¹⁴ Талијан, М., Илић, Р., Радовановић, Г.: Утицај савремених војних доктрина и стратегија на ефикасност и ефективност војних операција, *Војно дело*, 66(4), 2014, стр 121-129.

¹⁵ *Доктрина Војске Србије*, стр. 77.

¹⁶ Исто.

¹⁷ Исто.

¹⁸ Нинковић, Ј.: *Теоријске основе оператике*, стр. 109.

нивоу“.¹⁹ Према Нинковићу²⁰ „суштинска обележја нападних операција произилазе из природе и војнотехнолошких карактеристика напада као вида дејства“. Напад се може дефинисати као „основни и решавајући вид борбе наших оружаних снага у коме јединице [...] једновремено и одлучно по јединственој, замисли нападају са фронта, бокова и из позадине, по свим елементима борбеног распореда непријатеља, односно напад изводе, кад год је то могуће, са кружне основице и из унутрашњости непријатељевог распореда. Комбинацијом ватре и покрета, смелим и брзим ударима упадају у непријатељев распоред, разбијају га по деловима, уништавају или заробљавају и заузимају одређене рејоне, положаје и објекте“.²¹ За Зорића и Ђукића²² „напад је главни и одлучујући вид борбених дејстава у свим облицима оружане борбе. Снаге у нападу, комбинујући ватру, покрет и удар, разбијају, уништавају и заробљавају живу силу непријатеља, заплењују ратну технику и друга материјална средства, ослобађају објекте и просторе које је непријатељ заузео.“

Конкретни циљеви напада разликују се од једне до друге ситуације. Поред до сада наведених, циљеви напада могу да буду и: довођење непријатеља у неповољан положај, привлачење и везивање његових снага за одређени објекат и простор, уништавање важнијих објеката и постројења, обмањивање непријатеља о стварним намерама, узнемиравање и психофизичко исцрпљивање непријатеља, ослобађање заробљеника и спасавање становништва, материјалних и културних добара.²³ Када је реч о самом начину извођења напада, он се мења у складу са развојем ратних средстава и других услова у којима се одвија одређени ратни сукоб.²⁴ Према актуелној Доктрини ВС „нападна операција је основна врста борбених операција чији је главни циљ наметање воље непријатељу употребом оружане силе“.²⁵

Део аутора се бавио дефинисањем нападне операције КоВ, као ужег појма него што је сама нападна операција. За Зорића и Ђукића²⁶ „нападна операција КоВ је највиши облик организовања и извођења напада, у којем се по јединственом плану, на одређеном простору и за одређено време, обједињавају и усмеравају нападни и одбрамбени бојеви и борбе, тактичке борбене радње и друге активности КоВ, РВ и ПВО, [...] да би се извршио јединствен задатак и остварио предвиђени циљ напада“.

¹⁹ Исто, стр. 323.

²⁰ Исто, стр. 109.

²¹ Адамовић, Б. и др.: *Тактика: Борбена дејства тактичких јединица КоВ ЈНА и територијалне одбране*. Војноиздавачки завод, Београд, 1981, стр. 85.

²² Зорић, М., Ђукић, М.: *Основи ратне вештине*, стр. 282.

²³ Исто, стр. 282-283.

²⁴ Нинковић, Ј.: *Теоријске основе оператике*, стр. 109.

²⁵ *Доктрина Војске Србије*, стр. 79.

²⁶ Зорић, М., Ђукић, М.: *Основи ратне вештине*, стр. 299.

Нинковић²⁷ под операцијама КоВ сматра оне „које се изводе на копненом делу ратишта, а у којима је КоВ основни носилац борбених дејстава. Оне су најбројније и најзначајније јер се преко ових операција остварују најзначајнији оперативни и стратегијски задаци и циљеви на свим значајнијим светским, регионалним и локалним ратиштима, па и ратни циљеви у целини.“

Нападне операције могу се изводити у различитим условима: из покрета, из додира или после изведених дејстава приликом борби у сусрету са непријатељем.²⁸ Нужан услов за извођење нападне операције је „повољан однос снага на одређеном простору или правцу главног удара“.²⁹ Ово указује да се за нападну операцију начелно одлучује јача страна (или бар она која то сматра да јесте, ако не у свим бар у делу елемената за које се процени да одлучујуће могу да утичу на крајњи исход). Ово даље упућује на повезаност операција, односно на могућност преласка из једне у другу (посебно ако се има у виду да је један од главних циљева одбрамбених операција стварање повољних услова за прелазак сопствених снага у напад). У прилог овоме говори и *Michael Burke* истичући постојање међусобне повезаности операција у Копненој војсци САД-а и прелазак из једног дејста у друго за време кампање, веће операције или неког другог задатка.³⁰

Анализи и опису савремених операција приступа се из различитих углова посматрања, те се због тога врло често долази до различитих објашњења и закључака. Када је реч о карактеристикама савремених операција, Вукичевић³¹ посебно истиче „нелинеарност у физичком простору (без постојања јасних линија раздвајања снага – линије фронта), асиметричност, интегрисаност снага и обезбеђења (по месту, времену и циљу) и дистрибуираност (изводе се у простору и времену када је и где потребно, уз пожељну динамичност, иницијативу и флексибилност снага које је изводе)“. Према Ковачу³² основне карактеристике савремених операција су: (1) коришћење високософистицираног оружја и опреме, ради постизања што веће надмоћи над непријатељем и остварења дефинисаних циљева; (2) наношење удара по читавој дубини непријатељевог распореда; (3) селективно наношење удара не само по оружаним снагама непријатеља већ и по његовим најважнијим привредним и инфраструктурним објектима, који имају непосредан и значајан утицај на ток и исход сукоба; (4)

²⁷ Нинковић, Ј.: *Теоријске основе оператике*, стр. 85.

²⁸ *Доктрина Војске Србије*, стр. 79.

²⁹ Стишовић, М. и др.: *Стратегија оружане борбе*, ЦВШ ВС, Београд, 1998, стр. 198.

³⁰ Burke, D.M.: Борбено правило FM 3-0: Доктрина за снаге у трансформацији, *Информативни билтен превода*, (1), 2003, стр. 62.

³¹ Вукичевић, Д.: *Операције у миру*, стр. 19.

³² Ковач, М.: Појам и класификација операција, стр. 13.

растреситост распореда снага у операцији; (5) повећање брзине извођења операција; (6) усклађеност дејства снага у операцијама; (7) организација садејства видовских, родовских и специјалних јединица; (8) економија снага у операцији; (9) висока активност јединица и непрекидност извођења борбених дејстава; и (10) чести маневри снагама. Према Доктрини операција ВС³³ основне карактеристике савремених војних операција, па и нападних су вишедимензионалност, прецизност, нелинеарност у времену и простору извођења, дистрибуираност садржаја, једновременост у дејству, интегрисаност снага, интероперабилност и поштовање међународног хуманитарног права у употреби војне силе.

Убрзани технолошки развој учинио је да (сада већ старе) доктрине најсавременијих оружаних снага (европских држава и САД) постану превазиђене, и принудио их на савременији начин размишљања, прилагођен новим технологијама.³⁴ Описане карактеристике операција у Војсци Србије указују на савремен приступ проучавању ове проблематике. Такође, недвосмислено се наглашава значај употребе нових технологија, а посебно командно-информационих система.

Суштински, операције нападног карактера се изводе кад су сопствене јединице у принципу надмоћније. Оне су пројектоване и изводе се по пројектним принципима, те се у истраживању тако и посматрају, а карактеристичне су за савремене услове ратовања.

2. ОПЕРАТИВНО ПЛАНИРАЊЕ

Промене оперативног окружења и физиономије савременог рата мењају битна обележја операција. У том смислу развијање техника, процеса и процедура за унапређење планирања, организовања и извођења операција се намеће као стална потреба.³⁵

Планирање операција у Војсци Србије врши се применом процеса оперативног планирања којим је дефинисан хронолошки низ поступака по којима се делује, а темељи се на „прецизно дефинисаним и разграниченим надлежностима по нивоима планирања“.³⁶ Процес планирања војне операције у основи има три фазе: предвиђање,

³³ Доктрина операција Војске Србије, МО, ГШ ВС, ЗОК, Ј-3, Београд, 2011, стр. 13-14.

³⁴ Echevarria, A. J.: Оптимизација хаоса на нелинеарном бојишту, *Информативни билтен превода*, (1), 2003, стр. 47.

³⁵ Божанић, Д., Каровић, С., Памучар, Д.: Адаптивна неуронска мрежа за избор варијанте употребе као предуслов цене коштања нападне операције Копнене војске, *Војно дело*, 66(4), 2014, стр 149.

³⁶ *Упутство за оперативно планирање и рад команди у Војсци Србије*, МО, ГШ ВС, Управа за планирање и развој Ј-5, 2015, стр 15.

одлучивање и израда планова.³⁷ Постојеће упутство³⁸ које регулише ту проблематику у ВС, процес оперативног планирања је развијено по фазама и корацима. На оперативно-тактичком нивоу, који је значајан за ово истраживање, тај процес обухвата седам фаза: 1) Иницирање (пријем задатка), 2) Оријентација (проучавање и схватање задатка), 3) Развој варијанти употребе (курсева акције), 4) Анализа варијанти употребе (курсева акције) – ратне игре, 5) Поређење варијанти употребе (курсева акције), 6) Одобравање варијанте употребе (курса акције), 7) Израда плана – наређења. Свака фаза у процесу планирања (сем прве) заснива се на подацима и закључцима из претходне фазе.³⁹ У оквиру фаза детаљно су разрађени кораци планирања.

Из приказаних корака може се закључити да је већи део дефинисаних фаза подређен избору најбоље варијанте употребе снага у операцији. Под варијантом употребе се подразумева начин употребе снага којим је могуће остварити мисију.⁴⁰ Варијантом употребе се описује начин на који се мисија може извршити.⁴¹ Развојем варијанте употребе дефинише се почетак и завршетак активности, ко изводи операцију, где се изводи, зашто се изводи, како се изводи и сл.⁴² Обично се развија више варијанти употребе, након чега се оне анализирају и пореде. Ради лакшег поређења све варијанте употребе се вреднују. Вредновање се врши на основу критеријума које доносилац одлуке сматра значајним, односно критеријума које дефинише командант или начелник штаба (извршни официр).⁴³ На основу поређења разрађених варијанти употребе доносилац одлуке (командант) бира једну по којој ће употребити снаге приликом извршења мисије. Када се врши избор варијанте употребе у нападној операцији са савлађивањем водене препреке, избор одсека преласка са местима за савлађивање водених препрека представља њихов значајан и незаобилазан сегмент.

Комплексност извођења свих, па и нападне операције утиче да се процесу планирања приступа са изузетно великом пажњом, како би се што већи број неповољности и могућих грешака отклонио, односно максимално искористиле могућности за постизање циљева и задатака операције. Постојање водене препреке у зони нападне операције додатно компликује процес планирања, посебно у делу избора варијанте употребе.

³⁷ Славковић, Р., Талијан, М., Јелић, М.: Пројектовање војних операција, *Војно дело*, 64(4), 2012, стр. 132.

³⁸ *Упутство за оперативно планирање и рад команди у Војсци Србије*, стр. 64-109.

³⁹ Крстовић, В., Славковић, Р., Кевац, В.: Организација рада на командном месту и функционисање процеса доношења одлука у операцијама, *Војно дело*, 64(4), 2012, стр. 89.

⁴⁰ *Упутство за оперативно планирање и рад команди у Војсци Србије*, стр. 54.

⁴¹ Сувајац, М., Ковач, М.: План и концепт војних операција, *Војно дело*, 64(4), 2012, стр. 98.

⁴² Исто.

⁴³ *Упутство за оперативно планирање и рад команди у Војсци Србије*, стр. 94.

3. ИНЖИЊЕРИЈСКА ДЕЈСТВА И ПРОТИВДЕЈСТВА У НАПАДНОЈ ОПЕРАЦИЈИ

Инжињеријска дејства током дугог периода била су дефинисана као садржај обезбеђења борбених дејстава. Са развојем средстава којима се утиче на повећање динамике дејстава, прерастају у садржај подршке и додељује им се термин дејства.⁴⁴ Значај инжињеријских дејстава повећава се последњих деценија XX и почетком XXI века.⁴⁵ Доктрина ВС поред инжињеријских дејстава препознаје и противинжињеријска дејства. Према доктрини ВС инжињеријским дејствима „се непријатељу наносе губици и спречава, успорава и каналише његово кретање и маневар снага,“ док се „противинжињеријским дејствима умањују ефекти инжињеријских и других дејстава непријатеља, а сопственим снагама стварају повољни услови за борбена дејства, кретање и маневар“.⁴⁶

Инжињеријска дејства изводе се запречавањем објеката, рејона и праваца, док се под противинжињеријским дејствима подразумева савлађивање препрека, уређење путева, утврђивање, неутралисање и уништење инжињеријских јединица непријатеља.⁴⁷ Носилац инжињеријских и противинжињеријских дејстава су инжињеријске јединице, а изводе их и остале јединице Копнене војске на својим положајима, у рејонима и зонама борбених дејстава.⁴⁸ За задатке за које нису оспособљене и опремљене јединице других родова, на тежишту дејства употребљавају се инжињеријске јединице, уз подршку и садејство основних носилаца дејстава.⁴⁹ Кључни елеменат који је обухваћен овим истраживањем припада делу противинжињеријских дејстава тј. савлађивању препрека.

Под савлађивањем препрека подразумева се „уништавање и неутралисање минско-експлозивних и других вештачких препрека, насилни прелазак и прелажење преко водених и сувих препрека и организовање контролно заштитне службе“.⁵⁰ Према Војном лексикону⁵¹ под савлађивањем препрека подразумева се „радња којом се у склопу б/д обезбеђује прелазак (пролаз) појединца и јединица преко природних и вештачких препрека, када их није могуће или целисходно обилазити“. Израдом прелаза савлађују се водене препреке (реке, канали, језера, јаруге и сл.), а израдом пролаза, или уклањањем у целини, савлађују се минско-експлозивне препреке и поједине

⁴⁴ Милић, А.: *Модел запречавања у одбрамбеној операцији*, докторска дисертација, Војна академија, Универзитет одбране у Београду, Београд, 2016, стр. 26.

⁴⁵ Исто.

⁴⁶ Доктрина Војске Србије, стр. 95-96.

⁴⁷ Исто.

⁴⁸ Исто.

⁴⁹ Исто.

⁵⁰ Китановић, Р.: *Инжињеријска дејства у боју*, ГШ ВЈ, СШОНИД, УИ-8/1, Београд, 2000, стр. 18.

⁵¹ *Војни лексикон*, Војноиздавачки завод, Београд, 1981, стр. 550.

фортификацијске препреке.⁵² Као што се види из наведеног, савлађивање водених препрека има значајно место у делу противинжињеријских дејстава везаним за савлађивање препрека. Због тога је ВС опремљена специјалним средствима (понтонирска, амфибијска, десантна) за савлађивање водених препрека и формира специјализоване саставе (понтонирске јединице) за реализацију тог дела противинжињеријских дејстава. Значај понтонирских јединица је велики и у миру, где се поред константних захтева обуке, ови састави ангажују на организацији прелажења водених препрека у склопу треће мисије Војске Србије.⁵³

Инжињеријска и противинжињеријска дејства у нападној операцији представљају њен незаобилазни елемент. Због тога што су једине оспособљене за савлађивање водених препрека, за успешну реализацију ове активности кључна је употреба инжињеријских јединица.

4. ПРОЦЕНА РИЗИКА У ОПЕРАЦИЈАМА⁵⁴

Ризик је централни појам области менаџмента ризика (Risk Management). Но, и поред области која се бави феноменом ризика, овај појам се још увек дефинише на различите начине. Тако се под ризиком може подразумевати:

- стање у коме постоји могућност штетног одступања у односу на жељени исход⁵⁵, односно девијација од очекиваног⁵⁶,
- мера вероватноће и последице од неизвесног будућег догађаја⁵⁷,
- могућност губитка, вероватноћа губитка, неизвесност, одступање стварних од очекиваних резултата или вероватноћа било ког исхода који није очекиван⁵⁸,
- неизвесност остваривања губитка⁵⁹,

⁵² Исто.

⁵³ Божанић, Д., Славковић, Р., Каровић, С.: Модел примене fuzzy логике у процени ризика при савлађивању водених препрека у одбрамбеној операцији Копнене војске, *Војно дело*, 67(4), 2015, стр. 242.

⁵⁴ Скраћена верзија ове целине објављена је у: Божанић, Д. и др.: Модел примене fuzzy логике у процени ризика при савлађивању водених препрека у одбрамбеној операцији Копнене војске.

⁵⁵ Vaughan, E.J.: *Risk Management*, John Wiley & Sons, New York, 1997, у: Кековић, З., Савић, С., Комазец, Н., Милошевић, М., Јовановић, Д.: *Процена ризика у заштити лица, имовине и пословања*, Центар за анализу ризика и управљање кризама, Београд, 2011, стр. 25.

⁵⁶ Каровић, С., Комазец, Н.: Управљање ризицима као предуслов интегрисаног менаџмент система у организацији, *Војнотехнички гласник*, 58(3), 2010, стр. 149.

⁵⁷ Каровић, С.: *Кризни менаџмент*, Универзитет одбране, Војна академија, 2015, стр. 260.

⁵⁸ Vaughan, E., Vaughan, T.: *Основе осигурања и управљање ризицима*, МАТЕ, Загреб, 2011, у: Авакумовић, Ч., Милинковић, С., Вујачић, Н.: Менаџмент ризика, *Зборник радова са међународне научне конференције Менаџмент 2010*, Крушевац, 2010, стр. 387.

⁵⁹ Авакумовић, Ч., Милинковић, С., Вујачић, Н.: Менаџмент ризика, *Зборник радова са међународне научне конференције Менаџмент 2010*, Крушевац, 2010, стр. 387.

- свака могућност у конкретном систему која са одређеном вероватноћом може да изазове неочекивану промену квалитета, односно промену или губитак система⁶⁰,
- изложеност могућностима економског или финансијског губитка или добитка, физичког оштећења, повреда или кашњења као последица несигурности у вези са спровођењем акције⁶¹ итд.

Појам ризика често се објашњава преко стања окружења у коме се посматрани догађај реализује, па се тако може рећи да постоје три стања окружења⁶²:

- стање извесности односно одређености када постоји могућност да се изабере конкретна алтернатива, одакле следи познат исход;
- стање ризика у којем се приликом избора конкретне алтернативе може догодити било који исход из скупа могућих исхода и при чему су вероватноће сваког исхода познате;
- стање неизвесности у којем се приликом избора конкретне алтернативе може догодити било који исход из скупа могућих исхода, а при чему вероватноће појаве исхода нису познате.

Ово није једини пример где се стање неизвесност директно повезује са дефинисањем ризика. Преко извесности и неизвесности, ризик се може математички приказати, табела 1:

Табела 1: Приказ разлика између ризика, извесности и неизвесности⁶³

Будући догађај	Вероватноћа догађања (p)	Објашњење
Известан	$p = 1$	догађај ће се сигурно догодити у будућности
Ризичан	$0 \leq p \leq 1$	вероватноћа догађаја у случају ризика се налази у интервалу од 0-1
Немогућ	$p = 0$	догађај се сигурно неће догодити
Неизвестан	$p = \text{непознато}$	не зна се да ли ће се догађај остварити

Ризик је могуће приказати преко нивоа неизвесности. Један приступ дат је у табели 2.

⁶⁰ Кековић, З., Савић, С., Комазец, Н., Милошевић, М., Јовановић, Д.: *Процена ризика у заштити лица, имовине и пословања*, Центар за анализу ризика и управљање кризама, Београд, 2011, стр. 25.

⁶¹ Chapman, C.B., Cooper, D.F.: Risk analysis: testing some prejudices, *European Journal of Operational Research*, 14, 1983 у: Sotoudeh, G., Khanzadi, M., Parchami M. J. A Fuzzy MCDM for Evaluating Risk of Construction Projects, *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 12, 2011, стр 162.

⁶² Кековић, З. и др.: *Процена ризика у заштити лица, имовине и пословања*, стр. 26.

⁶³ Вујовић, Р.: *Управљање ризицима и осигурање*, Универзитет Сингидунум, Београд, 2009, стр. 24-25.

Табела 2: Приказ ризика преко нивоа неизвесности⁶⁴

Ниво неизвесности	Карактеристике
Нема неизвесности	исход може да се предвиди веома прецизно
Ниво 1 (објективна неизвесност)	исходи се идентификују, а вероватноће су познате
Ниво 2 (субјективна неизвесност)	исходи су идентификовани, али су вероватноће непознате
Ниво 3	исходи нису сасвим идентификовани, а вероватноће су непознате

Ризик се дефинише и помоћу конкретне претње (опасности), рањивости и вредности нечега што је предмет заштите.⁶⁵ При том се под претњом подразумева „потенцијално штетан ризични догађај, феномен или активност намерног или малициозног карактера“.⁶⁶ Такође под претњом се подразумева „нешто (опасност) или неко ко има могућност да експлоатише слабост система, односно догађај који може да проузрокује штетне последице на систем у облику његовог разарања, оштећења, измене, откривања“.⁶⁷ Рањивост представља слабост која може бити искоришћена за остварење одређене претње, а штићена вредност компонента која трпи утицај односно ризик.⁶⁸ Такође, ризик се везују за вероватноћу и трошкове дешавања одређене претње.⁶⁹

На сличан начин, у контексту анализе ризика за заштиту критичне инфраструктуре, McGill и Аyyуб⁷⁰ изражавају ризик као картезијански производ претње, рањивости и последица. Претњу описију као скуп нежељених/негативних догађаја који доводе до последица, дефинисане као спектар губитака који се могу осетити након испољавања опасности. Под рањивошћу, исти аутори подразумевају скуп особина система или циљних слабости које могу бити експлоатисане од стране противника (извора опасности) приликом испољавања одређене опасности ради остваривања губитка или штете.

Иако постоје могућности за квантитативно оцењивање ризика, оно није увек и довољно па се у менаџменту ризика често прибегава оцени прихватљивости односно неприхватљивости ризика. Користан пример ове оцене су смернице ALARP (*As Low*

⁶⁴ Williams, C.A., Smith, M.L., Young, P.C.: *Risk Management and Insurance*, Irwin/McGraw-Hill, International editions, 1998, у: Вујовић, Р.: *Управљање ризицима и осигурање*, Универзитет Сингидуум, Београд, 2009, стр. 26.

⁶⁵ Кековић, З. и др.: *Процена ризика у заштити лица, имовине и пословања*, стр. 30-32.

⁶⁶ Кековић, З., Комазец, Н., Јефтић, З.: Ризици невојних претњи безбедности од значаја за трећу мисију Војске Србије, *Војно дело*, 63(3), 2011, стр. 243.

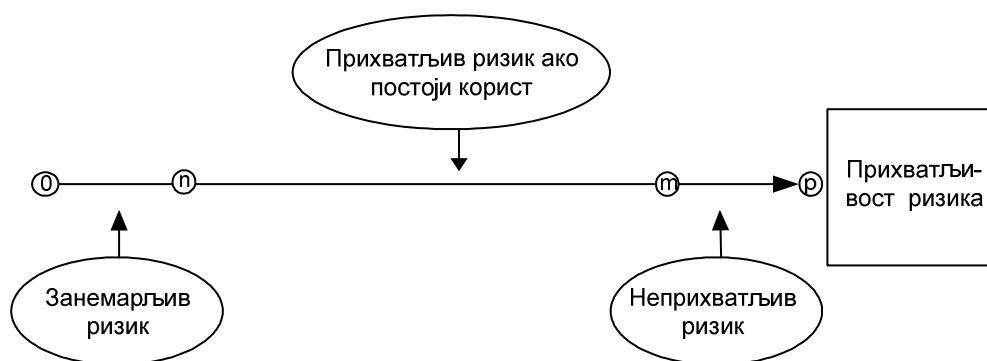
⁶⁷ Кековић, З. и др.: *Процена ризика у заштити лица, имовине и пословања*, стр. 30-32.

⁶⁸ Исто.

⁶⁹ Исто.

⁷⁰ McGill, W., Ayyub, M.B.: Multicriteria Security System Performance Assessment Using Fuzzy Logic, *The Journal of Defense Modeling and Simulation (JDMS): Applications, Methodology, Technology*, (4), 2007, стр. 356-358.

As Reasonably Practicable) помоћу којих се дефинише три степена ризика: (1) занемарљив ризик – прихватљив ризик; (2) ризик који је прихватљив само ако од тога постоји корист и (3) ризик који не може бити прихваћен – неприхватљив ризик без обзира о каквој је ситуацији реч.⁷¹ Овакву квантификацију ризика могуће је приказати графички (слика 1) на скали прихватљивости ризика од нула до неког броја p , где величина нула одговара минималном, а величина p максималном ризику (величина броја p зависи од модела којим се квантификација врши односно скале која се у моделу приказује). Са n и m означена су два броја на скали од 0 до p , која представљају граничне вредности између степена ризика (ове вредности добијају се посебним методама). Са x је означена вредност ризика која се добије применом модела. Прихватљивост ризика појаве/догађаја која се добија применом одређеног модела (слика 1), била би распоређена на следећи начин: ако x припада интервалу $[0, n]$ онда је реч о занемарљивом ризику, ако x припада интервалу $[n, m]$ онда се ради о ризику који је прихватљив ако постоји корист, а ако x припада интервалу $[m, 1]$ онда се догађај/појава означава као неприхватљив ризик (без обзира на користи које је могуће остварити). При том тако упрошћена скала, везана за само један појам – величину ризика, у великој мери је условљена степеном прецизности одређења тог параметра односно величине ризика.



Слика 1: Графички приказ ризика у односу на степен прихватљивости⁷²

Поред појма неизвесности, претње односно опасности и рањивости, за ризике се везује и појам хазарда и појам изложености ризику. Хазард је околност која ствара или повећава опасност, односно околност која има потенцијал да повећа било учесталост било крајњи исход штете.⁷³ Хазарди представљају „позадину догађаја који проузрокују

⁷¹ Кековић, З. и др.: *Процена ризика у заштити лица, имовине и пословања*, стр. 45-46.

⁷² Божанић, Д. и др.: *Модел примене fuzzy логике у процени ризика при савлађивању водених препрека у одбрамбеној операцији Копнене војске*, стр. 243

⁷³ Вујовић, Р.: *Управљање ризицима и осигурање*, стр. 28.

губитак, повећавају вероватноћу губитка, њихов степен или и једно и друго“.⁷⁴ Под изложеношћу ризиком подразумева се „излагање лица и имовине условима у којима су могући губици“.⁷⁵

Још увек непрецизно детерминисање ризика у великој мери утиче на начин и квалитет процене и третирања ризика. Проблем самог дефинисања делује још сложеније када се у анализу укључе и други теоријски приступи, као што је нпр. безбедносни приступ, по којем ризици представљају само један елемент из групе појмова који објашњавају степен опасности, која је заживела у форми „изазови, ризици и претње“.⁷⁶ Сложеност проблема и широк захват у дефинисању ризика утицао је и на различите приступе истраживача у изради модела за процену ризика.

Ризик у војним операцијама у великој мери се везује за одређења ризика у другим областима људског деловања. Али, ризик у војним операцијама има и своје значајне специфичности, које га раздвајају од других. Основна карактеристика те врсте ризика везана је за његово окружење односно операцију. Војне операције су чврсто повезане са постојањем ризика, он је њихов саставни део и стални пратилац. Приликом извођења операција, постојање ризика је категорија која се подразумева. У практичном смислу, тешко је и замислити реализацију било које војне операције без ризика. Он (ризик) је један од предуслова успеха у војној операцији.⁷⁷ Другим речима, за остваривање већег успеха у операцији, мора се више ризиковати. Приликом доношења одлука команданти преузимају ризик,⁷⁸ па се може рећи да је ризик од фундаменталног значаја за извођење операције, јер команданти у операцији балансирају/праве равнотежу између ризика и тријумфа – победе у операцији⁷⁹.

Лидери (команданти и командири на свим нивоима) су у току извођења операција врло често, скоро непрекидно, у ситуацијама да доносе одлуке различитог значаја где процена ризика по људе, технику, као и крајњи исход операције представља базу односно полазну тачку у доношењу одлука. Због такве ситуације стандардизација и институционализација техника, алата и процедура за процену ризика је незаобилазан

⁷⁴ Кековић, З. и др.: *Процена ризика у заштити лица, имовине и пословања*, стр. 28.

⁷⁵ Исто, стр. 32.

⁷⁶ О безбедносном приступу овом проблему више се може видети у: Орлић, Д.: Појмовно одређивање изазова, ризика и претњи у процесу преобликовања међународне безбедности, *Војно дело*, 56(3), 2004. стр. 76-93; Татомир, Д.: Процена изазова, ризика и претњи безбедности Републике Србије у функцији планирања употребе Војске Србије, *Војно дело*, 63(1), 2011, стр. 41-55; Ејдус, Ф.: *Међународна безбедност: теорије, сектори и нивои*, Службени гласник Републике Србије и Београдски центар за безбедносну политику, Београд, 2012.

⁷⁷ *Упутство за оперативно планирање и рад команди у Војсци Србије - привремено*, ГШВС, Београд, 2008, стр. 1-25.

⁷⁸ Каровић, С.: *Кризни менаџмент*, 2015, стр. 259

⁷⁹ Toner, J. C.: *Operational list management at the operational level of War*, Naval War College, Newport, 1997, доступно на: <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a328149.pdf> (10. новембар 2013.)

елеменат за успешно доношење одлука.⁸⁰ На основу процењеног ризика могуће је вршити његово смањење (енгл. *mitigation*) или елиминисање односно управљање ризиком током извршавања оперативних задатака. Процена ризика и управљање ризиком као логичан следећи корак, имају своје место у скоро свакој фази процеса доношења одлука у операцијама. Управљање ризиком важно је јер: (1) пружа могућност идентификовања недостатака у заштити снага у функцијама оперативног система, (2) указује на могућности за избегавање непотребног ризика и губитак борбене моћи, (3) установљавањем поступака и стандарда који су јасни и практични за сваки специфични задатак подржава и потпомаже доношењу одлука.⁸¹

Значај ризика у операцији приказан је у приручнику армије САД, који се бави управљањем ризиком у операцијама.⁸² Цео процес назван је сложено управљање ризиком (енгл. *Composite risk management*). У правилнику се истиче да се управљање ризиком примењује на бази неколико принципа: примењује се у свим фазама операција; мора бити на одговарајућем нивоу (уз употребу алата приказаног у правилу); примењује се циклично и континуирано – цикличан процес који се користи за континуирано идентификовање и процену опасности, развијање и спровођење контроле и оцену резултата; ризици се прихватају само ако је потенцијална корист већа од процењеног ризика; искључује се аверзија према постојању ризика – опасности се морају идентификовати и контролисати. Скуп наведених принципа указује да је управљање ризиком незаобилазно у процесу доношења одлука у свим фазама операције.

Узимајући у обзир карактеристике нападне операције снага КоВ, место и улогу савлађивања водених препрека у тим операцијама, као место и улогу ризика у операцијама, може се закључити да постоји оправдана потреба управљања ризиком.

⁸⁰ *FM 5-19 Composite Risk Management*, Headquarters Department of the Army, 2006, стр. iv.

⁸¹ *Упутство за оперативно планирање и рад команди у Војсци Србије - привремено*, стр. 2-38.

⁸² *FM 5-19 Composite Risk Management*, стр. 1-2.

ДРУГИ ДЕО

САВЛАЂИВАЊЕ ВОДЕНИХ ПРЕПРЕКА У НАПАДНОЈ ОПЕРАЦИЈИ

Водене површине су кроз историју представљале велику препреку кретању људи, роба и услуга. Тај проблем посебно је добијао на значају приликом извођења ратних похода због чега се и почело са развијањем специјалних средства за савлађивање водених препрека. Први историјски подаци везани за ту проблематику везују се за период пре нове ере. У VIII веку п.н.е. асирски понтонири градили су неку врсту лаких пловних мостова, које су правили повезивањем мехова добијених од животињских мешина. У V веку пре нове ере персијски владар *Xerxes I*, да би савладао *Hellespont*⁸³, узан пролаз у Турској који раздваја Европу и Азију, изградио је мост преко палуба бродова, повезујући их даскама. Мост је био дугачак преко једне миље. Сличних примера у далекој историји има још.

Савремен начин ратовања у доба стајаћих војски и појава већег броја тешких артиљеријских оруђа захтевали су бржи и сигурнији прелазак водених препрека, због чега се организују понтонски паркови којима рукује специјално обучено људство, тј. понтонири. Једне од првих понтонирских јединица формирају се у Саксонији 1698. у саставу артиљерије, затим је у Русији 1702. године створена понтонирска команда, у Аустрији су 1744. године формиране две чете понтонира, у Француској 1806. године постојала су два понтонирска батаљона. Иако на почетку у саставу артиљерије, понтонирске јединице су врло брзо пребачене у инжињеријске саставе, како би њихове услуге биле доступније и осталим родовима. У другој половини 19. века понтонирским јединицама придаје се велики значај у свим развијенијим армијама света. У савременом свету значај тих јединица још више расте, посебно ако се има у виду њихова употреба у помоћи цивилним властима у случају поплава.

⁸³ Данашњи мореуз Дарданели (повезује Егејско и Мраморно море).

1. ОСНОВНИ ПОЈМОВИ О САВЛАЂИВАЊУ ВОДЕНИХ ПРЕПРЕКА

Савлађивање водених препрека подразумева радњу којом се у склопу борбених дејстава обезбеђује прелазак појединаца и јединица преко природних и вештачких водених препрека, када је њихов обилазак немогућ или нецелисходан, а у циљу извршења постављеног задатка.⁸⁴ Са становишта војне организације, под појмом водене препреке подразумевају се све водене површине које се морају савладавати пловним средствима.⁸⁵ Водене препреке у мањој или већој мери утичу на извођење операција, позитивно или негативно, што зависи од карактеристика препреке, као и захтева који прате организацију и реализацију операције. У нападним операцијама водене препреке могу значајно да утичу на њен ток. Нападач обично треба прво да савлада простор до водене препреке, делом снага савлада препреку, успостави мостобран, пребаци снаге и тек онда развије напад.⁸⁶ Због тога водена препрека у нападној операцији може да „отежава, успорава, зауставља или ограничава извођење напада, онемогућава силину почетног удара, излаже јединице дејству по деловима, отежава маневар и ватру из дубине, отежава непрекидност дотура и евакуације и присиљава нападача на ангажовање масовне технике за прелаз водене препреке, отежава командовање и везу“.⁸⁷ Водене препреке се „сматрају најтежим препрекама за савлађивање“.⁸⁸ За разлику од нападних у одбрамбеним операцијама, водене препреке могу да представљају значајан ослонац ономе ко се брани. Због тога се често зона одбране дефинише тако да се делом јединица „бране сви правци који изводе ка воденом току, погодна места преласка и могући правци маневра нападача“.⁸⁹

Водене препреке савлађују се прелажењем или насилним преласком – форсирањем.⁹⁰ Прелажење водене препреке се предузима када је ватрено дејство непријатеља елиминисано на постојећим мостовима или другим уређеним прелазима⁹¹, односно када супротну обалу не бране непријатељеве снаге⁹². Насилни прелазак водене препреке подразумева да супротну обалу брани непријатељ.⁹³

⁸⁴ Војни лексикон, стр. 550.

⁸⁵ Пифат, В.: *Прелаз преко река*, Војноиздавачки завод, Београд, 1980, стр. 15.

⁸⁶ Рудић, В.: *Бој око великих река*, скрипта, Центар високих војних школа КоВ ЈНА, 1988, стр 6.

⁸⁷ Исто.

⁸⁸ Ковачевић, С.: *Припрема и извођење одбрамбене операције у захвату великих водених токова*, докторска дисертација, Центар војних школа ВЈ, 1994, стр 18.

⁸⁹ Исто, стр 38.

⁹⁰ Војна енциклопедија, књига 8, друго издање, Војноиздавачки завод, Београд, 1974, стр. 483.

⁹¹ Исто.

⁹² Пифат, В.: *Прелаз преко река*, стр. 11.

⁹³ Исто.

Савлађивање водених препрека у нападној операцији обично се врши насилним преласком, док је прелажење водених препрека карактеристичнији за одбрамбену операцију. Водене препреке се савлађују на унапред одређеним местима преласка. Под овим појмом (местом преласка), подразумева се део водене препреке, обале и заобаља на сопственој и супротној обали, који ће се користити приликом савлађивања водене препреке.⁹⁴ Зависно од начина савлађивања водених препрека, разликују се: (1) место преласка газом (МПГ), (2) место преласка пливањем (МПП), (3) место преласка преко леда (МППЛ), (4) десантно место преласка (ДМП), (5) скелско место преласка (СМП), (6) мосно (мостовно) место преласка (ММП) и (7) место преласка тенкова под водом и дубоким газом (подводно место преласка - ПМП).⁹⁵ Место преласка газом организује се тако да се водена препрека савлађује гажењем по дну њеног корита.⁹⁶ Прелаз преко водене препреке организовањем МПП врше само извиђачке јединице, диверзанске групе или групе за рашчишћавање препрека на непријатељској обали.⁹⁷ Организовање МППЛ врши се само у зимским месецима, у ситуацијама када дође до стварања ледених површина које имају потребну носивост. Место преласка тенкова под водом врше тенкови оспособљени за вожњу испод воде на дубинама до 5 m и дубоким газом на дубинама до 2,10 m. Десантно место преласка, СМП и ММП биће детаљно разрађени у наредним целинама рада, јер представљају предмет истраживања.

Када је реч о воденим препрекама у Републици Србији, највећи значај имају реке, те се најчешће, када се говори о воденим препрекама, мисли на реке. Утицај река испољава се на темпо извођења нападних операција и маневар снага (када се река нађе на правцу напада) копнене компоненте, без обзира на концепцију ратовања и средства за њихово савлађивање. С друге стране, да би се река савладала потребна су посеба средства, а она оптерећују јединице копнене компоненте и чине је гломазнијом и мање покретном. Значај река, као и других водених препрека, утолико је већи ако се има у виду да се оне не могу уништити или уклонити, већ се једино могу савладати на одређеним местима, за шта су потребно одређени ресурси.

2. КАРАКТЕРИСТИКЕ САВЛАЂИВАЊА ВОДЕНИХ ПРЕПРЕКА У НАПАДНОЈ ОПЕРАЦИЈИ – НАСИЛНИ ПРЕЛАЗАК

„Насилни прелазак водене препреке је напад у којем се под борбом савлађује водена препрека ради разбијања или уништења непријатеља на супротној обали,

⁹⁴ Исто, стр. 225.

⁹⁵ Исто, стр. 225-226.

⁹⁶ Исто, стр. 226.

⁹⁷ Исто, стр. 227.

заузимања основице и успостављања мостобрана да би се омогућио наставак напада.“⁹⁸ Концепт насилног преласка водене препреке није се у великој мери променио у последњих неколико деценија, како код нас тако и у свету. Највећа промена настала је у техничком делу, односно у побољшању карактеристика средстава за савлађивање водених препрека. Средства за савлађивање водених препрека којима располаже ВС уведена су оперативну употребу седамдесетих година. У складу са новоуведеним средствима дефинисана су и доктринарна одређења везана за савлађивање водених препрека односно насилни прелазак. Концептуално та одређења нису се у великој мери изменила ни у новим доктринарним документима.⁹⁹

Насилни прелазак водене препреке начелно се обавља ноћу, а врло ретко и дању (само у ситуацијама када се у односу на непријатеља поседује значајна надмоћност) уз снажну ватрену припрему. За савлађивање водених препрека користе се приручна, месна и формацијска средства. Формацијска средства којима се савлађују водене препреке су оклопни транспортери и тенкови који имају амфибијска својства, амфибијски транспортери, чамци са или без ванбродског мотора, скеле, мостови, као и пловна средства речних јединица (изузетно спливићи од месних и приручних средстава). Насилни прелазак водене препреке почиње преласком људства првог таласа¹⁰⁰ (на чамцима, амфибијским транспортерима и сл.) на десантним местима преласка. Основни задатак првог таласа је уништавање ватрених тачака непријатеља на супротној обали заузимањем основице и успостављање мостобрана (прво плићег, а затим и дубљег), за искрцавање људства наредног таласа. Основица је просторија на непријатељевој обали где се могу разместити наше снаге и ослонити за наставак напада, док мостобран представља положај на погодним земљишним објектима који држе јединице и обезбеђују основицу.¹⁰¹ Редовни пратилац насилног преласка водених препрека је ваздушни десант и дејство убачених елемената у позадини непријатеља.¹⁰² Већ у другом таласу настоје се пребацити и средства као што су бестрзајни топови, минобацачи 82 mm и сл., а у трећем и мања средства артиљерије и минобацачи 120 mm.¹⁰³

⁹⁸ Адамовић, Б. и др.: *Тактика: Борбена дејства тактичких јединица КоВ ЈНА и територијалне одбране*, стр. 139.

⁹⁹ Под новим документима се подразумева: *Правило бригада Копнене војске – привремено*, МО, ГШ ВС, Команда КоВ, 2014 и *Правило речна флотила - привремено*, МО, ГШ ВС, Команда КоВ, 2014.

¹⁰⁰ Талас је формацијска, обично пешадијска јединица која насилно прелази реку у 1-4 туре у зависности од величине јединице и броја пловних средстава (Пифат, В.: *Прелаз преко река*, стр. 231).

¹⁰¹ Адамовић, Б. и др.: *Тактика: Борбена дејства тактичких јединица КоВ ЈНА и територијалне одбране*, стр. 139.

¹⁰² Гарашанин, Р.: *Тактика инжењерије*, ССНО, ГШ ЈНА, УИ-197, Војноиздавачки завод, Београд, 1979.

¹⁰³ Бујак, Ђ. (редитељ): *Употреба амфибијских транспортера у форсирању реке*, НФ-74/И-10, Застава филм, Београд, 1974.

Када се успостави довољно дубок мостобран приступа се успостављању скелског места преласка. Сकेлама се могу превозити сва, па и највећа (по габаритима и по маси) средства којима ВС располаже. Прво се превозе артиљеријска оруђа и тенкови (ако не постоји могућност за њихов прелазак на други начин – дубоким газом или преласком под водом). Када се стекну услови успоставља се мосно место преласка, чиме се фреквенција преласка на другу обалу значајно повећава. Насилни прелазак водене препреке врши се на унапред одређеном одсеку преласка. У склопу одсека преласка дефинишу се ДМП, СМП, ММП, а по потреби и ПМП и друга места преласка. Начелно ДМП прераста у СМП, а СМП касније у мосно место преласка. У одређеним ситуацијама СМП и ММП се могу успостављати и на другим посебним локацијама, независно од десантног места преласка. Такође, могуће је поред ДМП успостављати и само СМП или само мосно место преласка, што зависи од конкретне ситуације.

Насилни прелазак водене препреке може се организовати на благовремено или неблаговремено припремљену одбрану непријатеља.¹⁰⁴ У сваком случају морају се предузети све неопходне мере, како би се обезбедио успех. Неуспех у насилном преласку реке доводи до веома великих губитака.¹⁰⁵ Када људство првог таласа пређе на другу обалу оно је одвојено од главнине својих снага воденом препреком, док испред себе има непријатеља. Одвојеност људства првог таласа од главних снага препреком, представља значајан психички притисак на то људство, због чега је ова активност веома тешка и комплексна са више аспеката.

2.1. Десантно место преласка

Десантно место преласка подразумева „део реке, обале и заобаља на сопственој и супротној обали, коју треба користити да би се могло обезбедити прелажење преко водене препреке десантним средствима“.¹⁰⁶ Једна од основних карактеристика ДМП је непосредни борбени додир са непријатељем, с тим што прелазак могу вршити јединице из непосредног борбеног додира, али и свеже јединице које се доводе из дубине зоне операције.¹⁰⁷ Део литературе¹⁰⁸ то дефинише као насилни прелазак водене препреке из додира односно из покрета. Како ће се реализовати зависи од више фактора као што су развој оперативне ситуације, непријатељева одбрана, земљиште, могућности приласка

¹⁰⁴ Пифат, В.: *Прелаз преко река*, стр. 229.

¹⁰⁵ Исто.

¹⁰⁶ Исто.

¹⁰⁷ Исто.

¹⁰⁸ Гарашанин, Р.: *Тактика инжењерије; Правило бригада Копнене војске – привремено*; Адамовић, Б. и др.: *Тактика: Борбена дејства тактичких јединица КоВ ЈНА и територијалне одбране*.

воденој препреци, расположа средстава за прелазак и могућности извршења припрема за насилни прелазак.¹⁰⁹

Начелна ширина ДМП је до 1 km.¹¹⁰ Једно ДМП обично се додељује једном пешадијском батаљону¹¹¹, који се ојачава средствима за прелаз преко водене препреке. Прелазак на другу обалу врши се у таласима. Први талас начелно чини ојачана пешадијска чета, која зависно од јачине и капацитета средстава, у 1-4 туре прелази на другу обалу.¹¹² Јединице одређене за други талас савлађују водену препреку средствима првог таласа након преласка јединица првог таласа.¹¹³ Исти поступак се понавља са јединицама трећег таласа. У четвртом таласу превозе се средства за непосредно гађање.¹¹⁴ Као што се види из претходног објашњења напад са насилним преласком реке отпочиње са мањим снагама, које се на супротној обали постепено повећавају, сразмерно брзини преласка са једне на другу обалу.¹¹⁵

Командант ДМП је командант јединице која врши насилни прелазак водене препреке.¹¹⁶ Командант ДМП може бити и командир амфибијске чете (вода), када се организује ДМП амфибијским транспортерима.¹¹⁷ Елементи ДМП су: рејон прикупљања јединица (1-1,5 km од обале), рејон прикупљања пловних средстава (500-700 m од обале), полазна линија (100-300 m од обале), положај ватрених средстава за непосредно неутралисање ватрених тачака на супротној обали.¹¹⁸ У пракси се тежи да сви рејони и линије буду ближе обали. Према Правилу бригада КоВ¹¹⁹ ДМП чине: полазна линија (100 до 300 m од водене препреке) на коју јединице излазе развијене и са средствима за прелазак; линија укрцавања (отискивања) на којој се људство укрцава на десантна средства (осим на амфибијске транспортере) и са које почиње пловидба, линија искрцавања (пристајања) на оној страни обали на којој се јединице искрцавају и прелазе у напад, места прикупљања средстава за прелазак, места за резервна пловна средства, објекте за заштиту људства и друго, слика 2.

¹⁰⁹ *Правило бригада Коппене војске – привремено*, стр. 114.

¹¹⁰ Адамовић, Б. и др.: *Тактика: Борбена дејства тактичких јединица КоВ ЈНА и територијалне одбране*, стр. 143; *Правило бригада Коппене војске – привремено*, стр. 116.

¹¹¹ Пифат, В.: *Прелаз преко река*, стр. 230; *Правило бригада Коппене војске – привремено*, стр. 116.

¹¹² Исто.

¹¹³ Пифат, В.: *Прелаз преко река*, стр. 230.

¹¹⁴ Исто.

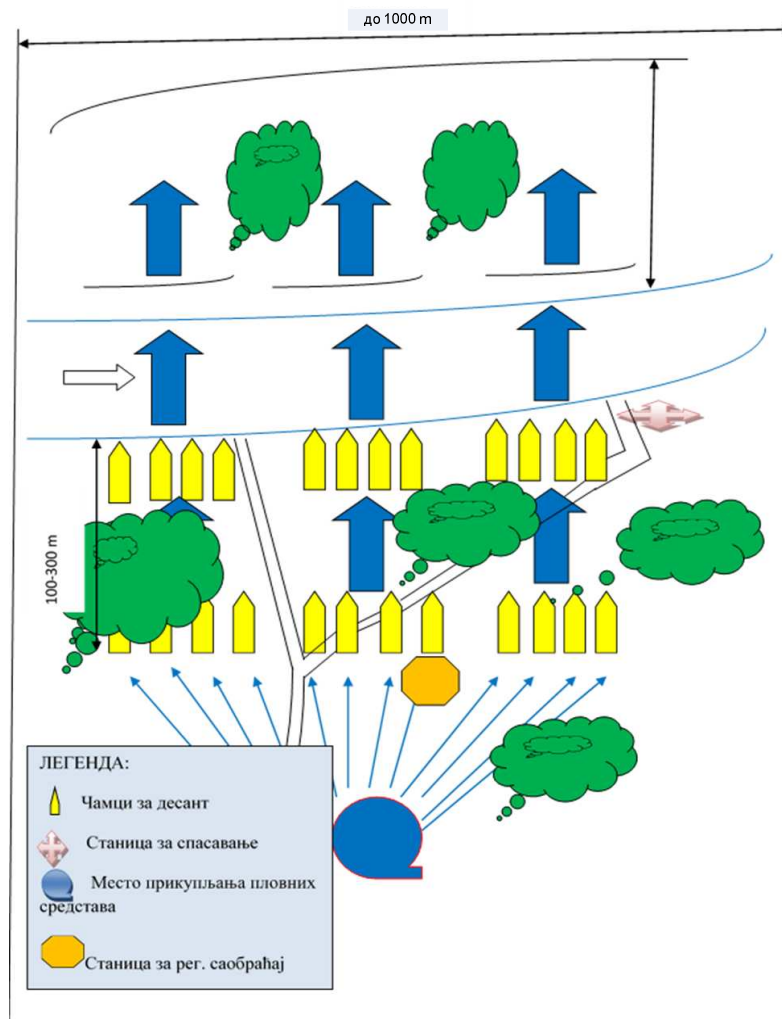
¹¹⁵ Адамовић, Б. и др.: *Тактика: Борбена дејства тактичких јединица КоВ ЈНА и територијалне одбране*, стр. 139.

¹¹⁶ *Правило бригада Коппене војске – привремено*, стр. 116; Пифат, В.: *Прелаз преко река*, стр. 230.

¹¹⁷ *Правило речна флотила - привремено*, стр. 78.

¹¹⁸ Пифат, В.: *Прелаз преко река*, стр. 230.

¹¹⁹ *Правило бригада Коппене војске – привремено*, стр. 116.



Слика 2: Шема десантног места преласка¹²⁰

Насилни прелазак реке на ДМП представља кључни сегмент успешности савлађивања водених препрека у нападној операцији. Другим речима, само остваривањем основног циља – успостављањем довољно дубоког мостобрана, обезбеђује се даљи наставак савлађивања водене препреке, односно организовање скелског или мосног места преласка. Ако не постоје друге алтернативе, онда неуспех при насилном преласку значи и неуспех целе нападне операције. Због тога планирање и организовање активности на ДМП, захтева посебну пажњу, где мора да се искључи могућност било какве грешке.

2.2. Скелско место преласка

Скелско место преласка представља врсту места преласка водене препреке коју чини део реке, обале и заобаља на сопственој и супротној обали (део одсека преласка),

¹²⁰ Милојевић, Д.: *Употреба понтонирских јединица у операцијама снага Копнене Војске*, Војна академија, Завршни рад на ГШУ, 2016, стр. 47.

уређену за превозење јединица, борбене и остале технике скелама.¹²¹ Под појмом скела се подразумева „пловни објекат који се креће веслањем, тискањем, струјањем воде или моторном вучом и намењен је за превозење [...] тешких и кабастих терета (артиљерија, тенкови, возила и др) и људства“.¹²² Скеле се могу израђивати од формацијских, месних и приручних средстава. Формацијска средства за израду скела чине елементи комплекта понтонског моста М-71 (ПМ-М-71), који се налазе у саставу понтонирских јединица ВС, односно два понтонирска батаљона стационирана у Шапцу и Новом Саду¹²³. Брзина којом се скеле израђују (8-20 минута по скели¹²⁴) препоручује употребу овог материјала у нападној операцији, где би се понтонирски батаљон употребио на уређењу и одржавању скелских и мосних места преласка, са задатком да обезбеди брз прелазак јединица преко водених препрека.

Основни елементи комплекта ПМ-М-71 су пловни и крајњи пловни чланци. Носивост једног пловног чланка је 20 тона, а крајњег пловног чланка 10 тона.¹²⁵

Носивост скела које се израђују од наведених елемената крећу се од 40 до 170 тона. Основни типови скела су од 40, 60, 80, 110 и 150 тона. У ВС најчешће се израђују скеле носивости 40 или 60 тона (од два односно три пловна чланка). Скеле покрећу реморкери. Број реморкера зависи од носивости скеле и брзине водене препреке. Перформансе скела израђених од делова ПМ-М-71 у потпуности задовољавају потребе јединица за превозењем са једне на другу обалу. Скеле од ПМ-М-71 поседују властите рампе и омогућавају брз утовар и истовар средстава, као и релативно кратко време трајања једне туре (укрцавање терета, превозење, искрцавање терета и повратак скеле).

На једном СМП обично се организује превоз скелама на две до три улазно излазне рампе (навоза). Под навозом се подразумева платформа, чија је једна страна учвршћена за обалу, док је друга на стајним или пловним потпорама, који се ради у ситуацијама када скеле не могу прићи непосредно уз обалу.¹²⁶ На сваком пару рампи (навоза) саобраћа једна до четири скеле, што директно зависи од ширине водене препреке (до 100 m једна скела; 100-200 m две до три скеле; 200-300 m три скеле; преко 300 m четири и више скела, али се овај број може мењати и у зависности од трајања туре превозења¹²⁷). Шема СМП приказана је на слици 3.

¹²¹ Пифат, В.: *Прелаз преко река*, стр. 231; *Војни лексикон*, стр 560; *Правило речна флотила - привремено*, стр. 78.

¹²² *Војни лексикон*, стр 560.

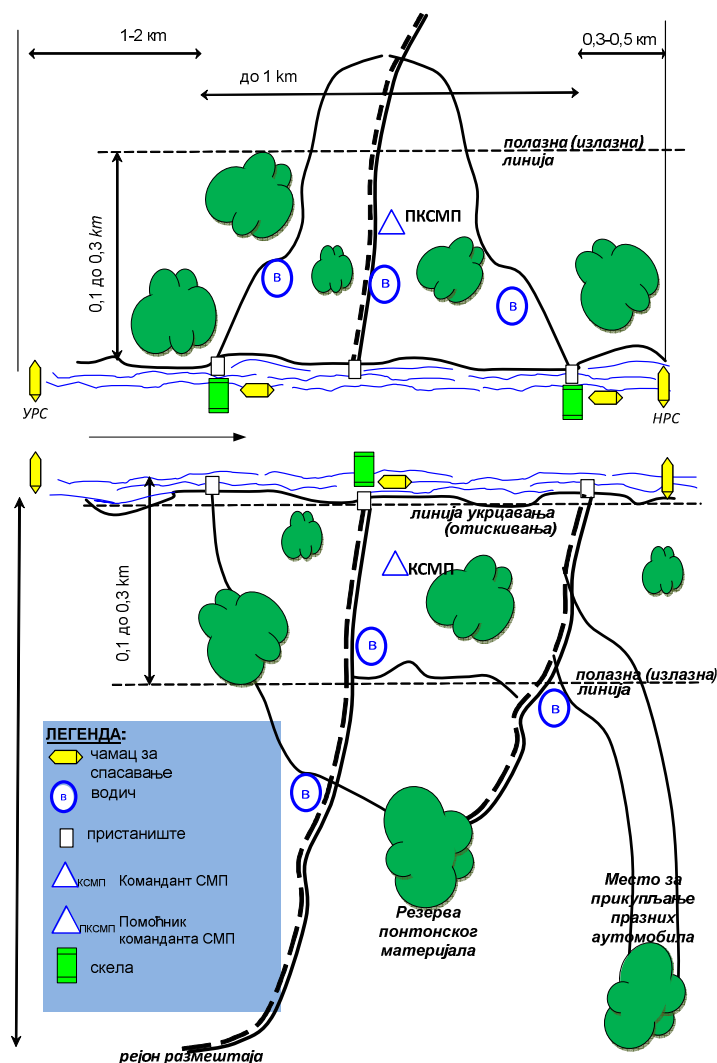
¹²³ Војска Србије – званична интернет страница, доступно на: <http://www.vs.rs> (05. август 2014.).

¹²⁴ Пифат, В.: *Прелаз преко река*, стр. 193.

¹²⁵ Пифат, В.: *Прелаз преко река*, стр. 193; *Понтонско-мостовски парк ПМП – књига I (опис, руковање и одржавање)*, техничко упутство, Техничка управа, Београд, 1969, стр. 150.

¹²⁶ *Војни лексикон*, стр. 316.

¹²⁷ Пифат, В.: *Прелаз преко река*, стр. 126.



Слика 3: Шема скелског места преласка

Командант СМП увек је инжењеријски официр, односно старшина понтонирске јединице која уређује место преласка.¹²⁸ Скелско место преласка (као и ММП) успоставља се када се освоји довољно дубок мостобран да непријатељ не може директно да дејствује на водену препреку ватром из пешадијског наоружања и артиљеријским оруђима за непосредно гађање.¹²⁹ Начелна ширина СМП је до 1 км.¹³⁰ Скелско место преласка начелно обухвата: полазну (излазну) линију, прилазне путеве до реке, место истовара понтонског материјала на обали или води, пристаништа на властитој или супротној обали, органе контролно-заштитне службе (станицу за спасавање, станицу за регулисање саобраћаја, по потреби речне страже, групе војника за одржавање пристаништа, посаде скела и др.), једну или више скела, резерву

¹²⁸ Пифат, В.: *Прелаз преко река*, стр. 232; *Правило бригада Копнене војске – привремено*, стр. 116; *Правило речна флотила - привремено*, стр. 70.

¹²⁹ Бујак, Ђ. (редитељ): *Мосно место преласка од КПМ-М71*, НФ-82/Инж.-88, Застава филм, Београд, 1982.

¹³⁰ Адамовић, Б. и др.: *Тактика: Борбена дејства тактичких јединица КоВ ЈНА и територијалне одбране*, стр. 143; *Правило бригада Копнене војске – привремено*, стр. 116.

команданта места преласка у средствима за прелазак (начелно 20%, а може да буде и до 50%¹³¹), место за прикупљање празних аутомобила, командно место (осматрачницу) команданта места преласка, објекте утврђивања за заштиту људства и средстава, по потреби минско-експлозивне препреке на прилазима месту преласка и др.¹³²

Успостављање СМП и почетак превожења скелама представља преломни тренутак савлађивања водене препреке који значајно унапређује ефикасност ове активности. Због тога, скеле и средства која се превозе представљају уносан циљ за непријатеља.¹³³ У прилог овоме иде и чињеница да су могућности заштите снага током пловидбе сведене на минимум.¹³⁴ Успоставом СМП могу се превозити сва средства са једне на другу обалу, што практично значи да ће снаге које бране мостобран врло брзо значајно ојачати. То суштински мења цео процес савлађивања водене препреке и нападне операције у целини, јер значајно повећава вероватноћу успеха у остваривању постављених циљева и задатака операције. Скелско место преласка најрањивије је на дејство из ваздушног простора, због чега је надмоћ сопвених снага у ваздушном простору изузетно важна. Без обзира на рањивост, за успех нападне операције неопходно је успостављање скелског или мосног места преласка. Успостављање СМП ће бити најчешћи избор команданта, јер се оштећењем једне скеле може наставити превоз осталим, док се код моста оштећењем једног чланка прекида прелазак на другу обалу.

2.3. Мосно (мостовно) место преласка

Мосно (мостовно) место преласка је уређени део водене препреке са обалом и заобаљем (део одсека преласка) на коме је премошћена водена препрека и на тај начин омогућено непрекидно кретање јединица са једне обале на другу.¹³⁵ Шема мосног места преласка приказана је на слици 4.

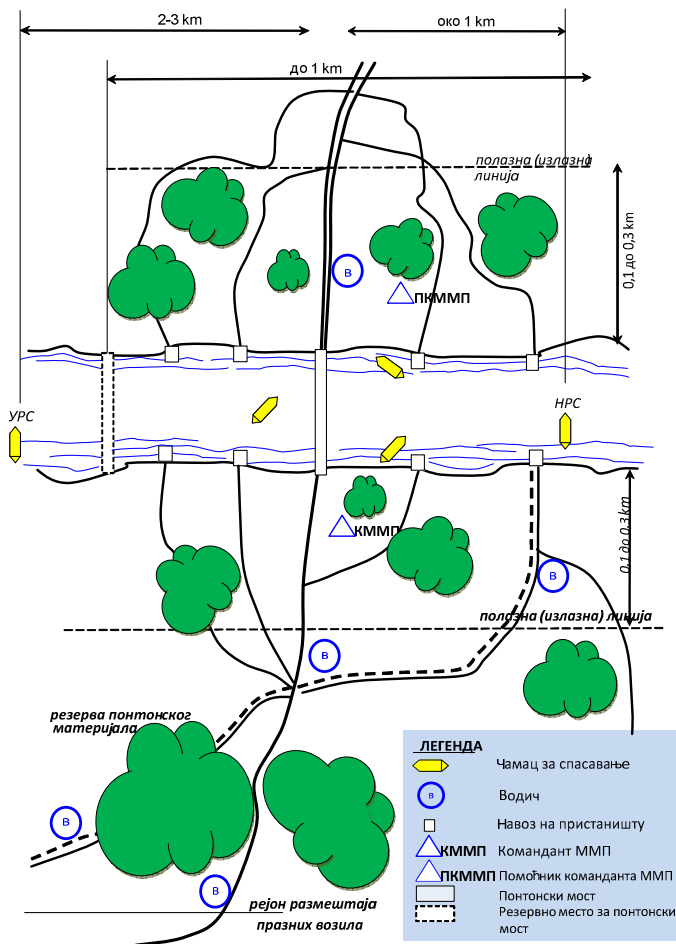
¹³¹ Гарашанин, Р.: *Тактика инжињерије*, стр 169; *Правило употреба инжињерије*, ССНО, УИ-3/3, Војноиздавачки завод, Београд, 1988, стр 112-113; *Правило речна флотила - привремено*, стр. 71; Пифат, В.: *Прелаз преко река*, стр. 232.

¹³² Пифат, В.: *Прелаз преко река*, стр. 232; *Правило речна флотила - привремено*, стр. 66.

¹³³ Бујак, Ђ. (редитељ): *Скелско место преласка од КПМ-М-71*, наставни филм, НФ-76/Инж.-12, Застава филм, Београд, 1976.

¹³⁴ На смањену заштиту на води у одређеној мери утиче и релативна старост средства за СВП, којима ВС располаже. Овај утицај највише се огледа кроз брзину превожења. Суштински на новијим понтонским парковима, којима располажу неке стране армије, унапређена је брзина превожења са једне на другу обалу, док су нпр. могућности маскирања (као један елеменат заштите снага) на води значајније не разликују у односу на комплет ПМ-М-71.

¹³⁵ Пифат, В.: *Прелаз преко река*, стр. 232; *Војни лексикон*, стр 302; *Правило речна флотила - привремено*, стр. 72.



Слика 4: Шема мосног места преласка

Мостови се могу израђивати од формацијских и приручних средстава. Од приручних средстава се могу израђивати лаки пешачки мостићи на воденим препрекама ширине до 60 m и брзине до 1 m/s¹³⁶, као и висући пешачки мостови. Војска Србије израђује мостове од формацијског материјала и то: од елемента комплета ПМ-М-М71, од комплета лансирног моста „Бејли“, применом тешког лансирног моста и тенка носача моста.

Тенк носач моста и тешки лансирни мост (тзв. јуришни мостови) су намењени за савлађивање водених и сувих препрека мањих ширина и мањих дубина (када је у питању тешки лансирни мост). Тешким лансирним мостом савлађују се препреке ширине до 40 m, максималне дубине до 3 m.¹³⁷ Тенком носачем моста могу се савладати препреке дужине до 17,5 m.¹³⁸ Због брзине постављања, ако је то могуће, прво ће се постављати мостови од тешког лансирног моста и тенка носача моста.

¹³⁶ Пифат, В.: *Прелаз преко река*, стр. 89.

¹³⁷ *Тешки лансирни мост ТММ-3 на аутомобилу КРАЗ-255Б: Књига I (опис, руковање и одржавање)*, Техничка управа, Београд, 1973, стр. 13.

¹³⁸ *Тенк носач моста МТ-55А: Књига I (опис, руковање и одржавање)*, Техничка управа, Београд, 1979, стр. 25.

Међутим, због великог броја услова које сама препрека и њена околина треба да задовоље (стабилна подлога, мали нагиб обала, кратка ширина препреке, мала дубина препреке и сл.) употреба ових средстава је веома ограничена.

За израду мостова од Бејли материјала ангажује се велики број људства и технике, а изградња је, са аспекта нападне операције веома спора. Због тога је њихова основна намена да замене понтонске односно јуришне мостове (тешки лансирни мост и тенк носач моста), како би се даље користили у нападним дејствима.¹³⁹ Поред комплета лансирног моста „Бејли“, за премошћавање препрека, Војска Србије израђује дрвене мостове, што је опет са аспекта нападне операције недовољно брзо и недовољно ефикасно. Због свега наведеног премошћавање водених препрека у нападној операцији највише је упућено на израду мостова од комплекта ПМ-М-71. У начелу када се говори о ММП у нападној операцији подразумева се израда понтонских мостова од наведеног комплекта, што је и у овом раду разматрано.

Од комплекта ПМ-М-71 израђују се мостови носивости 20 и 60 тона. Један комплет ПМ-М-71 омогућава израду понтонског моста, носивости 60 тона, дужине 227 m, а моста носивости 20 тона у дужини од 382 m.¹⁴⁰

Према начелима употребе која се нису много мењала од увођења ових комплекта у војску, обавезна резерва понтонског материјала при успостави ММП је 20%¹⁴¹, а због значаја премошћавања препреке и сталног одржавања моста у употребљивом стању, ове резерве се могу планирати и до 50% расположивог материјала. Ово обично зависи од планиране потребе за заменом дотрајалих или оштећених делова моста.

Мосно и скелско место преласка међусобно су повезани. Мосно место преласка развија се из СМП односно из десантног места преласка. Ретко се приступа организацији ММП, да би се касније развијало скелско место преласка.¹⁴² Такође, ММП се начелно успоставља ноћу, док се дању мост расклапа и делови користе за СМП или се маскирају уз обалу до поновног успостављања мосног места преласка.¹⁴³ Са ММП се прелази на СМП када се жели маскирати ММП односно када се утврди да постоји опасност да непријатељ дејствује по мосту.¹⁴⁴ Такав модел обезбеђен је захваљујући чињеници да је разлика између СМП и ММП само у делу везаном за начин повезивања

¹³⁹ Милојевић, Д.: Тенденције у развоју средстава за савлађивање водених препрека у савременим армијама, *Нови гласник*, (1), 2010, стр. 125-140.

¹⁴⁰ Пифат, В.: *Прелаз преко река*, стр. 313.

¹⁴¹ Гарашанин, Р.: *Тактика инжињерије*, стр 169; *Правило употребе инжињерије*, стр 112-113; *Правило речна флотила - привремено*, стр. 71.

¹⁴² Пифат, В. *Прелаз преко река*, стр. 232.

¹⁴³ Исто.

¹⁴⁴ *Правило речна флотила - привремено*, стр. 78.

понтонских елемената (у скелу односно мост) док су сви остали пратећи елементи идентични (улазно-излазне рампе, прилазни путеви, контролно-заштитна служба и сл.).

За нападача мост је од изузетног значаја јер је прелазак преко моста знатно једноставнији и ефикаснији од превозења скелама. Успостављањем ММП углавном се отклањају неугодности које водена препрека намеће и стварају услови за убрзан прелазак и развој снага нападача, као и за даљи продужетак напада на другој обали.¹⁴⁵

С друге стране, рад на успостављању ММП је један од најкритичнијих тренутака форсирања водене препреке, јер се средства концентришу на обали, главне снаге на полазној линији, а пребачени делови подносе ударе непријатеља који се брани.¹⁴⁶

Начелна ширина ММП је до 1 km.¹⁴⁷ Мосно место преласка има сличне елементе као и СМП, а због своје специфичности има и: осу моста, место склапања делова моста, узводну и низводну сидрену линију и групу за израду отвора на мосту (на пловним рекама). Командант ММП увек је инжињеријски официр.¹⁴⁸

Значај ММП у нападној операцији је изузетно велики, јер се тежиште помера са савлађивања водене препреке на друге активности којима се остварују задаци и циљеви операције. Другим речима, водена препрека губи већину карактеристика препреке, јер је обезбеђен релативно брз прелаз са једне на другу обалу, па се фокус команданата помера на следеће активности планиране операцијом. Међутим, проблем са ММП је осетљивост на дејство непријатеља. Оштећењем једног понтонског чланка, прелазак са једне на другу обалу се зауставља, док се оштећење не санира. Такође, понтонски мост је тешко, скоро немогуће маскирати¹⁴⁹, што додатно повећава његову рањивост. Ово указује на потребу обавезне превласти у ваздушном простору. Чим те превласти нема, немогућа је и успостава мосног места преласка. Због тога ће се команданти најчешће одлучивати за СМП, док ће ММП начелно имати значај тек у каснијим фазама, када се тежиште дејстава пренесе даље од водене препреке.

2.4. Одсек преласка

Одсек преласка је део водене препреке са делом земљишта на властитој и супротној обали на којем је предвиђен прелазак преко водене препреке и распоред

¹⁴⁵ Бујак, Ђ. (редитељ): *Слобода 71 – форсирање реке из покрета*, наставни филм, НФ-71/Г(IV)-8, Застава филм, Београд, 1971.

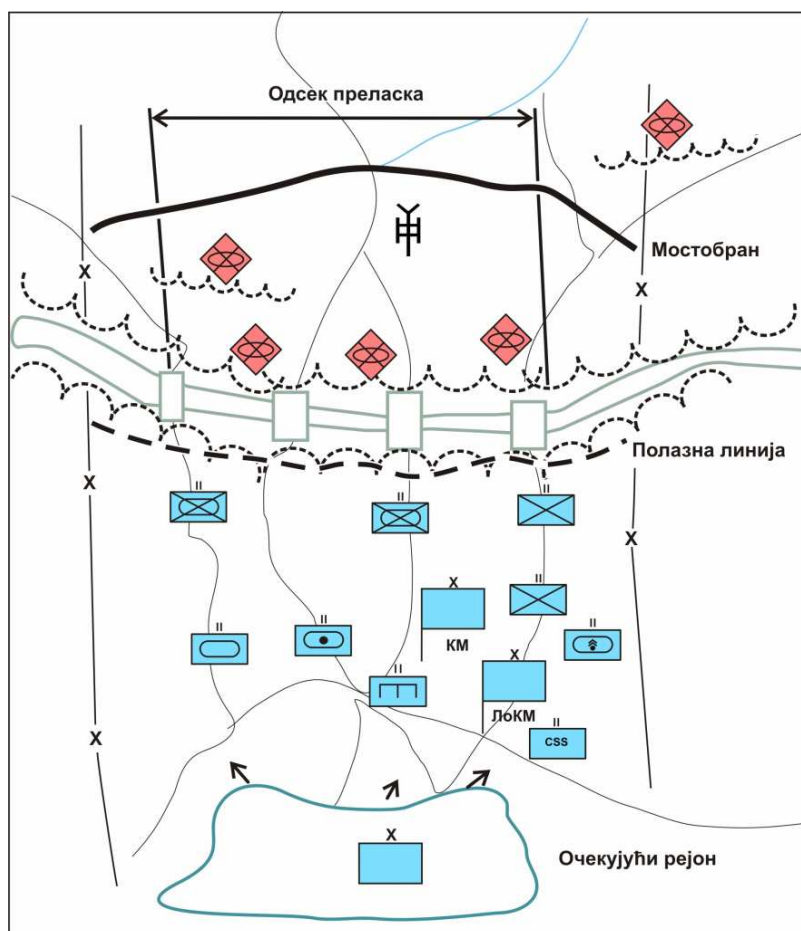
¹⁴⁶ Исто.

¹⁴⁷ Адамовић, Б. и др.: *Тактика: Борбена дејства тактичких јединица КоВ ЈНА и територијалне одбране*, стр. 143; *Правило бригада Копнене војске – привремено*, стр. 116.

¹⁴⁸ *Правило бригада Копнене војске – привремено*, стр. 116.

¹⁴⁹ Нпр. могуће је вршити прикривање од радарског извиђања.

јединица које прелазе водену препреку.¹⁵⁰ „Ширина одсека преласка зависи од броја и врсте места преласка, особина реке и обала, карактеристика непријатељеве одбране и слично“.¹⁵¹ Одсек преласка начелно обухвата два до три десантна и једно скелско или мосно место преласка, а по потреби и места преласка газом, а за тенкове место преласка дубоким газом.¹⁵² Један одсек преласка начелно се одређује једној бригади Копнене војске.¹⁵³ Растојања између места преласка начелно износе око 2 km.¹⁵⁴ Шема одсека преласка приказана је на слици 5.



Слика 5: Шема одсека преласка¹⁵⁵

У оквиру одсека преласка одређују се и локације за израду резервних места преласка. Резервна места преласка уређују се након завршетка рада на уређењу

¹⁵⁰ *Правило бригада Копнене војске – привремено*, стр. 116; *Правило бригада: пешадијска моторизована, брдска, планинска, морнаричке пешадије и лака*, Управа пешадије, 1984, стр. 172; Адамовић, Б. и др.: *Тактика: Борбена дејства тактичких јединица КоВ ЈНА и територијалне одбране*, стр. 143.

¹⁵¹ *Правило бригада Копнене војске – привремено*, стр. 116; *Правило бригада: пешадијска моторизована, брдска, планинска, морнаричке пешадије и лака*, стр. 170.

¹⁵² Исто.

¹⁵³ *Правило бригада Копнене војске – привремено*, стр. 116.

¹⁵⁴ *Правило бригада Копнене војске – привремено*, стр. 116; *Правило бригада: пешадијска моторизована, брдска, планинска, морнаричке пешадије и лака*, стр. 172; Адамовић, Б. и др.: *Тактика: Борбена дејства тактичких јединица КоВ ЈНА и територијалне одбране*, стр. 143.

¹⁵⁵ *Правило бригада Копнене војске – привремено*, стр. 115.

основних места преласка.¹⁵⁶ Она се уређују тако да могу да обезбеде сличне услове као и основна, јер се у случају било каквог неуспеха, форсирање више не врши на истом месту, већ се прелази на резервно место преласка. Поред резервних, могу се уређивати и лажна места преласка. Уређење лажних места преласка подразумева минимум радова и активности којима се непријатељ наводи на погрешне закључке, одлуке и поступке.¹⁵⁷

Одсек преласка обухвата: места преласка, места прикупљања средстава за прелазак, прилазне путеве од очекујућих рејона до места преласка, очекујући рејон, објекте за ватрено дејство и заштиту, полазну линију, линију укрцавања и искрцавања и друго.¹⁵⁸ Одсеци преласка начелно се бирају на: луковима река, који су истурени ка сопственим снагама и на којима постоје газови, острва и погодна места за укрцавање и искрцавање јединица; на местима где властита обала надвишује непријатељску обалу са прикривеним прилазима ка местима преласка и слично.¹⁵⁹ Врло често овакве услове је веома тешко пронаћи па је избор одсека преласка потребно извршити на основу других параметара који се разликују од једне до друге локације.

Напред наведени текст о СВП и коришћена литература, указују да се концепт СВП већ дужи временски период није мењао. Ово се може закључити из анализе наставно-образовне литературе као и доктринарних одређења. Ранија доктринарна одређења и наставно-образовна литература се на веома сличан начин баве овом проблематиком. Нова доктринарна одређења не одступају од већ раније дефинисаних ставова. Посебне промене у дефинисању ове проблематике нису ни очекиване, јер се средства за СВП у ВС нису мењала последњих педесетак година. С друге стране, ефикасност и ефективност наоружања се значајно побољшала, због чега је све процесе при СВП неопходно унапредити до максимума. Један сегмент тог унапређења представља адекватан избор мѐста и одсека преласка.

Посебан аспект ове проблематике постоји, ако се разматра концепт вођења савремених армија. То условљава да СВП у току оперативног планирања нужно намеће потребу процене оперативног окружења и прикупљање података релевантних за успешност тог поступка. Квалитет тих елемената значајно ће утицати и на процес доношења одлука везаних за савлађивање водених препрека.

¹⁵⁶ *Правило речна флотила - привремено*, стр. 70.

¹⁵⁷ Ркман, И.: *Маскирање*, Војноиздавачки завод, Београд, 1984, стр. 24.

¹⁵⁸ *Правило бригада Копнене војске – привремено*, стр. 116.

¹⁵⁹ *Правило бригада Копнене војске – привремено*, стр. 116; *Правило бригада: пешадијска моторизована, брдска, планинска, морнаричке пешадије и лака*, стр. 172; Адамовић, Б. и др.: *Тактика: Борбена дејства тактичких јединица Ков ЈНА и територијалне одбране*, стр. 143.

ТРЕЋИ ДЕО

ЕКСПЕРТСКО ОЦЕЊИВАЊЕ

Врло често са истраживачким проблемом није упознат велики број лица, већ само мањи број оних који су се у току свог рада са тим проблемом сусретали. Приликом истраживања таквих проблема решења се често проналазе у знању и искуству групе лица односно екперата.¹⁶⁰ Такав случај је и са истраживачким проблемом овог рада, где је само мали број људи у току своје професионалне каријере био у ситуацији да планира, организује или изводи савлађивање водене препреке у миру, а још мањи у току извођења борбених дејстава. Због тога је за добијање валидних резултата истраживања примењено експертско оцењивање (или метода експертских оцена, експертиза и сл.).

„Идеја експертског оцењивања заснива се на томе, да се за добијање неопходне нове информације користе људи компетентни у датој области - експерти, који проводе интуитивно-логичку анализу одређеног проблема и износе своје мишљење о решавању проблема“.¹⁶¹ Мишљење експерата прикупља се када: “су подаци оскудни или их је тешко добити; добијање података неким другим методама је превише скупо; подаци нису једнозначно одређени и могу се тумачити на различите начине; постоји потреба да се изврши почетни приказ проблема“.¹⁶² Суштински, метода се користи код неструктурираних или слабо структурираних проблема, као и за припрему сложених

¹⁶⁰ Метода експертских оцена коришћена је у великом броју доктората који су израђени у Војној академији: Ђоровић, Б.: *Истраживање пројектовања организационе структуре управних органа саобраћајне службе*, 2003; Памучар Д.: *Дизајнирање организационе структуре управних органа логистике коришћењем fuzzy приступа*, 2013; Милић, А.: *Модел запречавања у одбрамбеној операцији*; Жупац, Г.: *Модел одређивања и евалуације критеријума за избор ракетног система противваздухопловне одбране средњег домета*, 2013; Инђић, Д.: *Модел ангажовања јединица атомско-биолошко-хемијске службе на отклањању последица хемијског удеса*, 2014; Мушички, С.: *Интегративни модел унапређења заштите ресурса у Министарству одбране и Војсци Србије*, 2016; Љубојевић, С.: *Модел одлучивања органа саобраћајне службе у задацима стратегијског транспорта*, 2016; Луковац, В.: *Модел за отклањање грешака у систему процене перформанси возача војних моторних возила*, 2016, и др.

¹⁶¹ Милићевић, М.: *Експертско оцењивање*, Медија центар „Одбрана“, Београд, 2014, стр. 11.

¹⁶² Исто.

одлука.¹⁶³ Миладиновић¹⁶⁴ истиче да је ова метода „посебно значајна у склопу прогноза или припрема одлука, за све случајеве када се не може доћи до квантитативних показатеља.“ Милићевић¹⁶⁵, такође наглашава да се ова метода широко користи при разради и доношењу одлука.

За спровођење експертског оцењивања, поред општих елемената (формирање групе аналитичара, дефинисања циља и задатака експертизе, израда програма експертизе, спровођење истраживања, анализа и обрада података, презентација резултата анализе¹⁶⁶) неопходно је спровести избор и оцену компетенције експерата и дефинисање метода у експертском оцењивању.

1. ИЗБОР И ОЦЕНА КОМПЕТЕНЦИЈЕ ЕКСПЕРАТА

Дефинисање броја експерата варира од једног до другог извора литературе. У делу литературе дефинише се оптималан број од 15-20 експерата.¹⁶⁷ Миладиновић¹⁶⁸ истиче да је пожељан број експерата преко 30, а минималан 15-20. Према Бешелеву и Гурвичу,¹⁶⁹ највеће смањење средње групне грешке обрнуто је сразмерно броју експерата од једног до 9. Када се број експерата повећава од 10 до 17, смањење грешке је знатно мање, док је смањење грешке када се у групи налази више од 17 експерата незнатно.¹⁷⁰

Према Милићевићу, веродостојност оцена експерата значајно се повећава са повећањем броја експерата до 11, док је повећање веродостојности оцено експерата у групама већим од 11 незнатно.¹⁷¹ Жупац¹⁷² и Мучибабић¹⁷³ као оптималну истичу групу од 10-15 експерата. Сходно наведеној анализи може се сматрати да није препоручљиво

¹⁶³ Исто, стр. 25.

¹⁶⁴ Миладиновић, В.: Примена метода експертских мишљења у прогнозирању и припреми за доношење одлуке, *Војнотехнички гласник*, 15(3), 1992, стр. 237.

¹⁶⁵ Милићевић, М.: Експертско оцењивање, стр. 25.

¹⁶⁶ Бешелев С. Д., Гурвич Ф. Г.: *Математико-статистические методы экспертных оценок*, Статистика, Москва, 1980, стр. 89.

¹⁶⁷ Ђоровић, Б.: *Истраживање пројектовања организационе структуре управних органа саобраћајне службе*, стр. 128; Памучар Д.: *Дизајнирање организационе структуре управних органа логистике коришћењем fuzzy приступа*, стр. 70; Инђић Д.: *Модел ангажовања јединица атомско-биолошко-хемијске службе на отклањању последица хемијског удеса*, 230; Памучар, Д., Ђоровић, Б.: *Пројектовање организационих структура: методе и модели*, Универзитет одбране у Београду, Војна академија, Београд (у штампи).

¹⁶⁸ Миладиновић, В.: Примена метода експертских мишљења у прогнозирању и припреми за доношење одлуке, стр 237-247.

¹⁶⁹ Бешелев С. Д., Гурвич Ф. Г.: *Математико-статистические методы экспертных оценок*, стр. 99.

¹⁷⁰ Исто.

¹⁷¹ Милићевић, М.: *Експертско оцењивање*, стр. 103.

¹⁷² Жупац, Г.: *Модел одређивања и евалуације критеријума за избор ракетног система противваздухопловне одбране средњег домета*, стр. 52.

¹⁷³ Мучибабић, С.: *Одлучивање у конфликтним ситуацијама*, Војна академија, Београд, 2003, стр. 111.

имати групу експерата мању од 10, јер би се веродостојност резултата значајно смањивала са смањењем броја експерата. Такође, није препоручљиво да групу експерата чини више од 20 лица, јер се веродостојност резултата не би значајније поправила (у односу на веродостојност резултата групе од 10 до 20 експерата), а значајно би утицала на обим активности на прорачунима и усаглашавањима мишљења експерата. Сходно наведеним тврдњама, истраживање је започето са захтевом да експертску групу може чинити од 10 до 20 лица - експерата.

Састављање списка могућих експерата извршено је методом *узајамне препоруке* – „снежне лавине“. Након дефинисања најужег круга специјалиста који би могли бити експерти, сваки од њих наводио је одређени број имена специјалиста за које он сматра да могу бити експерти.¹⁷⁴ Процес проширивања списка обично се прекида када је испуњен број потребних експерата или када се престану појављивати нова имена.¹⁷⁵ У истраживању процес је прекинут када су се престала појављивати нова имена. Ова метода је примењена због чињенице да се ради о ускостручном проблему истраживања.

Специфичност проблема истраживања условила је формирање три групе експерата. Прва група експерата састављена је од специјалиста родова и служби, који су били у ситуацији да учествују у вежбама на којима је вршено успостављање ДМП или у б/д где се успостављало десантно место преласка.

Друга група експерата састављена је од специјалиста рода инжињерије, који су били у ситуацији да учествују у вежбама на којима је успостављано СМП и ММП, или у б/д где су се успостављали СМП и мочно место преласка.

Трећа група експерата састављена је од специјалиста родова и служби, који су били у ситуацији да учествују у вежбама на којима је успостављан одсек преласка или у б/д где се успостављао одсек преласка. Трећа група експерата ангажована је и на изради помоћног модела за процену ризика.

Почетна тачка формирања оваквих група биле су тврдње одређених аутора о савлађивању водених препрека. Наиме, савлађивање водених препрека је само једна активност односно део једне операције, због чега највећу одговорност за успешно савлађивање водених препрека сноси лице које командује планирањем, организовањем и извођењем те операције.¹⁷⁶ Међутим, то лице се ослања на знање и искуство (експертизу) инжињеријских официра.¹⁷⁷ Такве ставове потврдили су и потенцијални

¹⁷⁴ Милићевић, М.: *Експертско оцењивање*, стр. 86.

¹⁷⁵ Исто.

¹⁷⁶ Rupp, J. K.: Operation Chosin Action: A river-crossing exercise, *Engineer*, 25(4), 1995, стр. 2-7.

¹⁷⁷ Rupp, J. K.: Operation Chosin Action: A river-crossing exercise; Fenton, G.: Demystifying river-crossing operations, *Engineer*, 25(4), 1995, стр. 11-12.

експерти - специјалисти приликом узајамних препорука за експерте, са изузетком успостављања ДМП и одсека преласка. У та два случаја већина специјалиста је у својим препорукама навела и имена лица која нису инжињеријски официри. На почетку експертског оцењивања дефинисана је група од 28 специјалиста који би могли бити експерти.

Након дефинисања групе специјалиста извршена је њихова оцена компетенције. Оцена компетенције је извршена применом коефицијента компетенције (K), који обухвата три аспекта процене, а то су: 1) објективна процена (K_d); 2) процена извора аргументације (K_a) и 3) субјективна процена експерата (K_s).¹⁷⁸ Таква формулација настала је на основама методе Доброва, модела за избор и оцењивање експерата у савезном органу за науку и технологију и слично.¹⁷⁹ Прорачун коефицијента компетенције врши се према изразу¹⁸⁰:

$$K = q_1 K_d + q_2 K_a + q_3 K_s \quad (1)$$

где је:

$$q_1 = 0,6$$

$$q_2 = 0,25$$

$$q_3 = 0,15$$

Објективна процена (K_d) је репрезент доприноса индивидуалних параметара експерта његовој компетентности. Као доминантни индивидуални параметри обично се наводе: степен образовања, укупни радни стаж, функционална дужност, радни стаж на актуелној функционалној дужности, објављени научни и стручни радови, учешће у пројектима, стручна активност ван радног места, службена оцена и добијене награде.¹⁸¹ Ови параметри измењени су у оном делу где је потребно услове усагласити са актуелним истраживањем. Највеће измене настају у вредновању нових елемената као што је учешће у вежбама и б/д где је успостављано ДМП, СМП, ММП и одсек

¹⁷⁸ Ђоровић, Б.: *Истраживање пројектовања организационе структуре управних органа саобраћајне службе*; Милићевић, М.: *Експертско оцењивање*.

¹⁷⁹ Методе су приказане у радовима: Ђоровић, Б.: *Истраживање пројектовања организационе структуре управних органа саобраћајне службе*; Ђоровић, Б.: *Методе експерата и оцена њихове компетенције*, *Савремени проблеми ратне вештине*, (42), 2000, стр. 135-154; Милићевић, М.: *Експертско оцењивање*.

¹⁸⁰ Ђоровић, Б.: *Истраживање пројектовања организационе структуре управних органа саобраћајне службе*.

¹⁸¹ Ђоровић, Б.: *Истраживање пројектовања организационе структуре управних органа саобраћајне службе*; Милићевић, М.: *Експертско оцењивање*; Памучар, Д.: *Дизајнирање организационе структуре управних органа логистике коришћењем fuzzy приступа*.

преласка. За потребе истраживања, дефинисане су следеће индивидуалне црте за прорачун објективног коефицијента компетенције (K_d)¹⁸²:

- C_1 – степен образовања;
- C_2 – укупан радни стаж;
- C_3 – актуелна дужност;
- C_4 – досадашње дужности;
- C_5 – објављени научни и стручни радови;
- C_6 – стручна активност ван радног места;
- C_7 – последња службена оцена;
- C_8 – добијене награде;
- C_9 – учешће у борбеним дејствима;
- C_{10} – учешће у решавању задатака из оквира проблема истраживања (успостављање ДМП) – само за прву групу експерата;
- C_{10} – учешће у решавању задатака из оквира проблема истраживања (успостављање СМП) – само за другу групу експерата;
- C_{10} – учешће у решавању задатака из оквира проблема истраживања (успостављање одсека преласка) – само за трећу групу експерата;
- C_{11} – учешће у решавању задатака из оквира проблема истраживања (успостављање ММП) – само за другу групу експерата;

Прорачун објективног коефицијента компетенције извршен је применом израза¹⁸³:

$$K_d = \frac{1}{10} \frac{\sum_{s=1}^f p_s t_s}{\sum_{s=1}^f t_s} \quad (2)$$

где је:

p_s – ниво важности саставне s -те карактеристике експерта,

t_s – тежина која одређује релативну важност s -те црте експерта, у границама [0, 1]

(за овај модел $t_7=t_8=0,5$, а за остале црте вредност је 1),

f – је број црта (за овај модел $f=10$ за прву и трећу групу експерата, односно $f=11$ за другу групу експерата).

¹⁸² Наведене црте дефинисане су на основу следећих истраживања: Ђоровић, Б.: *Истраживање пројектовања организационе структуре управних органа саобраћајне службе*; Милићевић, М.: *Експертско оцењивање*; Милић, А.: *Модел запречавања у одбрамбеној операцији*; Инђић, Д.: *Модел ангажовања јединица атомско-биолошко-хемијске службе на отклањању последица хемијског удеса*.

¹⁸³ Ђоровић Бобан, *Истраживање пројектовања организационе структуре управних органа саобраћајне службе*.

Саставне карактеристике параметара, са додељеним одговарајућим нивоима важности дати су у прилогу 1.

Кроз процену извора аргументације (K_a) експерт одређује степен утицаја одређеног извора на његово мишљење. Тај утицај се вреднује као висок, средњи, низак или без утицаја извора. Према Доброву ако је $K_a = 1$ онда је степен утицаја извора велик, ако је $K_a = 0,8$ онда је степен утицаја извора средњи и ако је $K_a = 0,5$ онда је степен утицаја извора низак.¹⁸⁴ Степен утицаја извора аргументације оцењиван је према модификованој табели приказаној у прилогу 2.¹⁸⁵

Код субјективне процене (K_s) експерт оцењује себе у познавању конкретног проблема истраживања. Оцењивање се врши оценама од 1 до 10. Ове оцене се множе са коефицијентом 0,1 и тако добија субјективна процена.

Након завршеног процеса оцене компетенције експерата формирана је прва група за израду подмодела за избор ДМП коју чини 18 експерата (четири доктора наука, један магистар наука, 7 лица са завршеним ГШУ, три лица са завршеним КШУ, два лица са завршеном специјализацијом и једно лице са завршеном Војном академијом). Оцене компетенције експерата прве групе приказане су у табели 3.

Табела 3: Коефицијенти компетенције експерата прве групе

Експерт	Аспекти процене			Коефицијент компетенције
	$K_d(0,6)$	$K_a(0,25)$	$K_s(0,15)$	
1.	0,488	0,238	0,150	0,875
2.	0,409	0,225	0,090	0,724
3.	0,409	0,250	0,120	0,779
4.	0,386	0,163	0,105	0,654
5.	0,405	0,163	0,135	0,703
6.	0,484	0,250	0,120	0,854
7.	0,480	0,225	0,135	0,840
8.	0,491	0,250	0,120	0,861
9.	0,529	0,113	0,120	0,761
10.	0,495	0,238	0,120	0,853
11.	0,409	0,150	0,090	0,649
12.	0,469	0,250	0,120	0,839
13.	0,443	0,238	0,113	0,793
14.	0,413	0,188	0,105	0,705
15.	0,484	0,113	0,105	0,701
16.	0,338	0,238	0,105	0,680
17.	0,465	0,238	0,150	0,853
18.	0,379	0,225	0,150	0,754
Просечни коефицијент компетенције групе експерата				0,771

Друга група експерата за израду подмодела за избор СМП и ММП формирана је од 13 експерата (2 доктора наука, 4 лица са завршеним ГШУ, три лица са завршеним

¹⁸⁴ Милићевић, М.: *Експертско оцењивање*, стр 97.

¹⁸⁵ Модификација је настала на основу табела приказаних у: Милићевић, М.: *Експертско оцењивање*, стр 97; Инђић, Д.: *Модел ангажовања јединица атомско-биолошко-хемијске службе на отклањању последица хемијског удеса*.

КШУ, једно лице са завршеном специјализацијом и три лица са завршеном Војном академијом). Оцене компетенције експерата друге групе приказане су у табели 4.

Табела 4: Коефицијенти компетенције експерата друге групе

Експерт	Аспекти процене			Коефицијент компетенције
	$K_d(0,6)$	$K_a(0,25)$	$K_s(0,15)$	
1.	0,500	0,238	0,150	0,888
2.	0,390	0,225	0,090	0,705
3.	0,490	0,250	0,120	0,860
4.	0,480	0,225	0,135	0,840
5.	0,463	0,250	0,120	0,833
6.	0,477	0,250	0,120	0,847
7.	0,460	0,238	0,113	0,810
8.	0,340	0,238	0,105	0,683
9.	0,330	0,163	0,120	0,613
10.	0,480	0,238	0,150	0,868
11.	0,453	0,188	0,135	0,776
12.	0,347	0,188	0,105	0,639
13.	0,430	0,225	0,150	0,805
Просечни коефицијент компетенције групе експерата				0,782

Трећа група експерата за израду модела за избор одсека преласка (укључујући и подмодел за процену ризика) формирана је од 15 експерата (3 доктора наука, 7 лица са завршеним ГШУ, три лица са завршеним КШУ, једно лице са завршеном специјализацијом и једно лице са завршеном Војном академијом). Оцене компетенције експерата треће групе приказане су у табели 5.

Табела 5: Коефицијенти компетенције експерата треће групе

Експерт	Аспекти процене			Коефицијент компетенције
	$K_d(0,6)$	$K_a(0,25)$	$K_s(0,15)$	
1.	0,488	0,238	0,150	0,875
2.	0,409	0,225	0,090	0,724
3.	0,386	0,163	0,105	0,654
4.	0,469	0,250	0,120	0,839
5.	0,473	0,225	0,135	0,833
6.	0,476	0,250	0,120	0,846
7.	0,491	0,113	0,120	0,724
8.	0,495	0,238	0,120	0,853
9.	0,394	0,150	0,090	0,634
10.	0,446	0,250	0,120	0,816
11.	0,428	0,238	0,113	0,778
12.	0,375	0,188	0,105	0,668
13.	0,315	0,238	0,105	0,658
14.	0,465	0,238	0,150	0,853
15.	0,401	0,225	0,150	0,776
Просечни коефицијент компетенције групе експерата				0,768

Коефицијент компетенције групе експерата утврђен је као аритметичка средина оцене компетенције свих експерата у групи. Прихватљивим коефицијентом компетенције групе експерата сматра се коефицијент чија је вредност већа од 0,5¹⁸⁶.

Пошто је просечни коефицијент компетенције анкетираних експерата појединачно и групно већи од 0,5 може се рећи да су експерти компетентни. Део лица који су били предложени за експерте нису узети као експерти из различитих разлога: ако им је коефицијент компетенције мањи од 0,5, ако нису решавали задатке везане за проблем истраживања у миру или у б/д, ако су приликом субјективне процене оценили себе оценом пет и мањом. Од 28 специјалиста који су препоручени као потенцијални експерти, оценом компетенције је за експерте изабрано 21 лице. Од наведеног, 10 експерата су чланови све три групе експерата, три су чланови само прве групе, три су само друге, а пет су чланови прве и треће групе експерата.

2. МЕТОДЕ ЕКСПЕРТСКОГ ОЦЕЊИВАЊА

Експертско оцењивање у истраживању је организовано и спроведено применом delphi методе.¹⁸⁷ Метода је „једна од најреспектабилнијих метода за формирање групне оцене“¹⁸⁸ односно за „усаглашавање различитих мишљења експерата о некој појави која ће се догодити у будућности.“¹⁸⁹ Метода се заснива на испитивању експерата, уз помоћ анкетних листова, с циљем да се прикупе информације које ће се одређеном обрадом претворити у употребљиве за анализу или прогнозу.¹⁹⁰ Испитивање је обављено у више кругова, до добијања валидних података. Ток delphi методе приказан је на слици б.

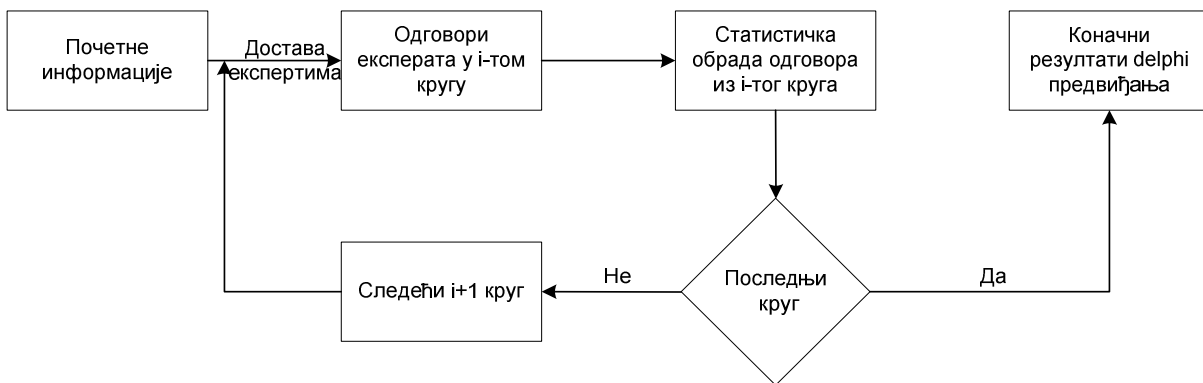
¹⁸⁶ Ђоровић, Б.: *Истраживање пројектовања организационе структуре управних органа саобраћајне службе*.

¹⁸⁷ Више о овој методи може се прочитати у књизи њеног аутора: Dalkey N.C.: *The Delphi method: An experimental study of group opinion*, Santa Monica, California, The Rand Corporation, 1969.

¹⁸⁸ Милићевић, М.: *Експертско оцењивање*, стр. 46.

¹⁸⁹ Мучибабић, С.: *Одлучивање у конфликтним ситуацијама*, стр. 111.

¹⁹⁰ Памучар, Д.: *Дизајнирање организационе структуре управних органа логистике коришћењем fuzzy приступа*, стр. 70



Слика 6: Ток једног циклуса delphi методе¹⁹¹

Delphi метода је организована кроз одређени број циклуса које прате кораци:

- почетна активност -

Корак 1: Избор експерата и оцена њихове компетенције;

- први циклус испитивања -

Корак 1: Израда анкетног листа са питањима на која експерти треба да дају одговоре везане за дефинисање критеријума за избор ДМП, СМП, ММП, одсек преласка и процену ризика (уједно се врши и прикупљање података за оцену компетенције експерата);

Корак 2: Попуњавање анкетних упитника од стране експерата;

Корак 3: Обрада одговора експерата;

Корак 4: Усаглашавање мишљења експерата тј. достављање обрађених података експертима и захтева за поновно разматрање – задржавање или промену мишљења. Овај корак траје неколико кругова (наизменично обрада података и поновно разматрање од стране експерата) док не дође до усаглашавања мишљења експерата;

- други циклус испитивања -

Корак 1: Израда анкетног упитника са питањима на која експерти треба да дају одговоре везане за дефинисање тежинских коефицијената критеријума за избор ДМП, СМП, ММП, одсек преласка и процену ризика;

Корак 2: Попуњавање анкетних упитника од стране експерата у другом циклусу;

Корак 3: Обрада одговора експерата у другом циклусу;

Корак 4: Усаглашавање мишљења експерата у другом циклусу - достављање обрађених података експертима и захтева за поновно разматрање – задржавање или промену мишљења. Овај корак траје неколико кругова

¹⁹¹ Шомођи, Ш.: Методи експертских мишљења у припремању и доношењу одлука, *Директор*, (3), Београд, 1987.

(наизменично обрада података и поновно разматрање од стране експерата)
док не дође до усаглашавања мишљења експерата;

- *трећи циклус испитивања* -

Корак 1: Израда сценарија по којем ће експерти да врше рангирање алтернатива за ДМП, СМП, ММП, одсек преласка и процену ризика – тестирање модела;

Корак 2: Попуњавање анкетних упитника од стране експерата у трећем циклусу;

Корак 3: Обрада одговора експерата у трећем циклусу;

- *завршне активности* -

Корак 1: Поређење и анализа добијених резултата из трећег циклуса са резултатима који се добијају применом израђеног модела;

Корак 2: Крај истраживања, ако су резултати задовољавајући односно повратак на неки од претходних корака истраживања, ако израђени модел не даје адекватне резултате.

Први круг истраживања у сваком циклусу вршен је применом анкете, док је сваки следећи круг реализован применом интервјуа. Методе за добијање и обраду експертских информација, као и прорачун резултата експертске објашњени су у наредним целинама.

За разлику од статистичких метода, код експертског оцењивања неопходно је обезбедити велику сагласност експертских оцена. Ако су разлике у мишљењима експерата велике, онда усредњавање представља само формални поступак који не даје валидне резултате.¹⁹² Валидни резултати, односно валидно опште мишљење за све експерте добија се само када постоје мале разлике у мишљењима експерата.¹⁹³ У случају да не постоји сагласност индивидуалних експертских оцена може се организовати дискусија или на неки други начин предочити резултат експертске процене по којем не постоји сагласност (интервјуом, анкетом и сл.) и пружити могућност за дискусију односно допуну мишљења.¹⁹⁴ Поступак би требало понављати до добијања сагласне оцене.¹⁹⁵ Међутим, мишљења експерата која и после дискусија значајно одступају од општег мишљења на једну или другу страну, одбацују се,¹⁹⁶ водећи при

¹⁹² Милићевић, М.: *Експертско оцењивање*, стр. 108.

¹⁹³ Исто.

¹⁹⁴ Ђоровић, Б.: *Истраживање пројектовања организационе структуре управних органа саобраћајне службе*; Инђић, Д.: *Модел ангажовања јединица атомско-биолошко-хемијске службе на отклањању последица хемијског удеса*, стр. 204.

¹⁹⁵ Исто.

¹⁹⁶ Милићевић, М.: *Експертско оцењивање*, стр. 108; Срђевић, Б., Сувоچارев, К., Срђевић, З.: Аналитички хијерархијски процес: индивидуална и групна конзистентност доносилаца одлука, *Водoprивреда*, 41(1-3), 2009, стр. 13-21.

том рачуна о броју експерата који остају у групи. Анализа одступања експертских оцена врши се прорачуном сагласности мишљења експерата.

Прорачун сагласности експертских оцена описан је у великом броју радова. Део аутора користи стандардне статистичке методе,¹⁹⁷ док се у делу литературе могу пронаћи методе посебно развијене за примену у експертском оцењивању.¹⁹⁸ У истраживању коришћен је поступак за оцену сагласности приказан у Срђевић и др.¹⁹⁹ Поступак је изабран, јер је развијен за примену код методе АХП, која је, у модификованој форми, у истраживању примењена. Цео поступак се заснива на прорачуну удаљености од идеалних коресподентних тачака.

У раду Срђевић и др.,²⁰⁰ полазе прво од индивидуалних мера конзистентности матрица поређења у паровима – степена конзистентности (CR) и тоталног Еуклидског растојања (ED). Основу као и код сваке АХП методе представља почетна матрица поређења критеријума у паровима, $A_{n \times n}$ (израз 3).

$$A = \begin{matrix} & K_1 & K_2 & \dots & K_n \\ K_1 & \left[\begin{array}{cccc} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{12} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{array} \right. \\ K_2 & & & & \\ \vdots & & & & \\ K_n & & & & \end{matrix} \quad (3)$$

где K представља критеријуме који се пореде у паровима и где је $i, j=1, 2, \dots, n$, а a_{ij} представља информацију о односу тежина критеријума K_i у односу на критеријум K_j . Исти поступак оцене сагласности је и када се уместо критеријума применом АХП методе оцењују алтернативе, што у истраживању није случај.

Први елемент, који је за овај прорачун битан, је степен конзистентности (CR), који представља стандард АХП методе. Он се прорачунава применом израза 4:

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (4)$$

¹⁹⁷ Ђоровић, Б.: *Истраживање пројектовања организационе структуре управних органа саобраћајне службе*; Инђић, Д.: *Модел ангажовања јединица атомско-биолошко-хемијске службе на отклањању последица хемијског удеса*, стр. 204.

¹⁹⁸ Милићевић, М.: *Експертско оцењивање*, стр. 108; Срђевић, Б. и др.: *Аналитички хијерархијски процес: индивидуална и групна конзистентност доносилаца одлука*; Бешелев С. Д., Гурвич Ф. Г.: *Математико-статистическије методе експертних оценок*; Памучар Д.: *Дизајнирање организационе структуре управних органа логистике коришћењем fuzzy приступа*; Cabrerizo, F. J., Moreno, J.M., Pérez, I. J., Herrera-Viedma, E.: *Analyzing consensus approaches in fuzzy group decision making: advantages and drawbacks*, *Soft Computing*, 14, 2010, стр. 451–463; Dong, Q., Cooper, O.: *A peer-to-peer dynamic adaptive consensus reaching model for the group AHP decision making*, *European Journal of Operational Research*, 250, 2016, стр. 521–530; Liao, H., Xu, Z., Zeng, X.J., Xu, D.L.: *An enhanced consensus reaching process in group decision making with intuitionistic fuzzy preference relations*, *Information Sciences*, 329, 2016, 274–286;

¹⁹⁹ Срђевић, Б. и др.: *Аналитички хијерархијски процес: индивидуална и групна конзистентност доносилаца одлука*, стр. 13-21.

²⁰⁰ Исто.

где је:

CI – индекс конзистентности,

RI – случајни индекс.

Индекс конзистентности (CI) добија се применом израза 5:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (5)$$

где је:

n – број критеријума који се пореде,

λ_{\max} – максимална сопствена вредност почетне матрице поређења.

До вредности λ_{\max} долази се применом израза 6, 7 и 8.

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_n \end{bmatrix} \quad (6)$$

$$\begin{bmatrix} b_1 / w_1 \\ b_2 / w_2 \\ \vdots \\ b_n / w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \vdots \\ \lambda_n \end{bmatrix} \quad (7)$$

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \lambda_i \quad (8)$$

где w_i означава тежинске коефицијенте критеријумских функција – тежине критеријума K_i , $i=1,2,\dots,n$.

Други елемент у слопу индивидуалних мера је прорачун тоталног L^2 Еуклидског растојања (ED). Оно представља растојање између елемената матрице A (израз 3, стр. 47) и њене коресподентне матрице C (израз 10). Коресподентна матрица C се дефинише на основу чињенице да свако a_{ij} представља информацију о односу тежина, која се може и другачије написати:

$$a_{ij} = \frac{w_i}{w_j} \quad (9)$$

Одавде следи нова, коресподентна матрица $C_{n \times n}$:

$$C = \begin{matrix} & K_1 & \dots & K_2 & \dots & K_n \\ \begin{matrix} K_1 \\ K_2 \\ \vdots \\ K_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} w_1 / w_1 & w_1 / w_2 & \dots & w_1 / w_n \\ w_2 / w_1 & w_2 / w_2 & \dots & w_2 / w_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n / w_1 & w_n / w_2 & \dots & w_n / w_n \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (10)$$

Тотално Еуклидско растојање (ED) прорачунава се применом израза

$$ED = \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (a_{ij} - w_i / w_j)^2 \right]^{1/2} \quad (11)$$

Следећи елемент који Срђевић и др. истичу је Спирманов коефицијент корелације рангова (S). Он се рачуна према изразу

$$S = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n D_i^2}{n(n^2 - 1)} \quad (12)$$

где је:

D_i – разлика ранга датог елемента у вектору w и ранга коресподентног елемента у референтном вектору,

n – број ранжираних елемената.

Ранг сваког критеријума – алтернативе одређује се на основу вектора тежинских коефицијената $w=(w_1, w_2, \dots, w_n)$.

Спирманов коефицијент узима вредности из интервала $[-1,1]$. Када се рангови елемената потпуно поклапају, Спирманов коефицијент је 1 („идеална позитивна корелација“). Када су рангови потпуно супротни, Спирманов коефицијент износи -1 („идеална негативна корелација“), односно када је $S=0$ рангови су некорелисани.

Срђевић и др.²⁰¹ приказују примену сва три претходно приказана елемента у групном контексту. Након одређивања индивидуалних неконзистентности и тоталних еуклидских растојања, формира се нова група вектора за групу експерата.

$$CR = (CR_1, CR_2, \dots, CR_K) \quad (13)$$

$$ED = (ED_1, ED_2, \dots, ED_K) \quad (14)$$

који се нормализују, за шта Срђевић и др.²⁰² предлажу следеће изразе

$$cr_k^n = CR_k / \sum_{k=1}^K CR_k, k = 1, 2, \dots, K \quad (15)$$

$$ed_k^n = ED_k / \sum_{k=1}^K ED_k, k = 1, 2, \dots, K \quad (16)$$

након чега се добијају следећи вектори

$$cr^n = (cr_1^n, cr_2^n, \dots, cr_K^n), \sum_{k=1}^K cr_k^n = 1 \quad (17)$$

$$ed^n = (ed_1^n, ed_2^n, \dots, ed_K^n), \sum_{k=1}^K ed_k^n = 1 \quad (18)$$

Изрази cr и ed су математички прилагођене ознаке за степен конзистентности (CR) и тотално еуклидско растојања (ED).

Као у претходним случајевима и добијени Спирманови коефицијенти се могу сматрати елементима вектора

$$S = (S_1, S_2, \dots, S_K) \quad (19)$$

²⁰¹ Исто.

²⁰² Исто.

За превођење Спирманових коефицијената из интервала $[-1,1]$ у интервал $[0,1]$, Срђевић и др.²⁰³ предлажу израз

$$S'_k = (S_k + 1) / 2 \quad (20)$$

након чега се добија нова група вектора

$$S' = (S'_1, S'_2, \dots, S'_K) \quad (21)$$

Овим поступком за групу од K експерата одређена су три вектора cr^n , ed^n , S' , чији се сви елементи налазе у интервалу $[0,1]$. Сви елементи се могу приказати у три дводимензионална ($CR-ED$, $CR-S$ или $ED-S$) или једном тродимензионалном дијаграму ($CR-ED-S$). Без обзира који се приступ користи (дводимензионални или тродимензионални) могуће је пронаћи експерте чија мишљења одступају од општег мишљења групе. У истраживању примарно је коришћен тродимензионални дијаграм, где је вршен прорачун одступања од идеалне тачке $(0,0,1)$ применом израза

$$(r'_k)_I = \sqrt{(cr_k^n)^2 + (ed_k^n)^2 + (S'_k - 1)^2}, k = 1, 2, \dots, K \quad (22)$$

Дводимензионални дијаграми су коришћени као провера резултата добијених тродимензионалним дијаграмима. У овом случају прорачун растојања од идеалне тачке врши се према изразима:

$$(r'_k)_I = \sqrt{(cr_k^n)^2 + (ed_k^n)^2}, k = 1, 2, \dots, K \quad (23)$$

$$(r'_k)_{II} = \sqrt{(cr_k^n)^2 + (S'_k - 1)^2}, k = 1, 2, \dots, K \quad (24)$$

$$(r'_k)_{III} = \sqrt{(ed_k^n)^2 + (S'_k - 1)^2}, k = 1, 2, \dots, K \quad (25)$$

Приказаним поступком вреднована су мишљења експерата све три групе. Након више кругова интервјуа са експертима, због значајног одступања од општег групног мишљења, одбачена су мишљења неколико експерата. Из прве групе експерата одбачено је мишљење два експерта (e_3 и e_{11}), а из треће групе мишљење једног експерта (e_9) када је реч о избору одсека преласка, док су у моделу за процену ризика прихваћена сва мишљења експерата. На крају, сагласна мишљења у првој групи експерата имало је 16 експерата, у другој групи је остало 13, а у трећој групи 14 експерата када је реч о избору одсека преласка, односно 15 када је реч о процени ризика.

Након одбацивања мишљења наведених експерата променио се и коефицијент компетенције прве и треће групе експерата (када је реч о избору одсека преласка), који након измена износи 0,778 за обе групе експерата, што и даље представља задовољавајући коефицијент компетенције.

²⁰³ Исто.

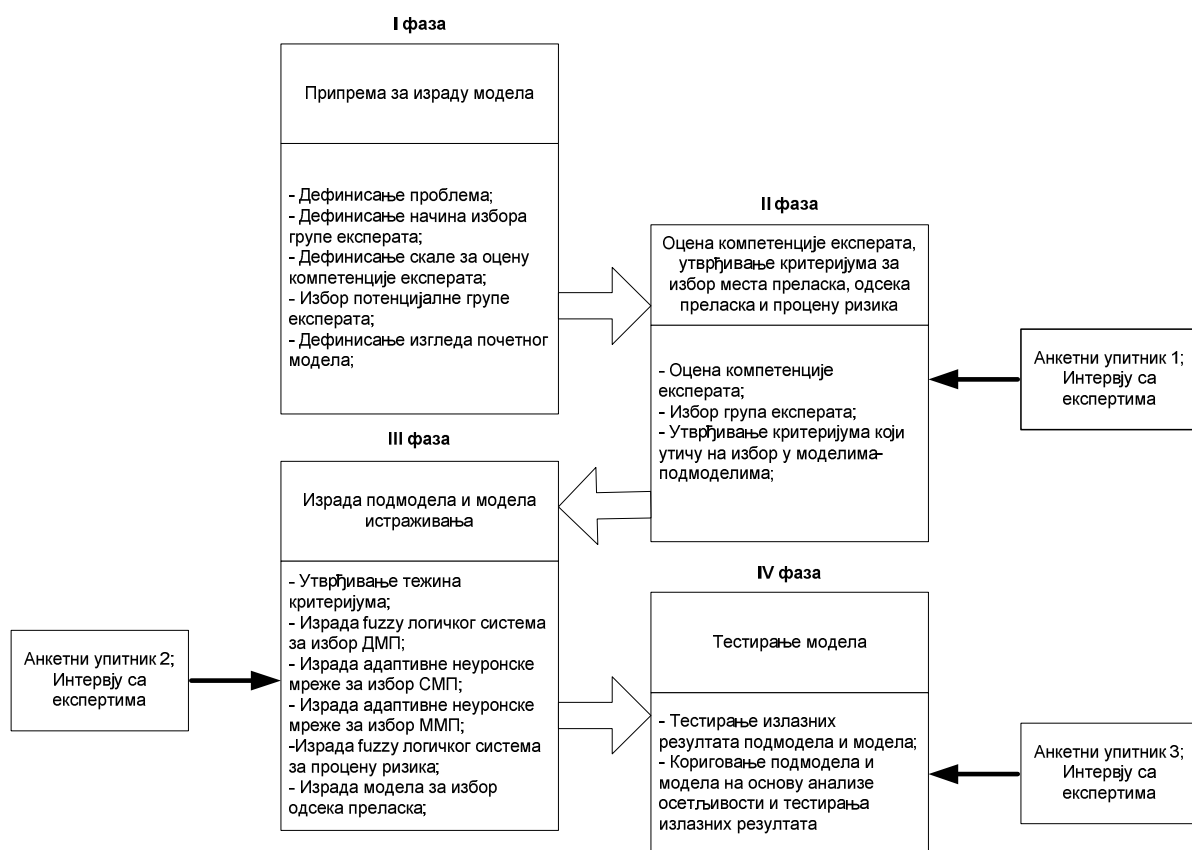
ЧЕТВРТИ ДЕО

РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА – ИЗРАДА МОДЕЛА ПОДРШКЕ ОДЛУЧИВАЊУ ПРИ САВЛАЂИВАЊУ ВОДЕНИХ ПРЕПРЕКА У НАПАДНОЈ ОПЕРАЦИЈИ КОПНЕНЕ ВОЈСКЕ

Избор места и одсека преласка представља саставни део процеса оперативног планирања нападне операције. Сам избор заснива се на искуству ДО односно аналитичара (специјалиста) који избор анализирају и предлажу ДО најбоља решења.²⁰⁴ У доступној литератури дефинишу се одређени критеријуми, на које је при избору неопходно обратити пажњу, али детаљна анализа и однос критеријума нису прецизно дефинисани. Такав приступ упућује на неопходност да чланови команде морају поседовати значајно искуство како би такву одлуку донели, односно предложили команданту да ту одлуку донесе. У супротном, постоји могућност да се приликом доношења одлука мање или више погрешно. Да не би дошло до већих грешака, поступак избора места и одсека преласка неопходно је аутоматизовати, првенствено прикупљањем података од искусних лица (експерата) и израдом модела који би интегрисао њихова знања и искуства у једну логичку целину. Такав модел представља значајну помоћ, посебно у ситуацијама када одлуку доносе мање искусна лица.

Како би се дошло до свих релевантних критеријума и њиховог међусобног односа, као и утицаја на коначну одлуку, спроведено је истраживање чије су фазе приказане на слици 7. Рад није конципиран према фазама истраживања, јер би такав приказ резултата истраживања био исувише конфузан. Наиме, израда свих модела односно подмодела текла је паралелно, прво су дефинисани критеријуми за све моделе/подмоделе, затим су дефинисани њихови тежински коефицијенти, израђени модели и на крају су тестирани. У том смислу, приказ фаза истраживања биће извршен кроз сваки модел/подмодел појединачно.

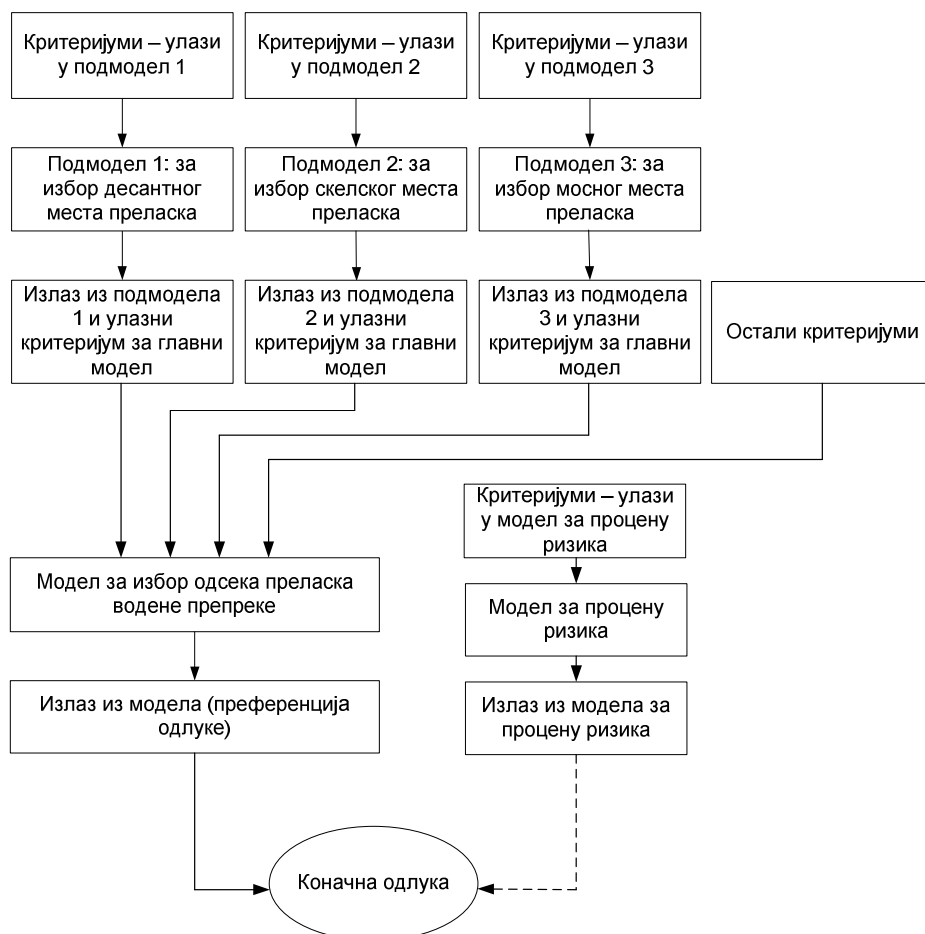
²⁰⁴ Под термином доносиоци одлука у војним операцијама се подразумевају чланови штаба-команде и командант.



Слика 7: Приказ фаза истраживања

Дефинисање критеријума и њихових тежинских коефицијената праћено је неизвесностима и непрецизностима које се најбоље могу описати лингвистичким изразима и моделирати неизвесним (fuzzy) бројевима. С обзиром да је изузетно тешко дефинисати међусобне односе критеријума, за израду подмодела користиће се fuzzy логички системи и адаптивне неуронске мреже, док се у изради коначног модела (избор одсека преласка) користе методе вишекритеријумског одлучивања. Изглед модела за подршку одлучивању приказан је на слици 8.

Коначни модел (слика 8) значајно се разликује од почетно дефинисаног модела. Основна идеја на почетку истраживања била је да процена ризика буде један од критеријума сваког подмодела. Међутим, експерти су кроз истраживање дефинисали да се процена ризика врши кроз један помоћни модел. Тај модел, према мишљењу експерата, има улогу да у случају неслагања команданта са предлогом алтернативе до које су дошли чланови команде, омогући команданту додатну информацију, како би му помогао у доношењу коначне одлуке.



Слика 8: Изглед модела за подрушку одлучивању при СВП у нападној операцији

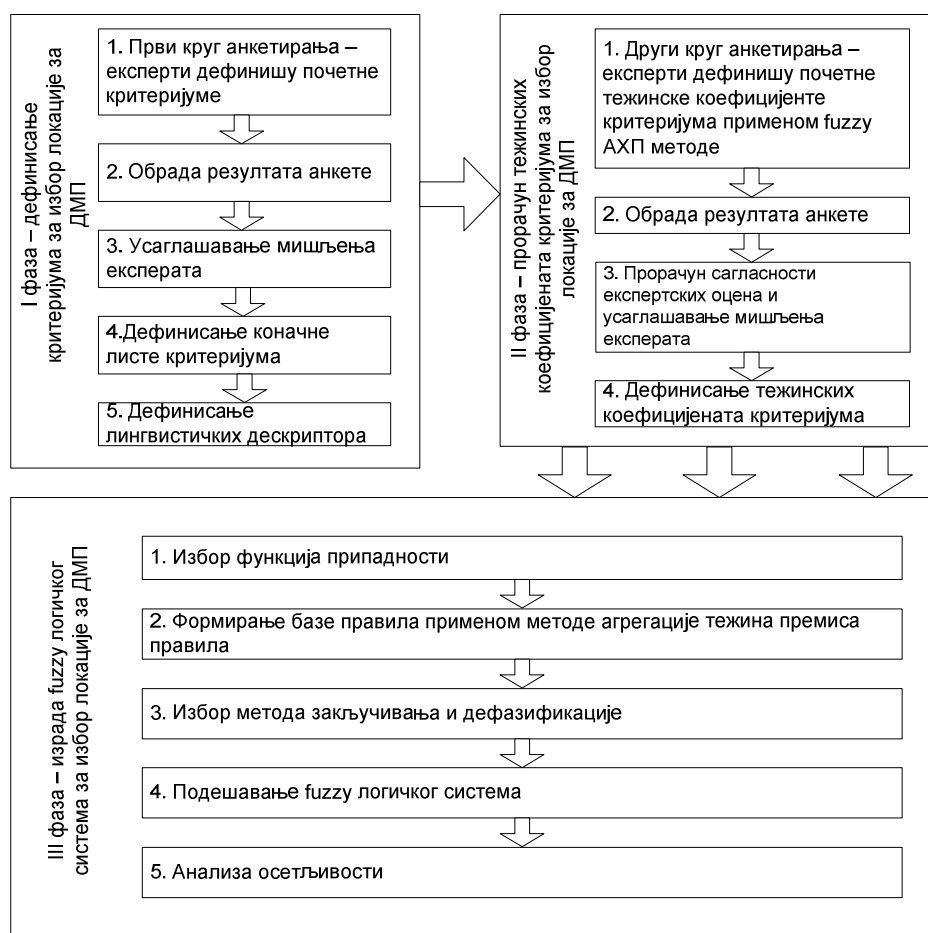
Аргументацију за такву тврдњу експерти су пронашли у чињеници да висок ризик прати сваку операцију, те да његова процена захтева значајно време што команданти и његов штаб обично немају. Такође, истиче се и то да су разлике у процени ризика при успостави места преласка веома мале и тешко мерљиве, те да би се значајније разлике могле јавити тек на нивоу избора одсека преласка. Ово је у директној вези са процесом оперативног планирања, фазом поређења варијанти употребе (курсева акције), где је један од услова који варијанта употребе треба да испуни да представља минимум ризика за људство, НВО и испуњење мисије. Део тог свеукупног ризика представља и ризик при савлађивању водене препреке. Процена ризика важан је елемент у склопу фазе поређења варијанти употребе и одобравања варијанте употребе, јер представља један од критеријума матрице одлуке на основу које командант бира варијанту употребе.

Сви модели и подмодели значајно утичу на доношење одлука о савлађивању водених препрека. Њихови исходи представљају део целокупног процеса одлучивања дефинисаног кроз процес оперативног планирања, а чији је крајњи резултат оперативно

наређење. Пример оперативног наређења, где се уочава место и улога модела који се израђује, дат је у прилогу 3.

1. ИЗБОР ДЕСАНТНОГ МЕСТА ПРЕЛАСКА

Први сегмент модела представља подмодел којим се врши избор десантног места преласка. Израда овог (под)модела извршена је кроз три фазе, а свака фаза се састоји од одређеног броја корака. Кораци у изради (под)модела за избор ДМП приказани су на слици 9.



Слика 9: Модел израде fuzzy логичког система

Приказане фазе израде (под)модела ослањају се једна на другу, односно друга фаза се базира на резултатима прве, а трећа на резултатима друге. Основу за израду прве и друге фазе одређује начин доласка до улазних података за модел (примена: експертског оцењивања, методе АХП, методе АТПП, delphi методе). Излазна вредност (под) модела представља основу за израду варијанти употребе у процесу оперативног планирања нападне операције. Такође, коначна одлука команданта о локацији ДМП, постаје и део оперативног наређења.

1.1. Дефинисање критеријума за избор десантног места преласка

Након пријема задатка за савлађивање водене препреке обично се приступа извиђању како би се прикупили, за одлучивање, неопходни подаци. На основу прикупљених података врши се избор најповољније локације на којој ће се извршити насилни прелазак реке односно организовати десантно место преласка. Лица одговорна за избор (обично помоћник команданта за операције) формулишу алтернативна решења – алтернативе, које се у каснијем процесу рангирају – вреднују. Fuzzy логички систем који је приказан у овој целини у функцији је рангирања – вредновања алтернатива.

Анализом доступне литературе прикупљени су подаци који су послужили за дефинисање почетних критеријума за избор ДМП, односно понуђених одговара у анкети. Након спроведене анкете (прилог 4), извршена је обрада мишљења експерата. Након тога су три критеријума из анкете уврштена у модел, пет је преформулисано у три критеријума, а један је одбачен. Отклањање разлика у мишљењу након обраде резултата анкете биле су предмет интервјуа који је обављен у више циклуса. На крају, експертска група један се усагласила да је за избор ДМП, неопходно разматрати шест критеријума:

K_1 – Однос снага - ОСн;

K_2 – Борбене могућности за ватрену припрему насилног преласка - БМВПр;

K_3 – Тајност припрема - ТП;

K_4 – Степен изложености ватри непријатеља - СИВН;

K_5 – Карактеристике супротне обале - КСнО;

K_6 – Карактеристике властите обале - КВО;

Однос снага се у литератури дефинише на различите начине. Доктрина КоВ²⁰⁵ тај појам дефинише као „упоредни квалитативни и квантитативни показатељ одређених вредности фактора оружане борбе обе стране“. Постоје различити приступи у дефинисању односа снага. Једно од најстаријих правила је тзв. 3:1 правило, које претпоставља да је за успешан напад неопходно имати три пута јаче снаге од оних које су у одбрани, и обрнуто.

Правило 3:1 може се тумачити на различите начине.²⁰⁶ Може се посматрати само на земљишту одређене површине, тамо где долази до директног сукоба две јединице, у односу на све снаге које учествују у операцији, али и на нивоу целих армија.²⁰⁷ Такође

²⁰⁵ Доктрина КоВ, МО, ГШ ВС, Команда КоВ, 2011, стр. 74.

²⁰⁶ Mearsheimer, J.J.: Assessing the Conventional Balance: The 3:1 Rule and Its Critics, *International Security*, 13(4), 1989, стр. 54-89.

²⁰⁷ Исто.

то правило се може посматрати и по различитим елементима као што су: однос броја ангажованог људства, однос обучености људства, однос наоружања – пешадијског, артиљеријског и сл.²⁰⁸ Упрошћено гледано, стара (напуштена) доктринарна одређења су у начелу дефинисала да је успешност напада могуће обезбедити ако вод напада одељење, чета напада вод, батаљон напада чету, итд.

Новија доктринарна одређења ВС не дефинишу ово правило. Према *Доктрини КоВ* и привременом *Правилу бригада КоВ*, величина зоне операције зависи од конкретне ситуације, а првенствено од циљева који се желе остварити и јачине снага које се употребљавају.²⁰⁹ Однос снага спомиње се у *Доктрини КоВ* приликом објашњења обухвата, где се каже да “изразита надмоћност у људству и техници у односу 2:1 и више, иако пожељна, није услов, јер се и мањим снагама може остварити жељено крајње стање,...”²¹⁰ Као што се види, доктрина више инсистира на томе да већи однос снага није услов, него што разматра утицај односа снага на исход операције. Може се претпоставити да се овакво одређење црпи из тешко оствариве супериорности ВС у техничком смислу, у односу на потенцијалног непријатеља.

У конкретном случају, однос снага се посматра само на земљишту где се врши успостављање мостобрана (на микролокацији). Посматрају се само однос властитих јединица које директно учествују у успостављању мостобрана и непријатељевих јединица које директно дејствују (утичу) на властите јединице које успостављају мостобран. При самој процени односа снага узимају се у обзир сви квалитативни и квантитативни показатељи тог односа: број ангажованог људства (величине јединица), обученост људства, стање морала, однос наоружања као и начин организовања одбране (правовременост припреме одбране). Величина односа снага може да утиче на више сегмената организовања насилног преласка као што су:

- састав и јачина властитих јединица које се употребљавају у насилно преласку водене препреке (код употребљених састава неопходно је створити јасан утисак о војној надмоћи над непријатељем чиме би се смањиле – превазишле психолошке баријере које настају због одвајања од целине);
- дужина времена ватрене припреме насилног преласка (јаче непријатељеве снаге и правовремено организована одбрана од стране непријатеља захтева ефикаснију и дужу ватрену припрему насилног преласка од неблагоприятно организоване одбране);

²⁰⁸ Исто.

²⁰⁹ *Доктрина КоВ*, стр. 14, 60; *Правило бригада Копнене војске – привремено*, стр. 15.

²¹⁰ *Доктрина КоВ*, стр. 60.

- врста и количина употребљених средстава за извршење насилног преласка (десантни чамци, амфибијски транспортери и сл.);
- распоред људства и наоружања по турама.

Интервал поверења критеријума „однос снага“ креће се у бројчаном интервалу [1, 9]. Према експертима минимални однос снага, да би се кренуло у насилни прелазак би морао бити 1:1. Не искључује се и однос мањи од наведеног, али ће у моделу бити третиран као 1:1. С друге стране, однос снага 9:1 (у корист властитих снага) би требао да обезбеди (скоро) сигурно извршење задатка, као и сваки наредни већи однос. У практичном смислу сви односи већи од 9:1, у моделу ће бити третирани као однос 9:1. Мањи недостатак у дефинисању самог критеријума је што он оставља могућност одређене субјективности у дефинисању односа снага када је реч о квалитативним показатељима, што до изражаја долази само када постоје значајније разлике у овим елементима између сопствених и непријатељевих снага.

Борбене могућности за ватрену припрему насилног преласка представља критеријум око чије важности су се сагласили сви експерти. Међутим, део експерата на почетку је сматрао да би вредност додељена том критеријуму била идентична за све алтернативе дефинисане у зони операције. Након неколико кругова интервјуа сви експерти су се сагласили да тај критеријум буде саставни део модела, без обзира на могућност да у конкретној ситуацији има исту вредност за све алтернативе. У случају таквих околности тај критеријум не би имао одлучујућу улогу, односно носио би идентичан део преференције одлуке.

Прорачун борбених могућности врши се на основу стандардних израза за процену борбених могућности²¹¹:

$$Vm_{NP} = Ebs_{NP} * Kbu \quad (26)$$

где је:

Vm_{NP} – борбене могућности за ватрену припрему насилног преласка,

Ebs_{NP} – ефикасност борбеног система (оружја, оруђа јединице) који остварују подршку насилног преласка и

Kbu – коефицијент борбених услова.

Ефикасност борбеног система (Ebs) добија се применом израза²¹²:

$$Ebs = Eof(v) * Eu * Ez \quad (27)$$

²¹¹ Ковач, М., Дулановић, Ж., Стојковић Д.: *Одређивање ефикасности војноорганизационих система*, Војноиздавачки завод, Београд, 2006, стр. 212.

²¹² Ковач, М.: *Метод одређивања ефикасности артиљеријских и ракетних јединица за подршку*, Институт ратне вешине, Београд, 2000, стр. 233; Ковач, М. и др. *Одређивање ефикасности војноорганизационих система*, стр. 210.

где је:

$Eof(v)$ – ефикасност основне функције (ватрене могућности односно ефикасност ватре),

Eu – ефикасност управљања (КИС или СУВ) и

Ez – ефикасност заштите (отпорност на ватрена дејства, извиђање и електронска дејства).

Коефицијент борбених услова (Kbu) може се представити математичким изразом²¹³:

$$Kbu = \frac{Kvlj + Kvd + Kpd + Kla + Kps + Knbh... + Kn}{n} \quad (28)$$

где је:

$Kvlj$ – коефицијент вредности људства,

Kvd – коефицијент вида дејства,

Kpd – коефицијент противдејства непријатеља,

Kla – коефицијент борбене подршке,

Kps – коефицијент поузданости система,

$Knbh$ – коефицијент НХБ услова и

n – број коефицијената.

Зависно од конкретне ситуације и врсте средстава за које се прорачунавају борбене могућности, могу се одредити и други коефицијенти који дефинишу борбене услове. Табличне вредности коефицијената, као и ефикасности заштите и ефикасности управљања доступне су у Упутству за одређивање борбених могућности Војске Србије.²¹⁴ У одређивању борбених могућности могуће је користити и друге квантитативне приступе.²¹⁵

На крају прорачуна врши се нормализација добијених вредности применом израза:

$$Vm_i^N = \frac{Vm_i - Vm_{\min}}{Vm_{\max} - Vm_{\min}} \quad (29)$$

где је:

Vm_i^N – нормализована вредност БМВПр за i -ту алтернативу, $i=1, \dots, n$.

Vm_i – прорачуната вредност БМВПр за i -ту алтернативу,

Vm_{\min} – најмања вредност добијених БМВПр и

²¹³ Ковач, М. и др.: *Одређивање ефикасности војноорганизационих система*, стр. 212-213.

²¹⁴ *Упутство за одређивање борбених могућности Војске Србије*, ГШ ВС, Управа за оперативне послове (Ј-3), Београд, 2012.

²¹⁵ Нпр: *Упутство за одређивање борбених могућности Војске Србије* другачије дефинише ефикасност борбеног система (Ebs); нешто другачији приступ је приказан у Ранђеловић, А.: *Прораучун противоклопних могућности механизованог батаљона у одбрани на маневарском земљишту*, магистарски рад, Војна академија, 2010.

Vm_{\max} – максимална вредност борбених могућности ватрене припреме насилног преласка.

Интервал поверења критеријума „борбене могућносту за ватрену припрему насилног преласка“ креће се у бројчаном интервалу $[0, 1]$, где вредност 0 означава минималне борбене могућности за ватрену припрему насилног преласка, и обрнуто. Борбене могућносту за ватрену припрему насилног преласка могу да утичу на следеће елементе при организовању насилног преласка:

- састав и јачина сопствених снага које насилно прелазе водену препреку (слабија ватрена припрема захтева јаче сопствене снаге);
- врста и количина употребљених средстава за насилни прелазак (слабија ватрена припрема захтева бржа средства за савлађивање водених препрека);
- заштиту и маскирање јединица и технике (слабија ватрена припрема упућује на потребу квалитетнијег маскирања).

Тајност припрема је критеријум који се односи на могућности да се активности на припреми организовања ДМП, од стране непријатеља открију у што каснијој фази напада. Овај критеријум је везан за маскирање сопствених снага, средстава и намера, могућности терена и способности јединица.

Конкретни критеријум се односи на могућности које пружа терен у комбинацији са формацијским средствима за прикривање или скривање сопствених снага и средстава односно њихових покрета и дејстава. Приликом оцене овог критеријума разматрају се могућности које за маскирање пружа рељеф, пошумљеност обале и заобаља, степен прикривености путева и могућности маскирања средстава поред њих, могућности обмањивања и сви други елементи који би могли да утичу на степен тајности припрема насилног преласка. Овај критеријум пресудно утиче на могућност изненађења, на чијим темељима је могуће смањити губитке и значајно повећати шансе за успех насилног преласка. Интервал поверења овог критеријума креће се у бројчаном интервалу $[0, 1]$, где вредност 0 означава минималну тајност припрема, док вредност 1 представља максималну тајност припрема. Критеријум је лингвистичког карактера, што ствара одређене могућности за појаву субјективности. Смањење субјективности могуће је кроз поређење алтернатива у односу на проценат пошумљености, број природних заклона, формацијских средстава и слично. Такође, смањење субјективности вршиће се оценом критеријума применом fuzzy лингвистичких дескриптора, који ће у каснијем делу рада бити приказани.

Степен изложености ватри непријатеља је критеријум на који утиче више улазних променљивих као што су: ширина водене препреке, брзина тока водене

препреке, брзина средстава којима се врши десантирање, јачина ватрених дејстава непријатеља, ватрена дејства сопствених снага. Сви наведени показатељи обједињени су у следећем изразу, на основу којег је дефинисана величина вредности степена изложености ватри непријатеља:

$$Sivn = T * Kvdn \quad (30)$$

где је:

$Sivn$ – степен изложености ватри непријатеља,

T – време трајања једне туре превозења (у минутама) и

$Kvdn$ – коефицијент ватрених дејстава непријатеља по јединицама које врше форсирање водене препреке.

Време трајања једне туре превозења (T) прорачунава се према изразу²¹⁶:

$$T = \frac{2\check{S}}{D} * (1 - KC) + V \quad (31)$$

где је:

\check{S} – ширина реке (у метрима),

D – брзина кретања средства које врши превоз са једне на другу обалу (у m/min),

K – коефицијент утицаја воде (из таблице),

C – брзина тока воде (у m/sec) и

V – време за утовар, истовар и пристајање.

Коефицијент ватрених дејстава непријатеља по јединицама које форсирају водену препреку ($Kvdn$) узима се из табеле б., на основу процене о вероватним ватреним дејствима непријатеља по десантном месту преласка.

Табела 6: Коефицијент ватрених дејстава непријатеља по јединицама које врше форсирање водене препреке²¹⁷

Опис ватрених дејстава непријатеља	Коефицијент
Изразито изражена ватрена дејства	1,0
Веома изражена ватрена дејства	0,7
Делимично (средње) изражена ватрена дејства	0,5
Слабо изражена ватрена дејства	0,2
Изузетно слабо изражена ватрена дејства	0,1

На крају прорачуна врши се нормализација добијених вредности применом израза:

$$Sivn_i^N = \frac{Sivn_i - Sivn_{\min}}{Sivn_{\max} - Sivn_{\min}} \quad (32)$$

²¹⁶ Пифат, В.: *Прелаз преко река*, стр. 275.

²¹⁷ Као почетна идеја коришћено је дефинисање коефицијента противдејстава (Kpd) које је приказано у *Упутству за одређивање борбених могућности Војске Србије*.

где је:

$Sivn_i^N$ – нормализована вредност СИВН за i -ту алтернативу, $i=1,\dots,n$,

$Sivn_i$ – прорачуната вредност СИВН за i -ту алтернативу,

$Sivn_{\min}$ – најмања вредност добијеног СИВН и

$Sivn_{\max}$ – максимална вредност степена изложености ватри непријатеља.

Интервал поверења критеријума „степен изложености ватри непријатеља“ креће се у бројчаном интервалу $[0, 1]$, где вредност 0 означава најмању изложеност ватри непријатеља при форсирању водене препреке, и обрнуто. Овај критеријум пресудно утиче на губитке сопствених снага приликом форсирања водене препреке, јер је људство у току форсирања потпуно незаштићено.

Кроз критеријум *карактеристике супротне обале* процењује се стање препрека на супротној – непријатељевој обали. У том смислу, у обзир се узимају све природне и вештачке препреке које мање или више утичу на пристајање, искрцавање, заузимање основице и успостављање мостобрана. У склопу природних препрека разматра се на који начин утиче: висина обале, нагиб обале, састав дна непосредно уз обалу, састав тла на обали, пошумљеност, дубина водене препреке непосредно уз обалу, рукавци/мртваје и слично. У склопу вештачких препрека процењује се могућност постојања фортификацијски препрека, минскоексплозивних препрека, као и вештачких објеката на обали који могу испољити позитиван или негативан утицај. Процене се заснивају на подацима са извиђања (који најчешће због присуства непријатеља на супротној обали не морају бити прецизни), подацима који су познати од раније и обавештајним подацима.

Критеријум може да утиче на брзину пристајања и искрцавања и брзину заузимања основице и успостављања мостобрана. То даље може да утиче на губитке сопствених снага. Интервал поверења критеријума креће се у бројчаном интервалу $[0, 1]$, где вредност 0 означава карактеристике супротне обале које изразито негативно утичу на насилни прелазак водене препреке, и обрнуто. Критеријум је лингвистичког карактера, што ствара одређене могућности за појаву субјективности. Смањење субјективности вршиће се оценом критеријума применом fuzzy лингвистичких дескриптора, који ће у каснијем делу рада бити приказани.

Критеријум *карактеристике властите обале* сличан је претходном критеријуму, с тим, што треба бити значајно прецизнији од критеријума КСнО, јер су подаци приступачнији, пошто се ради о властитој обали. Прецизност се постиже добијањем података са извиђања. Поред природних и вештачких препрека које су

наведене за критеријум КСНО, у критеријуму се разматрају и приступ обали – прилазни путеви (у обиму у којем је то потребно, зависно од средстава која се употребљавају приликом форсирања водене препреке), постојање речних острва, плићака и слично.

Критеријум утиче на начин доласка до водене препреке, брзину укрцавања и отискивања са обале, што даље може да утиче на организовање форсирања водене препреке. Интервал поверења овог критеријума креће се у бројчаном интервалу $[0, 1]$, где вредност 0 означава карактеристике властите обале које изразито негативно утичу на насилни прелазак водене препреке, и обрнуто. Критеријум је лингвистичког карактера, што ствара одређене могућности за појаву субјективности. Смањење субјективности могуће је кроз поређење алтернатива у односу на: неопходан обим и врсту радова ради побољшања услова на сопственој обали, број и квалитет прилазних путева и слично. Такође, смањење субјективности вршиће се оценом критеријума применом fuzzy лингвистичких дескриптора, који ће у каснијем делу рада бити приказани.

Као што је претходно наглашено, вредности улазних критеријума представљене су бројевима или лингвистичким изразима. Fuzzy логички систем се састоји од шест улазних променљивих и једне излазне променљиве. Карактеристике улазних променљивих приказане су у табели 7.

Табела 7: Критеријуми за избор десантног места преласка

Ознака критеријума	Критеријум	Мин („cost“)	Max („benefit“)	Нумерички	Лингвистички
K ₁	ОСн		X	X	
K ₂	БМВПр		X	X	
K ₃	ТП		X		X
K ₄	СИВН	X		X	
K ₅	КСНО		X		X
K ₆	КВО		X		X

Скуп критеријума K_j ($j=1, \dots, 6$) чине два подскупа:

K^+ - подскуп критеријума бенефитног типа²¹⁸ (енгл. *benefit*) што значи да је већа вредност критеријума пожељнија тј. боља (критеријуми K_1, K_2, K_3, K_5 и K_6) и

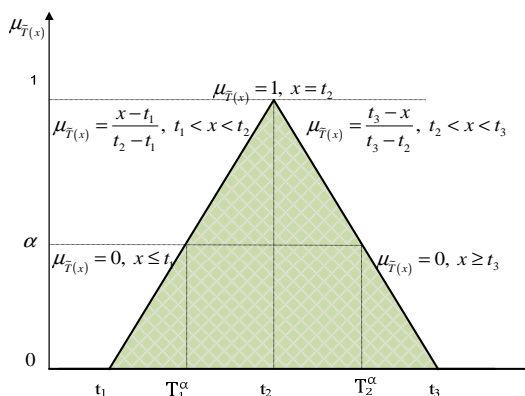
K^- - подскуп критеријума трошковног типа²¹⁹ (енгл. *cost*), што значи да је мања вредност пожељнија тј. боља (критеријум K_4).

Критеријуми K_1, K_2 и K_4 приказани су као нумеричке вредности, а критеријуми K_3, K_5 и K_6 као лингвистички дескриптори.

²¹⁸ Дубравка Павличић у књизи *Теорија одлучивања* (Економски факултет у Београду, 2010, стр. 176) ове критеријуме назива приходним.

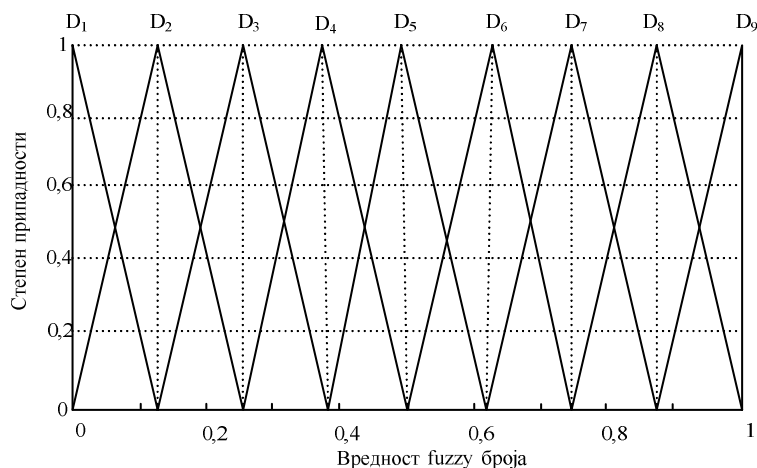
²¹⁹ Дубравка Павличић у књизи *Теорија одлучивања* ове критеријуме назива расходним.

Вредности улазних променљивих K_3 , K_5 и K_6 описане су скупом лингвистичких дескриптора, $S = \{l_1, l_2, l_3, \dots, l_i\}$, $i \in H = \{0, \dots, T\}$, где је T укупан број лингвистичких дескриптора. Лингвистичке варијабле су представљене троугластим fuzzy бројем који је дефинисан као (t_1, t_2, t_3) , где t_1 представља тачку у којој функција припадности fuzzy броја има максималну вредност тј. један. Вредности t_2 и t_3 представљају леву и десну дистрибуцију функције припадности од вредности у којој функција припадности достиже максималну вредност, слика 10.



Слика 10: Троугласти fuzzy број²²⁰

Број лингвистичких дескриптора је $T=9$, од D_1 до D_9 , слика 11.



Слика 11: Графички приказ лингвистичких дескриптора²²¹

За критеријум K_3 (ТП) лингвистички дескриптори се дефинишу следећим изразима: D_1 – занемарљива (З), D_2 – веома мала (ВМ), D_3 – средње мала (СМ), D_4 – мала (М), D_5 – средња (С), D_6 – средње велика (СВ), D_7 – велика (В), D_8 – веома велика

²²⁰ Памучар, Д., Божанић, Д., Милић, А.: Selection of a course of action by Obstacle Employment Group based on a fuzzy logic system, *Yugoslav journal of operations research*, 26(1), 2016, стр. 77.

²²¹ Исто, стр. 82.

(BB), D_9 – перфектна (П). За критеријуме K_5 и K_6 (КСНО и КСВО) лингвистички дескриптори се дефинишу следећим изразима: D_1 – изразито негативан (ИЗ), D_2 – веома негативан (ВН), D_3 – средње негативан (СН), D_4 – мало негативан (МН), D_5 – нема утицаја (НУ), D_6 – мало позитиван (МП), D_7 – средње позитиван (СП), D_8 – веома позитиван (ВП), D_9 – изразито позитиван (ИП).

Функције припадности fuzzy лингвистичких дескриптора дефинишу се преко израза²²²:

$$\mu_{I_{D_1}} = \begin{cases} 0, & 0 < x \\ (0,125 - x) / 0,125 & 0 \leq x \leq 0,125 \end{cases} \quad (33)$$

$$\mu_{I_{D_2}} = \begin{cases} x / 0,25, & 0 \leq x \leq 0,125 \\ (0,250 - x) / 0,125, & 0,125 \leq x \leq 0,25 \end{cases} \quad (34)$$

$$\mu_{I_{D_3}} = \begin{cases} (x - 0,125) / 0,125, & 0,125 \leq x \leq 0,250 \\ (0,375 - x) / 0,125 & 0,250 \leq x \leq 0,375 \end{cases} \quad (35)$$

$$\mu_{I_{D_4}} = \begin{cases} (x - 0,25) / 0,125, & 0,25 \leq x \leq 0,375 \\ (0,50 - x) / 0,125 & 0,375 \leq x \leq 0,50 \end{cases} \quad (36)$$

$$\mu_{I_{D_5}} = \begin{cases} (x - 0,375) / 0,125, & 0,375 \leq x \leq 0,50 \\ (0,625 - x) / 0,125 & 0,50 \leq x \leq 0,625 \end{cases} \quad (37)$$

$$\mu_{I_{D_6}} = \begin{cases} (x - 0,50) / 0,125, & 0,50 \leq x \leq 0,625 \\ (0,75 - x) / 0,125 & 0,625 \leq x \leq 0,75 \end{cases} \quad (38)$$

$$\mu_{I_{D_7}} = \begin{cases} (x - 0,625) / 0,125, & 0,625 \leq x \leq 0,75 \\ (0,875 - x) / 0,125 & 0,75 \leq x \leq 0,875 \end{cases} \quad (39)$$

$$\mu_{I_{D_8}} = \begin{cases} (x - 0,75) / 0,125, & 0,75 \leq x \leq 0,875 \\ (1 - x) / 0,125 & 0,875 \leq x \leq 1 \end{cases} \quad (40)$$

$$\mu_{I_{D_9}} = \begin{cases} (x - 0,875) / 0,125, & 0,875 \leq x < 1 \\ 1, & x \geq 1 \end{cases} \quad (41)$$

За дефазификацију fuzzy лингвистичких дескриптора у реалне бројеве могу се користити изрази²²³:

$$\text{defazzy } A = \left[(t_3 - t_1) + (t_2 - t_1) \right] 3^{-1} + t_1 \quad (42)$$

$$\text{defazzy } A = \left[\lambda t_3 + t_2 + (1 - \lambda) t_1 \right] 2^{-1} \quad (43)$$

где је:

t_1 – лева дистрибуција добијеног fuzzy броја,

t_3 – десна дистрибуција добијеног fuzzy броја,

t_2 – вредност у којој је степен припадности fuzzy броја једнак 1,

λ – индекс оптимизма $\lambda \in [0,1]$.²²⁴

²²² Исто, стр. 83.

²²³ Seiford L.M.: The evolution of the state-of-art (1978-1995), *Journal of Productivity Analysis*, 7, 1996, 99-137.

1.2. Прорачун тежинских коефицијената критеријума за избор десантног места преласка

Друга фаза истраживања спроведена је са циљем да се утврде тежински коефицијенти критеријума, који представљају основу за израду fuzzy логичког система за подршку одлучивању. Први корак је спровођење анкете (прилог 5) ради прикупљања мишљења експерата о тежинским коефицијентима критеријума. Након прикупљених података извршена је обрада резултата и оцена сагласности мишљења експерата. Даље су уследили интервјуи са експертима чија су мишљења значајније одступала од мишљења већине чланова групе. Након потпуног усаглашавања мишљења дефинисани су тежински коефицијенти критеријума.

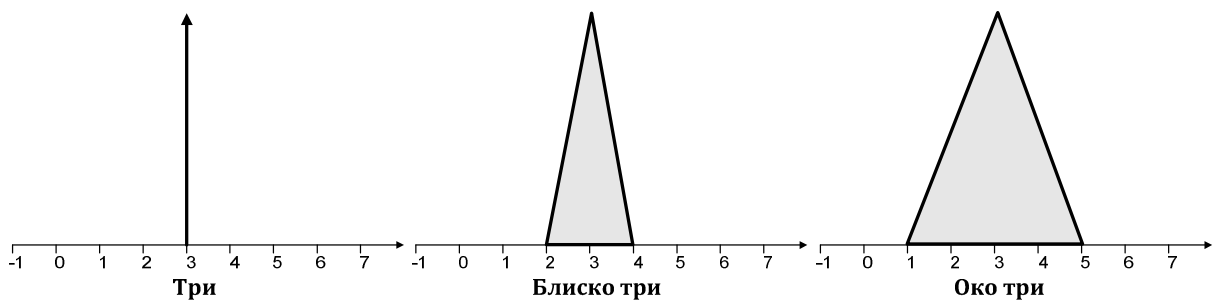
За спровођење свих корака кључна је метода којом се дошло до крајњег резултата односно фазификована метода аналитичког хијерархијског процеса (АХП). Фазификација методе извршена је применом троугластих fuzzy бројева са променљивим интервалом поверења. Пре самог објашњења класичне методе АХП и њене фазификације, дате су основе о fuzzy логици и fuzzy скуповима.

1.2.1. Fuzzy логика и fuzzy скупови

Насупрот конвенционалној логици у fuzzy логици није прецизно дефинисана припадност једног елемента одређеном скупу. Fuzzy логика је јако блиска људској перцепцији. У основи то је вишевредносна логика која допушта средње вредности дефинисане између традиционалних ставова: да/не, истинито/неистинито, црно/бело, итд. Фразе нешто топлије или прилично хладно могу бити формулисане математички и могу се процесирати рачунаром. Fuzzy логика користи искуство човека стручњака у форми лингвистичких ако-онда правила, а механизам апроксимативног резоновања рачуна управљачку акцију за конкретни случај.²²⁵ Такође, омогућава да се наизглед непрецизне информације користе у великом броју научних области. Слика 12 илуструје идеју да се уместо прецизних и ригорозних описа сложених појава, примени сасвим супротан приступ и дозволи да оне буду непрецизне.

²²⁴ Индекс оптимизма (λ) се описује као веровање ДО у ризик при одлучивању. Најчешће вредности које се узимају су 0, 0,5 и 1 и користе се за представљање песимистичког, умереног и оптимистичног односа према ризику (Милићевић, М.: *Експертско оцењивање*, стр. 186).

²²⁵ Божанић, Д., Памучар, Д.: Вредновање локација за успостављање мосног места преласка преко водених препрека применом fuzzy логики, *Војнотехнички гласник*, 58(1), 2010, стр. 131.



Слика 12: Fuzzy број²²⁶

Основна идеја fuzzy скупова потиче од жеље да се на математички формализован начин прикажу неодређеност, неизвесност и непрецизност. То је постигнуто ослањањем на класичне (не-fuzzy или конвенционалне) скупове. Док у класичним скуповима одређени елемент (припадник универзалног скупа) може да припада или не припада дефинисаном скупу, у fuzzy скупу ова припадност може бити и непотпуна, односно окарактерисана као број из интервала $[0,1]$. Под тим се конкретно подразумева да елемент чија је припадност 0 не припада fuzzy скупу, елемент чија је припадност 1 у потпуности (100%) припада (као и код класичних скупова), док елемент чија је припадност у интервалу између 0 и 1 припада fuzzy скупу онолико колико та вредност припадности износи. У том смислу fuzzy скуп је проширење и уопштење класичног скупа.²²⁷ Највећа разлика између класичних и fuzzy скупова је та да класични скупови увек имају јединствену функцију припадности, док за fuzzy скуп постоји бесконачно много различитих функција припадности којима се он може описати.²²⁸ Та чињеница омогућава прилагођавање конкретним ситуацијама у великом броју области у којима се fuzzy скупови могу примењивати, а нагласио ју је и *Lotfi Zadeh*,²²⁹ када је дефинисао fuzzy скупове. Имајући у виду да важан део процеса одлучивања обухватају и непрецизно дефинисани скупови, fuzzy логика представља идеалан начин за њихово третирање.²³⁰

Fuzzy скуп се математички дефинише као fuzzy скуп \tilde{A} на непразном скупу U који се назива уређени пар $(\mu_A(x), x)$, где је $\mu_A(x)$ степен припадности елемента x

²²⁶ Памучар, Д., Божанић, Д., Ђоровић, Б.: *Fuzzy logic in decision making process in the Armed Forces of Serbia*, LAMBERT Academic Publishing, Saarbrücken, 2011, стр. 10.

²²⁷ Jantzen, J. Design of Fuzzy Controllers.: *Tech report No 98-864*, Technical University of Denmark, Department of Automation, 1998.

²²⁸ Памучар, Д. и др.: Selection of a course of action by Obstacle Employment Group based on a fuzzy logic system, стр. 76.

²²⁹ Zadeh, L. A.: Fuzzy sets. *Information and Control*, 8, 1965, стр. 338-353; Zadeh, L.A.: A Rationale for Fuzzy Control, *Journal of Dynamic Systems, Measurement and Control*, 3, 1972, стр. 3-4; Zadeh, L.A.: Outline of a new approach to the analysis of complex systems and decision processes, *IEEE Trans. on systems, Man and Cybernetics*, 1, 1973, стр. 28-44.

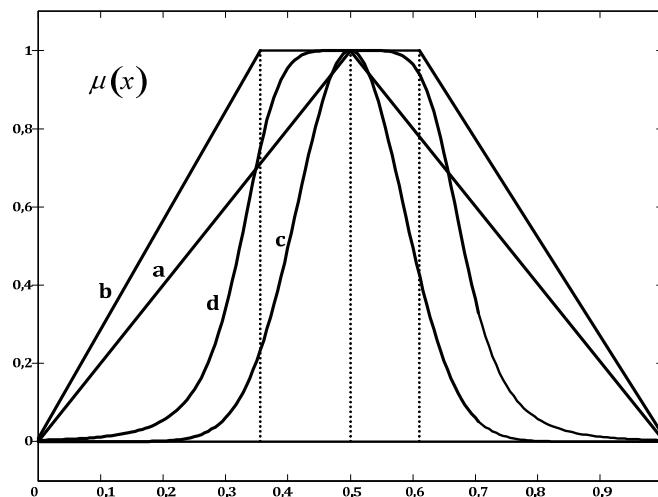
²³⁰ Тољага-Николић, Д.В., Петровић, Д.Ч., Сукновић, М.М., Мухић, М.М.: Примена fuzzy ПЕРТ методе у пројектном планирању, *Техника*, 64(4), 2014, стр. 680.

$(x \in U)$ fuzzy скупу \tilde{A} .²³¹ Као што је већ наглашено, степен припадности је број из интервала $[0,1]$. Што је степен припадности већи, то елемент универзалног скупа U у већој мери одговара карактеристикама fuzzy скупа. Формално, fuzzy скуп \tilde{A} се дефинише као скуп уређених парова

$$A = \{(x, \mu_A(x)) \mid x \in X, 0 \leq \mu_A(x) \leq 1\} \quad (44)$$

На пример, ако се дефинише референтни скуп $B = \{o, n, p, c, m\}$, онда би један fuzzy скуп могао да изгледа $B = \{(0,3, o), (0,1, n), (0, p), (0, c), (0,9, m)\}$. То значи да елемент o припада скупу B са степеном 0,3, n са степеном 0,1, m са степеном 0,9, а p и c не припадају скупу B .²³²

Сваки fuzzy скуп се може представити својом функцијом припадности. Ако је референтни скуп дискретан, функција припадности је скуп дискретних вредности из интервала $[0,1]$, као у претходном примеру.²³³ Уколико је референтни скуп континуалан, може се изразити аналитички помоћу функције припадности.²³⁴ Најчешће коришћени облици функција припадности су: троугаоне функције (слика 13, функција означена словом „a“), трапезоидне функције (слика 13, функција означена словом „b“) и Гаусове криве (слика 13, функције означене словима „c“ и „d“).²³⁵ На слици 13 ордината представља степен припадности. На апсциси је приказана fuzzy променљива x .



Слика 13: Изглед функција припадности

²³¹ Теодоровић, Д., Kikuchi, S.: Fuzzy скупови и примене у саобраћају и транспорту, Саобраћајни факултет Универзитета у Београду, Београд, 1994.

²³² Памучар, Д.: Примена fuzzy логике и вештачких неуронских мрежа у процесу доношења одлуке органа саобраћајне подршке, *Војнотехнички гласник*, 58(3), 2010, стр. 125-143.

²³³ Памучар, Д. и др.: A. Selection of a course of action by Obstacle Employment Group based on a fuzzy logic system, стр. 78.

²³⁴ Исто.

²³⁵ Памучар, Д. и др.: *Fuzzy logic in decision making process in the Armed forces of Serbia*.

Елементи fuzzy скупова се узимају из интервала поверења. Интервал поверења садржи све елементе који могу ући у разматрање. Значи да fuzzy променљива може узети вредности само из интервала поверења.²³⁶ Интервал поверења најбоље је објаснити на примеру. Пример ће бити објашњен на троугластом fuzzy броју (слика 10, стр. 63), који се користи и у каснијем раду приликом модификације Saaty-јеве скале. Претпоставља се да је време за долазак непријатеља из места А до места Б око t_2 . У погледу наведеног времена постоји одређени степен неизвесности, јер време није прецизно дефинисано, али је сигурно да оно неће бити веће од t_3 ни мање од t_1 . Другим речима, сигурно је да време припада затвореном интервалу $[t_1, t_3]$. Овакав затворени интервал назива се интервалом поверења и симболички се означава као $T=[t_1, t_3]$ (слика 10, стр. 63). У наведеној релацији t_1 представља леву, а t_3 десну дистрибуцију троугластог fuzzy броја.

Дефинисање интервала поверења сваке fuzzy променљиве је задатак пројектанта и најприродније и најчешће решење је усвојити интервал поверења тако да одговара физичким границама променљиве. Уколико променљива није физичког порекла, усваја се неки од стандардних или се дефинише апстрактни интервал поверења.²³⁷

Друга неизоставна карактеристика fuzzy броја је степен припадности. Концепт на основу којег се fuzzy број изражава помоћу интервала поверења и одговарајућих степена уверености предложили су *Kaufmann* и *Gupta*.²³⁸ На слици 10 (стр. 63) приказан је fuzzy број \tilde{T} . Интервал поверења коме одговара степен припадности α означен је као $[T_1^\alpha, T_2^\alpha]$ (за разлику од класичних скупова где степен припадности износи 0 или 1).

Кроз целину су дате само основе fuzzy логике и fuzzy скупови, које су најважније за разумевање даљег истраживања. Данас су fuzzy логика и fuzzy скупови у великој мери развијене,²³⁹ па се може пронаћи велики број радова из различитих области у којима се примењује fuzzy приступ решавању проблема.

²³⁶ Исто.

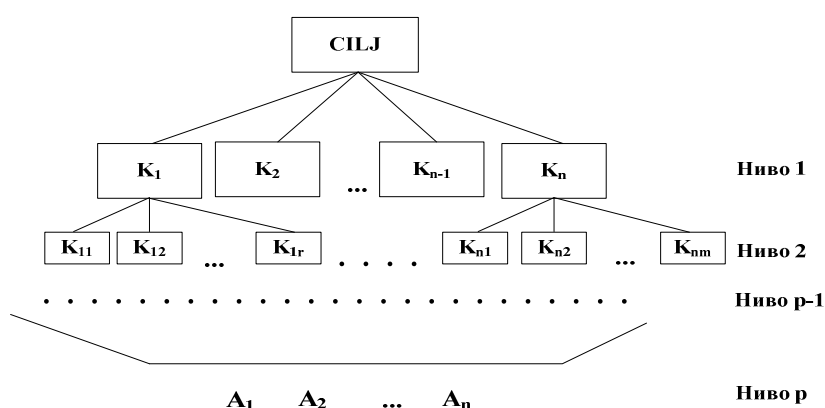
²³⁷ Божанић, Д., Памучар, Д.: Вредновање локација за успостављање мосног места преласка преко водених препрека применом fuzzy логике; Памучар, Д., Божанић, Д., Ђоровић Б., Милић А.: Modelling of the fuzzy logical system for offering support in making decisions within the engineering units of the Serbian army, *International journal of the physical sciences*, 6(3), 2011, стр. 592-609.

²³⁸ Kaufmann, A., Gupta, M.: *Introduction to Fuzzy Arithmetic*. Van Nostrand Reinhold Company, New York, 1985.

²³⁹ Enea, M., Piazza, T.: Project Selection by Constrained Fuzzy ANP, *Fuzzy Optimization and Decision Making*, 3(1), 2004, стр. 39-62.

1.2.2. Аналитички хијерархијски процес

Аналитички хијерархијски процес је метода која се веома често користи у области вишекритеријумског одлучивања. Ову методу развио је *Thomas L. Saaty*. Заснива се на разлагању сложеног проблема у хијерархију, са циљем на врху, критеријумима, подкритеријумима и алтернативама на нивоима и поднивоима хијерархије,²⁴⁰ слика 14. Ова метода се неће детаљније објашњавати, јер је реч о методи чије се основне поставке могу пронаћи у изузетно великом броју радова, као што су²⁴¹ и др.



Слика 14: Хијерархијски модел АХП методе

За истраживање важно је истаћи да се дефинисање тежинских коефицијената критеријума врши поређењем у паровима применом Saaty-јеве скале (табела 8), која се сматра стандардом за АХП методу.

Табела 8: Saaty-јева скала за поређење у паровима

Стандардне вредности	Дефиниција	Инверзне вредности
1	Исти значај	1
3	Слаба доминантност	1/3
5	Јака доминантност	1/5
7	Врло јака доминантност	1/7
9	Апсолутна доминантност	1/9
2, 4, 6, 8	Међувредности	1/2, 1/4, 1/6, 1/8

Поређење применом Saaty-јеве скале врши се на свим нивоима у односу на непосредно надређени елемент (сем на врху где се налази циљ, који се не пореди ни са

²⁴⁰ Saaty, T. L.: *The analytic hierarchy process*. McGraw-Hill, New York, 1980.

²⁴¹ Каровић, С., Пушара, М.: Критеријуми за ангажовање снага у оерацијама, *Нови гласник*, (3-4), стр. 37-58; Инђић, Д., Луковић, З., Мучибабић, С.: Модел ангажовања јединица АБХ службе приликом хемијског удеса, *Војнотехнички гласник*, 62(1), 2014, стр. 23-41; Деветак, С., Терзић, М.: Примена методе аналитичких хијерархијских процеса у избору оптималног тактичког радио система, *Војнотехнички гласник*, 59(1), 2011, стр. 161-176; Чупић, М., Сукновић, М.: *Одлучивање*, Факултет организационих наука Универзитета у Београду, Београд, 2010; Боровић, С., Николић, И. *Вишекритеријумска оптимизација: методе, примена у логистици, софтвер*, Сектор ШОНИД ГШ ВЈ, Београд, 1998.

једним од других елемената). Свако поређење производи два броја у почетној матрици одлучивања (нпр. $A:B=5$ и $B:A=1/5$). Добра карактеристика скале је што се ДО на располагању налази скуп језичких фраза, као и дискретан скуп бројева који представљају значај (тежину) језичких фраза.²⁴² Такође, примена скале не тражи егзактне податке о алтернативама. Негативна карактеристика је њен линеарно-нелинеарни карактер. Наиме, вредности које се додељују поређењу у паровима узимају се из два интервала. Први је интервал $[1, 9]$, који је линеарног карактера, а други је интервал $[1/9, 1]$ који је нелинеарног карактера.²⁴³ Због тога се развијају сличне скале које су на целом интервалу линеарне.²⁴⁴ Поред тог недостатка, Saaty-јеве скала се најчешће користи. Према *Triantaphyllou* и др.,²⁴⁵ не постоји најбоља скала за све случајеве, као и најлошија скала, већ ће њихова примена зависти од проблема који се решава.

1.2.3. Фазификација Saaty-јеве скале у литератури

Најједноставнији начин фазификације Saaty-јеве скале је примена fuzzy бројева са унапред одређеним интервалом поверења, односно са унапред одређеном левом и десном дистрибуцијом fuzzy броја. Другим речима, најпре се установе интервали поверења fuzzy бројева, а затим се врши поређење у паровима. Ту се може говорити о великом броју различитих приступа фазификацији Saaty-јеве скале.

Једну од првих фазификација извршили су *Laarhoven* и *Pedrycz*²⁴⁶ 1983. године. Данас се на ову тему може пронаћи велики број радова који решавају проблеме из широког спектра области истраживања.²⁴⁷ Основна идеја је да се уместо класичних

²⁴² Срђевић, З., Срђевић, Б.: Стандардна и балансирана скала у АХП вредновању селекција и сорти ораха, *Летопис научних радова*, 27(1), 2003, стр. 26-27.

²⁴³ Исто.

²⁴⁴ На пример, таква скала развијена је у: Ma, D., Zheng, X.: 9/9–9/1 scale method of the AHP, *Proceedings of the 2nd International Symposium on the AHP*, 1, Pittsburgh, PA, 1991, стр. 197–202. Међутим, ова скала није шире прихваћена.

²⁴⁵ Triantaphyllou E., Shu B., Sanchez S.N., Ray T.: Multi-criteria decision making: an operations research approach, *Encyclopedia of Electrical and Electronics Engineering* (J.G. Webster, ed.), John Wiley & Sons, New York, 15, 1998, стр. 175–186.

²⁴⁶ Laarhoven, P.J.M., Pedrycz, W.: A fuzzy extension of Saaty's priority theory, *Fuzzy Sets and Systems*, 11, 1983, стр. 229-241.

²⁴⁷ Retaei, J., Fahim, P.B.M., Tavasszy, L.: Supplier selection in the airline retail industry using a funnel methodology: Conjunctive screening method and fuzzy AHP, *Expert systems with applications*, 41, 2014, стр. 8165-8179; Kumar, K.A.: Revisiting the supplier selection problem: An integrated approach for group decision support, *Expert systems with applications*, 41, 2014, стр. 2762-2771; Yeap, J.A.L., Ignatius, J., Ramayah, T.: Determining consumers' most preferred eWOM platform for movie reviews: A fuzzy analytic hierarchy process approach, *Computers in Human Behavior*, 31, 2014, стр. 250–258; Kilic, H.S., Zaim, S., Delen, D.: Development of a hybrid methodology for ERP system selection: The case of Turkish Airlines, *Decision Support Systems*, 66, 2014, стр. 82–92; John, A., Paraskevadakis, D., Bury, A., Yang, Z., Riahi, R.: An integrated fuzzy risk assessment for seaport operations, *Safety Science*, 68, 2014, стр. 180–194; Kamvysi, K., Gotzamani, K., Andronikidis, A.: Capturing and prioritizing students' requirements for course design by

вредности Saaty-јеве скале користе fuzzy бројеви (табела 9). У радовима се најчешће користе троугласти fuzzy бројеви (слика 10, стр. 63). У табели 9, су дати примери најчешће дефинисане леве и десне дистрибуције fuzzy бројева. Као што се види из наведене табеле већина аутора користи модел $[x-1, x, x+1]$. Ознака x представља вредност fuzzy броја где је степен припадности једнак 1. Неки аутори ²⁴⁸ модификују Saaty-јеву скалу, тако да разлике између t_2 и t_1 , односно t_3 и t_2 нису једнаке за сваку стандардну вредност (табела 9, колона 5). Вредност δ узима се из интервала $0.5 \leq \delta \leq 2$.²⁴⁹ Тако на пример у Јанацковић и др.,²⁵⁰ за парне вредности коришћено је $\delta=1$, а за непарне $\delta=2$.

Табела 9: Saaty-јева скала за поређење у паровима применом fuzzy бројева са унапред одређеним интервалом поверења

Дефиниција	Стандардне вредности	Фазификација приказана у ²⁵¹	Фазификација приказана у ²⁵²	Фазификација приказана у ²⁵³
Исти значај	1	(1,1,1)	(1,1,1)	(1, 1, 1)
Слаба доминантност	3	(2,3,4)	(2,3,4)	(3- δ , 3, 3+ δ)
Јака доминантност	5	(4,5,6)	(4,5,6)	(5- δ , 5, 5+ δ)
Врло јака доминантност	7	(6,7,8)	(6,7,8)	(7- δ , 7, 7+ δ)
Апсолутна доминантност	9	(8,9,9)	(8,9,10)	(9- δ , 9, 9+ δ)
Међувредности	2, 4, 6, 8	$(x-1, x, x+1)$, $x = 2, 4, 6, 8$	$(x-1, x, x+1)$, $x = 2, 4, 6, 8$	$(x-\delta, x, x+\delta)$, $x = 2, 4, 6, 8$

embedding Fuzzy-AHP and linear programming in QFD, *European Journal of Operational Research*, 237, 2014, стр. 1083–1094; Meng, C., Xu, D., Son, Y.-J., Kubota, C., Lewis, M.: Tronstad, R. An integrated simulation and AHP approach to vegetable grafting operation design, *Computers and Electronics in Agriculture*, 102, 2014, стр. 73–84; Li, L., Shi, Z.-H., Yin, W., Zhu, D., Ng, S.L., Cai, C.-F., Lei, A.-L.: A fuzzy analytic hierarchy process (FAHP) approach to eco-environmental vulnerability assessment for the danjiangkou reservoir area, China, *Ecological Modelling*, 220, 2009, 3439–3447.

²⁴⁸ Срђевић, Б., Dantas, Y., Modeiros, P.: Fuzzy AHP Assessment of Water Management Plans, *Water Resour Manage*, 22, 2008, стр. 877–894; Гардашевић-Филиповић М., Шалетић, Д.: Multicriteria optimization in a fuzzy environment: the fuzzy Analytic hierarchy process, *Yugoslav Journal of Operations Research*, 20(1), 2010, стр. 71-85; Јанацковић, Г.Л., Савић, С.М., Станковић, М.С.: Selection and ranking of occupational safety indicators based on fuzzy AHP: a case study in road construction companies, *South African Journal of Industrial Engineering*, 24(3), 2013, стр. 175-189; Јањић, А., Станковић, М., Велиморовић, Ј.: Smart Grid Strategy Assessment Using the Fuzzy AHP. Зборник радова са научно-стручног скупа ICT FORUM, Ниш, 2014., стр. 13-18.

²⁴⁹ Срђевић, Б., Dantas, Y., Modeiros, P.: Fuzzy AHP Assessment of Water Management Plans.

²⁵⁰ Јанацковић, Г.Л., Савић, С.М., Станковић, М.С.: Selection and ranking of occupational safety indicators based on fuzzy AHP: a case study in road construction companies.

²⁵¹ Retaei, J. и др.: Supplier selection in the airline retail industry using a funnel methodology: Conjunctive screening method and fuzzy AHP; Yeap, J.A.L. и др.: Determining consumers' most preferred eWOM platform for movie reviews: A fuzzy analytic hierarchy process approach; Kilic, H.S. и др.: Development of a hybrid methodology for ERP system selection: The case of Turkish Airlines; John, A. и др.: An integrated fuzzy risk assessment for seaport operations; Li, L. и др.: A fuzzy analytic hierarchy process (FAHP) approach to eco-environmental vulnerability assessment for the danjiangkou reservoir area, China.

²⁵² Kamuyisi, K. и др.: Capturing and prioritizing students' requirements for course design by embedding Fuzzy-AHP and linear programming in QFD; Meng, C. и др.: An integrated simulation and AHP approach to vegetable grafting operation design. *Computers and Electronics in Agriculture*.

²⁵³ Срђевић, Б. и др.: Fuzzy AHP Assessment of Water Management Plans; Гардашевић-Филиповић, М., Шалетић, Д.: Multicriteria optimization in a fuzzy environment: the fuzzy Analytic hierarchy process; Јанацковић, Г.Л. и др.: Selection and ranking of occupational safety indicators based on fuzzy AHP: a case study in road construction companies; Јањић, А. и др.: Smart Grid Strategy Assessment Using the Fuzzy AHP.

Приликом коришћења АХП методе честа појава је да се уместо класичне Saaty-јеве скале користи скала која се базира на истим принципима као и Saaty-јева али са мањим бројем вредности поређења. Тако Мартиновић и Simon²⁵⁴ дефинишу седмостепену скалу (без величина 8 и 9). Аутори радова²⁵⁵ користе шестостепену скалу. Део аутора²⁵⁶ користи петостепену скалу. Приказани радови (модификоване скале) представљају само мањи део ове тематике. У радовима је могуће пронаћи доста различитих варијанти фазификације где се користе трапезоидне функције, гаусове криве, а поред класичних и интервални fuzzy бројеви као што је нпр. у радовима²⁵⁷ и др. Приказ претходних скала, односно вредности које свака скала садржи поклапа се са резултатима психолошких експериментата који су показали да појединац не може истовремено поредити више од 7 ± 2 објеката.²⁵⁸

Разлике између fuzzy верзија АХП методе своде се углавном на разлике у начину фазификације скале и метода дефазификације резултата.²⁵⁹ Полазећи од тога да се претходне фазификације Saaty-јеве скале могу сврстати у "оштре фазификације", где вредности лингвистичких израза припадају затвореном интервалу $[t_1, t_3]$, односно унапред су одређене, појавили су се радови који интервал поверења остављају отвореним, односно чине га зависним од додатних параметара. Један приступ оваквој фазификацији приказан је у радовима.²⁶⁰ Фазификација која је приказана у овим

²⁵⁴ Martinović, G. и Simon, J.: Greenhouse microclimatic environment controlled by a mobilemeasuring station, *Wageningen Journal of Life Sciences*, 70–71, 2014, стр. 61–70.

²⁵⁵ Carnero, M.C.: Multicriteria model for maintenance benchmarking, *Journal of Manufacturing Systems*, 33, 2014, стр. 303–321; Bozbura, F.T., Beskese, A., Kahraman, C.: Prioritization of human capital measurement indicators using fuzzy AHP, *Expert Systems with Applications*, 32, 2007, стр. 1100–1112; Isaaı, M.T., Kanani, A., Tootoonchi, M., Afzali, H.R.: Intelligent timetable evaluation using fuzzy AHP, *Expert Systems with Applications*, 38, 2011, стр. 3718–3723.

²⁵⁶ Мандић, К., Делибашић, Б., Кнежевић, С., Бенковић, С.: Analysis of the financial parameters of Serbian banks through the application of the fuzzy AHP and TOPSIS methods, *Economic Modelling*, 43, 2014, стр. 30–37; Deng, D.Y., Xu, J., Liu, Y., Mancl, K.: Biogas as a sustainable energy source in China: Regional development strategy application and decision making, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 35, 2014, стр. 294–303; Junior, F.R.L., Osiro, L., Carpinetti, L.C.R.: A comparison between Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS methods to supplier selection, *Applied Soft Computing*, 21, 2014, стр. 194–209.

²⁵⁷ Abdullah, L., Najib, L.: A new type-2 fuzzy set of linguistic variables for the fuzzy analytic hierarchy process, *Expert Systems with Applications*, 41, 2014, стр. 3297–3305; Kahraman, C., Öztayşı, B., Sari, I.U., Turanođu, E.: Fuzzy analytic hierarchy process with interval type-2 fuzzy sets, *Knowledge-Based Systems*, 59, 2014, стр. 48–57.

²⁵⁸ Miller, G. A.: The magical number seven plus or minus two: some limits on our capacity for processing information, *Psychological Review*, 63, 1956, стр. 81–97.

²⁵⁹ Божанић, Д., Памучар, Д., Ђоровић, Б.: Модификација методе аналитичког хијерархијског процеса и њена примена у доношењу одлука у систему одбране, *Техника*, 68 (2), 2013, стр. 327–334.

²⁶⁰ Божанић, Д. и др.: Модификација методе аналитичког хијерархијског процеса и њена примена у доношењу одлука у систему одбране; Божанић, Д., Памучар, Д., Ђоровић, Б., Милић, А., Луковац В.: Примена fuzzy АХП методе на избор правца дејства Групе за допунско запречавање, *Зборник радова са научно-стручног скупа SYM-OP-IS*, Златибор, 2011, стр. 556–559; Памучар, Д., Ћировић, Г., Секуловић, Д., Илић, А.: A new fuzzy mathematical model for multi criteria decision making: An application of fuzzy mathematical model in a SWOT analysis, *Scientific Research and Essays*, 6(25), 2011, стр. 5374–5386; Памучар, Д., Ђоровић, Б., Божанић, Д., Ћировић, Г.: Modification of the dynamic scale of marks in analytic hierarchy process (ahp) and analytic network approach (anp) through application of fuzzy

радовима узима у обзир степен неизвесности који се означава параметром β , где се под вредношћу $\beta = 0$ описује највећа могућа неизвесност, док вредност $\beta = 1$ одговара ситуацији у којој се са потпуном извешношћу зна који лингвистички израз одговара датом поређењу. Параметар β узима вредности из интервала $[0,1]$. Приказ фазификоване Saaty-јеве скале коришћене у наведеним радовима дат је табели 10.

Табела 10: Фазификација Saaty-јеве скале применом степена неизвесности

Дефиниција	Стандардне вредности	Фазификоване вредности
Исти значај	1	(1, 1, 1)
Слаба доминантност	3	$(3\beta, 3, (2-\beta)3)$
Јака доминантност	5	$(5\beta, 5, (2-\beta)5)$
Врло јака доминантност	7	$(7\beta, 7, (2-\beta)7)$
Апсолутна доминантност	9	$(9\beta, 9, 9)$
Међувредности	2, 4, 6, 8	$(x\beta, x, (2-\beta)x)$, $x = 2, 4, 6, 8$

Такав приступ фазификацији посебно је значајан приликом групног одлучивања, јер се може очекивати да је параметар β различит од једног до другог експерта/аналитичара/доносиоца одлука. Самим тим и интервал поверења fuzzy бројева разликује се од једног до другог експерта/аналитичара/доносиоца одлука. Тај начин фазификације представља основу за даљу надоградњу, на чијим темељима су и настали нови начини фазификације Saaty-јеве скале, примењени у истраживању.

approach. *Scientific Research and Essays*, 7(1), 2012, стр. 24-37; Памучар, Д.: Дизајнирање организационе структуре управних органа логистике коришћењем fuzzy приступа; Памучар, Д., Ћировић, Г., Секуловић, Д.: Development of an integrated transport system in distribution centres: A FA'WOT analysis, *Tehnički vjesnik*, 22(3), 2015, стр. 649-658; Божанић Д., Памучар Д., Бојанић Д.: Modification of the analytic hierarchy process (AHP) method using Fuzzy logic: Fuzzy AHP approach as a support to the decision making process concerning engagement of the Group for additional hindering. *Serbian Journal of Management*, 10(2), 2015, стр. 151-171.

1.2.4. Фазификације Saaty-јеве скале применом променљивог интервала поверења за свако поређење у паровима²⁶¹

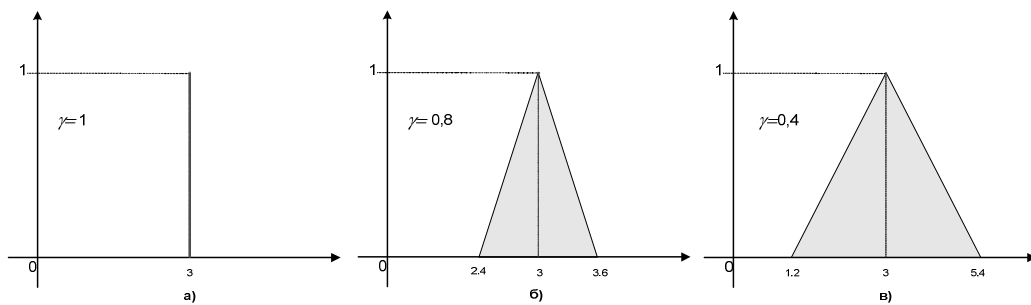
При изради нове фазификације пошло се од неколико питања: да ли су ДО сигурни у тврдње поређења у паровима, колико су сигурни у те тврдње и да ли су за сваку тврдњу сигурни у истој мери? Ситуације да ДО нису сигурни на који начин да оцене однос два елемента нису ретке, јер је класична Saaty -јева скала у одређеној мери субјективна. Њени елементи нису прецизно објашњени, што у неким ситуацијама може да изазове недоумице. То је најбоље приказати на примеру размишљања два доносиоца одлука. Могуће је да први ДО апсолутну доминантност (број 9 на Saaty-јевој скали) посматра тако да први елемент пара има толики значај да је у односу на њега вредност другог елемента занемарљива односно у ситуацијама када би се избор вршио на основу та два елемента без обзира на вредност другог, избор би зависио искључиво од вредности првог.

Други ДО апсолутну доминантност може да посматра тако да први елемент пара има толико значај да је у односу на њега вредност другог елемента занемарљива у свим ситуацијама осим када је вредност другог елемента максимална односно у ситуацијама када би се избор вршио на основу та два елемента, вредност другог би била значајна за избор само у ситуацијама када је она максимална. У оба случаја, размишљања ДО су исправна, јер им је израз “апсолутна доминантност” остављен на тумачење и њихово размишљање. То наравно не значи да је Saaty-јева скала лоша, већ да постоји широк спектар могућности како би се она надоградила и унапредила.

Дефинисање нове скале полази од два елемента: 1) увођења fuzzy бројева уместо класичних бројева Saaty-јеве скале, 2) увођење степена уверености ДО у тврдње које дају приликом поређења у паровима - γ . За разлику од претходно приказаног параметра β , који је једнак за сва поређења једног ДО, степен уверености γ би се дефинисао на нивоу сваког поређења у паровима. Другим речима, претпоставља се да ДО имају

²⁶¹ Модификација методе аналитичког хијерархијског процеса односно фазификација Saaty-јеве скале применом fuzzy бројева са променљивим интервалом поверења приказана је у радовима: Божанић, Д., Каровић С., Памучар Д.: Фазификација Saaty-јеве скале применом троугластог fuzzy броја са променљивим интервалом поверења, *Зборник радова са научно-стручног скупа SYM-OP-IS*, Сребрно језеро, 2015, стр. 420-424; Божанић, Д., Памучар Д.: Модификација Saaty-јеве скале применом fuzzy броја са променљивим интервалом поверења: Пример процене опасности од поплава, у: Савић, С., Станковић, М. (ур.): *Аналитички хијерархијски процес – Примена у енергетици, заштити радне и животне средине и образовању*, Тематски зборник, Истраживачко-развојни центар ALFATEC и Центар за истраживање комплексних система, Ниш, 2016, стр 79-99.; Божанић Д., Памучар Д., Каровић С.: Use of the fuzzy AHP – MABAC hybrid model in ranking potential locations for preparing laying-up positions, *Војнотехнички гласник*, 64(3), стр. 705-729; Памучар Д., Божанић Д, Куртов, Д.: Fuzzification of the Saaty's scale and a presentation of the hybrid fuzzy AHP-TOPSIS model: an example of the selection of a Brigade Artillery Group firing position in a defensive operation, *Војнотехнички гласник*, 64(4), 2016, стр. 966-986.

различит степен уверености γ_{ji} у тачност поређења у паровима, те се дозвољава да се степен уверености разликује од једног до другог пара поређења. Вредност степена уверености припада интервалу $\gamma \in [0,1]$. У случајевима када је $\gamma_{ji}=0$, сматра се да ДО нема никаква знања на основу којих би вршио поређење, па се такво мишљење не би требало ни узимати у разматрање. Вредност степена уверености $\gamma=1$ описује апсолутну увереност ДО у дефинисано поређење. Смањење уверености ДО у извршено поређење прати и смањење степена уверености γ_{ji} . Изглед fuzzy броја са различитим степеном уверености дат је на слици 15. За пример је узета вредност слаба доминантност из Saaty-јеве скале и степени уверености $\gamma=1$, $\gamma=0.8$ и $\gamma=0.4$.



Слика 15: Зависност fuzzy броја од степена уверености

Степен уверености γ искоришћен је за дефинисање интервала поверења fuzzy бројева при модификацији Saaty-јеве скале, табела 11.

Табела 11: Фазификација Saaty-јеве скале применом степена уверености γ

Дефиниција	Стандардне вредности	Fuzzy број	Инверзне вредности fuzzy броја
Исти значај	1	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
Слаба доминантност	3	$(3\gamma_{ji}, 3, (2-\gamma_{ji})3)$	$(1/(2-\gamma_{ji})3, 1/3, 1/3\gamma_{ji})$
Јака доминантност	5	$(5\gamma_{ji}, 5, (2-\gamma_{ji})5)$	$(1/(2-\gamma_{ji})5, 1/5, 1/5\gamma_{ji})$
Врло јака доминантност	7	$(7\gamma_{ji}, 7, (2-\gamma_{ji})7)$	$(1/(2-\gamma_{ji})7, 1/7, 1/7\gamma_{ji})$
Апсолутна доминантност	9	$(9\gamma_{ji}, 9, (2-\gamma_{ji})9)$	$(1/(2-\gamma_{ji})9, 1/9, 1/9\gamma_{ji})$
Међувредности	2, 4, 6, 8	$(x\gamma_{ji}, x, (2-\gamma_{ji})x)$, $x=2, 4, 6, 8$	$(1/(2-\gamma_{ji})x, 1/x, 1/x\gamma_{ji})$ $x=2, 4, 6, 8$

Увођењем различитих вредности степена уверености, леве и десне дистрибуције се разликује од једног до другог fuzzy броја, и мењају се према изразу:

$$\tilde{T} = (t_1, t_2, t_3) = \left\{ \begin{array}{lll} t_1 = \gamma t_2, & t_1 \leq t_2, & t_1, t_2 \in [1/9, 9] \\ t_2 = t_2, & & t_2 \in [1/9, 9] \\ t_3 = (2-\gamma)t_2, & t_3 \leq t_2, & t_2, t_3 \in [1/9, 9] \end{array} \right\} \quad (45)$$

где вредност t_2 представља вредност лингвистичког израза из класичне Saaty-јеве скале, која у fuzzy броју има максималну припадност $t_2=1$.

Fuzzy број $\tilde{T} = (t_1, t_2, t_3) = (x\gamma, x, (2-\gamma)x)$, $x \in [1,9]$ се дефинише изразима:

$$t_1 = x\gamma = \begin{cases} x\gamma, & \forall 1 \leq x\gamma \leq x \\ 1, & \forall x\gamma < 1 \end{cases} \quad (46)$$

$$t_2 = x, \forall x \in [1,9] \quad (47)$$

$$t_3 = (2-\gamma)x, \forall x \in [1,9] \quad (48)$$

Инверзни fuzzy број $\tilde{T}^{-1} = (1/t_3, 1/t_2, 1/t_1) = (1/(2-\gamma)x, 1/x, 1/\gamma x)$, $x \in [1,9]$ дефинише се као:

$$1/t_3 = 1/(2-\gamma)x = \begin{cases} 1/(2-\gamma)x, & \forall 1/(2-\gamma)x < 1 \\ 1, & \forall 1/(2-\gamma)x \geq 1 \end{cases}, x \in [1,9] \quad (49)$$

$$1/t_2 = 1/x, \forall 1/x \in [1,9] \quad (50)$$

$$1/t_1 = 1/\gamma x, \forall 1/x \in [1,9] \quad (51)$$

Користећи претходно дефинисану скалу, вредности поређења критеријума у паровима ДО уписују у нову, измењену матрицу:

$$A = \begin{matrix} & \begin{matrix} K_1 & K_2 & \dots & K_n \end{matrix} \\ \begin{matrix} K_1 \\ K_2 \\ \vdots \\ K_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} a_{11}; \gamma_{11} & a_{12}; \gamma_{12} & \dots & a_{1n}; \gamma_{1n} \\ a_{21}; \gamma_{21} & a_{22}; \gamma_{22} & \dots & a_{2n}; \gamma_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1}; \gamma_{n1} & a_{n2}; \gamma_{n2} & \dots & a_{nn}; \gamma_{nn} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (52)$$

при том је $\gamma_{ji} = \gamma_{ij}$. На исти начин врши се и поређење алтернатива у паровима. Даље се примењују стандардни кораци АХП методе. Након извршених свих прорачуна добијају се fuzzy вредности критеријумских функција по сваком посматраном критеријуму/алтернативи, где се врши дефазификација применом израза 42 или 43, стр. 64.

Приказану скалу могуће је примењивати у класичној методи АХП, где се прво врши прорачун тежинских коефицијената, а затим и вредновање критеријумских функција за сваку од посматраних алтернатива. Такође, скала је погодна и само за вредновање тежина критеријума ради касније примене неких других метода (TOPSIS, ВИКОР и сл).

Дефинисана скала погодна је и за процес групног одлучивања. Скала дефинисана у раду у групном одлучивању се примењује као и стандардна метода АХП. Групним одлучивањем се узимају у обзир знања, вештине и искуства више лица, која у њему учествују чиме се субјективност појединца у значајној мери смањује. За синтезу

података добијених од чланова групе користи се велики број метода, о чему се више може погледати у ²⁶².

1.2.5. Прорачун тежинских коефицијената критеријума за избор ДМП применом фазификоване АХП методе

Прорачун тежинских коефицијената критеријума за избор ДМП извршен је применом фазификоване методе АХП, односно фазификоване Saaty-јеве скале. Сам процес је извршен кроз неколико мањих корака:

- 1) прорачун fuzzy поређења у паровима - применом израза у фазификованој Saaty-јевој скали (табела 11, стр. 75) дефинисане су лева и десна дистрибуција сваког поређења у паровима;
- 2) прорачун fuzzy тежинских коефицијената критеријума – применом стандардног алата АХП методе извршен је прорачун тежинских коефицијената критеријума и тежинских коефицијената њихових левих и десних дистрибуција;
- 3) дефазификација fuzzy тежинских коефицијената критеријума - применом израза 42, стр. 64, извршена је дефазификација добијених fuzzy бројева,
- 4) прорачун агрегираног тежинског коефицијента – прорачун је извршен применом накнадне синтезе појединачних одлука методом осредњавања преко геометријских средина (*Geometric Mean Method – GMM*) применом израза²⁶³:

$$A_i^G = \prod_{k=1}^K [a_i(k)]^{b_k} \quad (53)$$

где је:

A_i^G – агрегирана вредност тежинског коефицијента,

$a_i(k)$ – вредност тежинског коефицијента за сваког k-тог експерта где $k=1, \dots, K$,

b_k – адитивно нормализован коефицијент компетенције k-тог експерта;

- 5) адитивна нормализација добијених тежинских коефицијената;

²⁶² Срђевић, Б., Срђевић, З.: Вредновање критеријума и стратегија коришћења регионалног хидросистема “надела” помоћу аналитичког хијерархијског процеса, *Студија рађена за Ј.В.П “Воде Војводине”*, Нови Сад, 2004; Зорановић, Т., Срђевић, Б.: Пример примене АХП у групном одлучивању у пољопривреди. *Зборник радова са научно-стручног скупа SYM-OP-IS*, Херцег нови, 2003, стр. 723-726; Срђевић, Б., Зорановић, Т.: АХП у групном одлучивању са потпуном и непотпуном информацијом, *Зборник радова са научно-стручног скупа SYM-OP-IS*, Херцег Нови, 2003, стр. 727-730.

²⁶³ Зорановић, Т., Срђевић, Б.: Пример примене АХП у групном одлучивању у пољопривреди, стр. 724.

- 6) прорачун степена сагласности експертских оцена – овај прорачун врши се применом метода објашњених у целини „Методе експертског оцењивања“ (изрази 3 –25, стр. 47-50);
- 7) усаглашавање експертских оцена – долазак до веће сагласности кроз нове кругове интервјуа са експертима;
- 8) одбацивање мишљења експерата који значајно одступају од мишљења експертске групе;
- 9) завршни прорачун тежинских коефицијената – врши се применом израза 53, стр. 77, али без мишљења експерата чија сагласност није била задовољавајућа;
- 10) завршна адитивна нормализација.

У току спровођења приказаних корака дошло се до сагласности експертског мишљења, као што је приказано у табели 12.

Табела 12: Приказ сагласности експертских оцена при дефинисању тежинских коефицијената критеријума при изради модела за избор ДМП (1. група експерата)

Експерт	$(r_k^n)_I$ (CR-ED)	$(r_k^n)_{II}$ (CR-S)	$(r_k^n)_{III}$ (ED-S)	$(r_k^n)_{IV}$ (CR-ED-S)
1.	0,085	0,062	0,071	0,090
2.	0,080	0,059	0,067	0,085
3.	0,075	0,346	0,348	0,351
4.	0,090	0,073	0,066	0,094
5.	0,089	0,107	0,106	0,123
6.	0,084	0,080	0,049	0,089
7.	0,091	0,086	0,085	0,107
8.	0,076	0,046	0,072	0,081
9.	0,080	0,102	0,103	0,117
10.	0,096	0,137	0,128	0,149
11.	0,061	0,290	0,288	0,292
12.	0,068	0,060	0,052	0,074
13.	0,058	0,045	0,055	0,064
14.	0,081	0,105	0,101	0,118
15.	0,073	0,076	0,077	0,092
16.	0,088	0,089	0,080	0,105
17.	0,052	0,089	0,097	0,100
18.	0,102	0,112	0,112	0,133

Као што се види из табеле 12, мишљења 3. и 11. експерта одступају од мишљења групе, те су због тога њихова мишљења одбачена. Коначни тежински коефицијенти добијени су без мишљења експерата чија мишљења значајно одступају од мишљења целе групе. Коначни тежински коефицијенти дати су у табели 13.

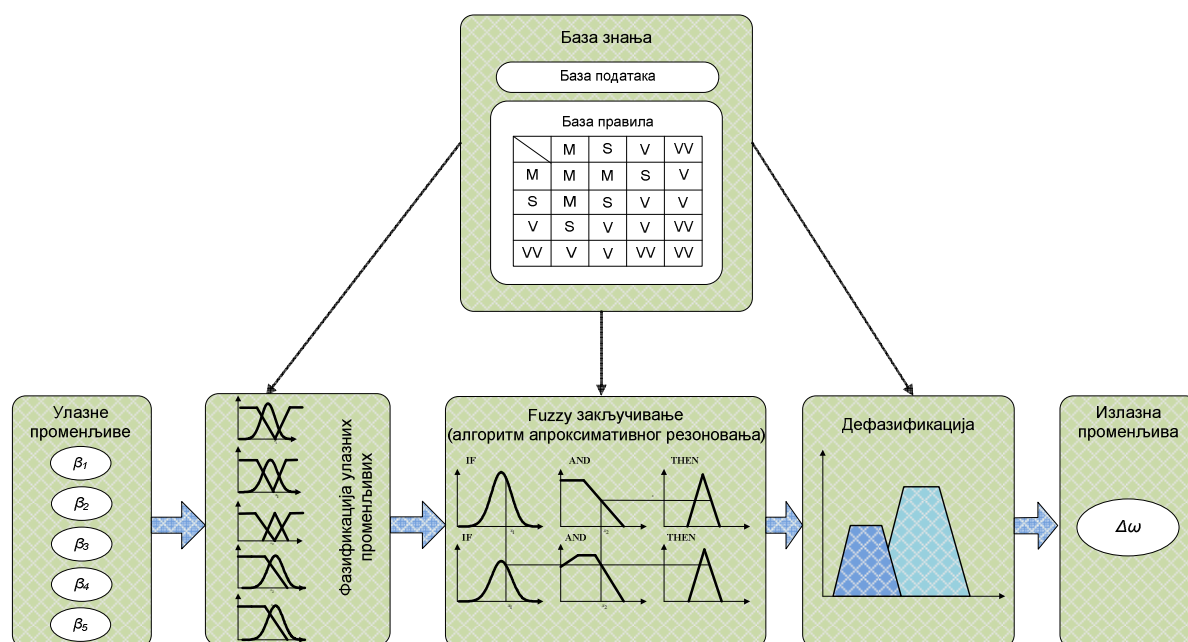
Табела 13: Коначни тежински коефицијенти критеријума

Критеријум	Тежински коефицијент	Ранг критеријума
K ₁	0,310	1
K ₂	0,188	3
K ₃	0,079	6
K ₄	0,242	2
K ₅	0,080	5
K ₆	0,101	4

Добијене вредности тежинских коефицијената обезбеђују рангирање критеријума и указују на њихов различит значај при одлучивању.

1.3. Моделовање fuzzy логичког система за избор десантног места преласка

Fuzzy логички системи представљају један начин примене fuzzy логике и fuzzy скупова у решавању реалних проблема. Општи изглед једног fuzzy логичког система приказан је на слици 16. Начелно, такви системи се састоје од три компоненте: 1) улазни подаци (дефинисање појаве по одређеним критеријумима), 2) fuzzy логичка компонента где се улазни подаци обрађују применом низа математичких радњи и 3) излазни подаци – преференција одлуке.



Слика 16: Општи изглед fuzzy логичког система²⁶⁴

²⁶⁴ Памучар, Д. и др.: *Fuzzy logic in decision making process in the Armed forces of Serbia*, стр. 61.

Први корак у изради модела је дефинисање функција припадности. За све улазе и излазе прво је потребно одредити број и тип функција припадности. Већи број функција припадности повлачи повећање броја правила, што може отежати подешавање система.²⁶⁵ С друге стране, смањење броја функција припадности може се одразити на квалитет описа и прецизност система.²⁶⁶ Због тога се најчешће почиње са конструисањем система са најмањим бројем функција припадности, са којима је могуће описати променљиву.²⁶⁷ У почетној фази за пројектовања тог система као функције припадности изабране су троугаоне функције. Улазне променљиве су дефинисане са три до пет функција припадности, зависно од тежинског коефицијента сваког критеријума, односно:

- K_1 – са пет функција припадности: приближно једнак (PJ), повољан (P), средње повољан (SP), изузетно повољан (IP), екстремно повољан (EP);
- K_2 – са четири функције припадности: мале (M), средње (S), велике (V) и веома велике (VV);
- K_3 – са три функција припадности: лоши (L), средњи (S) и добри (D);
- K_4 – са пет функција припадности: веома мали (VM), мали (M), средњи (S), велики (V) и веома велики (VV);
- K_5 – са три функције припадности: неповољне (N), повољне (P) и веома повољне (VP);
- K_6 – са три функције припадности: неповољне (N), повољне (P) и веома повољне (VP).

Излазна променљива – преференција одлуке у fuzzy моделу дефинисана је са девет функција припадности: екстремно мало (EM), веома мало (VM), средње мало (SM), мало (M), средње (S), средње велико (SV), велико (V), веома велико (VV) и екстремно велико (EV). Параметри почетних функција припадности дефинисани су равномерном расподелом на целом бројчаном интервалу критеријума.

Следећи корак у изради fuzzy логичког система је дефинисање базе правила. Одређивање скупа лингвистичких правила представља један од основних проблема са којим се лица која израђују fuzzy логички систем срећу у току његове израде.²⁶⁸ База правила представља спону између улазних и излазних променљивих, и њу чине лингвистичка правила у форми „АКО-ОНДА“ („IF-THEN“). На пример:

IF x_1 is A_{1l} AND...AND x_i is A_{ji} AND...AND x_n is A_{jn} THEN y is B_j

²⁶⁵ Божанић, Д. и др.: Модел примене fuzzy логике у процени ризика при савлађивању водених препрека у одбрамбеној операцији Копнене војске, стр. 252.

²⁶⁶ Исто.

²⁶⁷ Исто.

²⁶⁸ Ћировић, Г., Памучар, Д., Божанић, Д.: Green logistic vehicle routing problem: Routing light delivery vehicles in urban areas using a neuro-fuzzy model, *Expert Systems with Applications*, 41, 2014, стр. 4250.

Преко правила, знање и искуство експерата се уграђује у fuzzy логички систем. Када је реч о сложеним системима, један од великих проблема јесте чињеница да не постоји стандардна и систематична метода за трансформацију практичног знања или искуства у fuzzy правила.²⁶⁹ Такође, не постоји ни општа процедура за избор оптималног броја правила, пошто велик број фактора утиче на такву одлуку, а што је даље важно за брзину рада система.²⁷⁰

Укупан број правила зависи од броја функција припадности улазних променљивих и може се добити према изразу²⁷¹:

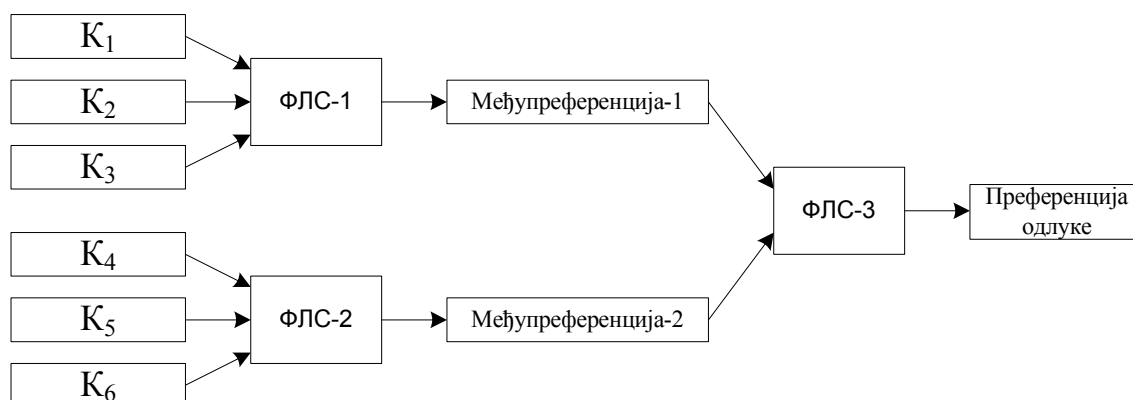
$$V_p = \prod_{i=1}^n k_{X_i} \quad (54)$$

где је:

V_p – број правила,

k_{X_i} – број функција припадности за сваку улазну променљиву (X_i).

У конкретном случају неопходно је дефинисати 2700 правила. То је изузетно велики број правила, где би било веома тешко обезбедити конзистентност. Због тога су израђена три fuzzy логичка система увезана у хијерархијски модел, слика 17.



Слика 17: Изглед хијерархијског модела fuzzy логичких система за избор ДМП

У првом реду хијерархије постоје два (ФЛС-1 и ФЛС-2), а у другом реду један fuzzy логички систем (ФЛС-3). Они су повезани са међупреференцијама које представљају излазе из fuzzy логичких система у првом реду хијерархије, односно улазе у fuzzy логички систем у другом реду хијерархије. Међупреференције одлука су дефинисане са шест излазних променљивих: веома мало (VM), мало (M), средњо (S),

²⁶⁹ Божанић, Д. и др.: Модел примене fuzzy логике у процени ризика при савлађивању водених препрека у одбрамбеној операцији Копнене војске, стр. 254.

²⁷⁰ Божанић, Д., Памучар, Д.: Вредновање локација за успостављање мосног места преласка преко водених препрека применом fuzzy логике, стр. 140.

²⁷¹ Божанић, Д. и др.: Модел примене fuzzy логике у процени ризика при савлађивању водених препрека у одбрамбеној операцији Копнене војске, стр. 252.

средње велико (SV), велико (V), веома велико (VV). Број правила у ФЛС-1 које је неопходно дефинисати је 60, у ФЛС-2 је 45, а у ФЛС-3 је 36, што је значајно мањи број правила у односу на почетни модел.

Правила за сва три fuzzy логичка система су дефинисана применом методе агрегације тежина премиса правила (АТПП).²⁷² Применом ове методе може се израдити база правила заснована на искуству и интуицији што у доступној литератури није обрађивано.²⁷³ С друге стране постоје бројне методе за израду базе правила fuzzy логичког система из познатог скупа нумеричких података. Ове методе обрадили су *Као* и *Chen*²⁷⁴, *Ravi* и др.²⁷⁵ и *Wang* и *Mendel*²⁷⁶.

Методу АТПП могуће је приказати кроз неколико корака. Улазно-излазне променљиве једног fuzzy логичког система могу се приказати као уређени парови:

$$\left(x_1^{(1)}, \dots, x_n^{(1)}; y^{(1)}\right), \left(x_1^{(1)}, \dots, x_n^{(2)}; y^{(2)}\right), \dots, \left(x_1^{(p)}, \dots, x_n^{(q)}; y^{(d)}\right) \quad (55)$$

где је:

$x_1^{(p)}, \dots, x_n^{(q)}$ – функције припадности улазних променљивих X_1, \dots, X_n ,

$y^{(1)}, \dots, y^{(d)}$ – функције припадности излазне променљиве Y .

Број излазних променљивих најчешће је један, али је могуће израђивати и fuzzy логичке системе са две или више излазних променљивих, што овде неће бити приказано, јер не утиче на сам приказ методе. Када је дефинисано две или више излазних променљивих, поступак са њима је исти као и са првом. Ова метода омогућава да се генерише база правила на основу улазно-излазног пресликавања (израз 55). Fuzzy логички систем користи базу правила (применом улазно-излазног пресликавања fuzzy скупова) за добијање излазних вредности:

$$f : (X_1, X_2, \dots, X_n) \rightarrow Y \quad (56)$$

Неопходан услов за примену ове методе је дефинисања тежинских коефицијената улазних променљивих и одређивање врсте (типа) и броја функција припадности улазно-излазних променљивих. Такође, неопходно је дефинисати и

²⁷² Метода агрегације тежине премиса правила приказана је у радовима: Божанић Д., Памучар Д.: Израда базе правила fuzzy логичког система за подршку одлучивању агрегацијом тежина премиса правила, *Техника*, 69(1), 2014, стр. 129-138; Памучар, Д., Божанић, Д.: Приказ нове методе за израду базе правила fuzzy логичког система за подршку одлучивању - метода агрегације тежина премиса правила, *Зборник радова са научно-стручног скупа SYM-OP-IS*, Дивчибаре, 2014, стр. 368-373.

²⁷³ Исто.

²⁷⁴ Као, С.Н., Chen, S.M.: A new method to generate fuzzy rules from training data containing noise for handling classification problems. *Proceedings of 5th Conference Artificial Intelligence and Applications*, Taipei, Taiwan, R.O.C., 2000, стр. 323–331.

²⁷⁵ Ravi, V., Reddy, P.J., Zimmermann H.J.: Fuzzy rule base generation for classification and its minimization via modified threshold accepting, *Fuzzy Sets and System*, 120(2), 2001, стр. 271–279.

²⁷⁶ Wang L.X., Mendel J.M.: Generating fuzzy rules by learning from examples, *IEEE Transactions On Systems, Man, and Cybernetics*, 22(6), 1992, стр. 1414– 1427.

интервал поверења улазних и излазних променљивих што се на крају може приказати као:

$$x_1^{(1)}, x_1^{(2)}, \dots, x_1^{(m)} \in [x_1^-, x_1^+]; x_2^{(1)}, x_2^{(2)}, \dots, x_2^{(m)} \in [x_2^-, x_2^+]; \dots, x_n^{(1)}, x_n^{(2)}, \dots, x_n^{(m)} \in [x_n^-, x_n^+] \quad (57)$$

$$y^{(1)}, y^{(2)}, \dots, y^{(d)} \in [y^-, y^+] \quad (58)$$

У овом случају са X_i ($i=1,2,\dots,n$) означава се скуп улазних променљивих fuzzy логичког система, а са $x_i^{(j)}$, $j=1,\dots,m$, функције припадности улазне променљиве (где m представља број функција припадности). Са Y се означава излазна променљива fuzzy логичког система и са $y^{(r)}$, $r=1,\dots,d$, функције припадности излазне променљиве (где d представља укупан број функција припадности).

Први корак примене методе АТПП је одређивање тежинских коефицијената функција припадности улазних променљивих. За тежинске коефицијенте функција припадности важи услов

$$\sum_{j=1}^m w_{x_i}^{(j)} = g_{x_i} \quad (59)$$

где је:

$w_{x_i}^{(j)}$ – тежински коефицијент функције припадности, $j=1,\dots,m$ (m укупан број функција припадности),

g_{x_i} – тежински коефицијент улазне променљиве, $i=1,\dots,n$.

Најчешће $w_{x_i}^{(j)}$ се одређује на основу субјективне процене експерта који моделира fuzzy логички систем. Међутим, поред субјективне процене $w_{x_i}^{(j)}$ може да се одреди и групним одлучивањем и агрегацијом одлука експерата. Расподела тежинских коефицијената функција припадности треба да у што већој мери осликава реалност. Она може бити равномерна и неравномерна. У конкретном случају $w_{x_i}^{(j)}$ је дефинисано групним одлучивањем експерата, применом интервјуа. Резултати су приказани у табели 14.

Табела 14: Коначни тежински коефицијенти функција припадности

Критеријум	Тежински коефицијент критеријума	$w_{x_i}^{(1)}$	$w_{x_i}^{(2)}$	$w_{x_i}^{(3)}$	$w_{x_i}^{(4)}$	$w_{x_i}^{(5)}$
K ₁	0,310	0,025	0,093	0,186	0,279	0,310
K ₂	0,188	0,030	0,080	0,135	0,188	-
K ₃	0,079	0,021	0,055	0,079	-	-
K ₄	0,242	0,242	0,193	0,145	0,096	0,048
K ₅	0,080	0,026	0,054	0,080	-	-
K ₆	0,101	0,033	0,067	0,101	-	-

Други корак у примени методе АТПП је генерисање почетне „непотпуне“ базе правила са максималним бројем комбинација. N улазних (X_i) променљивих и излазна променљива (Y), су описане са различитим бројем функција припадности. Полазећи од тога потребно је одредити максималан број правила тј. максималан број комбинација (c) којима могу да се комбинују функције припадности. Почетна база правила садржи само премисе (“if” део правила) односно комбинације свих функција припадности улазних променљивих fuzzy логичког система ($x_i^{(j)}$). Конклузије правила (“then” део правила) биће дефинисане у наредном кораку. Почетна (“непотпуна”) база правила R приказује се у матричној форми

$$R = \begin{matrix} & X_1 & X_2 & \dots & X_n \\ \begin{matrix} R_1 \\ R_2 \\ \vdots \\ R_c \end{matrix} & \begin{pmatrix} x_1^{(1)} & x_2^{(1)} & \dots & x_n^{(1)} \\ x_1^{(2)} & x_2^{(2)} & \dots & x_n^{(2)} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_1^{(m)} & x_2^{(m)} & \dots & x_n^{(m)} \end{pmatrix} \end{matrix} \quad (60)$$

У трећем кораку се врши генерисање „потпуне“ базе правила кроз додељивање одговарајућих конклузија ($y^{(r)}$) премисама $x_i^{(j)}$. Генерисање “потпуне” базе правила започето је конструисањем матрице R' у којој се комбинације улазних парова замењују тежинским коефицијентима ($w_{x_i}^{(j)}$)

$$R' = \begin{pmatrix} w_{x_1}^{(1)} & w_{x_2}^{(1)} & w_{x_3}^{(1)} & \dots & w_{x_n}^{(1)} \\ w_{x_1}^{(2)} & w_{x_2}^{(2)} & w_{x_3}^{(2)} & \dots & w_{x_n}^{(2)} \\ w_{x_1}^{(3)} & w_{x_2}^{(3)} & w_{x_3}^{(3)} & \dots & w_{x_n}^{(3)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_{x_1}^{(m)} & w_{x_2}^{(m)} & w_{x_3}^{(m)} & \dots & w_{x_n}^{(m)} \end{pmatrix} \quad (61)$$

Након конструсања матрице R' сумирају се елементи матрице по редовима

$$w_y = \sum_{i=1}^n w_{x_i}^{(j)} \cdot y^+, y^+ \in [y^-, y^+] \quad (62)$$

где y^+ представља горњу границу интервала поверења $[y^-, y^+]$ излазне променљиве Y . Даље је потребно одредити степен припадности реалног броја w_y функцији припадности ($y^{(r)}$) излазне променљиве Y

$$y^{(r)} = \max(w_y \cap \mu_{y^{(r)}}) \quad (63)$$

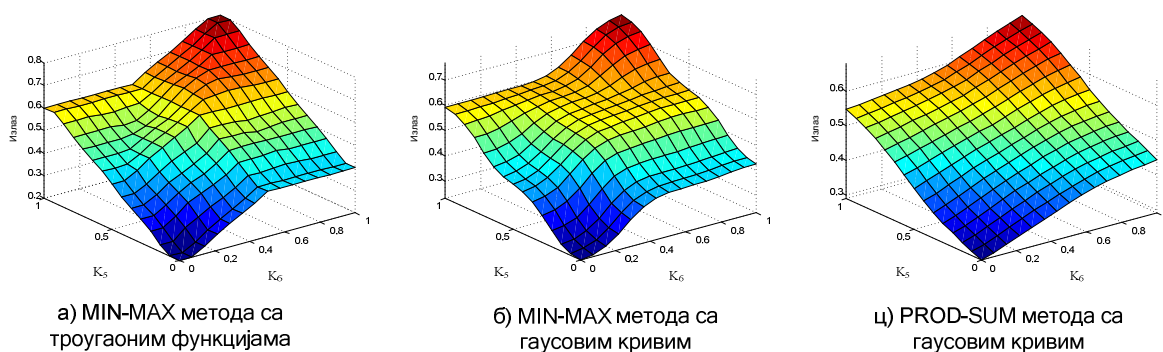
Последњи корак је оптимизација броја правила (елиминисање сувишних правила). Приликом генерисања базе правила потребно је да се сваком пару функција припадности ($x_i^{(j)}$) улазних променљивих (X_i) придружи одговарајућа функција припадности ($y^{(r)}$) излазне променљиве (Y). Након конструисања базе правила приступа се елиминисању сувишних правила која непотребно оптерећују систем.

Елиминисање сувишних правила врши се у случајевима када постоје два или више правила која имају сличне или исте комбинације функција припадности улазних/излазних променљивих. У оваквим ситуацијама оставља се оно правило чији је збир тежинских коефицијената функција припадности (садржаних у правилу) највећи:

$$R = \max \left(\sum w_{x_R}^{(i)} \right), i = 1, 2, \dots, n \quad (64)$$

где $w_{x_R}^{(i)}$ представља тежински коефицијент функција припадности које су садржане у правилу R .

Након израде базе правила приступа се одабиру метода закључивања и дефазификације. У почетној фази израде fuzzy логичког система коришћена је MIN–MAX метода директног закључивања. Тај метод је уобичајен избор у случају када није битно да се управља читавим интервалом поверења излазне променљиве. Један од основних захтева при изради било је постизање задовољавајуће осетљивости система. Међутим, и након подешавања функција припадности, изабрани метод није дао одговарајући резултат, јер су се јавили делови у којима fuzzy логички систем није реаговао на улазне промене (слика 18а), а ставови експертске групе су захтевали да се обезбеди утицај свих критеријума на избор. Због тога је извршена замена троугаоних функција са гаусовим кривим. Иако је ова замена побољшала квалитет fuzzy логичког система, она није обезбедила неопходну осетљивост (слика 18б). Због тога се прешло на методу PROD-SUM (слика 18ц). За методу дефазификације изабрана је метода центра гравитације,²⁷⁷ као уобичајена и погодна за израду fuzzy логичког система, јер осигурава потребну континуираност и постепеност излаза.



Слика 18: Графички приказ зависности излаза од критеријума K_5 и K_6

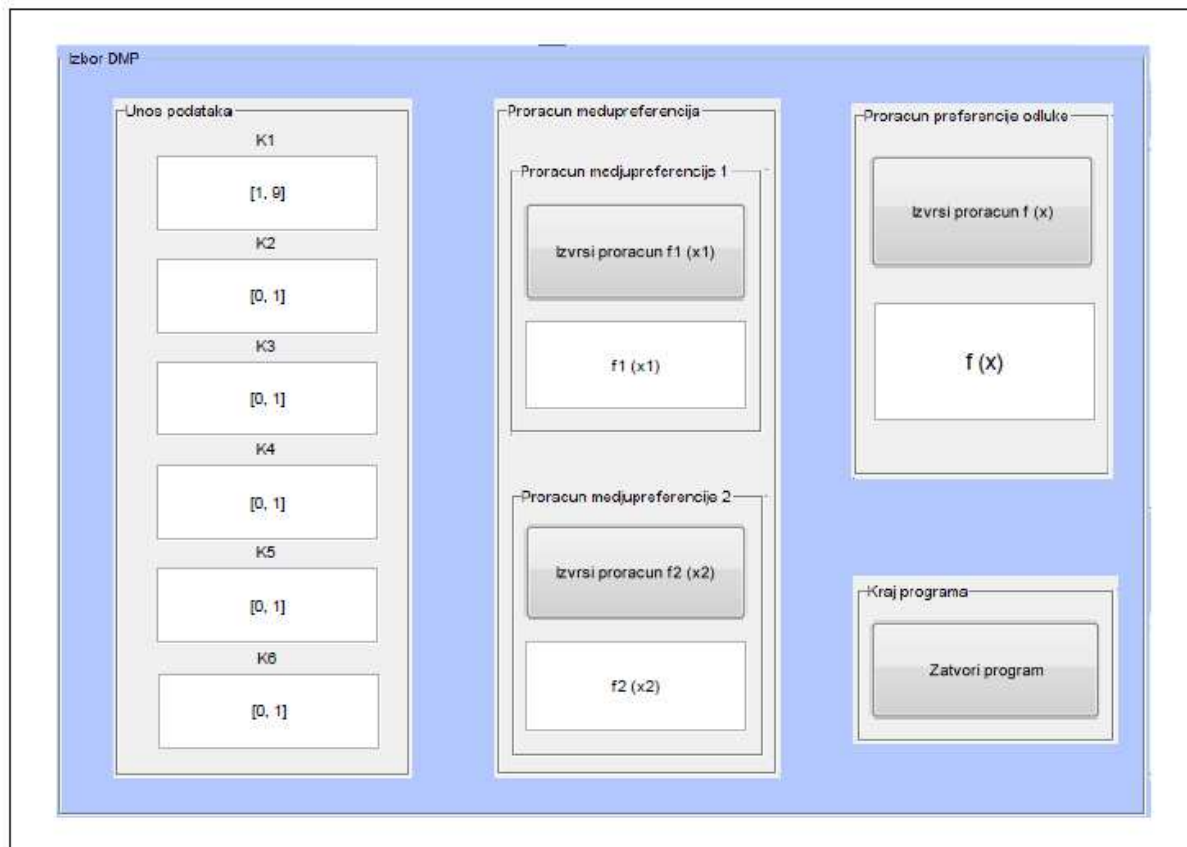
Параметри функција припадности улазно-излазних променљивих, након подешавања fuzzy логичког система, приказани су у табели 15. Сlike функција дате су у прилогу 6.

²⁷⁷ engl. Centre of Gravity – COG или Centroid of Area - COA

Табела 15: Параметри функција припадности након подешавања fuzzy логичког система

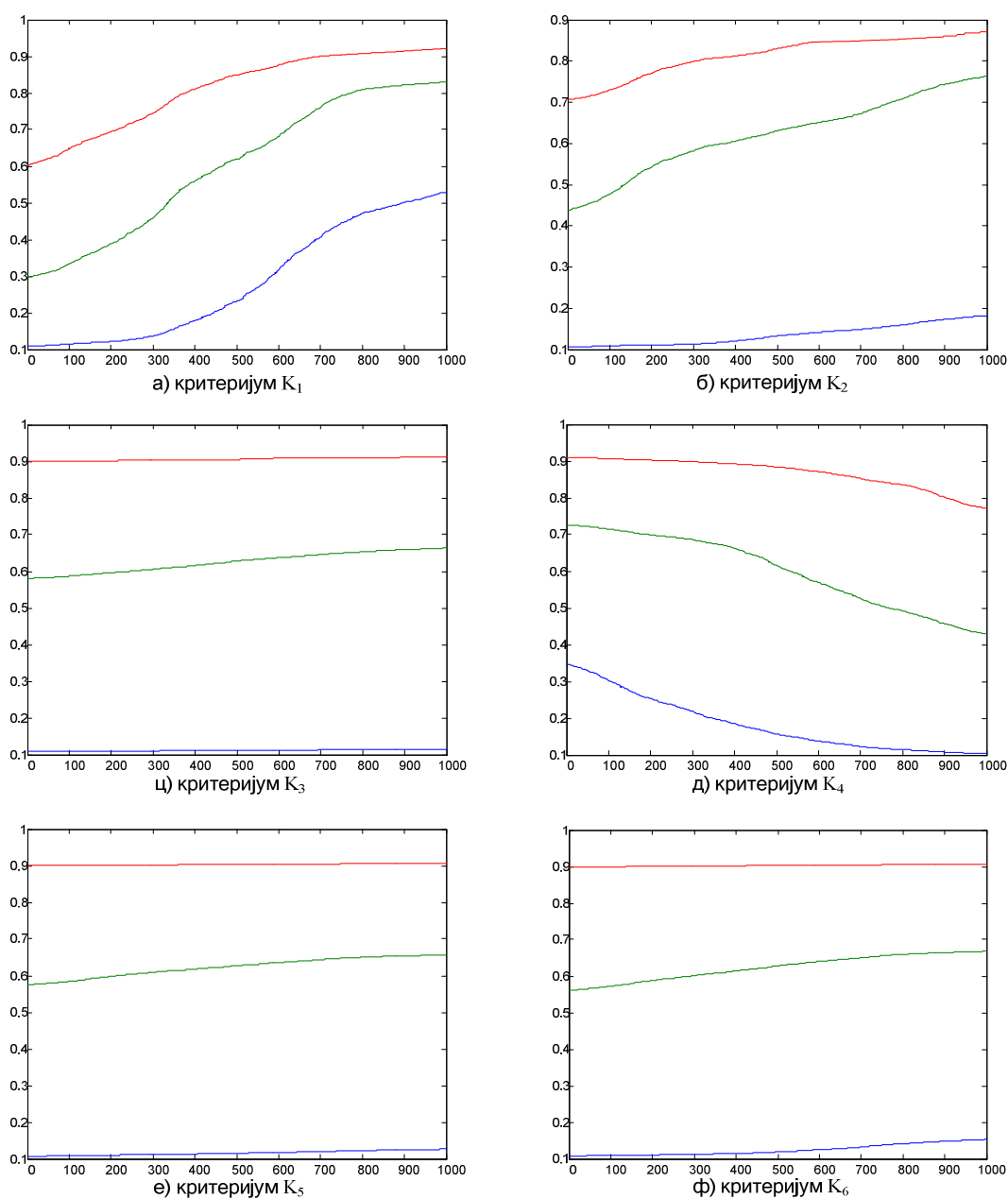
Функција рипадн. Улазно-излазна променљива	ФП 1	ФП 2	ФП 3	ФП 4	ФП 5	ФП 6	ФП 7	ФП 8	ФП 9
K_1	(0,85, 1,00)	(0,85, 3,00)	(0,85, 5,00)	(0,85, 7,00)	(1,29, 9,00)	-	-	-	-
K_2	(0,14, 0,00)	(0,14, 0,33)	(0,14, 0,67)	(0,14, 1,00)	-	-	-	-	-
K_3	(0,33, 0,00)	(0,35, 0,50)	(0,36, 1,00)	-	-	-	-	-	-
K_4	(0,10, 0,00)	(0,11, 0,25)	(0,13, 0,50)	(0,13, 0,75)	(0,07, 1,00)	-	-	-	-
K_5	(0,34, 0,00)	(0,25, 0,54)	(0,24, 1,00)	-	-	-	-	-	-
K_6	(0,28, 0,00)	(0,27, 0,50)	(0,23, 1,00)	-	-	-	-	-	-
Међупреференција 1	(0,08, 0,00)	(0,08, 0,20)	(0,08, 0,40)	(0,08, 0,60)	(0,09, 0,80)	(0,14, 1,00)	-	-	-
Међупреференција 2	(0,11, 0,00)	(0,11, 0,20)	(0,10, 0,40)	(0,10, 0,60)	(0,09, 0,80)	(0,13, 1,00)	-	-	-
Преференција одлуке	(0,05, 0,00)	(0,05, 0,13)	(0,05, 0,25)	(0,05, 0,38)	(0,05, 0,50)	(0,05, 0,63)	(0,05, 0,75)	(0,05, 0,88)	(0,05, 1,00)

За повезивање сва три fuzzy логичка система у једну целину израђен је програмски код у софтверском пакету MATLAB. Програмски код је дат у прилогу 7. Изгледа маске за хијерархијски модел fuzzy логичког система, приказан је на слици 19.



Слика 19: Изглед маске хијерархијског модела за избор десантног места преласка

Анализа осетљивости система је логичан корак у изради сваког fuzzy логичког система, као и других система за подршку одлучивању. За анализу осетљивости искоришћене су могућности програмског пакета MATLAB (функција „evalfis“). Наиме, осетљивост је испитивана за 1000 улазних вредности равномерно распоређених у интервалу од 1 до 9 за K_1 , односно од 0 до 1 за остале критеријуме, од најмање до највеће. Испитивање је спроведено за сваки критеријум посебно и то за три случаја, када су остале вредности критеријума минималне (плава линија), средње (зелена линија) и максималне (црвена линија). Излазни резултати су приказани на слици 20. На ординати је дат излаз из fuzzy логичког система (преференција одлуке), док је на апциси приказан редни број комбинације којом је тестирање извршено.



Слика 20: Графички приказ осетљивости модела за избор десантног места преласка по критеријумима

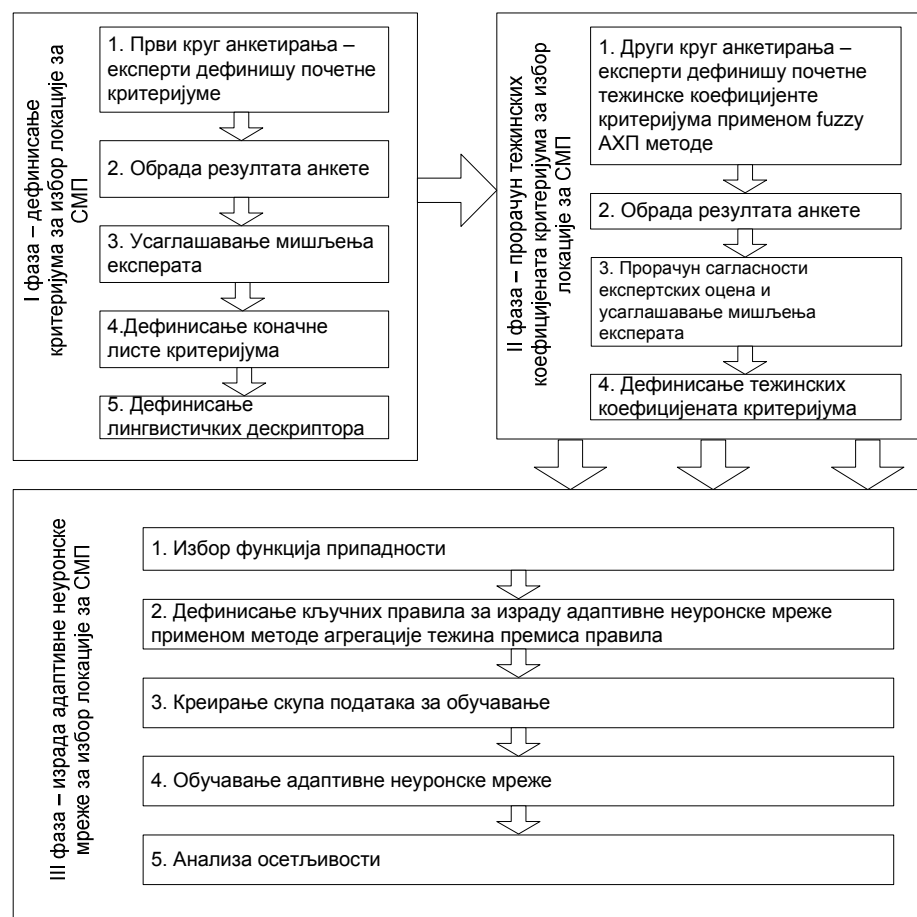
Анализом приказаних резултата може се закључити да је израђени модел осетљив и на мање промене улазних вредности. Промене излазних резултата сразмерне су дефинисаним тежинским коефицијентима критеријума, односно утицај промена улаза на излазну вредност је већи код оних критеријума чији су тежински коефицијенти већи и обрнуто.

Код критеријума са најмањим тежинским коефицијентима уочавају се одређени прави делови линија (код максималних вредности критеријума K_3 , K_5 и K_6) што није од већег значаја јер се ради о критеријумима са најмањим тежинским коефицијентом, а анализа осетљивости је рађена на великом броју примера што значи да систем не реагује на промене вредности друге и треће децимале, што у пракси није значајно. Сва три критеријума показују утицај на излазне вредности, али у далеко мањој мери него критеријуми K_1 , K_2 и K_4 , што је планиран и очекиван утицај. С обзиром да је извршена оцена осетљивости показала добре резултате може се рећи да је fuzzy логички систем за избор ДМП израђен. Израдом (под)модела за избор ДМП доказан је први део прве разрађујуће хипотезе, да се применом метода за подршку групног одлучивања може доћи до (под)модела – fuzzy логичког система за избор ДМП у нападној операцији Копнене Војске. Други део прве разрађујуће хипотезе (да ће израђени (под)модел бити у функцији ефективности планирања операције), доказиван је кроз процес тестирања модела.

2. ИЗБОР СКЕЛСКОГ МЕСТА ПРЕЛАСКА

Избор СМП представља други подмодел подршке одлучивању при савлађивању водених препрека. Као и код претходног, и у овом случају резултати који се добијају на излазу из (под)модела за избор СМП директно су везани за процес оперативног планирања нападне операције Копнене војске, када се у зони операције налази водена препрека. Дефинисање локације СМП представља један од почетних елемената, неопходних у избору одсека преласка, а што је даље неопходно за процес оперативног планирања, односно за развој варијанти употребе. Овај (под)модел треба да помогне члановима штаба да се одлуче за неке од алтернатива, за које ће развити варијанте употребе, односно које ће уградити у варијанте употребе. На крају одлука команданта о локацији СМП саставни је део оперативног наређења (прилог 3), које је крајњи резултат процеса оперативног планирања.

Као и претходни, и овај (под)модел је израђен кроз три фазе, где се свака фаза састоји од одређеног броја корака (слика 21).



Слика 21: Модел израде адаптивне неуронске мреже за избор локације за скелско место преласка

Модел је заснован је на адаптивној неуронској мрежи.²⁷⁸ Прва и друга фаза израде модела настале су као последица примене метода: експертског оцењивања, АТПП, фазификоване методе АХП и delphi методе. Кораци треће фазе, представљају опште кораке у изради адаптивних неуронских мрежа.

2.1. Дефинисање критеријума за избор скелског места преласка

Коришћењем методе анализе садржаја, прикупљени су подаци за дефинисање почетних критеријума за избор СМП, који су постали део понуђених одговора у анкети. Након спроведене анкете (прилог 4), извршена је обрада мишљења експерата. Идентификовано је шест критеријума из анкете и уврштено у модел, два су преформулисана у један критеријум, а три су одбачена. Отклањање разлика у мишљењу након обраде резултата анкете, биле су предмет интервјуа који је обављен у више циклуса. На крају, експертска група 2 се усагласила да је за избор СМП, неходно разматрати седам критеријума:

²⁷⁸ У литератури се користе и термини: неуро-fuzzy модел или ANFIS модел.

- К₁ – Време трајања једне туре превозења - ВТТп;
- К₂ – Маскирање сопствених снага - МССн;
- К₃ – Припремни радова на властитој обали – ПР/во;
- К₄ – Степен развијености мреже путева на властитој обали – СРМП/во;
- К₅ – Могућности терена за преусмеравање или маскирање јединица - МТПИМ;
- К₆ – Припремни радови на супротној обали – ПР/со;
- К₇ – Степен развијености мреже путева на супротној обали – СРМП/со;

Време трајања једне туре превозења обухвата превозење (укрцавање, отискивање, пловидбу на супротну обалу, пристајање и искрцавање), отискивање са супротне обале, пловидбу до властите обале и пристајање на властитој обали. Прорачун једне туре врши се према изразу 31, стр. 60, који је објашњен у склопу модела за избор ДМП у оквиру критеријума степен изложености ватри непријатеља. За разлику од наведеног, у оквиру СМП време трајања једне туре превозења се прорачунава за скеле уместо за десантна средства. Време трајања једне туре превозења директно утиче на дужину периода изузетне рањивости јединица које се превозе. Наиме, могућности за заштиту средстава која се превозе са једне на другу обалу (док су средства на води) су изузетно мале, због чега је ВТТп неопходно свести на минимум. У том смислу време трајања једне туре може да утиче и на обим употребљених средстава (првенствено реморкера), али и на количину (масу) терета који се превози.

Интервал поверења критеријума ВТТп креће се у бројчаном интервалу [9, 54], где вредност 9 означава најмање време трајања једне туре, односно 9 минута, а вредност 54 највеће могуће време за реализацију једне туре превозења, односно 54 минута. Максимална вредност је узета за водену препреку ширине 1000 метара и брзине 3 m/s, док је минимална вредност дефинисана на воденој препреци ширине 50 метара, где нема кретања воде.²⁷⁹

Маскирање сопствених снага је критеријум који се односи на могућности за маскирање сопствених снага и средстава од непријатељског извиђања и дејстава. Маскирањем се “прикривају намере сопствених снага, покрети и распоред борбених и других средстава и место објеката од непријатељевог извиђања са копна и из ваздушног и космичког простора, постиже изненађење и обмањује непријатељ”.²⁸⁰ Применом мера

²⁷⁹ Вредности су преузете из Пифат, В.: *Прелаз преко река*, стр. 275.

²⁸⁰ *Војни лексикон*, стр. 275.

маскирања непријатељ се наводи на погрешне закључке, одлуке и поступке²⁸¹, што се постиже на више начина: сакривањем, прикривањем или обмањивањем²⁸².

Приликом оцене критеријума разматрају се могућности за маскирање радова на уређењу и успостављању скелског места преласка. Ове могућности првенствено су условљене карактеристикама терена и могућностима јединица да спроведу маскирање месним, приручним или формацијским средствима. Интервал поверења критеријума креће се у бројчаном интервалу $[0, 1]$, где вредност 0 означава минималне услове за маскирање, док вредност 1 пружа максималне могућности за сакривање сопствених снага и средстава. Критеријум је лингвистичког карактера, што ствара одређене могућности за појаву субјективности. Смањење субјективности могуће је кроз поређење алтернатива у односу на њихове карактеристике. Такође, смањење субјективности вршиће се оценом критеријума применом fuzzy лингвистичких дескриптора.

Припремни радови на властитој обали подразумевају неопходан обим и врсту радова, који је потребно предузети да би се уредило СМП (на властитој обали). Кроз тај критеријум неопходно је проценити потребне радове на уређењу улазно-излазних рампи и на уређењу прилаза (пута) до обале односно рампи. Улазно-излазне рампе се израђују на обе обале за потребе истовара понтонских елемената на воду, улазак возила на скелу и излазак са скеле.²⁸³

Радови на уређењу рампи се предузимају ради прилагођавања нагиба и висине обале, ради ојачавања носивости тла потребама које организовање СМП изискује и ради чишћења обале.

Нагиб обале представља угао мерен у степенима у односу на површину воде док висина обале представља замишљен простор између најнижег и највишег водостаја.²⁸⁴ Начелно радови на уређењу рампи се предузимају у случају када је нагиб обале већи од 15° , а висина већа од 3м, што је у пракси честа ситуација.²⁸⁵ Радова се повећавају када су нагиб и висина обале већи. Слабо носива тла (тресет, прашина, муљ, глина, песак) захтевају ојачање како не би дошло до ситуација да се поједина средства заглаве на обали, што би проузроковало застоје у употреби скела.²⁸⁶ Ојачавање слабо носивог тла обично се врши формацијским средствима која се налазе у комплекту ПМ-М-71, али

²⁸¹ Милосављевић, М.: Маскирање и замрачивање као услов за заштиту и спасавање, у: *Цивилна заштита*, Привредни вјесник, Загреб, 1985, стр. 129.

²⁸² Ркман, И.: *Маскирање*, стр. 21-26.

²⁸³ Памучар, Д. и др.: *Fuzzy logic in decision making process in the Armed Forces of Serbia*, стр. 41-42.

²⁸⁴ Пифат, В.: *Прелаз преко река*, стр. 16-17.

²⁸⁵ Памучар, Д. и др.: *Fuzzy logic in decision making process in the Armed Forces of Serbia*, стр. 42.

²⁸⁶ Исто.

нису ретке ситуације када се ојачавање тла врши заменом постојећег тла неким новим које може да обезбеди несметан прелазак возила (шљунак, тучаник и сл.). То је врло важан чинилац јер се ради о проласку средстава великих маса. Врло често део обале на ком се планира израда рампи је пошумљен па га је потребно раскрчити како би се средствима обезбедио несметан прилаз до воде.²⁸⁷

Други део критеријума подразумева радове на уређењу прилаза (путева) до рампе. Под тим се подразумева израда привремених војних путева и/или оправка и реконструкција постојећих путева односно ојачавање колских путева, који су неопходни да би се обезбедио несметан прилаз средстава од прилазних путева (или очекујућег рејона) до обале (рампе). У идеалној ситуацији, када би прилазни путеви доводили до рампи, не би се спроводили никакви радови, што је у пракси ретка ситуација.

Припремни радови на властитој обали утичу на:²⁸⁸

- врсту и број средстава инжињеријске механизације која се употребљава,
- време које је потребно да би се успоставило СМП (да би се пришло обали и почело са истоваром понтонских елемената, неопходно је уредити терен - изградити рампу са које ће се тај истовар вршити. То у суштини повећава укупно време за савлађивање водене препреке.),
- заштиту и маскирање снага и технике (велики обим радова смањује могућност маскирања технике и радова који се врше).

Интервал поверења критеријума „припремни радови на властитој обали“ креће се у бројчаном интервалу $[0, 1]$, где вредност 0 означава минималне потребне радове, и обрнуто.

Степен развијености мреже путева на властитој обали подразумева постојеће путеве којима је могуће обезбедити маршевање јединица из очекујућег рејона до СМП (до израђеног привременог војног пута односно у идеалним околностима до саме улазно-излазне рампе). Под тим критеријумом се подразумевају путеви са тврдом подлогом на којима није потребно радити веће оправке и реконструкције. Кроз наведени критеријум цени се неколико елемената: носивост, број и капацитет прилазних путева и положај путева у односу на препреку (управни или рокадни).²⁸⁹

Довоз средстава за савлађивање водене препреке, као и долазак и одлазак борбене и

²⁸⁷ Исто.

²⁸⁸ Исто, стр. 42-43.

²⁸⁹ Памучар, Д. и др.: *Fuzzy logic in decision making process in the Armed Forces of Serbia*, стр. 43; Божанић, Д., Памучар, Д., Милојевић, Д., Луковац, В.: *Fuzzy приступ као подршка процесу вредновања локације за скелско место преласка, Зборник радова са ICDQM*, 2010, стр. 609.

неборбене технике до СМП директно је везан за прилазне путеве. Изградња путева са тврдом подлогом је дуготрајан посао који захтева употребу великог броја снага и средстава, а борбена ситуација обично захтева да се прелаз изврши у што краћем времену.

Критеријум утиче на довожење средстава што ближе СМП, на организовање саобраћаја на СМП, а посредно је повезан и са критеријумом ОПР/во (јер слаба развијеност мреже путева може да утиче на обим и врсту припремних радова). Интервал поверења критеријума „степен развијености мреже путева на властитој обали“ креће се у бројчаном интервалу $[0, 1]$, где вредност 0 означава непостојање путева од очекујућег рејона до обале, и обрнуто, где вредност 1 означава довољан број путева, одговарајућег капацитета и носивости који воде од очекујућег рејона до улазно-излазне рампе.

Критеријум *могућности терена за преусмеравање или маскирање јединица* подразумева специфичне теренске услове (ширег рејона СМП) који у одређеним околностима треба да обезбеде релативно растресит распоред јединица, заклоњен од непријатељевог извиђања. Наиме, ситуације где је могућ застој у превозењу са једне на другу обалу нису искључене. До застоја може да дође из више разлога: квар на скелама, дејство непријатеља, отклањање последица дејства непријатеља и сл. У таквим ситуацијама могуће је концентрисање јединица на мањим земљишним просторима, што непријатељу представља уносан циљ. Како би се то избегло, неопходно је обезбедити алтернативне правце или приступачне рејоне где би се јединице разместили док се не стекну услови за наставак превозења на другу обалу. Такви правци и рејони треба да обезбеде и одређене услове за маскирање јединица. Критеријум директно утиче на организовање саобраћаја у рејону СМП, као и на обим и врсту радова на уређењу рејона где ће се сместити јединице (подешавање заклона за борбена и неборбена возила, маскирање и сл.). Интервал поверења критеријума „могућности терена за преусмеравање или маскирање јединица“ креће се у бројчаном интервалу $[0, 1]$, где вредност 0 означава веома слабе могућности терена, и обрнуто, где вредност 1 означава изразито повољне услове за преусмеравање саобраћаја и маскирање преусмерених снага и средстава.

Објашњења критеријума *припремни радови на супротној обали и степен развијености мреже путева на супротној обали* су идентична као и критеријума ОПР/во и СРМП/во, са разликом да се ради о супротној обали.

Вредности улазних критеријума представљене су бројевима или лингвистичким изразима. Адаптивна неуронска мрежа се састоји од седам улазних променљивих и

једне излазне променљиве. Карактеристике улазних променљивих приказане су у табели 16.

Табела 16: Критеријуми за избор скелског места преласка

Ознака критеријума	Критеријум	Мин („cost“)	Мах („benefit“)	Нумерички	Лингвистички
K ₁	ВТТп	X		X	
K ₂	МССн		X		X
K ₃	ПР/во	X			X
K ₄	СРМП/во		X		X
K ₅	МТПиМ		X		X
K ₆	ПР/со	X			X
K ₇	СРМП/со		X		X

Скуп критеријума K_j ($j=1,\dots,7$) чине два подскупа:

K^+ – подскуп критеријума бенефитног типа (енгл. *benefit*) што значи да је већа вредност критеријума пожељнија тј. боља (критеријуми, K_2 , K_4 , K_5 и K_7) и

K^- – подскуп критеријума трошковног типа (енгл. *cost*), што значи да је мања вредност пожељнија тј. боља (критеријум K_1 , K_3 и K_6).

Критеријум K_1 приказан је као нумеричка вредности, а остали критеријуми као лингвистички дескриптори. Иако је већина критеријума лингвистичког карактера они могу имати нумеричку позадину, која се развија у конкретној ситуацији, зависно од расположивог времена, приступа подацима и слично. За дефинисање лингвистичких критеријума користе се fuzzy лингвистички дескриптори који су већ објашњени приликом израде модела за избор ДМП (слика 11, стр. 63, и пратећи изрази 33 – 43, стр. 64). Лингвистички критеријуми описују се следећим изразима: D_1 – занемарљив (З), D_2 – веома мали (ВМ), D_3 – средње мали (СМ), D_4 – мали (М), D_5 – средњи (С), D_6 – средње велики (СВ), D_7 – велики (В), D_8 – веома велики (ВВ), D_9 – перфектни (П). За критеријуме K_3 и K_6 уместо израза „перфектни (П)“ користи се „изузетно велики (ИВ)“.

2.2. Прорачун тежинских коефицијената критеријума за избор скелског места преласка

Друга фаза истраживања спроведена је у циљу утврђивања тежинских коефицијената критеријума, који представљају основу за дефинисање кључних правила и добијање података за обучавање адапативне неуронске мреже²⁹⁰. Тежински

²⁹⁰ Обучавање адаптивне неуронске мреже (енгл. *Supervised learning*) – у домаћој литератури се може пронаћи и као израз тренинг, учење или надгледано учење. Под овим појмом подразумева се изградња или израда предиктора уз помоћ познатог скупа улазно-излазних података, где на крају процеса предиктор треба да обезбеди предвиђање разумних одговора на нове податке (MATLAB

коэффициенти критеријума добијени су коришћењем фазификоване АХП методе и корака приказаних у претходној целини (fuzzy АХП са променљивим интервалом поверења за свако поређење у паровима). Прикупљање мишљења експерата о тежинским коефицијентима критеријума спроведено је применом анкете (прилог 5).

Приликом утврђивања тежинских коефицијената критеријума обезбеђена је неопходна сагласност експертских оцена. Вредности сагласности експертског мишљења приказане су у табели 17. Као што се види из табеле 17, мишљења експерата показала су значајну конзистентност, односно мало одступање од коресподентних идеалних тачака, те су сва узета у разматрање.

Табела 17: Приказ сагласности експертских оцена при дефинисању тежинских коефицијената критеријума при изради модела за избор СМП (2. група експерата)

Експерт	$(r_k^n)_I$ (CR-ED)	$(r_k^n)_{II}$ (CR-S)	$(r_k^n)_{III}$ (ED-S)	$(r_k^n)_{IV}$ (CR-ED-S)
1.	0,121	0,133	0,114	0,150
2.	0,083	0,117	0,126	0,135
3.	0,130	0,125	0,084	0,141
4.	0,142	0,129	0,096	0,152
5.	0,060	0,067	0,070	0,080
6.	0,130	0,099	0,132	0,148
7.	0,093	0,143	0,139	0,156
8.	0,129	0,058	0,118	0,131
9.	0,148	0,087	0,130	0,152
10.	0,112	0,099	0,092	0,124
11.	0,098	0,145	0,141	0,159
12.	0,099	0,146	0,141	0,160
13.	0,095	0,132	0,120	0,143

Коначни тежински коефицијенти добијени на основу мишљења експерата 2. групе приказани су у табели 18.

Табела 18: Коначни тежински коефицијенти критеријума за избор СМП

Критеријум	Тежински коефицијент	Ранг критеријума
K ₁	0,102	4
K ₂	0,052	7
K ₃	0,287	1
K ₄	0,162	3
K ₅	0,085	6
K ₆	0,213	2
K ₇	0,099	5

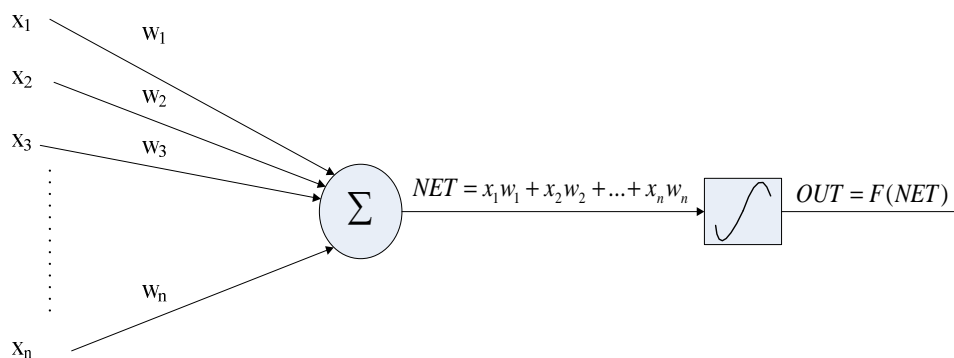
Добијене вредности тежинских коефицијената критеријума обезбеђују њихово рангирање и указују на различит значај у процесу доношења одлука.

2.3. Моделовање адаптивне неуронске мреже за избор скелског места преласка²⁹¹

Адаптивне неуронске мреже заснивају се на обједињавању концепта fuzzy логики и концепта вештачких неуронских мрежа. Обе области заузимају значајно место у пољу вештачке интелигенције.²⁹²

Fuzzy логика је заснована на расплутим (fuzzy) скуповима и обезбеђује математички потенцијал за описивање неодређености везане за когнитивне процесе код човека, као што су размишљање и резоновање.²⁹³ Помоћу ње је могуће закључивање са непотпуном и недовољно прецизном информацијом, које се још назива и механизам апроксиматног резоновања. Најчешће се користи за моделовање сложених система у којима је применом других метода тешко утврдити међузависности које постоје између појединих променљивих.²⁹⁴ Модели (fuzzy логички системи) засновани на fuzzy логици састоје се од “ако - онда” правила. Опис fuzzy логичког система приказан је у претходној целини приликом израде модела за подршку одлучивању при избору десантног места преласка.

Вештачке неуронске мреже развијене су тако да опонашају биолошке нервне системе у обављању функција.²⁹⁵ Вештачки неурони, као и биолошки, имају једноставну структуру и сличне функције, слика 22.



Слика 22: Приказ вештачког неурона²⁹⁶

²⁹¹ Опис адаптивне неуронске мреже преузет је из: Божанић, Д. и др.: Адаптивна неуронска мрежа за избор варијанте употребе као предуслов цене коштања нападне операције Копнене војске.

²⁹² Памучар, Д., Луковац, В. и Пејчић-Тарле С.: Application of adaptive neuro fuzzy inference system in the process of transportation support, *Asia-Pacific Journal of Operational Research*, 30(2), 2013, стр. 1250053-5.

²⁹³ Субашић, П.: *Fuzzy логика и неуронске мреже*, Техничка књига, Београд, 1997.

²⁹⁴ Божанић, Д. и др.: Адаптивна неуронска мрежа за избор варијанте употребе као предуслов цене коштања нападне операције Копнене војске, стр 151.

²⁹⁵ Миленковић С.: *Вештачке неуронске мреже*, Задужбина Андрејевић, Београд, 1997.

²⁹⁶ Памучар, Д.: Примена fuzzy логики и вештачких неуронских мрежа у процесу доношења одлуке органа саобраћајне подршке, стр. 133.

Улазне вредности у неурон приказане су са x_1, x_2, \dots, x_n где је n укупан број улаза у неурон. Свака улазна вредност се прво множи тежинским коефицијентом w_{ij} , $j=1, 2, \dots, n$ где је i редни број неурона у неуронској мрежи.²⁹⁷ Тако помножене вредности се затим сабирају и добија се вредност p_i .²⁹⁸

$$p_i = \sum_{j=1}^n w_{ij} x_j \quad (65)$$

Та се вредност користи као улаз у нелинеарну функцију σ која зависи од параметра θ - прага активације.²⁹⁹ Зависност је најчешће таква да се θ одузима од p_i и при томе се њихова разлика користи као улаз у нелинеарну функцију σ .³⁰⁰ Тако се добија вредност излаза i - тог неурона:³⁰¹

$$y_i = \sigma(p_i - \theta) = \sigma\left(\sum_{j=1}^n w_{ij} x_j - \theta\right) \quad (66)$$

Вредности тежинских фактора w_{ij} , $j=1, 2, \dots, n$ се мењају тј. прилагођавају улазним и излазним подацима како би се постигла минимална грешка у односу на задате податке.³⁰² Тај процес прилагођавања тежинских фактора се назива учењем тј. тренирањем неуронске мреже .

Неуронске мреже и fuzzy логика баве се важним аспектима представљања знања, закључивања и учења, али користе различите прилазе и поседују сопствене предности и мане. Док fuzzy логика обезбеђује механизам закључивања са непотпуном и недовољно прецизном информацијом, вештачке неуронске мреже пружају неке изузетне могућности као што су могућност учења, прилагођавања (адаптације) и генерализације.³⁰³ Неуронске мреже могу да уче из примера – аутоматски, али је готово немогуће описати овако стечено знање. С друге стране, fuzzy логика омогућава апроксимативно закључивање, али нема особину самоприлагођавања (адаптивности).³⁰⁴ Неуро – адаптивна техника се заснива на методама fuzzy моделирања и учења на основу задатог скупа података. Израчунавање параметара функција припадности се

²⁹⁷ Takagi, H.: Fusion technology of neural networks and fuzzy systems, *International Journal of Applied Mathematics and Computer Science*, 10(4), 2000, стр. 647–675.

²⁹⁸ Памучар, Д. и др.: Application of adaptive neuro fuzzy inference system in the process of transportation support, стр. 1250053-6.

²⁹⁹ Исто.

³⁰⁰ Park, B.: Hybrid Neuro-Fuzzy Application in Short-term Freeway Traffic Volume Forecasting, *Transportation Research Record 1802*, Paper No. 02-2921, 2002, стр. 190–196.

³⁰¹ Памучар, Д. и др.: Application of adaptive neuro fuzzy inference system in the process of transportation support, 1250053-7.

³⁰² Исто.

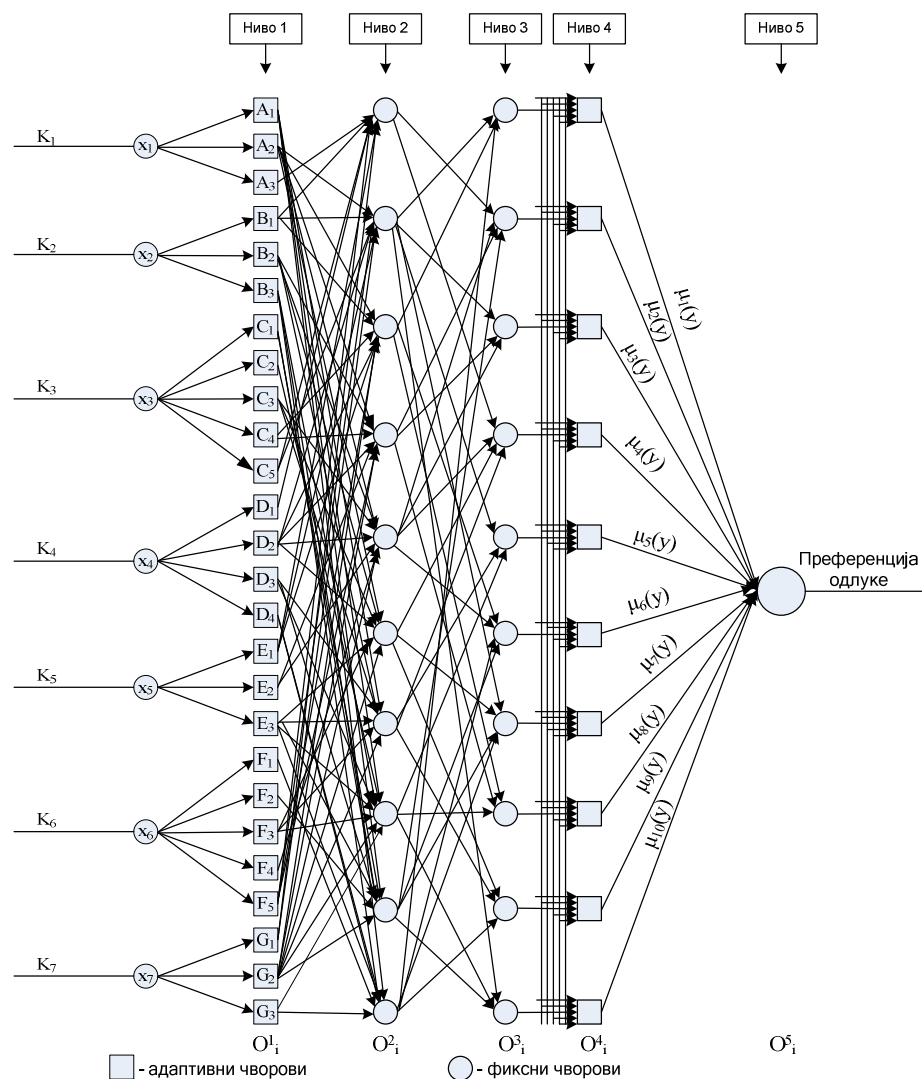
³⁰³ Yuan, Y., Suarga, S.: On the Integration of Neural Networks and Fuzzy Logic Systems, *Internat. Conf. on Systems, Man and Cybernetics*, Vancouver, Canada, 1995, стр. 452-456.

³⁰⁴ Памучар, Д. и др.: Application of adaptive neuro fuzzy inference system in the process of transportation support, 1250053-7.

одвија тако да одговарајући fuzzy логички систем најбоље, тј. са најмањом грешком, одговара задатим паровима улазно – излазних података. Тај метод учења је сличан методу учења неуронских мрежа. Користећи задати улазно/излазни скуп података, адаптивна неуронска мрежа формира fuzzy логички систем код којег су параметри функција припадности подешавани користећи одређене алгоритме. Такав приступ омогућава да fuzzy логички систем учи на основу података које моделира.

Као и код претходно објашњеног fuzzy логичког система, сам почетак је дефинисање улазних променљивих – критеријума и њихових тежинских коефицијената, што је већ учињено у претходним фазама израде (под)модела. У првом кораку последње (треће) фазе дефинише се изглед и број функција припадности за сваку улазно-излазну променљиву. Улазне променљиве K_3 и K_6 описане су са пет функција припадности, улазна променљива K_4 са четири, а остали критеријуми са три функције припадности. Изабране су гаусове криве јер обезбеђују најмању грешку на излазу из адаптивне неуронске мреже. У случајевима израде адаптивне неуронске мреже обично се користи Takagi-Sugeno fuzzy логички систем. За излазне променљиве дефинисано је десет константи, што указује да ће бити израђена тзв. „zero order“ адаптивна неуронска мрежа. У тој фази функције припадности нису посебно подешаване већ су усвојени параметри функција које даје програмски пакет MATLAB.

У следећем кораку дефинише се скуп лингвистичких правила које користе доносиоци одлука при избору скелског места преласка. За потребе израде адаптивне неуронске мреже неопходно је дефинисати само кључна правила. У конкретном случају, дефинисано је десет правила до којих се дошло применом методе АТПП, која је детаљно објашњена приликом израде модела за избор десантног места преласка. Након дефинисања почетног fuzzy логичког система, приступа се израду адаптивне неуронске мреже, односно обучавању почетног fuzzy логичког система. На слици 23 приказано је пресликавање fuzzy логичког система у петослојну адаптивну неуронску мрежу.



Слика 23: Структура адаптивне неуронске мреже за избор скелског места преласка

Сваки ниво представља један слој (layer), који заједно чине једну целину:³⁰⁵

- а) На првом нивоу приказани су чворови првог слоја који представљају вербалне категорије улазних променљивих које су квантификоване fuzzy скуповима. Сваки чвор првог слоја је адаптиван чвор и описан је функцијом припадности $\mu_{x_i}(x_i)$, $i = 1, 2, \dots, 5$. Функције припадности су описане у облику гаусових кривих које карактеришу два параметра c (центар функције) и σ (ширина функције):

$$Gaussian(x, c, \sigma) = e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{x-c}{\sigma} \right)^2} \quad (67)$$

Имајући у виду да су fuzzy правила изражена у облику „ако – услов, онда – последица“, категорије улазних променљивих које су квантификоване fuzzy скуповима приказане су адаптивним чворовима првог слоја.

³⁰⁵ Објашњење слојева преузето је из: Памучар Д.: *Дизајнирање организационе структуре управних органа логистике коришћењем fuzzy приступа*, стр. 127-128; Памучар Д., Ђоровић Б.: *Пројектовање организационих структура – методе и модели*.

б) На другом нивоу сваки чвор рачуна минималну вредност од седам улазних вредности адаптивне неуронске мреже. Излазне вредности чворова другог слоја су значајности правила:

$$O_1^2 = w_i = \mu_{A_i}(x_1) \times \mu_{B_i}(x_2) \times \mu_{C_i}(x_3) \times \mu_{D_i}(x_4) \times \mu_{E_i}(x_5) \times \mu_{F_i}(x_6) \times \mu_{G_i}(x_7) \quad (68)$$

в) На нивоу 3. сваки i -ти чвор рачуна укупну тежину i -тог правила из базе правила према изразу:

$$O_1^3 = \widetilde{w}_i = \frac{w_i}{\sum_{i=1}^n w_i}, i = 1, \dots, n \quad (69)$$

г) На четвртном нивоу има десет адаптивних чворова који представљају преференцију експерата да одређена алтернатива из скупа посматраних алтернатива има највећу вредност критеријумске функције за посматране критеријуме. Сваки чвор овог слоја рачуна пресек одговарајућег fuzzy скупа са максималном вредношћу улазних значајности правила:

$$O_1^4 = \widetilde{w}_i f_i = \widetilde{w}_i (p_i x + q_i y + r_i), i = 1, 2, \dots, 7 \quad (70)$$

д) Једини чвор петог слоја је фиксни чвор у којем се рачуна излазни резултат адаптивне неуронске мреже. То је fuzzy скуп са одређеним степенима припадности могућих вредности критеријумске функције посматране алтернативе. Дефазификација се врши у чвору петог слоја. Излазна вредност је реални број који се налази у интервалу $[0,1]$:

$$O_1^5 = Overalloutput = \sum_i \widetilde{w}_i f_i = \frac{\sum_i w_i f_i}{\sum_i w_i} \quad (71)$$

Обучавањем неуронске мреже нумеричким примерима вредновања алтернатива, прилагођавају се полазни облици улазно/излазних функција припадности fuzzy скупова. Подаци за обучавање добијени су применом више метода вишекритеријумског одлучивања. Имајући у виду да постоје разлике у коначним резултатима (рангу и излазним вредностима алтернатива) приликом примене различитих метода вишекритеријумског одлучивања³⁰⁶, за добијање података коришћено је више метода. Из скупа познатијих метода вишекритеријумског одлучивања (ВКО) одбачене су оне које захтевају изузетно обиман посао на добијању излазних резултата као што су АХП, АМП, DEMATEL, ЕЛЕКТРА и сл.³⁰⁷. У почетној фази коришћене су следеће методе:

³⁰⁶ Више погледати у: Памучар, Д., Божанић, Д., Ранђеловић, А.: Multi-criteria decision making: An example of sensitivity analysis, *Serbian Journal of Management*, 12(1), 2017, (рад прихваћен за објављивање).

³⁰⁷ Примера ради на 2500 података којима је обучаван овај модел, изузетно је тешко применити АХП методу, због великог броја поређења и веома тешког одржавања конзистентности почетних матрица одлучивања. Слично је и са осталим наведеним методама.

ВИКОР³⁰⁸, TOPSIS³⁰⁹, MOORA³¹⁰, метода једноставних адитивних тежина (SAW)³¹¹ и COPRAS³¹². Коначни избор метода извршен је на основу сличности излазних резултата са кључним правилима.³¹³

Сличност је процењена на основу три критеријума:

- 1) Спирмановог коефицијента (први ред табеле 19),
- 2) разлике између вредности излаза који се добијају са кључним критеријумима и вредности када се примени метода ВКО на десет алтернатива (односно кључних критеријума) – други ред табеле 19 која се добија према изразу

$$R_1 = \left(\sum_{i=1}^{10} (r_i' - r_i'')^2 \right)^{1/2} \quad (72)$$

где је:

R_1 – укупна разлика,

r_i' – излазна вредност добијена преко кључних правила, где i представља ранг алтернативе, $i=1, \dots, n$, $n=10$

r_i'' – излазна вредност добијена применом методе ВКО, где i представља ранг алтернативе, $i=1, \dots, n$, $n=10$

- 3) разлике између вредности излаза који се добијају са кључним критеријумима и вредности када се примени метода ВКО на десет алтернатива (односно кључних критеријума) које се налазе у скупу од почетних 1000 алтернатива (података за обучавање) – трећи ред табеле 19.

$$R_2 = \left(\sum_{i=1}^{10} (r_i' - r_i'')^2 \right)^{1/2} \quad (73)$$

где је:

R_2 – укупна разлика,

r_i' – излазна вредност добијена преко кључних правила, где i представља ранг алтернативе, $i=1, \dots, n$, $n=10$

³⁰⁸ Оприцовић, С.: *Вишекритеријумска оптимизација*, Научна књига, Београд, 1986; Оприцовић, С., Gwo-Hshiang T.: The Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS, *European Journal of Operational Research*, 156(2), 2004, стр. 445-455.

³⁰⁹ Hwang, C. L. Yoon, K.: *Multiple attribute decision making: a state of the art survey: Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*, vol. 186. Springer-Verlag, Berlin 1981.

³¹⁰ Brauers, W. K. M., Zavadskas, E. K.: The MOORA method and its application to privatization in a transition economy, *Control and Cybernetics*, 35(2), 2006, стр. 443-468.

³¹¹ Zionts, S., Wallenius, J.: An interactive multiple objective linear programming method for a class of underlying nonlinear utility functions, *Management Science*, 29(5), 1983, 519-529.

³¹² Zavadskas, E. K. Kaklauskas, A.: Determination of an efficient contractor by using the new method of multicriteria assessment, in D. A. Langford, A. Retik (Eds.): *International Symposium for "The Organisation and Management of Construction". Shaping Theory and Practice 2: Managing the Construction Project and Managing Risk*. CIB W 65; London, Weinheim, New York, Tokyo, Melbourne, Madras. – London: E and FN SPON, 1996, стр. 94-104.

³¹³ Кључна правила се могу посматрати и као алтернативе, имају одређене вредности улазних критеријума, где је сваком скупу улазних вредности додељена вредност критеријумских функција излаза. Разлика у односу на неку од метода ВКО је само у томе што се до вредности критеријумске функције алтернатива дошло на основу мишљења експерата, а не неком методом вишекритеријумског одлучивања.

r_i'' – излазна вредност добијена применом методе ВКО у оквиру података за обучавање, где i представља ранг алтернативе, $i=1, \dots, n$, $n=10$

Добијени резултати су приказани у табели 19.

Табела 19: Разлике у излазима примењених метода ВКО у односу на излазе који се добијају са кључним правилима

Критеријум сличности	ВИКОР	TOPSIS	MOORA	SAW	COPRAS
Спирманов коефицијент	1	1	1	1	0,96
Разлика 1 (R_1)	0,100	0,146	0,034	0,600	0,160
Разлика 2 (R_2)	0,100	0,536	0,076	0,516	1,233

На основу анализе добијених резултата, методе ВИКОР и MOORA, су прихваћене као методе помоћу којих ће се доћи до базе података за обучавање. Остале методе, и поред изузетно високих вредности Спирмановог коефицијента, приказују значајне разлике у излазним вредностима, али и значајна одступања када се референтне алтернативе (тзв. кључна правила), као цео скуп пропусте кроз методу и када се пропусте као део података скупа за обучавање. Основни проблем таквог одступања пронађен је у начину нормализације улазних односно излазних података.³¹⁴ Због тога је извршена мања модификација метода TOPSIS, SAW и COPRAS у делу везаном за нормализацију улазних критеријума, где је уместо стандардне нормализације која се примењује у наведеним методама коришћена следећа:

а) За критеријуме „Benefit“ типа (већа вредност критеријума пожељнија)

$$t_{ij} = \frac{x_{ij} - x_i^-}{x_i^+ - x_i^-} \quad (74)$$

б) За критеријуме „Cost“ типа (мања вредност критеријума пожељнија)

$$t_{ij} = \frac{x_i^+ - x_{ij}}{x_i^+ - x_i^-} \quad (75)$$

где x_{ij} , x_i^+ и x_i^- представљају елементе почетне матрице одлучивања (X), при чему се x_i^+ и x_i^- дефинишу као:

$x_i^+ = \max(x_1, x_2, \dots, x_m)$ и представља максималне вредности посматраног критеријума по алтернативама.

$x_i^- = \min(x_1, x_2, \dots, x_m)$ и представља минималне вредности посматраног критеријума по алтернативама.

Добијени резултати применом модификованих метода приказани су у табели 20.

³¹⁴ Више погледати у: Памучар, Д. и др.: Multi-criteria decision making: An example of sensitivity analysis.

Табела 20: Разлике у излазима примењених модификованих метода ВКО у односу на излазе који се добијају са кључним правилима

Критеријум сличности	Модиф. TOPSIS	Модиф. SAW	Модиф. COPRAS
Спирманов коефицијент	1	1	0,964
Разлика 1 (R_1)	0,120	0,042	0,152
Разлика 2 (R_2)	0,120	0,042	1,490

На основу анализе добијених резултата, модификоване методе TOPSIS и SAW су прихваћене као методе помоћу којих ће се, поред метода ВИКОР и MOORA, доћи до базе података за обучавање. Коначни резултат приликом дефинисања базе података за обучавање добија се као геометријска средина вредности добијених применом наведених метода вишекритеријумског одлучивања:

$$O_i = \left(\prod_{i=1}^n [o_i] \right)^{1/n} \quad (76)$$

где је:

O_i – коначна излазна вредност,

o_i – вредност добијена различитим методама ВКО, где i представља методу, $i=1\dots n$.

Обучавање адаптивне неуронске мреже вршено је са 2500³¹⁵ добијених података. Адаптивна неуронска мрежа је у првом кораку обучавана Hybrid алгоритмом. Међутим, примена тог алгоритма није дала задовољавајуће резултате, односно његовом применом постојећа грешка се није могла довољно смањити. Због тога се приступило обучавању помоћу алгоритма са повратном спрегом (енгл. Backpropagation algorithm). Обучавање је извршено периодичним пропуштањем података из тренинг скупа ($x_k, k = 1, 2, \dots, n$, где n представља укупан број улазних вредности) кроз мрежу.

Обучавање адаптивне неуронске мреже врши се применом следећих математичких трансформација:³¹⁶

$$S_j = \sum_{k=1}^n W_{jk} x_k, \quad (77)$$

$$v_j = f(S_j), j = 1, 2, \dots, h \quad (78)$$

$$q_i = \sum_{j=1}^h W_{ij} v_j, \quad (79)$$

$$y_i = f(q_i), i = 1, 2, \dots, m \quad (80)$$

³¹⁵ Број података за обучавање није унапред дефинисан. Неопходно је да он буде репрезентативан.

³¹⁶ Изрази преузети из: Памучар Д.: *Дизајнирање организационе структуре управних органа логистике коришћењем fuzzy приступа*, стр. 128-129.

где x_k представља улазне вредности, а y_i вредности добијене на излазу адаптивне неуронске мреже.

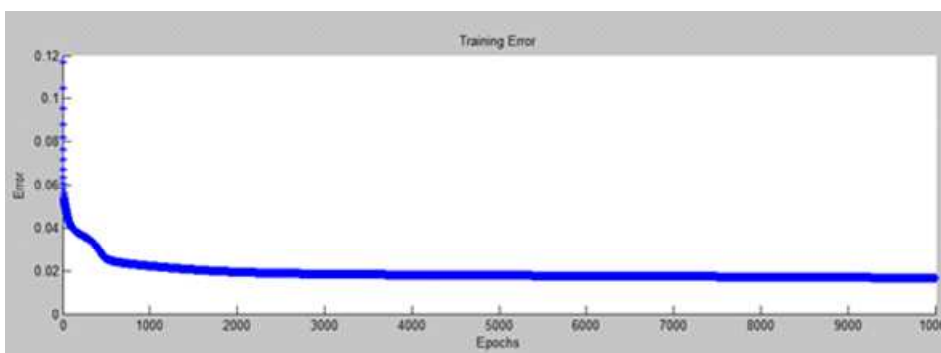
Добијене вредности на излазу из мреже y_i упоређују се са очекиваним подацима y_i^d за улазну вредност x_k :³¹⁷

$$\delta_i = f(q_i)(y_i^d - y_i) \quad (81)$$

Уколико постоји разлика између добијених и очекиваних података врше се модификације на везама између неурона у циљу смањења грешке тако што се подешавају функције припадности у адаптивним чворовима:³¹⁸

$$\Delta_j = f(S_j) \sum_{i=1}^n w_{ij} \delta_i \quad (82)$$

Просечна грешка на крају обучавања модела износи 0,0166, што је у системима за подршку одлучивању прихватљиво. На слици 24 приказан је ток процеса отклањања грешке кроз десет хиљада епоха обучавања почетног fuzzy логичког система.

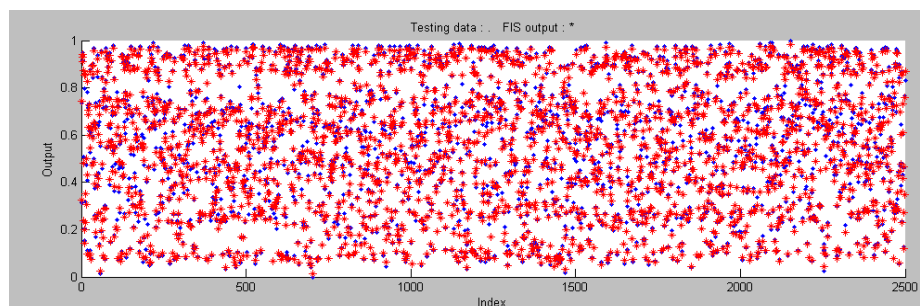


Слика 24: Приказ смањења грешке приликом обучавања почетног fuzzy логичког система за избор скелског места преласка

Графички приказ обучености адаптивне неуронске мреже дат је на слици 25. Плавим тачкама су приказане излазне вредности које су коришћене за обучавање адаптивне неуронске мреже, а црвеним крстићима излазне вредности које се добијају помоћу обучене адаптивне неуронске мреже. Са слике се уочава да се већи део добијених вредности поклапа. Мања одступања која се на слици уочавају део су просечне грешке на крају обучавања.

³¹⁷ Исто.

³¹⁸ Исто.



Слика 25: Графички приказ грешки адаптивне неуронске мреже за избор скелског места преласка у односу на податке којима је обучавана

Вредности функција припадности након обучавања приказане су у табели 21. Графички приказ функција припадности дат је у прилогу 8.

Табела 21: Параметри улазних функција припадности

Критеријум	Функција припадности 1	Функција припадности 2	Функција припадности 3	Функција припадности 4	Функција припадности 5
K ₁	[10,71; 9,27]	[9,75; 31,32]	[9,62; 53,94]	-	-
K ₂	[0,66; 0,42]	[0,65; 0,52]	[0,66; 0,62]	-	-
K ₃	[0,41; 0,20]	[0,32; 0,51]	[0,52; 0,36]	[0,47; 0,74]	[0,74; 1,08]
K ₄	[0,24; -0,57]	[0,44; -0,64]	[0,37; 0,75]	[0,35; 0,81]	-
K ₅	[0,64; 0,37]	[0,57; 0,30]	[0,54; 0,81]	-	-
K ₆	[0,53; 0,20]	[0,47; 0,61]	[0,69; 0,48]	[0,59; 0,50]	[0,63; 0,96]
K ₇	[0,64; 0,40]	[0,64; 0,60]	[0,65; 0,74]	-	-

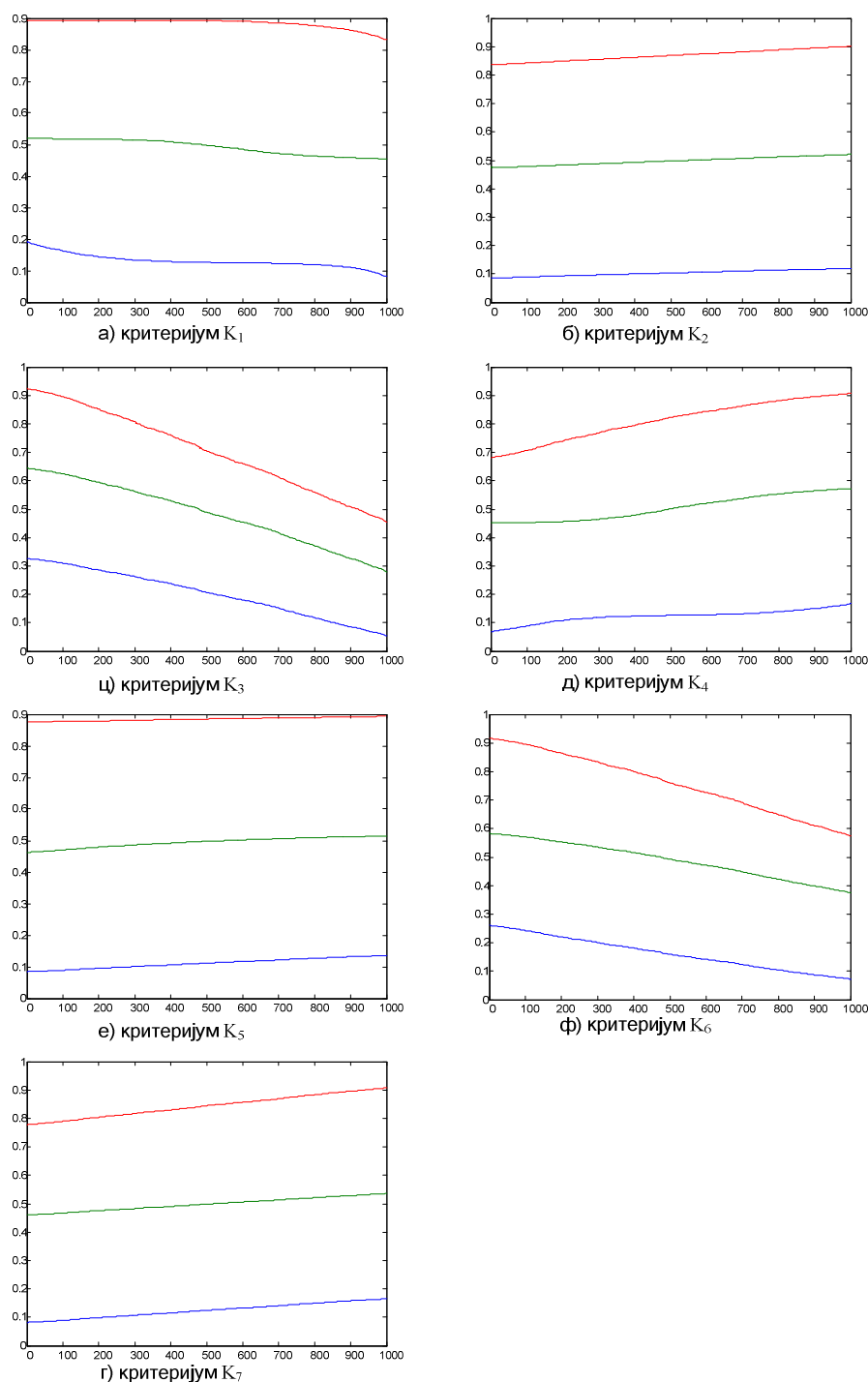
Вредности константи излаза дате су у табели 22.

Табела 22: Параметри константи излазне променљиве

Назив константе	Излазна променљива
Константа 1	-0,009
Константа 2	-0,532
Константа 3	0,286
Константа 4	0,259
Константа 5	0,981
Константа 6	0,857
Константа 7	-0,141
Константа 8	0,349
Константа 9	0,620
Константа 10	1,900

На крају је извршена анализа осетљивости израђеног модела. Као и у претходном (под)моделу (за избор ДМП) осетљивост је испитивана за 1000 улазних вредности равномерно распоређених у интералу од 9 до 54 за K₁, односно од 0 до 1 за остале критеријуме, од највећег до најмањег. Испитивање је спроведено на исти начин као и у претходном моделу, за сваки критеријум посебно и то за три случаја, када су остале вредности критеријума минималне (плава линија), средње (зелена линија) и максималне (црвена линија), слика 26. На ординати је дат излаз из адаптивне неуронске

мреже (преференција одлуке) док је на апциси приказан редни број комбинације којом је тестирање извршено.



Слика 26: Графички приказ осетљивост модела за избор скелског места преласка по критеријумима

Анализом приказаних резултата може се закључити да је израђени модел осетљив на мање промене улазних вредности. Промене излазних резултата сразмерне су дефинисаним тежинским коефицијентима критеријума односно утицај промена улаза на излазну вредност је већи код оних критеријума чији су тежински коефицијенти

већи и обрнуто. Собзиром да је извршена оцена осетљивости показала добре резултате може се рећи да је израда адаптивне неуронске мреже за избор СМП завршена. Израдом (под)модела за избор СМП доказан је први део друге разрађујуће хипотезе, да се применом метода АХП, ВИКОР и метода за подршку групног одлучивања може доћи до (под)модела – адаптивне неуронске мреже за избор СМП у нападној операцији Копнене Војске. Други део друге разрађујуће хипотезе (да ће израђени (под)модел бити у функцији ефективности планирања операције), доказиван је кроз процес тестирања модела.

3. ИЗБОР МОСНОГ МЕСТА ПРЕЛАСКА

Као и претходни, и модел за избор ММП израђен је на бази адаптивне неуронске мреже. Израда овог модела израђена је по идентичним фазама и корацима као и модел за избор СМП при савлађивању водених препрека, слика 21 (стр. 89). Место и улога (под)модела за избор ММП у процесу оперативног планирања, идентични су као и (под)модел за избор СМП.

3.1. Дефинисање критеријума за избор мосног места преласка

Као и у претходним случајевима, коришћењем методе анализе садржаја прикупљени су подаци на основу којих су дефинисани почетни критеријуми за избор мосног места преласка. Они су постали део понуђених одговора у анкети. Након спроведене анкете (прилог 4), извршена је обрада мишљења експерата, након чега је шест критеријума из анкете уврштено у модел. Два критеријума су преформулисана у један критеријум, а два су одбачена, док је, према препорукама експерата, накнадно уведен још један критеријум. Отклањање разлика у мишљењу, након обраде резултата анкете, биле су предмет интервјуа који је обављен у више циклуса. На крају, експертска група 2 се усагласила да је за избор ММП, неходно разматрати осам критеријума:

К₁ – Ширина водене препреке – ШВП;

К₂ – Брзина тока водене препреке - БТВП;

К₃ – Заштита сопствених снага - ЗССн;

К₄ – Припремни радови на властитој обали – ПР/во;

К₅ – Степен развијености мреже путева на властитој обали – СРМП/во;

К₆ – Могућности терена за преусмеравање или маскирање јединица - МТПиМ;

К₇ – Припремни радови на супротној обали – ПР/со;

К₈ – Степен развијености мреже путева на супротној обали – СРМП/со;

Ширина водене препреке дефинише се као одстојање од једне до друге обале мерено по површини воде.³¹⁹ Према ширини, водене препреке начелно се деле на узане (испод 60 m), средње широке (60-300 m) и широке (преко 300 m).³²⁰ Приликом успостављања ММП ширина водене препреке утиче:³²¹

- на врсту и број пловних средстава која се употребљавају – број и врста средстава која се употребљавају, у већини случајева су ограничени,
- на брзину склапања понтонског моста – већи број понтонских елемената повећава потребно време за склапање понтонског моста; на средње широким и широким воденим препрекама потребно је додатно време за низводно сидрење и анкерисање моста; начин увођења моста у осу на воденим препрекама ширим од 100 м захтева много више времена јер се мост не може увозити у осу у целини,
- на број лица која се ангажују за склапање понтонског моста и одржавање ММП – за одржавање понтонског моста потребан је одређен број лица који перманентно прате стање моста, стање водене препреке - водостај и пловне објекте, утицаје противника и по потреби растављају и састављају односно скраћују или продужују мост,
- на брзину прелажења преко моста – отворен простор водене препреке додатно повећава рањивост јединице која прелази са једне на другу обалу те је веома важно овај период што више смањити и
- на маскирање и заштиту средстава и активности на мосном месту преласка.

Већа ширина водене препреке утиче на рањивост средстава и људства. Рањивост се повећава када су водене препреке шире, односно смањује када су водене препреке уже.

Интервал поверења критеријума ШВП креће се у бројчаном интервалу [17,5, 350]. Вредност 350 означава највећу ширину водене препреке у метрима на којој се постављају мостови носивости 20 тона,³²² и обрнуто.³²³ Мостови носивости 60 тона се постављају на воденим препрекама ширине до 200 метара,³²⁴ због тога је приликом

³¹⁹ Пифат, В.: *Прелаз преко река*, стр. 15.

³²⁰ Исто.

³²¹ Памучар, Д. и др.: *Fuzzy logic in decision making process in the Armed forces of Serbia*, стр. 39-40

³²² *Правило речна флотила-привремено*, стр. 79.

³²³ Доња граница на којој се не постављају понтонски мостови није дефинисана, па је усвојено 17,5 метара. Ова граница је усвојена као максимална дужина препреке коју може да савлада тенк носач моста. На мањим препрекама тежи ће се ангажовању тенка носача моста односно тешког механизованог моста (ако услови то дозвољавају – дубина, састав дна, обале и сл.), јер се ради о средствима са којима је лакше и брже савладати водене препреке у односу на понтонска средства.

³²⁴ *Правило речна флотила-привремено*, стр. 79.

уноса података у модел, потребно извршити њихову нормализацију. Нормализација података врши се према изразу:

$$\check{SVP}_i = 350 \frac{x_i}{200} \quad (83)$$

где је:

\check{SVP}_i – Нормализована вредност ширине препреке на i -тој алтернативи, $i=1\dots n$,

x_i – стварна ширина водене препреке на i -тој алтернативи.

Брзина тока водене препреке је карактеристика која се појављује код текућих вода и подразумева брзину кретања воде у јединици времена.³²⁵ Према брзини тока водене препреке се деле на споре (испод 0,5 m/s), средње брзине (0,5-1 m/s), брзе (1-2 m/s) и врло брзе (преко 2 m/s).³²⁶ На воденим препрекама где је брзина већа од 3,5 m/s савлађивање се врши само лансирним средствима и висећим мостовима.³²⁷ Мостови од КПМ М-71 се постављају на воденим пртепрекама брзине до 2,5 m/s.³²⁸ У изузетним ситуација могуће је успостављање ММП и на воденим токовима брзине до 3,5 m/s, али се при том носивост моста значајно смањује.³²⁹ Поред смањења носивости неопходно је задовољити и додатне услове везане за дубину препреке, за посебан режим сидрења-анкерисања и за посебан режим саобраћаја на мосту. Овај критеријум у великој мери диктира организовање и начин савлађивања водених препрека кроз утицаје на:³³⁰

- брзину успостављања ММП – увођење моста у осу³³¹, узводно и низводно сидрење и анкерисање понтонског моста дефинише се зависно од овог критеријума;
- потребу чешће контроле стања моста – на бржим рекама понтонски мост је изложенији померању из своје осе, брже водене препреке носе више непожељних пловних објеката који се заустављају код моста и
- на брзину растављања и састављања моста у случају дејстава противника или других разлога када постоји потреба да се мост расклапа.

Интервал поверења критеријума креће се у бројчаном интервалу [0, 3,5]. Вредност 3,5 означава највећу брзину тока водене препреке у m/s, и обрнуто.

³²⁵ Пифат, В.: *Прелаз преко река*, стр. 16.

³²⁶ Исто.

³²⁷ Исто.

³²⁸ *Понтонско-мостовски парк ПМП – књига I (опис, руковање и одржавање)*; Башкот, М. *Прорачун понтонских мостова од КПМ – М71*, лекција, ИШЦ „НХ Богдан Орешчанин“, Карловац, 1990, стр. 3-4; *Правило речна флотила - привремено*, стр. 78.

³²⁹ Башкот, М.: *Прорачун понтонских мостова од КПМ – М71*, стр. 3-4.

³³⁰ Памучар, Д. и др.: *Fuzzy logic in decision making process in the Armed forces of Serbia*, стр. 40.

³³¹ Поред ширине, на увођење моста у осу утиче и брзина водене препреке.

Критеријум *заштита сопствених снага* се односи на могућности за маскирање и утврђивање сопствених снага и средстава од непријатељевог извиђања и дејстава. Критеријум се односи на могућности које пружа терен у комбинацији са формацијским средствима за маскирање и утврђивање сопствених јединица и средстава, односно њихових покрета и дејстава. Приликом оцене овог критеријума првенствено се разматрају могућности за маскирање радова на уређењу и успостављању мосног места преласка, противрадарско маскирање моста и процене могућности ширег рејона ММП за маскирање и утврђивање резерве понтонског материјала и празних возила. Наиме, израда понтонских мостова захтева употребу великог броја средстава-технике. Након истовара пловних чланака и реморкера неопходно је склонити празне аутомобиле на локацију што ближе мосном месту преласка. Такође, у резерви ММП налази се велики број средстава (20% – 50%), који треба да има одређени степен заштите, а да буду лоцирана што ближе мосном месту преласка.

Интервал поверења критеријума креће се у бројчаном интервалу [0, 1], где вредност 0 означава минималне услове за заштиту, док вредност 1 пружа максималне могућности за заштиту сопствених снага и средстава. Критеријум је лингвистичког карактера, што ствара одређене могућности за појаву субјективности. Смањење субјективности могуће је кроз поређење алтернатива у односу на проценат пошумљености, број природних заклона и слично, као и применом fuzzy лингвистичких дескриптора.

Остали критеријуми (од K_4 до K_8) су идентични као и у моделу за избор СМП, па се неће детаљније образлагати. Једина разлика у односу на модел за избор СМП је у њиховим тежинским коефицијентима.

Вредности улазних критеријума представљене су бројевима или лингвистичким изразима. Адаптивна неуронска мрежа се састоји од осам улазних и једне излазне променљиве. Карактеристике улазних променљивих приказане су у табели 23.

Табела 23: Критеријуми за избор мосног места преласка

Ознака критеријума	Критеријум	Мин („cost“)	Мах („benefit“)	Нумерички	Лингвистички
K_1	ШВП	X		X	
K_2	БрВП	X		X	
K_3	ЗССн		X		X
K_4	ПР/во	X			X
K_5	СРМП/во		X		X
K_6	МТПиМ		X		X
K_7	ПР/со	X			X
K_8	СРМП/со		X		X

Скуп критеријума K_j ($j=1,\dots,8$) чине два подскупа:

K^+ – подскуп критеријума бенефитног типа (енгл. *benefit*) што значи да је већа вредност критеријума пожељнија тј. боља (критеријуми, K_3 , K_5 , K_6 и K_8) и

K^- – подскуп критеријума трошковног типа (енгл. *cost*), што значи да је мања вредност пожељнија тј. боља (критеријум K_1 , K_2 , K_4 и K_7).

Критеријуми K_1 и K_2 приказани су као нумеричке вредности, а остали критеријуми као лингвистички дескриптори. Лингвистички критеријуми могу имати нумеричку позадину, која се развија у конкретној ситуацији, зависно од расположивог времена, приступа подацима и слично. За дефинисање лингвистичких критеријума користе се fuzzy лингвистички дескриптори који су већ објашњени приликом израде модела за избор ДМП (слика 11, стр. 63 и пратећи изрази 33 – 43, стр. 64). Лингвистички критеријуми описују се следећим изразима: D_1 – занемарљив (З), D_2 – веома мали (ВМ), D_3 – средње мали (СМ), D_4 – мали (М), D_5 – средњи (С), D_6 – средње велики (СВ), D_7 – велики (В), D_8 – веома велики (ВВ), D_9 – перфектни (П). За критеријуме K_3 и K_6 уместо израза „перфектни (П)“ користи се „изузетно велики (ИВ)“.

3.2. Прорачун тежинских коефицијената критеријума за избор мосног места преласка

У овој фази истраживања утврђени су тежински коефицијенти критеријума, на основу којих се дефинишу кључна правила и добијају подаци за обучавање адапативне неуронске мреже. Тежински коефицијенти критеријума добијени су коришћењем фазификоване АХП методе и корака приказаних приликом израде модела за избор десантног места преласка (fuzzy АХП са променљивим интервалом поверења за свако поређење у паровима). Прикупљање мишљења експерата о тежинским коефицијентима критеријума спроведено је применом анкете (прилог 5).

Приликом утврђивања тежинских коефицијената критеријума обезбеђена је неопходна сагласност експертских оцена експерата друге групе. Вредности сагласности експертског мишљења приказане су у табели 24. Сходно приказаним подацима у табели 24, сва мишљења експерата показала су значајну конзистентност, односно мало одступање од коресподентних идеалних тачака.

Табела 24: Приказ сагласности експертских оцена при дефинисању тежинских коефицијената критеријума при изради модела за избор мосног места преласка (2. група експерата)

Експерт	$(r_k^n)_I$ (CR-ED)	$(r_k^n)_{II}$ (CR-S)	$(r_k^n)_{III}$ (ED-S)	$(r_k^n)_{IV}$ (CR-ED-S)
1.	0,075	0,042	0,065	0,076
2.	0,122	0,121	0,101	0,141
3.	0,114	0,133	0,136	0,156
4.	0,117	0,098	0,092	0,126
5.	0,128	0,085	0,101	0,130
6.	0,121	0,105	0,118	0,141
7.	0,146	0,108	0,129	0,158
8.	0,133	0,131	0,119	0,157
9.	0,126	0,117	0,112	0,145
10.	0,088	0,084	0,088	0,106
11.	0,088	0,071	0,062	0,091
12.	0,109	0,123	0,103	0,137
13.	0,056	0,062	0,062	0,074

Коначни тежински коефицијенти добијени на основу мишљења експерата 2. групе приказани су у табели 25.

Табела 25: Коначни тежински коефицијенти критеријума за избор мосног места преласка

Критеријум	Тежински коефицијент	Ранг критеријума
K ₁	0,275	1
K ₂	0,189	2
K ₃	0,066	7
K ₄	0,170	3
K ₅	0,113	4
K ₆	0,047	8
K ₇	0,070	5
K ₈	0,070	5

Добијене вредности тежинских коефицијената критеријума обезбеђују њихово рангирање. Такође, указују на различит значај критеријума у процесу доношења одлука и потврђују потребу за израдом модела за подршку одлучивању о избору мосног места преласка.

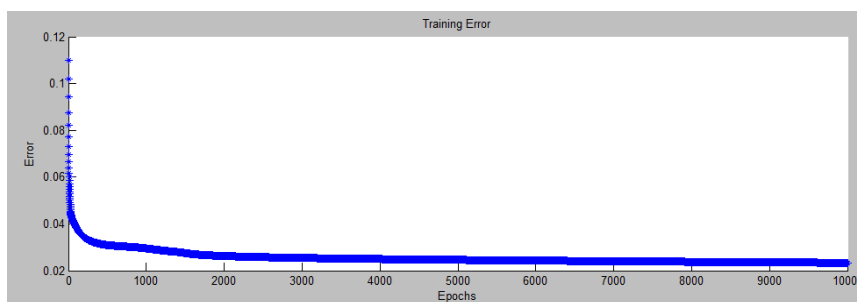
3.3. Моделовање адаптивне неуронске мреже за избор мосног места преласка

Објашњење поступка израде адаптивне неуронске мреже приказано је у претходној целини. По истом принципу израђен је и овај модел. У првом кораку ове фазе дефинисани су изглед и број функција припадности за сваку улазно-излазну променљиву. Улазне променљиве описане су гаусовим кривим и то: улазна

променљива K_1 са пет функција припадности, улазна променљива K_2 , K_4 и K_5 са четири, а остале са три функције припадности. Излазна променљива (преференција одлуке) дефинисана је са 10 константи. У овој фази функције припадности нису посебно подешаване већ су усвојени параметри функција које даје програмски пакет MATLAB.

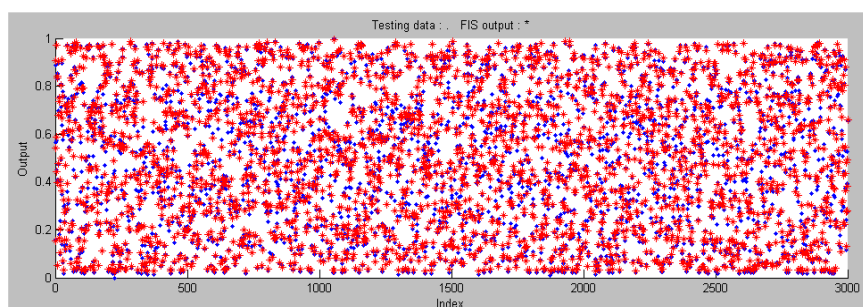
У следећем кораку дефинисано је десет кључних правила применом методе агрегације тежине премиса правила. Након дефинисања почетног fuzzy логичког система, извршено је његово обучавање. Подаци за обучавање добијени су применом метода ВКО по поступку објашњеном у претходној целини. Обучавање адаптивне неуронске мреже вршено је са 3000 података. Адаптивна неуронска мрежа је обучена помоћу алгоритма са повратном спрегом.

Просечна грешка на крају обучавања овог модела износи 0,0233, што је у системима за подршку одлучивању прихватљиво. На слици 27 приказан је ток процеса отклањања грешке кроз десет хиљада епоха обучавања почетног fuzzy логичког система.



Слика 27: Приказ смањења грешке приликом обучавања почетног fuzzy логичког система за избор мосног места преласка

Графички приказ обучености адаптивне неуронске мреже дат је на слици 28.



Слика 28: Графички приказ грешки адаптивне неуронске мреже за избор мосног места преласка у односу на податке којима је обучавана

Са слике се уочава да се већи део добијених вредности подударара, док су мања одступања део просечне грешке на крају обучавања.

Вредности функција припадности након обучавања приказане су у табели 26. Графички приказ функција припадности дат је у прилогу 9.

Табела 26: Параметри улазних функција припадности модела за избор мосног места преласка

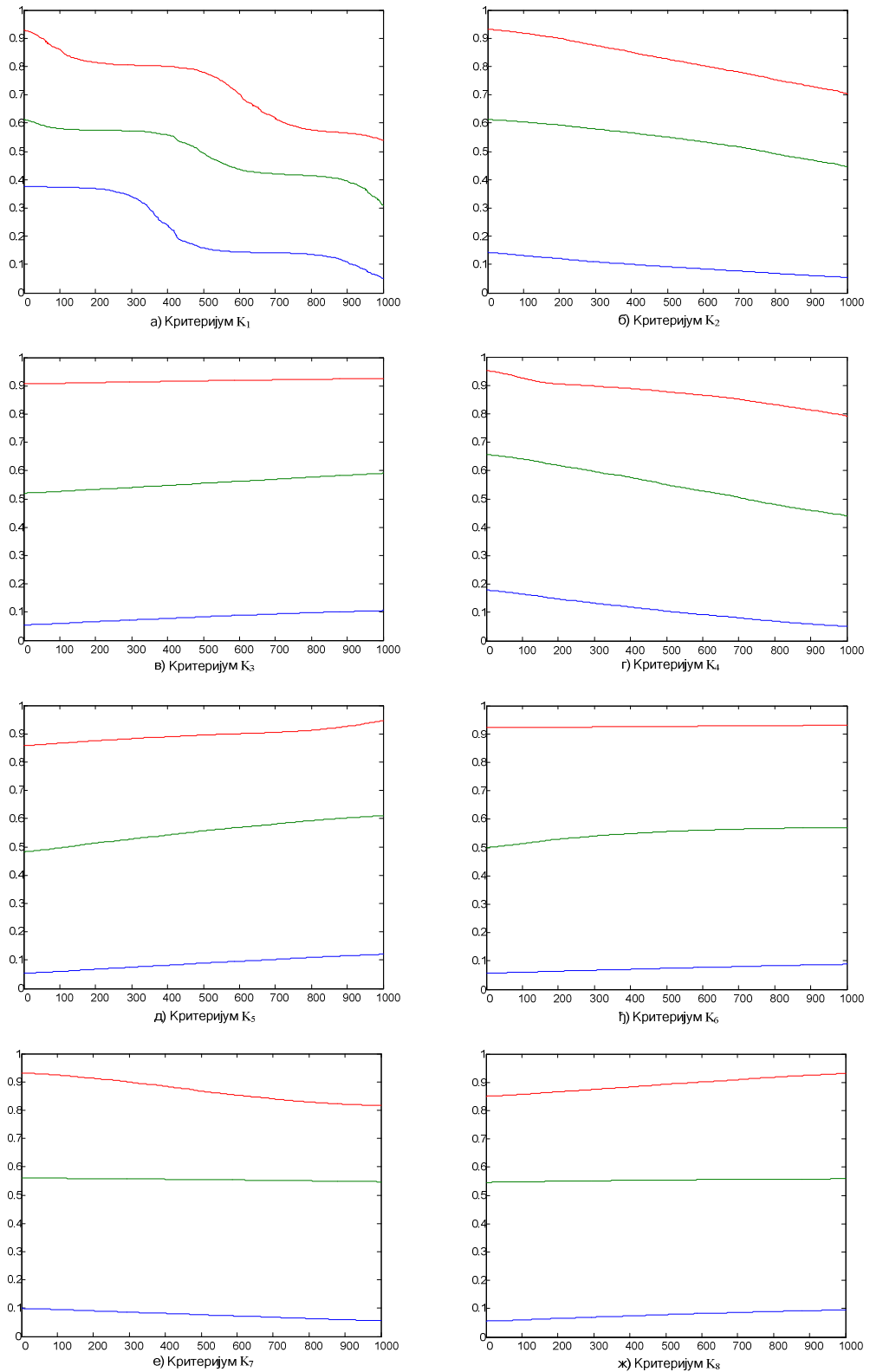
Критеријум	Функција припадности 1	Функција припадности 2	Функција припадности 3	Функција припадности 4	Функција припадности 5
K ₁	[35,34; 17,56]	[34,93; 100,8]	[37,2; 185]	[37,6; 267]	[35,64; 349,7]
K ₂	[1,03; -0,03]	[1,48; 1,24]	[1,75; 2,16]	[1,71; 2,56]	-
K ₃	[1,04; -1,09]	[0,83; 0,64]	[0,85; 1,07]	-	-
K ₄	[0,08; -0,04]	[0,71; -0,18]	[1,13; 0,42]	[1,02; 1,19]	-
K ₅	[1,05; -0,68]	[0,86; 0,24]	[0,72; 0,68]	[0,16; 1,26]	-
K ₆	[0,89; -0,47]	[0,82; 0,35]	[0,63; 1,78]	-	-
K ₇	[0,86; -2,88]	[0,92; 0,33]	[1,01; 0,80]	-	-
K ₈	[0,76; -0,14]	[0,69; 0,20]	[0,62; 0,94]	-	-

Вредности константи излаза дате су у табели 27.

Табела 27: Параметри константи излазне променљиве модела за избор мосног места преласка

Назив константе	Излазна променљива
Константа 1	0,012
Константа 2	-0,892
Константа 3	0,777
Константа 4	0,660
Константа 5	0,278
Константа 6	0,414
Константа 7	1,406
Константа 8	0,811
Константа 9	1,000
Константа 10	1,010

На крају је извршена анализа осетљивости израђеног модела. Као и у претходним моделима осетљивост је испитивана за 1000 улазних вредности равномерно распоређених у интералу од 17,5 до 350 за K₁, 0 до 3,5 за K₂, односно од 0 до 1 за остале критеријуме, од најмање до највеће вредности. Испитивање је спроведено на исти начин као и у претходним моделима, за сваки критеријум посебно и то за три случаја, када су остале вредности критеријума минималне (плава линија), средње (зелена линија) и максималне (црвена линија), слика 29. На ординати је дат излаз из адаптивне неуронске мреже (преференција одлуке) док је на апциси приказан редни број комбинације којом је тестирање извршено.



Слика 29: Графички приказ осетљивост модела за избор мосног места преласка по критеријумима

Анализом приказаних резултата може се закључити да је израђени модел довољно осетљив на мање промене улазних вредности. Промене излазних резултата

сразмерне су дефинисаним тежинским коефицијентима критеријума односно утицај промена улаза на излазну вредност је већи код оних критеријума чији су тежински коефицијенти већи и обрнуто. Због тога се може сматрати да је (под)модел за избор ММП, израђен и за сада довољно подешен. Израдом (под)модела за избор ММП доказан је први део треће разрађујуће хипотезе, да се применом метода АХП, ВИКОР и метода за подршку групног одлучивања може доћи до (под)модела – адаптивне неуронске мреже за избор СМП у нападној операцији Копнене Војске. Други део треће разрађујуће хипотезе (да ће израђени (под)модел бити у функцији ефективности планирања операције), доказиван је кроз процес тестирања модела.

4. ИЗБОР ОДСЕКА ПРЕЛАСКА

Избор одсека преласка водене препреке ослања се на претходне моделе и примену метода вишекритеријумског одлучивања. Овај модел израђен је кроз три фазе. У првој фази дефинисани су критеријуми који утичу на избор одсека преласка водене препреке. Кроз другу фазу одређени су тежински коефицијенти критеријума, док је у трећој фази извршен избор методе ВКО, која ће се примењивати приликом рангирања алтернатива за избор локације одсека преласка.

Избором одсека преласка обједињавају се сви подмодели у једну целину. Излазни подаци из тог модела везани су за процес оперативног планирања нападне операције. Развој варијанти употребе у нападној операцији КоВ, када се у зони операције налази водена препрека коју је потребно савладати, не може се адекватно спровести без разматрања опција везаних за различите одсеке преласка водене препреке. Долазак до најбољих варијанти употребе захтева разматрање више опција, а модел који је истраживањем понуђен препоручује оне најбоље. Наравно, избор одсека преласка је само једна из низа одлука, са којима се чланови штаба-команде сусрећу приликом развоја варијанти употребе, па би на крајњи избор, утицај могли имати и различити спољни фактори специфични само за разматрану операцију. Избор одсека преласка провлачи се и кроз наредне фазе оперативног планирања, анализу, поређење и избор варијанте употребе. На крају, дефинисање одсека преласка водене препреке саставни је сегмент оперативног наређења команданта (прилог 3).

4.1. Дефинисање критеријума за избор одсека преласка

Почетни критеријуми за избор одсека преласка дефинисани су прикупљањем података методом анализе садржаја, након чега су постали део понуђених одговора у

анкети. Имајући у виду правилско одређење о дефинисању броја места преласка у склопу одсека преласка (два до три ДМП и једно СМП или ММП³³²), предмет обраде анкете био је и да ли изградити два одвојена или само један модел. Када је реч о одвојеним моделима они су требали да покрију два случаја: 1) када се у оквиру одсека преласка дефинишу ДМП и СМП и 2) када се у оквиру одсека преласка дефинишу ДМП и мосно место преласка. Ако би се радио један модел, он би покривао оба случаја. Експерти су се изјаснили да је најпогодније изградити један модел, који у себи покрива ДМП, СМП и мосно место преласка. Образложење те тврдње лежи првенствено у уопштавању модела и могућности примене када дође до промена правилских одредби. У прилог томе Пифат,³³³ дефинише да се на одсеку преласка организује више места преласка, не наводећи којих, а посебно истичући да се ММП начелно успоставља ноћу, док се дању мост расклапа и делови користе за СМП или се маскирају уз обалу до поновног успостављања мосног места преласка.

Након спроведене анкете (прилог 4) и обраде мишљења експерата, дефинисана су четири критеријума (три предложена критеријума су прихваћена и уведен је један нови, који се није налазио у почетној анкети). Експертска група 3 се усагласила да је за избор одсека преласка неопходно разматрати следеће критеријуме::

K_1 – Преференција одлуке за избор ДМП – $P_{ДМП}$;

K_2 – Преференција одлуке за избор СМП – $P_{СМП}$;

K_3 – Преференција одлуке за избор ММП – $P_{ММП}$;

K_4 – Одступање од праваца напада – $ОдПН$;

Прва три критеријума представљају излазе из претходно дефинисаних (под)модела: (под)модела за избор ДМП, (под)модела за избор СМП и (под)модела за избор мосног места преласка. Приликом избора одсека преласка дефинишу се два до три десантна места преласка. Коначна преференција одлуке за критеријум K_1 добија се осредњавањем преко геометријских тежина,³³⁴ израз 53, стр. 77. Интервал поверења сва три критеријума креће се у бројчаном интервалу $[0, 1]$, где вредност нула означава најмање погодну локацију, и обрнуто.

Критеријум *одступање од праваца напада* подразумева процену везану за степен одступања локације одсека преласка у односу на правце напада (главне и помоћне). Најповољнија ситуација је да се одсек преласка, односно места преласка налазе на правцима напада јединица. Међутим, одређене карактеристике водене

³³² *Правило бригада Копнене војске – привремено*, стр. 116.

³³³ Пифат, В.: *Прелаз преко река*, стр. 225, 232.

³³⁴ *Geometric Mean Method – GMM*.

препреке, техника која се употребљава при савлађивању водених препрека, рељеф, распоред непријатеља и сл. утицаће да се места преласка (самим тим и одсек) одреде лево или десно од праваца напада. То утиче на груписање и концентрацију снага на мањим локацијама, што представља уноснији циљ за непријатеља. Ако постоје значајна одступања од праваца напада, јединице морају да се померају, лево или десно, док не савладају водену препреку, па да се након савлађивања препреке поново врате на свој правац напада. То изискује додатно време и детаљније организовање савлађивања водених препрека. Критеријум ОдПН је лингвистичког карактера. За квантификацију лингвистичких израза искоришћена је фазификована Ликертова скала, приказана у табели 28.

Табела 28: Фазификована Ликертова скала³³⁵

Лингвистички термин	Троугласти fuzzy број
Веома мала одступања (ВМ)	(1, 1, 1)
Мала одступања (М)	(1,5, 2, 3,5)
Средња одступања (С)	(2,5, 3, 3,5)
Велика одступања (В)	(3,5, 4, 4,5)
Веома велика одступања (ВВ)	(4,5, 5, 5)

Класична Ликертова скала нуди вредности од потпуно негативних, преко неутралних, до крајње позитивних. За разлику од класичне, фазификована скала пружа мало „мекши“ приступ, посебно када је реч о средњим вредностима. Тај приступ допушта и одређене несигурности приликом процене, што је посебно значајно и за предмет истраживања, јер је скоро извесно да се приликом реализације борбених операција неће располагати са свим релевантним подацима.

4.2. Прорачун тежинских коефицијената критеријума за избор одсека преласка

Тежински коефицијенти критеријума утврђени су коришћењем фазификоване АХП методе и корака приказаних приликом израде модела за избор десантног места преласка (fuzzy АХП са променљивим интервалом поверења за свако поређење у паровима). Прикупљање мишљења експерата о тежинским коефицијентима критеријума спроведено је применом анкете (прилог 5). Приликом утврђивања тежинских коефицијената критеријума обезбеђена је неопходна сагласност експертских

³³⁵ Camparo, J.: A geometrical approach to the ordinal data of Likert scaling and attitude measurements: The density matrix in psychology, *Journal of Mathematical Psychology*, 57, 2013, стр. 29–42.

оцена експерата треће групе. Вредности сагласности експертског мишљења приказане су у табели 29.

Табела 29: Приказ сагласности експертских оцена при дефинисању тежинских коефицијената критеријума при изради модела за избор одсека преласка (3. група експерата)

Експерт	$(r_k^n)_I$ (CR-ED)	$(r_k^n)_{II}$ (CR-S)	$(r_k^n)_{III}$ (ED-S)	$(r_k^n)_{IV}$ (CR-ED-S)
1.	0,070	0,114	0,109	0,122
2.	0,095	0,104	0,135	0,138
3.	0,098	0,081	0,055	0,098
4.	0,042	0,020	0,037	0,042
5.	0,028	0,100	0,103	0,104
6.	0,082	0,058	0,059	0,082
7.	0,105	0,131	0,118	0,145
8.	0,120	0,107	0,054	0,120
9.	0,091	0,702	0,703	0,706
10.	0,104	0,086	0,059	0,104
11.	0,119	0,142	0,118	0,156
12.	0,117	0,126	0,134	0,154
13.	0,134	0,102	0,087	0,134
14.	0,107	0,111	0,138	0,146
15.	0,138	0,084	0,109	0,138

Коначни тежински коефицијенти добијени су без мишљења деветог експерата, због значајног одступања његовог мишљења од мишљења групе односно од коресподентних идеалних тачака. Коначни тежински коефицијенти добијени на основу мишљења експерата 3. групе приказани су у табели 30.

Табела 30: Коначни тежински коефицијенти критеријума за избор одсека преласка

Критеријум	Тежински коефицијент	Ранг критеријума
K ₁	0,425	1
K ₂	0,276	2
K ₃	0,210	3
K ₄	0,089	4

Као што је већ раније речено постоји могућност да критеријуми K₃ и K₄ по свим алтернативама имају вредност нула, односно да не утичу на коначни избор. У таквим ситуацијама биће извршена равномерна прерасподела тежинског коефицијента оног критеријума који не утиче на избор. Прерасподела тежинског коефицијента се врши према изразу:³³⁶

$$\Delta w_i = \frac{w_{Ki}}{3} \quad (84)$$

³³⁶ Гиговић, Љ., Памучар, Д., Бајић, З., Милићевић, М.: The Combination of Expert Judgment and GIS-MAIRCA Analysis for the Selection of Sites for Ammunition Depots, *Sustainability*, 372(8), 2016, стр. 22.

где је:

$\Delta w_i, i = 2, 3$ део тежинског коефицијента који се сабира са критеријумима који утичу на избор,

$w_{Ki}, i = 2, 3$ тежински коефицијент критеријума који не утиче на избор.

Применом наведеног израза добијају се нови тежински коефицијенти, табела 31.

Табела 31: Коначни тежински коефицијенти критеријума за избор одсека преласка у ситуацијама када нема утицаја критеријума K_2 или K_3

Критеријум	Тежински коефицијенти када K_2 нема утицаја	Тежински коефицијенти када K_3 нема утицаја
K_1	0,517	0,495
K_2	-	0,346
K_3	0,302	-
K_4	0,181	0,159

Тежински коефицијенти приказани у табели 31, користиће се у различитим случајевима. Први, када критеријум K_2 нема утицаја, односно када се у оквиру одсека преласка одређују само десантна и мосно место преласка. Други случај је када се у оквиру одсека преласка одређују само десантна и скелско место преласка, тј. када критеријум K_3 нема никаквог утицаја.

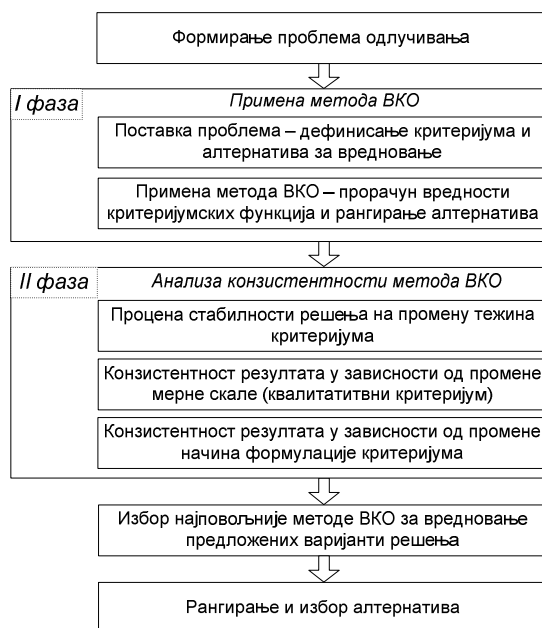
4.3. Избор методе за модел избора одсека преласка водене препреке

Кроз четврту разрађујућу хипотезу дефинисана је примена методе TOPSIS за избор одсека преласка водене препреке. Како би се установила стабилност примене методе TOPSIS у решавању проблема избора одсека преласка примењен је модел за оцену конзистентности метода вишекритеријумског одлучивања.³³⁷ За примену наведеног модела, поред методе TOPSIS, разматране су методе SAW, COPRAS, MOORA, ВИКОР и МАВАС³³⁸.

Модел за оцену конзистентности резултата метода ВКО и избор оптималне методе за анализирани проблем састоји се из две фазе (слика 30).

³³⁷ Модел за оцену конзистентности метода ВКО детаљно је описан и разрађен у Памучар, Д. и др.: Multi-criteria decision making: An example of sensitivity analysis.

³³⁸ Више о методи МАВАС може се погледати у: Памучар, Д., Ћировић, Г.: The selection of transport and handling resources in logistics centers using Multi-Attributive Border Approximation area Comparison (MABAC), *Expert Systems with Applications*, 42(6), 2015, стр. 3016-3028.



Слика 30: Модел за оцену конзистентности резултата метода вишекритеријумског одлучивања³³⁹

Прва фаза представља поставку проблема одлучивања и примену математичких модела ВКО на посматрани проблем. Резултат ове фазе је ранг алтернатива по планираним методама.

У другој фази испитује се анализа осетљивости резултата метода ВКО на промену тежина критеријума и конзистентност решења метода на промене мерне скале и начина формулације критеријума. Резултат анализе осетљивости је избор најповољније методе ВКО за решавање посматраног проблема и избор оптималне алтернативе.³⁴⁰

Примена модела је приказана на апстрактном примеру од 10 алтернатива (улазни подаци за пример су дати у прилогу 10). Излазни резултати прве фазе приказани су у табели 32.

Табела 32: Резултати примене метода ВКО – почетни ранг алтернатива

Алтерн.	Назив методе											
	SAW		TOPSIS		COPRAS		MOORA		ВИКОР		MABAC	
A ₁	0,591	6	0,416	8	82,125	6	0,493	7	0,497	6	-0,024	7
A ₂	0,579	8	0,459	5	77,993	8	0,524	6	0,374	4	0,023	6
A ₃	0,610	5	0,508	4	82,637	4	0,555	3	0,470	5	0,055	5
A ₄	0,673	2	0,577	2	90,551	2	0,613	2	0,348	3	0,160	2
A ₅	0,740	1	0,737	1	100,000	1	0,678	1	0,000	1	0,320	1
A ₆	0,466	10	0,269	10	62,571	10	0,410	10	0,716	8	-0,208	10
A ₇	0,611	4	0,453	6	82,530	5	0,551	5	0,751	9	0,055	4
A ₈	0,617	3	0,531	3	83,686	3	0,555	4	0,282	2	0,080	3
A ₉	0,589	7	0,451	7	81,665	7	0,491	8	0,569	7	-0,026	8
A ₁₀	0,527	9	0,365	9	71,264	9	0,470	9	0,830	10	-0,119	9

³³⁹ Памучар, Д. и др.: Multi-criteria decision making: An example of sensitivity analysis.

³⁴⁰ Исто.

Из података датих у табели 32, уочава се да је алтернатива A_5 прва, а алтернатива A_6 последња, без обзира која се метода користи. Ранг осталих алтернатива се разликује у мањој или већој мери од једне до друге методе. Како би се установила корелација рангова извршен је прорачун Спирмановог коефицијента у међусобном односу наведених метода. Вредности Спирмановог коефицијента приказане су табели 33.

Табела 33: Резултати Спирманов коефицијента приликом рангирања одсека преласка

Назив методе	SAW	TOPSIS	COPRAS	MOORA	ВИКОР	МАВАС
SAW	1,000	0,891	0,988	0,927	0,709	0,964
TOPSIS	0,891	1,000	0,915	0,964	0,867	0,952
COPRAS	0,988	0,915	1,000	0,952	0,758	0,952
MOORA	0,927	0,964	0,952	1,000	0,782	0,964
ВИКОР	0,709	0,867	0,758	0,782	1,000	0,770
МАВАС	0,964	0,952	0,952	0,964	0,770	1,000

Уочава се да је корелација рангова, добијених применом различитих метода, веома висока преко 0,7, а у већем броју случајева око 0,9 и више, па ће у даљем делу све методе бити разматране. О избору најбољих алтернатива треба да одлучују искључиво њихове карактеристике, чак и мање разлике у ранговима указују да он зависи и од методе која се користи. То даље утиче на потребу да се фаза избора методе ВКО лиши произвољности, односно, да се поступак избора методе одлучивања објективизира.

Кроз другу фазу овог модела испитана је: 1) процена стабилности решења у случају промене тежина критеријума; 2) анализа конзистентности резултата у зависности од промене мерне скале којом се описују квалитативни критеријуми и 3) анализа конзистентности резултата с обзиром на формулацију критеријума у случају када се исти критеријум може приказати на два нормативно еквивалентна начина – бенефитни (приходни) и трошковни (расходни).

Циљ анализе осетљивости метода ВКО на промене тежина критеријума је да се утврди на који начин промене тежина критеријума доводе до промена у ранговима алтернатива. Таква анализа може да послужи за потврђивање рангова који су добијени применом математичког модела.

Анализа осетљивости метода ВКО на промене тежина критеријума извршена је преко пет сценарија, који су приказани у табели 34.

Табела 34: Сценарији са различитим тежинама критеријума

Сценарија	Тежине критеријума			
	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄
С-0: Тежине добијене истраживањем	0,425	0,276	0,21	0,089
С-1: Уједначене тежине критеријума	0,25	0,25	0,25	0,25
С-2: Приоритет критеријума K ₁	0,55	0,15	0,15	0,15
С-3: Приоритет критеријума K ₂	0,15	0,55	0,15	0,15
С-4: Приоритет критеријума K ₃	0,15	0,15	0,55	0,15
С-5: Приоритет критеријума K ₄	0,15	0,15	0,15	0,55

Ранг алтернатива по сценаријима приказан је у прилогу 11. Добијени резултати показују да промене тежина критеријума утичу на промене ранга алтернатива. Овим је потврђена осетљивост метода на промену тежинских коефицијената критеријума.

Поређењем рангова алтернатива уочава се да поједине методе задржавају рангове без обзира на уведене промене тежинских коефицијената критеријума. Алтернатива 5 задржава први ранг у три сценарија код метода MOORA, ВИКОР и МАВАС, док је код два сценарија доста високо рангирана (од другог до четвртог места).

Применом SAW и методе COPRAS, прворангирана алтернатива се мења од једног до другог сценарија, док метода TOPSIS преферира четврту алтернативу (која је прворангирана у три сценарија). Такви резултати указују да код одређених метода (MOORA, ВИКОР и МАВАС) мање грешке у дефинисању тежинских коефицијената критеријума немају значајнији утицај на рангирање алтернатива.

Други услов је независност од мерне скале. Под тим се подразумева да резултати које се добију применом метода ВКО не зависе од јединице мере у којој се изражава вредност било којег критеријума, под условом да су различите мерне јединице посматраног критеријума међу собом повезане линеарном или позитивном афином трансформацијом.³⁴¹ Другим речима, независно од тога да ли се квалитативни критеријуми мере на скали 1, 2, 3, 4, 5 или на њеној позитивној афиној трансформацији $y = 2x - 1$ односно, скали на 1, 3, 5, 7, 9 коначна ранг листа алтернатива се не сме мењати.³⁴²

За потребе ове анализе, модификована је почетна Ликертова скала (скала 1) чиме је добијена скала 2, која је са скалом 1 повезана позитивном афином трансформацијом ($y = 2x - 1$). Скала 1 (Ск1) и скала 2 (Ск2) представљене су у табели 35.

³⁴¹ Bach, E., Bridy, A.: On the number of distinct functional graphs of affine-linear transformations over finite fields, *Linear Algebra and its Applications*, 439, 2013, стр. 1312–1320.

³⁴² Памучар, Д. и др.: Multi-criteria decision making: An example of sensitivity analysis.

Табела 35: Приказ скале 1 и скале 2³⁴³

Лингвистички термин	Скала 1	Скала 2
Веома мала одступања (BM)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
Мала одступања (M)	(1,5, 2, 3,5)	(2, 3, 4)
Средња одступања (C)	(2,5, 3, 3,5)	(4, 5, 6)
Велика одступања (B)	(3,5, 4, 4,5)	(6, 7, 8)
Веома велика одступања (BB)	(4,5, 5, 5,5)	(8, 9, 10)

Након примене скале 2 промене у рангу алтернатива уочене су у методама COPRAS и MOORA, табела 36. Код методе MOORA промене рангова су присутне само у два случаја, док је код методе COPRAS то шест алтернатива. Ово их чини нестабилним на промену мерне скале.

Табела 36: Независност од промене мерне скале – ранг алтернатива

Алтер.	Назив методе											
	SAW		TOPSIS		COPRAS		MOORA		ВИКОП		МАВАС	
	Ск1	Ск2	Ск1	Ск2	Ск1	Ск2	Ск1	Ск2	Ск1	Ск2	Ск1	Ск2
A ₁	6	6	8	8	6	3	7	7	6	6	7	7
A ₂	8	8	5	5	8	8	6	6	4	4	6	6
A ₃	5	5	4	4	4	7	3	4	5	5	5	5
A ₄	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2
A ₅	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
A ₆	10	10	10	10	10	10	10	10	8	8	10	10
A ₇	4	3	6	7	5	6	5	5	9	9	4	4
A ₈	3	4	3	3	3	5	4	3	2	2	3	3
A ₉	7	7	7	6	7	4	8	8	7	7	8	8
A ₁₀	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10	9	9

Како би се у потпуности пратиле промене мерне скале анализирани су и све вредности критеријумских функција алтернатива, добијене након примене метода, табела 37.

Табела 37: Независност од промене мерне скале – излазне вредности

Алтер.	Назив методе											
	SAW		TOPSIS		COPRAS		MOORA		ВИКОП		МАВАС	
	Ск1	Ск2	Ск1	Ск2	Ск1	Ск2	Ск1	Ск2	Ск1	Ск2	Ск1	Ск2
A ₁	0,591	0,591	0,416	0,426	82,125	87,565	0,493	0,497	0,497	0,497	-0,024	-0,024
A ₂	0,579	0,567	0,459	0,460	77,993	77,672	0,524	0,525	0,374	0,374	0,023	0,023
A ₃	0,610	0,599	0,508	0,508	82,637	82,371	0,555	0,556	0,470	0,470	0,055	0,055
A ₄	0,673	0,665	0,577	0,568	90,551	90,697	0,613	0,611	0,348	0,348	0,160	0,160
A ₅	0,740	0,725	0,737	0,737	100,000	100,000	0,678	0,681	0,000	0,000	0,320	0,320
A ₆	0,466	0,456	0,269	0,268	62,571	62,232	0,410	0,409	0,716	0,716	-0,208	-0,208
A ₇	0,611	0,603	0,453	0,449	82,530	82,581	0,551	0,549	0,751	0,751	0,055	0,055
A ₈	0,617	0,602	0,531	0,534	83,686	83,492	0,555	0,557	0,282	0,282	0,080	0,080
A ₉	0,589	0,589	0,451	0,458	81,665	87,099	0,491	0,495	0,569	0,569	-0,026	-0,026
A ₁₀	0,527	0,517	0,365	0,364	71,264	71,028	0,470	0,470	0,830	0,830	-0,119	-0,119

³⁴³ Исто.

Код дела метода су уочене одређене промене добијених излазних резултата, што указује да би са другачијим карактеристикама алтернатива могло доћи и до промена у рангу алтернатива.³⁴⁴ Ове промене су уочавају код метода TOPSIS и SAW, док су остале методе (ВИКОР и МАВАС) стабилне и независне од промене мерне скале.

Трећи услов је независност од формулације критеријума. Он је формулисан по узору на услов дескриптивне инваријантности (енгл. *descriptive invariability condition*) који је у бихевиоралној теорији одлучивања дефинисан као услов рационалности избора индивидуалног доносиоца одлука.³⁴⁵ То подразумева да у ситуацијама где постоји више начина да се алтернативе прикажу и ако су ови начини међу собом нормативно еквивалентни, преференције рационалног појединца према тим алтернативама не треба да зависе од изабране формулације, односно, треба да су независне од тзв. оквира.³⁴⁶ Резултати експерименталне психологије показују да се овај услов у пракси често крши.³⁴⁷ Логично је да се тај ниво рационалности захтева од индивидуалног доносиоца одлуке, али би тада и методе ВКО које се користе као подршку рационалном одлучивању требале да задовољавају исти услов.³⁴⁸

Већина критеријума може се дефинисати само на један начин (у приходном или расходном облику), али има и оних критеријума који могу да се прикажу на оба начина.³⁴⁹ У моделу за избор одсека преласка идентификован је један критеријум који може да се прикаже на два нормативно еквивалентна начина, односно као приходни и као расходни критеријуми односно критеријум K_4 - одступање од праваца напада. Тај критеријум може да се изрази као расходни (одступање од праваца напада) и као приходни критеријум (сагласност-подударане са правцима напада). Пошто је постојећа скала дефинисана вредностима од 1 до 5, онда се приходна и расходна страна међусобно допуњују до 6 ($X^+ + X^- = 6$). Са X^- се означава одступање од праваца напада, док се са X^+ означава сагласност са правцима напада. Након другачије формулације критеријума K_4 није било промена у рангу алтернатива.

Имајући у виду да је услов стабилности на промену формулације критеријума испитан само на једном сценарију, поред ранга алтернатива, неопходно је и

³⁴⁴ У прилог овоме говоре подаци који се у оквиру једне методе за једну алтернативу смањују, а за другу повећавају.

³⁴⁵ Kahneman, D., Tversky, A.: The Framing of Decisions and the Psychology of Choice, *Science*, 211(4481), 1981, стр. 453-458.

³⁴⁶ Памучар, Д. и др.: Multi-criteria decision making: An example of sensitivity analysis.

³⁴⁷ Kahneman, D., Tversky, A.: Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk, *Econometrica*, 47(2), 1979, стр. 263-292.

³⁴⁸ Памучар, Д. и др.: Multi-criteria decision making: An example of sensitivity analysis.

³⁴⁹ Исто.

анализирати постојање промене излазних вредности. Излазне вредности добијене након промене формулације критеријума K_4 приказане су у табели 38.

Табела 38: Независност од формулације критеријума – излазне вредности

Алтерн.	Назив методе											
	SAW		TOPSIS		COPRAS		MOORA		ВИКОР		МАВАС	
	X^-	X^+	X^-	X^+	X^-	X^+	X^-	X^+	X^-	X^+	X^-	X^+
A ₁	0,591	0,591	0,416	0,416	82,125	76,999	0,493	0,544	0,497	0,497	-0,024	-0,024
A ₂	0,579	0,603	0,459	0,459	77,993	78,593	0,524	0,575	0,374	0,374	0,023	0,023
A ₃	0,610	0,634	0,508	0,508	82,637	83,158	0,555	0,606	0,470	0,470	0,055	0,055
A ₄	0,673	0,673	0,577	0,577	90,551	88,265	0,613	0,664	0,348	0,348	0,160	0,160
A ₅	0,740	0,767	0,737	0,737	100,000	100,000	0,678	0,729	0,000	0,000	0,320	0,320
A ₆	0,466	0,479	0,269	0,269	62,571	62,357	0,410	0,461	0,716	0,716	-0,208	-0,208
A ₇	0,611	0,611	0,453	0,453	82,530	80,381	0,551	0,602	0,751	0,751	0,055	0,055
A ₈	0,617	0,643	0,531	0,531	83,686	83,964	0,555	0,606	0,282	0,282	0,080	0,080
A ₉	0,589	0,589	0,451	0,451	81,665	76,546	0,491	0,542	0,569	0,569	-0,026	-0,026
A ₁₀	0,527	0,540	0,365	0,365	71,264	70,902	0,470	0,521	0,830	0,830	-0,119	-0,119

Промене излазних вредности учествују се код метода COPRAS, MOORA и SAW, што није нарушило корелацију рангова. Промене у методи COPRAS и SAW су различите од једне до друге алтернативе (одређене вредности излаза се смањују, а одређене повећавају), што са другачијим вредностима улаза може да доведе до промене ранга алтернатива.

Метода MOORA, такође мења излазне вредности, али је значајно истаћи да су се све вредности излаза повећале за 0,051, што не може да утиче на ранг алтернатива, без обзира какве су вредности улаза. Због тога се метода MOORA, заједно са методом TOPSIS, ВИКОР и МАВАС могу сматрати стабилним и независним од промене формулације критеријума.

Након примене модела за оцену конзистентности може се закључити да само две од разматраних шест метода задовољавају све неопходне услове. Систематизација добијених резултата приказана је у табели 39.

Табела 39: Анализа осетљивости метода вишекритеријумског одлучивања

Услов	Назив методе					
	SAW	TOPSIS	COPRAS	MOORA	ВИКОР	МАВАС
Промена тежина критеријума	+	+	+	+	+	+
Промена мерне скале	-	-	-	-	+	+
Промена формулације критеријума	-	+	-	+	+	+

У табели 39 симбол "+" означава да метода испуњава дефинисане услове осетљивости, док симбол "-" означава да метода не испуњава дефинисане услове осетљивости. На основу резултата анализе осетљивости (табела 39) показано је да су решења која дају методе ВИКОР и МАВАС стабилна.

Метода једноставних адитивних тежина (SAW) и COPRAS показују неконзистентност на промену мерне скале и формулације критеријума, док метода MOORA и TOPSIS показује неконзистентност у случају промене мерне скале. Сходно добијеним резултатима за избор одсека преласка могу се користити методе ВИКОР и МАВАС. С обзиром да наведене методе дају различите рангове (табела 32, стр. 121), коначни избор методе биће извршен, на основу мишљења експерата, кроз касније тестирање читавог модела.

Израдом модела за избор одсека преласка делимично је доказан први део четврте разрађујуће хипотезе, да се применом метода АХП и TOPSIS може доћи до модела за избор одсека преласка водене препреке у нападној операцији Копнене Војске. На крају испитивања метода TOPSIS је показала неконзистентност на промену мерне скале, па су у моделу примењене методе ВИКОР и МАВАС, као једине које дају конзистентне резултате код свих промена. Други део четврте разрађујуће хипотезе (да ће израђени модел бити у функцији ефикасности планирања, организовања и извршења операције), доказиван је кроз процес тестирања модела.

5. ПРОЦЕНА РИЗИКА ПРИ САВЛАЂИВАЊУ ВОДЕНИХ ПРЕПРЕКА У НАПАДНОЈ ОПЕРАЦИЈИ

Модел за процену ризика при СВП у нападној операцији није саставни део модела одлучивања, дефинисаног овим истраживањем. У истраживању, модел за процену ризика је дефинисан као помоћни модел у доношењу коначне одлуке избора одсека преласка. У процесу оперативног планирања нападне операције КоВ, модел за процену ризика при СВП, представља његов интегрални део, односно део процене ризика целе операције. Док је избор мјеста и одсека преласка подршка процесу оперативног планирања кроз фазу развоја варијанти употребе, модел за процену ризика заузима значајно место у фазама развоја, поређења и одобравања варијанте употребе. Кад се врши процена ризика на нивоу целе операције, незаобилазни део је и процена ризика при савлађивању водене препреке, јер је реч о веома значајној активности у току операције.

Упутство за оперативно планирање и рад команди у ВС предвидело је процену ризика кроз више фаза планирања операције и самим тим указало да је реч о веома значајној активности. Међутим, процедура процене и управљања ризиком нису

објашњени.³⁵⁰ То отвара простор за надоградњу тих сегмената. Модел за процену ризика израђен у истраживању представља један корак те надоградње.

До сада није развијен јединствен приступ за анализу, идентификацију, процену и управљање ризиком, већ се пракса обично ослања на избор најпогодније технике из већ постојећег скупа, која ће се у конкретној ситуацији примењивати или можда на развијање неке нове којом се постиже најприближније одређење/дефинисање ризика и појава везаних за ризик (хазарда и опасности).³⁵¹ Познат је и разрађен велики број метода за процену хазарда, опасности и ризика које се користе у различитим областима, као што су: прелиминарна анализа опасности (РНА), метода брзог рангирања ризика, студија опасности од материјала и технолошких процеса (HAZOP), стабло отказа и стабло догађаја, анализа опасности (HAZAN), анализа грешака/отказа и њихових утицаја (FMEA) и друге.³⁵²

У склопу сваке методе дефинишу се одређени кораци. Најједноставнији модел садржи три корака: идентификација хазарда, процена вероватноће и процена последица,³⁵³ но треба имати у виду да је аутор изоставио последњи корак, којим се на основу претходних дефинише степен ризика. Већина аутора обично не раздваја процену ризика и управљање ризицима, већ их посматра као композитну целину – тзв. ризик менаџмент.³⁵⁴ Тако се према правилу војске САД-а³⁵⁵ у процени и управљању ризицима истиче пет корака: (1) идентификација хазарда, (2) процена хазарда ради дефинисања нивоа ризика, (3) развој контролних мера и доношење ризик одлука, (4) имплементација контролних мера и (5) надзор и евалуација примењених мера. *Johnson*³⁵⁶ издваја шест корака: (1) идентификовање потенцијалних опасности или претњи које могу да доведу до оперативних ризика, (2) процена ризика идентификовањем последица, вероватноћа као и стања потенцијалне рањивости, (3) рангирање ризика, (4) идентификовање контролних мера ради ублажавања последица и вероватноћа неприхватљивог ризика, (5) спровођење и праћење ефикасности контролних мера и (6)

³⁵⁰ Каровић, С.: *Кризни менаџмент*, стр. 260

³⁵¹ Божанић, Д. и др.: Модел примене fuzzy логике у процени ризика при савлађивању водених препрека у одбрамбеној операцији Копнене војске, стр. 247.

³⁵² Вујовић, Р.: *Управљање ризицима и осигурање*, стр. 191.

³⁵³ Шећеров, П.: *Модел процене ризика и успостављање система интегрисане заштите на регионалном коридору 10*, докторска дисертација, Факултет безбедности, Универзитет у Београду, Београд, 2010, стр. 40.

³⁵⁴ Gohar, A.M., Khanzadi, M. и Jalal, M.P.: A Fuzzy MCDM for Evaluating Risk of Construction Projects, *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, (5), 2011, стр. 163.

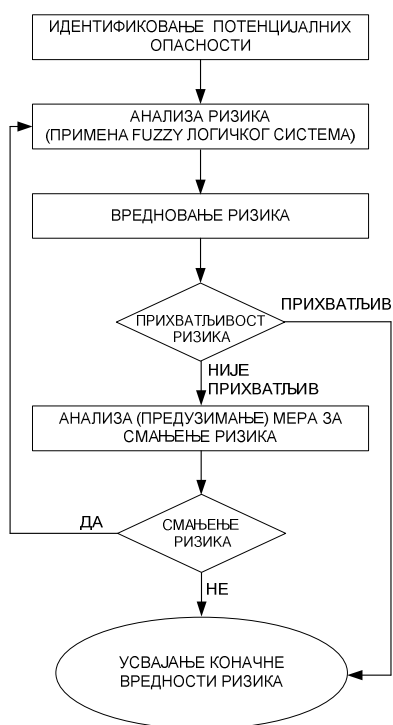
³⁵⁵ *FM 5-19 Composite Risk Management*, стр. 1-3.

³⁵⁶ Johnson, C. W.: *Military Risk Assessment: From Conventional Warfare to Counter Insurgency Operations*, University of Glasgow Press, Glasgow, Scotland, 2012, стр. 12.

повратак на корак 1. Вујовић³⁵⁷ истиче следеће кораке: (1) идентификација ризика, (2) анализа ризика, (3) процена ризика, (4) избор методе и инструмената за управљање ризиком и (5) примена изабране методе и њена процена и поновно испитивање.

„Као што се може видети постоје значајне разлике између приступа, што указује да се ради о комплексном и још увек недовољно испитаном проблему, чијем се решавању приступа из више углова. С друге стране, могу се пронаћи и сличности које долазе од карактеристика самога проблема. Сви приступи у својим корацима предвиђају рангирање ризика било да се оно заснива на претходној процени хазарда, опасности, вероватноћа, последица или неких других елемената“.³⁵⁸

Упутство за оперативно планирање и рад команди у ВС³⁵⁹ приликом дефинисања управљања ризиком наглашава следеће кораке: (1) Идентификација опасности, (2) процена опасности, (3) дефинисање мера за контролу ризика, (4) процена преосталог (резидуалног) ризика и (5) примена и надзор мера. Кораци нису детаљније објашњени, али је детаљнија објашњења сваког корака могуће пронаћи у³⁶⁰. У конкретном случају, на бази наведене литературе, израђен је алгоритам за процену ризика при савлађивању водених препрека у нападној операцији снага КоВ (слика 31).



Слика 31: Методологија процене ризика при савлађивању водених препрека у нападној операцији Коппене војске

³⁵⁷ Вујовић, Р.: *Управљање ризицима и осигурање*, стр. 98.

³⁵⁸ Божанић, Д. и др.: *Модел примене fuzzy логике у процени ризика при савлађивању водених препрека у одбрамбеној операцији Коппене војске*, стр. 247-248.

³⁵⁹ *Упутство за оперативно планирање и рад команди у ВС*, стр. 75.

³⁶⁰ Каровић, С.: *Кризни менаџмент*, стр. 255-278.

Први корак у процени ризика је идентификовање потенцијалних опасности приликом савлађивања водене препреке. За ову потребу се могу искористити акти о процени ризика који све јединице ВС већ имају. У кораку анализа ризика врши се квантификовање сваке опасности. За овај корак израђује се посебан fuzzy логички систем. У наредном кораку добијени ризици се вреднују. Вредновање ризика се спроводи применом скале која дефинише вредност степена ризика: ризик до 0,30 – занемарљив ризик, вредност од 0,31 до 0,70 – прихватљив ризик и вредност преко 0,71 – неприхватљив ризик.³⁶¹

Када је реч о анализи (предузимању) мера за смањење ризика утврђује се да ли је могуће предузети одређене мере да би се тај ризик смањио. Ако не постоје никакве мере, преостали ризик је идентичан већ постојећем, а ако постоје, врши се поновна процена преосталог ризика. У алгоритму није приказан корак примене и надзора преузетих мера, који је након процене ризика, присутан кроз цео процес оперативног планирања.

Најкомплекснији део овог модела је анализа ризика односно израда fuzzy логичког система за квантификовање ризика. Фазе израде fuzzy логичког система за квантификовање ризика идентичне су као и код модела за избор ДМП, слика 9, стр. 54.

5.1. Дефинисање критеријума за процену ризика

Почетни критеријуми за дефинисање модела за процену ризика при СВП дефинисани су на основу прикупљених података методом анализе садржаја, након чега су постали део понуђених одговора у анкети. Након спроведене анкете (прилог 4) и обраде мишљења експерата дефинисана су четири критеријума (четири предложена критеријума су прихваћена, а један из почетне анкете је одбачен). Експертска група 3 се усагласила да је за избор одсека преласка неопходно разматрати следеће критеријуме:

К₁ – Вероватноћа опасности;

К₂ – Последице по људство;

К₃ – Степен оштећења или уништења НВО;

К₄ – Степен утицаја на извршење мисије;

Критеријум „*вероватноћа опасности*“ се заснива на „познатим информацијама или на информацијама претходног исуства“.³⁶² Вероватноћа настанка опасности

³⁶¹ Божанић, Д. и др.: Модел примене fuzzy логике у процени ризика при савлађивању водених препрека у одбрамбеној операцији Копнене војске, стр. 258.

³⁶² Каровић, С.: *Кризни менаџмент*, стр. 270.

најчешће се дефинише преко учесталости сличног догађаја.³⁶³ За потребе рада усвојен је приступ процене вероватноће, који се користи за потребе управљања ризиком при доношењу одлука у војсци Сједињених америчких држава (табела 40, колона 1 и 2).

Табела 40: Табела процене вероватноће опасности³⁶⁴

Оцена	Дефиниција/објашњење	Fuzzy број
1	2	3
Често (Ч)	Позната је као редовна појава.	(0,67; 1; 1)
Вероватно (В)	Дешава се неколико пута. Уобичајена је појава и десиће се у одређеном тренутку.	(0,33; 0,67; 1)
Повремено (П)	Дешава се спорадично, али није неуобичајено.	(0; 0,33; 0,67)
Ретко (Р)	Може се претпоставити да се неће догодити, али није немогуће.	(0; 0; 0,33)

Специфичност fuzzy логичког система је да захтева нумеричке вредности улазних критеријума, па су приказани лингвистички изрази фазификовани применом троугластих fuzzy бројева (табела 40, колона 3).

Интервал поверења овог критеријума креће се у бројчаном интервалу [0, 1], где вредност 1 означава очекивање да ће се опасност материјализовати, и обрнуто.

Критеријум „*последице по људство*“ представља процене могућих губитака у људству (смрт, теже повреде, лакше повреде и сл.), до којих би могло да дође у току остваривања задатака и циљева операције односно достизања крајњег стања. Зависно од тога ко врши процену, она може бити површна или детаљна, али и једна и друга у одређеној мери ближе квантификују ризик. У табели 41 приказан је један приступ у дефинисању последица по људство, који се може користити. За процену ризика, команданти могу дефинисати и другачију скалу. Лингвистички изрази приказани у колони 1, табеле 41, су фазификовани применом троугластих fuzzy бројева (табела 41, колона 3).

Табела 41: Табела процене последица по људство³⁶⁵

Оцена	Дефиниција/објашњење	Fuzzy број
1	2	3
Катастрофалне (Ка)	Смрт и трајни инвалидитет.	(0,67; 1; 1)
Критичне (Кр)	Стални или делимични инвалидитет или привремена неспособност.	(0,33; 0,67; 1)
Маргиналне (М)	Постојање повреда и болести, због којих се може изгубити одређено време.	(0; 0,33; 0,67)
Занемарљиве (З)	Све последице се решавају пружањем прве помоћи или медицинског третмана.	(0; 0; 0,33)

³⁶³ Исто.

³⁶⁴ Подаци за табелу (колона 1 и 2) преузети су из: *FM 5-19 Composite Risk Management*, стр. 1-3.

³⁶⁵ Подаци за табелу (колона 1 и 2) преузети су из: Каровић, С.: *Кризни менаџмент*, стр. 271.

Лингвистички изрази приказани у колони 1, табеле 41, су фазификовани применом троугластих fuzzy бројева (табела 41, колона 3). За процену ризика команданти могу дефинисати и другачију скалу.

Интервал поверења овог критеријума креће се у бројчаном интервалу $[0, 1]$, где вредност 1 означава катастофалне последице по људство, и обрнуто.

Критеријум „*степен оштећења или уништења наоружања и војне опреме*“ представља процену губитака НВО, до којих би могло да дође у току остваривања задатака и циљева операције односно достизања крајњег стања. Сваки командант може да развије своју технику за долазак до процене. У табели 42 приказан је један приступ у дефинисању степена оштећења или уништења НВО, који се може користити. Лингвистички изрази приказани у колони 1, табеле 42, су фазификовани применом троугластих fuzzy бројева (табела 42, колона 3).

Табела 42: Табела процене степена оштећења или уништења наоружања и војне опреме³⁶⁶

Оцена	Дефиниција/објашњење	Fuzzy број
1	2	3
Катастрофалан (Ка)	Губитак критичне опреме за извршење мисије.	(0,67; 1; 1)
Критичан (Кр)	Обимно оштећење.	(0,33; 0,67; 1)
Маргиналан (М)	Мања оштећења.	(0; 0,33; 0,67)
Занемарљив (З)	Незнатна оштећења, која су оправљива.	(0; 0; 0,33)

Процена губитака НВО није много разматрана у литератури. Као полазна тачка може се узети и објашњење везано за „М“, „Ф“ и „К“ оштећење³⁶⁷ тенкова на бојишту. „М“ оштећење представља средство које може да дејствује, извесно време утиче на ток борбених дејстава, али је оштећено у толикој мери да је остало непокретно. „Ф“ оштећење се односи на онемогућавање дејства главног оружја (због оштећења или због посаде), а „К“ оштећење на средство које је непокретно и не може да отвара ватру. Аналогија са овом класификацијом може да се примени и на друга средства што може да представља помоћ приликом процене.

Интервал поверења овог критеријума креће се у бројчаном интервалу $[0, 1]$, где вредност 1 означава изузетно велике последице, и обрнуто.

Критеријум „*степен утицаја на извршење мисије*“ представља процену у којој мери дефинисане потенцијалне опасности могу да утичу на оставривање циљева

³⁶⁶ Подаци за табелу (колона 1 и 2) преузети су из: Каровић, С.: *Кризни менаџмент*, стр. 271.

³⁶⁷ Младен Панџић, *Опстанак тенка на бојишту*, МО, СЉР, Управа за школство, Београд, 2007, стр. 131.

операције, а самим тим и на достизање крајњег стања. Начин процене утицаја на извршење мисије није прецизно дефинисан, али се кроз фазу анализе варијанти употребе дефинишу одређени поступци који могу помоћи у тој процени и које команданти јединица уче у току школовања (поступак акције и реакције у процесу ратних игара: техника појаса, техника праваца по дубини, техника критичних подручја-бокс техника³⁶⁸). За процену критеријума могуће је користити и приступ приказан у табели 43.

Табела 43: Табела процене степена утицаја на извршење мисије³⁶⁹

Оцена	Дефиниција/објашњење	Fuzzy број
1	2	3
Катастрофалан (Ка)	Комплетна мисија је угрожена и не може се извршити.	(0,67; 1; 1)
Критичан (Кр)	Озбиљно је нарушена оперативна способност јединица и озбиљно је нарушена мисија.	(0,33; 0,67; 1)
Маргиналан (М)	Умањене оперативне способности јединица или извршења мисије.	(0; 0,33; 0,67)
Занемарљив (З)	Мало или нимало негативних утицаја на оперативну способност и извршење мисије.	(0; 0; 0,33)

Лингвистичке вредности, су за потребе употребе fuzzy логичког ситета, фазификоване троугластим fuzzy бројевима (табела 43, колона 3).

Интервал поверења овог критеријума креће се у бројчаном интервалу [0, 1], где вредност 1 означава да је комплетна мисија угрожена и не може се извршити, и обрнуто.

Fuzzy логички систем се састоји од четири улазне променљиве и једне излазне. Сви критеријуми су приказани као лингвистички, трошковног типа. Вредности лингвистичких критеријума дефинисане су за сваки критеријум посебно, али је остављена могућност да команданти и њихови штабови дефинишу другачије приступе у дефинисању вредности критеријума. Излазна променљива је вредност величине ризика која се креће у бројчаном интервалу [0, 1], где вредност 1 означава изузетно велики ризик, и обрнуто, што значи да је мања вредност пожељнија.

5.2. Прорачун тежинских коефицијената критеријума за процену ризика

Друга фаза истраживања спроведена је са циљем да се утврде тежински коефицијенти критеријума. Они су даље послужили за израду базе правила fuzzy

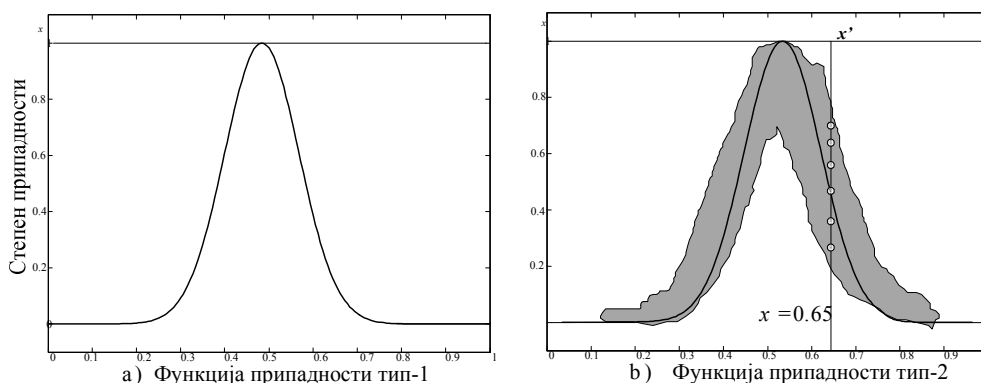
³⁶⁸ Упутство за оперативно планирање и рад команди у ВС, стр. 91-97.

³⁶⁹ Подаци за табелу (колона 1 и 2) преузети су из: Каровић, С.: *Кризни менаџмент*, стр. 271.

логичког система за анализу ризика. Ток доласка до тежинских коефицијената је исти као и у претходним моделима: прво је спроведена анкета (прилог 5) ради прикупљања мишљења експерата о тежинским коефицијентима критеријума, затим је извршена обрада резултата и оцена сагласности мишљења експерата. Након оцене сагласности обављени су интервјуи са експертима чија су мишљења значајније одступала од мишљења већине чланова групе. На крају су дефинисани тежински коефицијенти критеријума. За утврђивање тежинских коефицијената примењена је нова модификација методе АХП применом интервалних троугластих fuzzy бројева са променљивим интервалом поверења. Пре објашњења нове модификације дате су основе о интервалним fuzzy бројевима.

5.2.1. Интервални fuzzy бројеви

Функција припадности fuzzy скупу типа-2 настаје када се тип-1 функција припадности, слика 32а, прикаже у расплинутој форми, слика 32б.



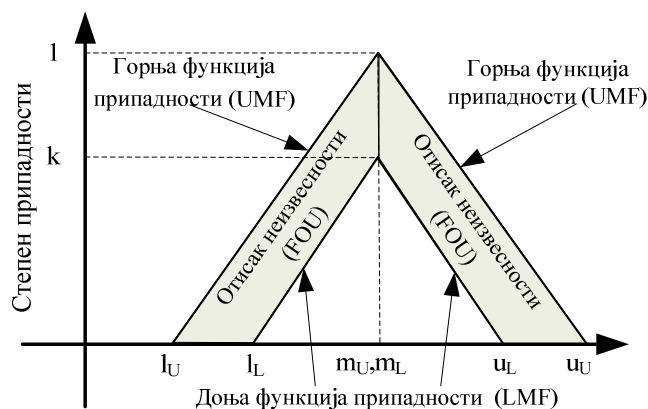
Слика 32: Функција припадности типа-1 (а) и типа-2 (б) ³⁷⁰

За одређене вредности променљиве x' функција припадности тип-2 има различите вредности степена припадности, односно различит степен припадности за сваку од тачака (x'). Понављањем приказаног поступка за све елементе $x \in X$ добија се тродимензионална функција припадности (тип-2 функција припадности), којом се описују тип-2 fuzzy бројеви. ³⁷¹

³⁷⁰ Памучар, Д., Луковац, В., Божанић, Д.: Израда портфолио матрице за анализу људских ресурса применом fuzzy логичког система тип-2, *Зборник радова са научно-стручног скупа, SYM-OP-IS*, Сребрно језеро, 2015, стр. 478-481; Памучар, Д., Божанић, Д., Комазец, Н.: Risk Assessment of Natural Disasters using Fuzzy Logic System Type-2, *Management*, 21(80), 2016, стр. 23-32.

³⁷¹ Mendoza, O., Melin, P., Licea, G.: A hybrid approach for image recognition combining type-2 fuzzy logic, modular neural networks and the Sugeno integral, *Journal of Information Sciences*, 179(13), 2009, стр. 2078-2101; O. Castillo, Melin, P. *Type-2 Fuzzy Logic: Theory and Applications*, Springer, Heidelberg., 2008.

Код функције припадности општег fuzzy скупа типа-2 (\tilde{A}), слика 33, вредност функције припадности у свакој тачки треће димензије описује се дводимензионалним доменом који се зове отисак неизвесности (FOU).



Слика 33: Троугаона функција припадности fuzzy броја тип-2

Отисак неизвесности представља замућење функције припадности код функција типа-1. Тип-2 функција припадности описана (оивичена) је са две функције припадности типа-1, \bar{X} и \underline{X} , које се још називају горња функција припадности (UMF) и доња функција припадности (LMF), респективно. Обе функције су представљене fuzzy скупом типа-1. Према томе, могуће је користити аритметичке операције fuzzy скупа типа-1 за карактеризацију и рад са fuzzy скуповима типа-2.³⁷²

5.2.2. Фазификације Saaty-јеве скале применом интервалних fuzzy бројева³⁷³

Нова модификација методе АХП је логичан наставак већ приказаних модификација у делу који описује модел за избор десантног места преласка. Овога пута уместо класичних троугаоних функција користе се интервални троугаони fuzzy бројеви. Основу представља модификована Saaty-јева скала за поређење у паровима настала на бази скале приказане у табели 11, стр. 76. Као што је већ речено интервал поверења приказане модификоване Saaty-јеве скала зависи од степена уверености доносиоца одлуке у поређење у паровима - γ . Генерални формат fuzzy броја приказан у фазификацији је:

³⁷² Исто.

³⁷³ Модификација методе је приказана у: Божанић, Д. Памучар, Д., Комазец, Н.: Application of the fuzzy ANP method in Risk Assessment in the selection of navigation vehicles directions of Serbian Army in flooded areas, *Proceedings of 2nd International scientific-professional conference Security for Future (Security and Crisis Management - Theory and Practice)*, Обреновац, 2016, стр. 39-46.

$$\tilde{T} = (t_1, t_2, t_3, t_4, t_5) \quad (85)$$

где важи: $t_1=l_U$, $t_2=l_L$, $t_3= m_U=m_L$, $t_4= u_L$, $t_5=u_U$. Изрази за прорачун интервалног fuzzy броја \tilde{T} приказани су у табели 44.

Табела 44: Фазификоване вредности Saaty-јеве скале применом интервалних fuzzy бројева

Стандардна вредност	Интервални fuzzy број
1	(1,1,1,1,1)
3	$(3\gamma_{ji}^2, 3\gamma_{ji}, 3, (2-\gamma_{ji})3, (2-\gamma_{ji}^2)3)$
5	$(5\gamma_{ji}^2, 5\gamma_{ji}, 5, (2-\gamma_{ji})5, (2-\gamma_{ji}^2)5)$
7	$(7\gamma_{ji}^2, 7\gamma_{ji}, 7, (2-\gamma_{ji})7, (2-\gamma_{ji}^2)7)$
9	$(9\gamma_{ji}^2, 9\gamma_{ji}, 9, (2-\gamma_{ji})9, (2-\gamma_{ji}^2)9)$
2, 4, 6, 8	$(x\gamma_{ji}^2, x\gamma_{ji}, x, (2-\gamma_{ji})x, (2-\gamma_{ji}^2)x); x = 2, 4, 6, 8$

Fuzzy број $\tilde{T} = (t_1, t_2, t_3, t_4, t_5)$, $x \in [1, 9]$ мора задовољити следеће услове:

$$t_1 = \begin{cases} x\gamma_{ji}^2, & \forall 1 \leq x\gamma_{ji}^2 \leq x \\ 1, & \forall x\gamma_{ji}^2 < 1 \end{cases}, x \in [1, 9] \quad (86)$$

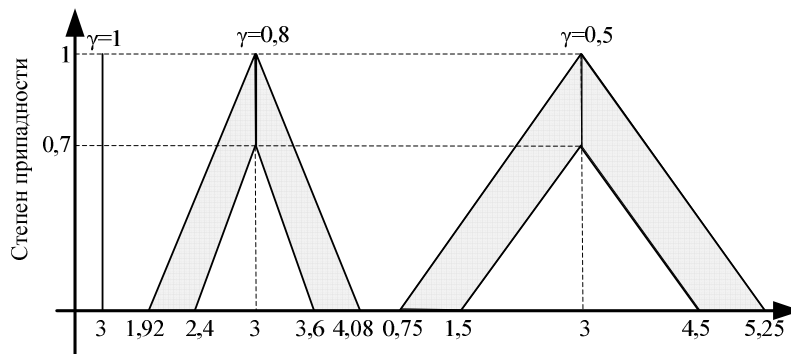
$$t_2 = \begin{cases} x\gamma_{ji}, & \forall 1 \leq x\gamma_{ji} \leq x \\ 1, & \forall x\gamma_{ji} < 1 \end{cases}, x \in [1, 9] \quad (87)$$

$$t_3 = x, \forall x \in [1, 9] \quad (88)$$

$$t_4 = (2-\gamma_{ji})x, \forall x \in [1, 9] \quad (89)$$

$$t_5 = (2-\gamma_{ji}^2)x, \forall x \in [1, 9] \quad (90)$$

Сходно приказаним изразима дат је пример, слика 34. Поређење које је узето за пример је „3 – слаба доминантност“, при компетенцији експерта 0,7, и различитим степеном уверености $\gamma \in [1, 0,8, 0,5]$.



Слика 34: Пример једног поређења из Saaty-јеве скале

Изрази за прорачун инверзног интервалног fuzzy броја $\tilde{T}^{-1} = (1/t_5, 1/t_4, 1/t_3, 1/t_2, 1/t_1)$ приказани су у табели 45.

Табела 45: Инверзне фазификоване вредности Saaty-јеве скале применом интервалних fuzzy бројева

Инверзна вредност	Инверзни fuzzy број
1	(1,1,1,1,1)
1/3	$(1/(2-\gamma_{ji}^2)3, 1/(2-\gamma_{ji})3, 1/3, 1/3\gamma_{ji}, 1/3\gamma_{ji}^2)$
1/5	$(1/(2-\gamma_{ji}^2)5, 1/(2-\gamma_{ji})5, 1/5, 1/5\gamma_{ji}, 1/5\gamma_{ji}^2)$
1/7	$(1/(2-\gamma_{ji}^2)7, 1/(2-\gamma_{ji})7, 1/7, 1/7\gamma_{ji}, 1/7\gamma_{ji}^2)$
1/9	$(1/(2-\gamma_{ji}^2)9, 1/(2-\gamma_{ji})9, 1/9, 1/9\gamma_{ji}, 1/9\gamma_{ji}^2)$
1/2, 1/4, 1/6, 1/8	$(1/(2-\gamma_{ji}^2)x, 1/(2-\gamma_{ji})x, 1/x, 1/x\gamma_{ji}, 1/x\gamma_{ji}^2); x = 2, 4, 6, 8$

Инверзни fuzzy број $\tilde{T}^{-1} = (1/t_5, 1/t_4, 1/t_3, 1/t_2, 1/t_1)$, $x \in [1, 9]$ мора задовољити следеће услове:

$$1/t_1 = \begin{cases} 1/x\gamma_{ji}^2, & \forall 1/x \leq 1/x\gamma_{ji}^2 < 1 \\ 1, & \forall 1/x\gamma_{ji}^2 \geq 1 \end{cases}, x \in [1, 9] \quad (91)$$

$$1/t_2 = \begin{cases} 1/x\gamma_{ji}, & \forall 1/x \leq 1/x\gamma_{ji} < 1 \\ 1, & \forall 1/x\gamma_{ji} \geq 1 \end{cases}, x \in [1, 9] \quad (92)$$

$$t_3 = 1/x, \forall x \in [1, 9] \quad (93)$$

$$1/t_4 = 1/(2-\gamma_{ji})x, \forall x \in [1, 9] \quad (94)$$

$$1/t_5 = 1/(2-\gamma_{ji}^2)x, \forall x \in [1, 9] \quad (95)$$

У даљем раду примењују се стандардни кораци методе АХП, односно добијају тежински вектори w . Након добијања тежинских вектора врши се дефазификација добијених тежинских вектора w , применом израза:³⁷⁴

$$W = \frac{\frac{(u_U - l_U) + (m_U - l_U)}{3} + l_U + k \left[\frac{(u_L - l_L) + (m_L - l_L)}{3} + l_L \right]}{2} \quad (96)$$

5.2.3. Прорачун тежинских коефицијената критеријума за процену ризика применом фазификоване АХП методе

Прорачун тежинских коефицијената критеријума за процену ризика извршен је применом фазификоване Saaty-јеве скале интервалним fuzzy бројевима. Кораци процеса примене методе идентични су као и кораци објашњени приликом израде модела за избор десантног места преласка. Приликом утврђивања тежинских

³⁷⁴ Kahraman, С. и др. Fuzzy analytic hierarchy process with interval type-2 fuzzy sets, стр. 51.

кофицијената критеријума обезбеђена је неопходна сагласност експертских оцена експерата треће групе. Вредности сагласности експертског мишљења приказане су у табели 46.

Табела 46: Приказ сагласности експертских оцена при дефинисању тежинских кофицијената критеријума при изради модела за анализу ризика (3. група експерата)

Експерт	$(r_k^n)_I$ (CR-ED)	$(r_k^n)_{II}$ (CR-S)	$(r_k^n)_{III}$ (ED-S)	$(r_k^n)_{IV}$ (CR-ED-S)
1.	0,087	0,075	0,045	0,087
2.	0,066	0,036	0,056	0,066
3.	0,073	0,052	0,051	0,073
4.	0,034	0,100	0,105	0,106
5.	0,110	0,126	0,127	0,148
6.	0,115	0,095	0,066	0,115
7.	0,122	0,133	0,131	0,158
8.	0,128	0,104	0,076	0,128
9.	0,136	0,107	0,085	0,136
10.	0,113	0,122	0,134	0,151
11.	0,087	0,063	0,060	0,087
12.	0,157	0,117	0,104	0,157
13.	0,035	0,102	0,104	0,106
14.	0,072	0,106	0,118	0,123
15.	0,098	0,113	0,130	0,140

Као што се види у табели 46, није било значајнијих одступања мишљења експерата, па су тежински кофицијенти критеријума добијени на основу мишљења свих експерата треће групе. Коначни тежински кофицијенти добијени на основу мишљења експерата 3. групе приказани су у табели 47.

Табела 47: Коначни тежински кофицијенти критеријума за процену ризика

Критеријум	Тежински кофицијент	Ранг критеријума
K ₁	0,431	1
K ₂	0,277	2
K ₃	0,092	4
K ₄	0,200	3

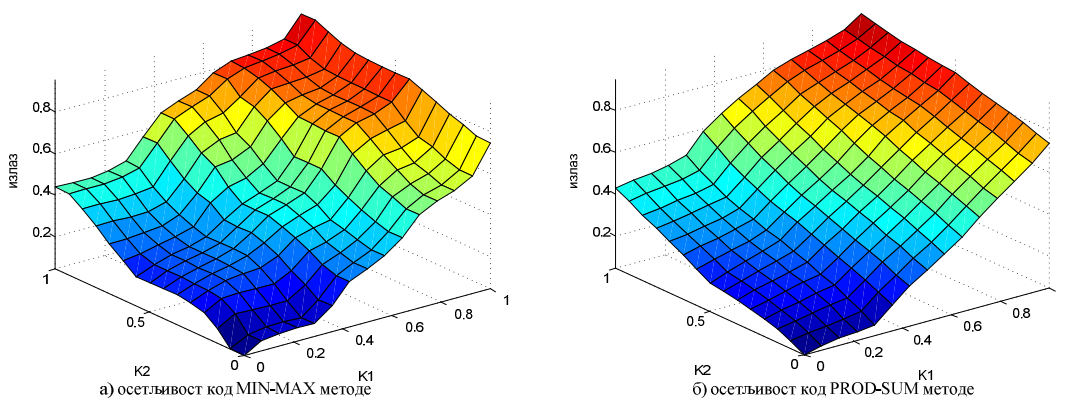
Добијене вредности тежинских кофицијената критеријума обезбеђују њихово рангирање. Такође, указују на различит значај критеријума у процесу доношења одлука и потврђују потребу за израдом модела за подршку одлучивању о процени ризика.

5.3. Моделовање fuzzy логичког система за процену ризика

У првом кораку израде fuzzy логичког система дефинисане су функције припадности улазних и излазне променљиве. У почетној фази за пројектовања тог система као функције припадности изабране су троугаоне функције. Улазне променљиве

су дефинисане са две до четири функције припадности, зависно од тежинског коефицијента сваког критеријума, односно: K_1 са четири функције припадности, K_2 и K_4 са три функције припадности и K_3 са две функције припадности. Излазна променљива дефинисана је са девет функција припадности. Параметри почетних функција припадности дефинисани су равномерном расподелом на целом бројчаном интервалу критеријума.

Даље је извршена израда базе правила. База правила је израђена методом АТПП, којом је дефинисан максималан број правила, односно 72 правила. Након израде базе правила извршен је одабир метода закључивања и дефазификације. У почетној фази израде fuzzy логичког система, коришћена је MIN-MAX метода директног закључивања, слика 35а. Међутим, и након подешавања функција припадности, изабрани метод није дао одговарајући резултат. Због тога се прешло на методу PROD-SUM, која је дала задовољавајуће резултате, слика 35б. За методу дефазификације изабрана је метода центра гравитације.



Слика 35: Приказ осетљивости fuzzy логичког система за анализу ризика код различитих метода закључивања

Параметри функција припадности улазних променљивих, након првог подешавања fuzzy логичког система, приказани су у табели 48.

Табела 48: Параметри функција припадности улазних променљивих након првог подешавања fuzzy логичког система за анализу ризика

Критеријум	Функција припадности 1	Функција припадности 2	Функција припадности 3	Функција припадности 4
K_1	[-0,33; 0; 0,3]	[0; 0,33; 0,67]	[0,3; 0,67; 1]	[0,67; 1; 0,13]
K_2	[-0,4; 0; 0,504]	[0,015; 0,5; 0,983]	[0,515; 1; 1,4]	-
K_3	[-1; 0; 1]	[0; 1; 2]	-	-
K_4	[-0,4; 0; 0,522]	[0,041; 0,5; 0,956]	[0,52; 1; 1,4]	-

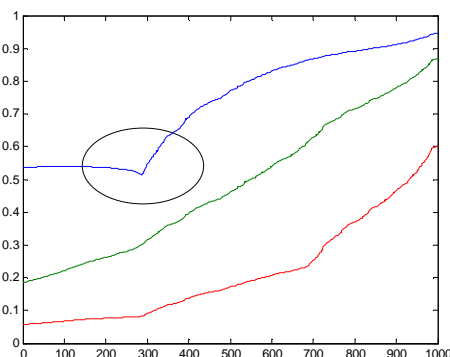
Параметри функција припадности излазне променљиве, након првог подешавања fuzzy логичког система, приказани су у табели 49.

Табела 49: Параметри функција припадности излазне променљиве након првог подешавања fuzzy логичког система за анализу ризика

Функција припадности	Параметри функција припадности
ФП 1	[-0,125; 0; 0,125]
ФП 2	[0; 0,125; 0,25]
ФП 3	[0,125; 0,25; 0,375]
ФП 4	[0,25; 0,375; 0,5]
ФП 5	[0,375; 0,5; 0,625]
ФП 6	[0,5; 0,625; 0,75]
ФП 7	[0,625; 0,75; 0,875]
ФП 8	[0,75; 0,875; 1]
ФП 9	[0,875; 1; 1,125]

На крају је извршена анализа осетљивости. Осетљивост је испитивана за 1000 улазних вредности равномерно распоређених у интералу од 1 до 100 за K_1 , односно од 0 до 1 за остале критеријуме (од најмање до највеће вредности). Као и у претходним случајевима планирано је да се испитивање спроведе за сваки критеријум посебно и то за три случаја, када су остале вредности критеријума минималне (црвена линија), средње (зелена линија) и максималне (плава линија). Већ код анализе осетљивости првог критеријума установљено је да fuzzy логички систем нема потребну осетљивост.

При одређеним вредностима улаза које се повећавају вредности излаза треба да се повећају, међутим вредности излаза су се смањивале, слика 36.



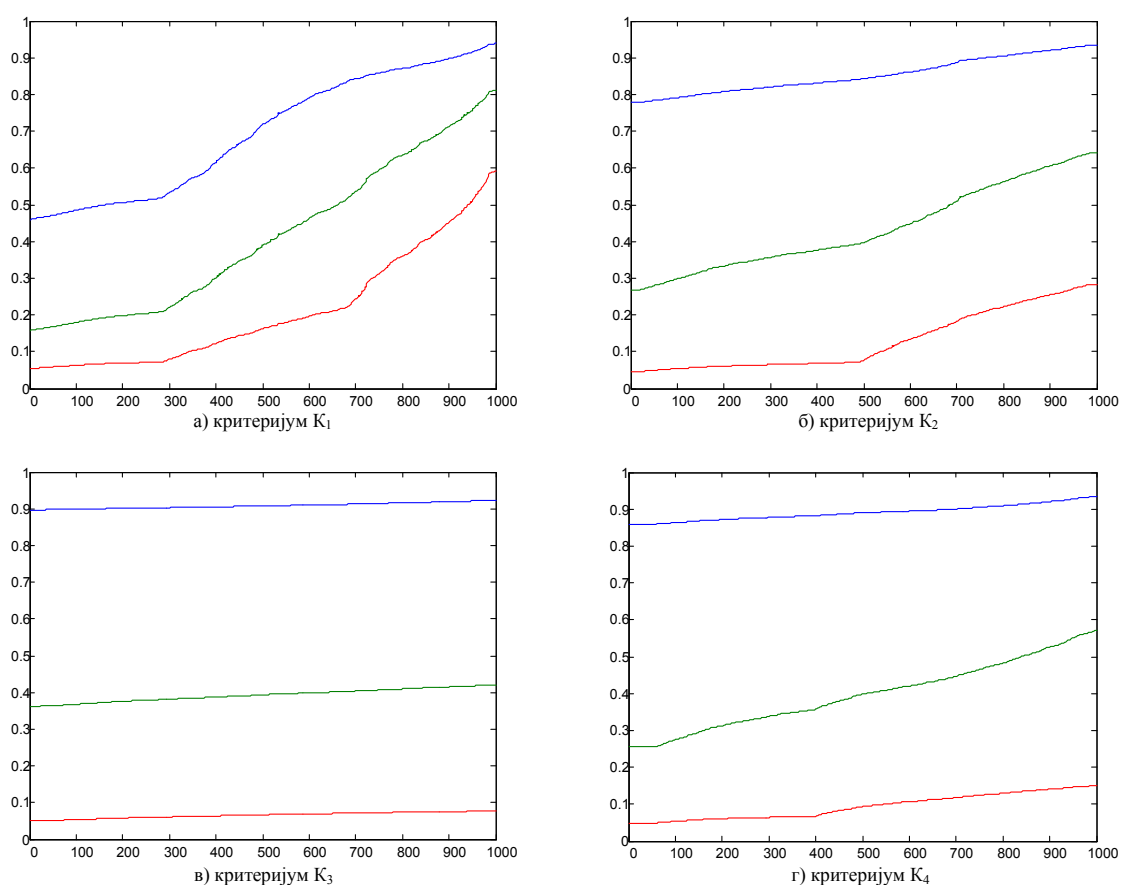
Слика 36: Графички приказ осетљивост модела за анализу ризика при промени вредности првог критеријума K_1

На слици 36, заокружен је део који нема задовољавајућу осетљивост. Због проблема са осетљивошћу извршено је ново подешавање fuzzy логичког система за анализу ризика. Параметри функција припадности улазних променљивих, након другог подешавања fuzzy логичког система, приказани су у табели 50. Графички приказ функција припадности дат је у прилогу 12. Параметри функција припадности излазне променљиве нису се мењали.

Табела 50: Параметри функција припадности улазних променљивих након другог подешавања ФЛС за анализу ризика

Критеријуми	Функција припадности 1	Функција припадности 2	Функција припадности 3	Функција припадности 4
K ₁	[-0,33; 0; 0,49]	[0; 0,33; 0,67]	[0,3; 0,67; 1]	[0,67; 1; 1,33]
K ₂	[-0,4; 0; 0,721]	[0,015; 0,5; 0,983]	[0,518; 1; 1,4]	-
K ₃	[-1; 0; 0,996]	[0,009; 1,26; 2,26]	-	-
K ₄	[-0,4; 0,1; 1,001]	[0,052; 0,511; 0,973]	[0,407; 0,996; 1,36]	-

Након поновног подешавања, извршена је анализа осетљивости. Графички приказ резултата анализе осетљивости дат је на слици 37. На ординати је дат излаз из ФЛС (преференција одлуке) док је на апсиси приказан редни број комбинације којом је тестирање извршено.



Слика 37: Графички приказ осетљивост модела за анализу ризика

Анализом приказаних резултата може се закључити да је израђени модел осетљив и на мање промене улазних вредности. Промене излазних вредности сразмерне су дефинисаним тежинским коефицијентима критеријума односно утицај промена улаза на излазну вредност је већи код оних критеријума чији су тежински коефицијенти већи и обрнуто.

Код критеријума са најмањим тежинским коефицијентима (K_3 и делом K_4) прави делови функције осетљивости су дужи што је очекивано, јер се ради о критеријумима са најмањим тежинским коефицијентом, а анализа осетљивости је рађена на великом броју примера, што значи да систем не реагује на промене вредности друге и треће децимале, што у пракси није значајно

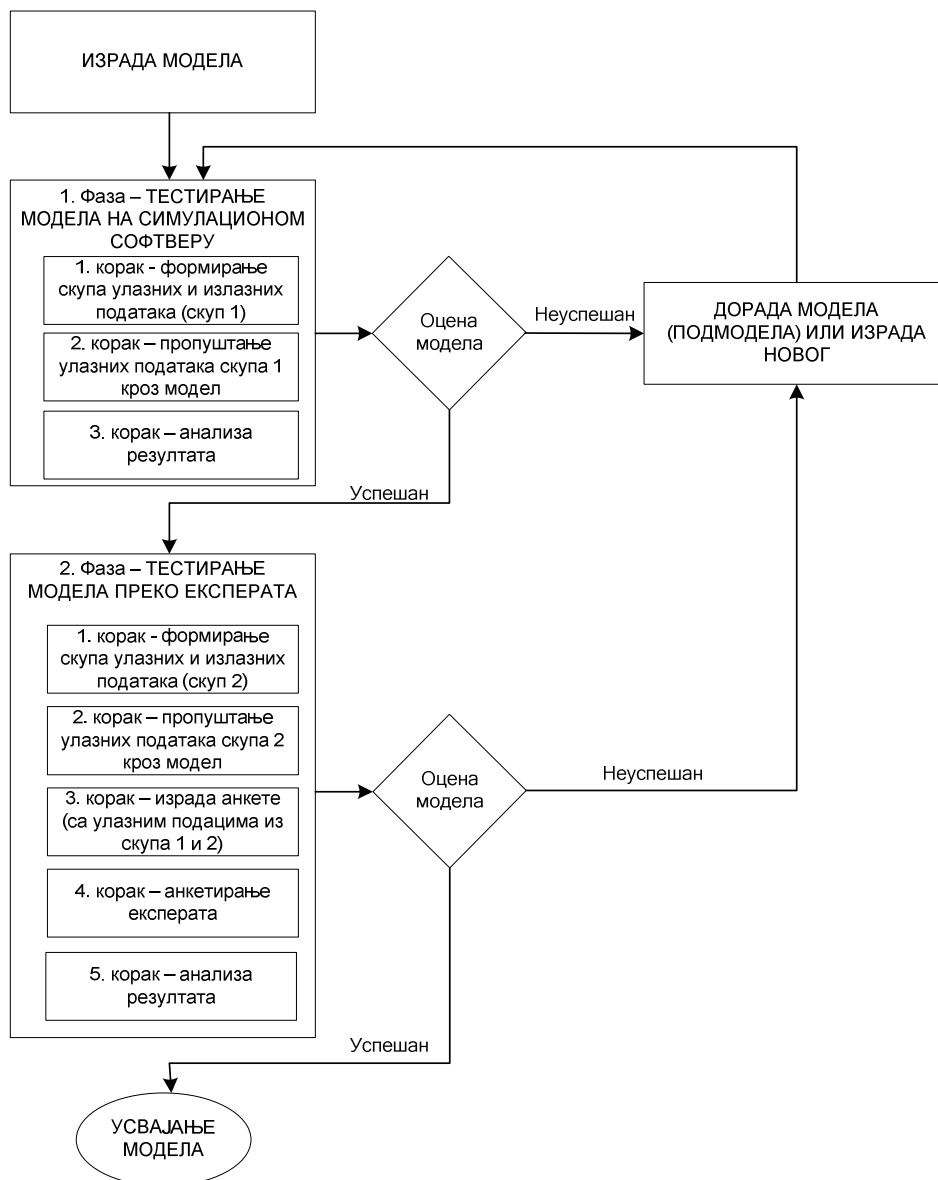
Са слике 37а и 37б се уочава да је степен утицаја улазних критеријума на излаз различит у одређеним деловима графика. Тако се код критеријума K_1 ризик нагло повећава када се пређе 300-та улазна комбинација, што одговара почетку лингвистичког дескриптора „вероватно“. Слична ситуација је и са негативним утицајем на људство, где када се пређе преко половине дозвољених губитака, ризик се брже повећава. Управо ово и јесте био један од захтева експерата. Са израдом овог модела стекли су се услови да се приступи тестирању свих подмодела односно модела у целини.

Овим је модел за избор одсека преласка водене препреке успешно израђен, кроз израду три подмодела (за избор ДМП, СМП и ММП) и једног помоћног модела (за процену ризика). Модели и подмодели су доведени у везу са процесом оперативног планирања нападне операције, тако што га у одређеним сегментима допуњују – у фазама развоја, поређења и одобравања варијанте употребе. Израдом модела доказани су први делови све четири разрађујуће хипотезе постављене на почетку истраживања, да се модели, применом одређених поступака, могу изградити. Са тим је извршено и доказивање првог дела заснивајуће хипотезе, да се применом различитих метода одлучивања може доћи до модела који ће обезбедити повољан избор начина савлађивања водених препрека у нападној операцији Копнене Војске. Доказивање другог дела разрађујућих и заснивајуће хипотезе, да се модели у функцији ефикасности планирања, организовања и извођења операције, извршено је кроз наредну целину, односно њихово тестирање.

ПЕТИ ДЕО

ТЕСТИРАЊЕ МОДЕЛА

Након израде модела за подршку одлучивању извршено је његово тестирање. Модел је тестиран у две фазе, а начелна шема процеса тестирања приказана је на слици 38.



Слика 38: Фазе тестирања модела за подршку одлучивању при савлађивању водених препрека у нападној операцији Копнене војске

У склопу прве фазе, тестирање је извршено на симулационом софтверу. Друга фаза тестирања извршена је преко експерата који су учествовали у истраживању. Основна идеја тестирања је потврђивање валидности резултата који се добијају моделом, односно указивање на пропусте у дизајнирању модела и његова накнадна дорада или израда нових. Резултати до којих се дошло путем тестирања потврђују успешну примену модела за подршку одлучивању при савлађивању водених препрека у нападној операцији Копнене војске, односно потврђују постављене хипотезе (заснивајућу и разрађујуће хипотезе).

1. ТЕСТИРАЊЕ МОДЕЛА НА СИМУЛАЦИОНОМ СОФТВЕРУ

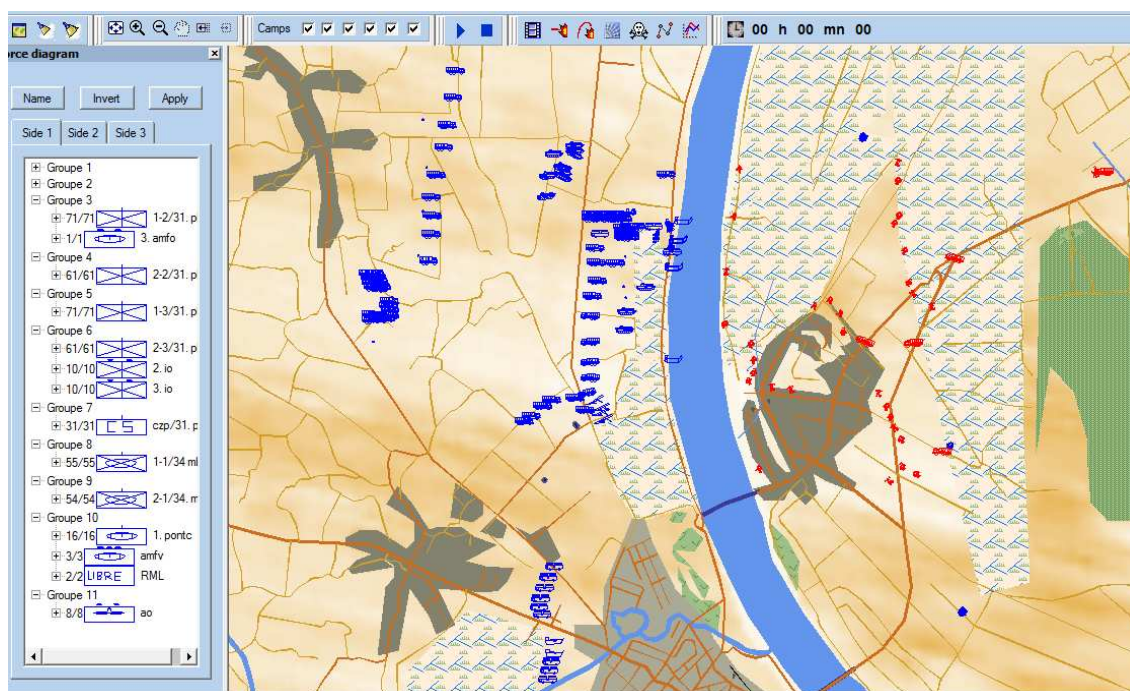
У првој фази, модел за подршку одлучивању је тестиран на симулационом софтверу Војне академије (JANUS). Тестирање је извршено у три циклуса за избор ДМП, СМП и одсека преласка. За тестирање модела и доказивање постављених хипотеза коришћени су сценарији реализованих вежби, које су полазници КШУ реализовали у склопу свог школовања. У склопу тестирања коришћено је шест сценарија нападне операције са насилним преласком реке Саве у ширем рејону града Шапца. Постављени задаци и циљеви операције односно постављене мисије су успешно остварене у свим реализованим вежбама.

Тестирање модела анализирано је кроз мерљиве индикаторе: број употребљених јединица (људства, НВО) на обе стране, време трајања једне туре превозења (ширина водене препреке, брзина водене препреке), степен пошумљености обала и ширег рејона места за савлађивање водене препреке, број прилазних путева до/од места за савлађивање водене препреке, капацитет прилазних путева до/од места за савлађивање водене препреке, број испалених артиљеријских граната од стране плавих снага (сопствене снаге), број испалених артиљеријских граната од стране црвених снага (непријатељ), број директних погодака непријатеља, број уништених средстава и средстава избачених из оперативног борбеног распореда плавих снага, број убијених и рањених припадника снага плавих. Мерењем наведених индикатора дошло се до улазних критеријума и излазног резултата за седам алтернатива за десантно место преласка што чини први корак ове фазе тестирања. Вредности улазних и излазних променљивих приказане су у табели 51.

Табела 51: Карактеристике ДМП преласка по сценаријима (скуп података 1 - за избор десантног места преласка)

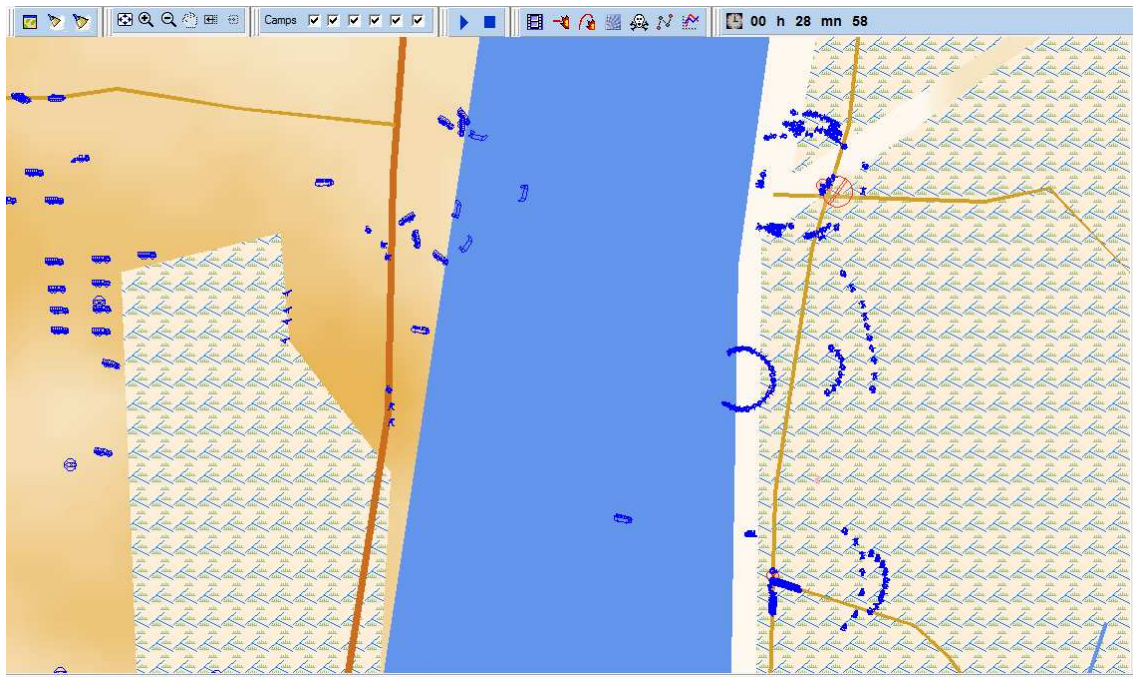
Број сценарија	Критер. Ознака ДМП	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	Излаз (губици)	
								Број	%
Сценарио-1	ДМП-1	9	0,138	СМ	0,129	МН	НУ	10	1,613
Сценарио-2	ДМП-2	6	0,572	ВМ	0	МН	НУ	19	3,001
Сценарио-2	ДМП-3	5	0,362	ВМ	0,037	ВН	СН	41	6,477
Сценарио-3	ДМП-4	6	0,353	СВ	0,409	ВП	ВП	34	4,462
Сценарио-3	ДМП-5	4	1	В	0,409	МП	СП	69	9,055
Сценарио-4	ДМП-6	7	0	СМ	0,887	ВН	МН	31	8,401
Сценарио-5	ДМП-7	6	0,336	ВМ	1	НУ	СН	108	12,442

Улази за критеријум однос снага добијени су на основу употребљених јединица на обе стране (плава и црвена). На слици 39 дат је приказ почетне ситуације за сценарио 1 (ДМП-1), а са леве стране је приказана табела са употребљеним јединицама плаве стране.



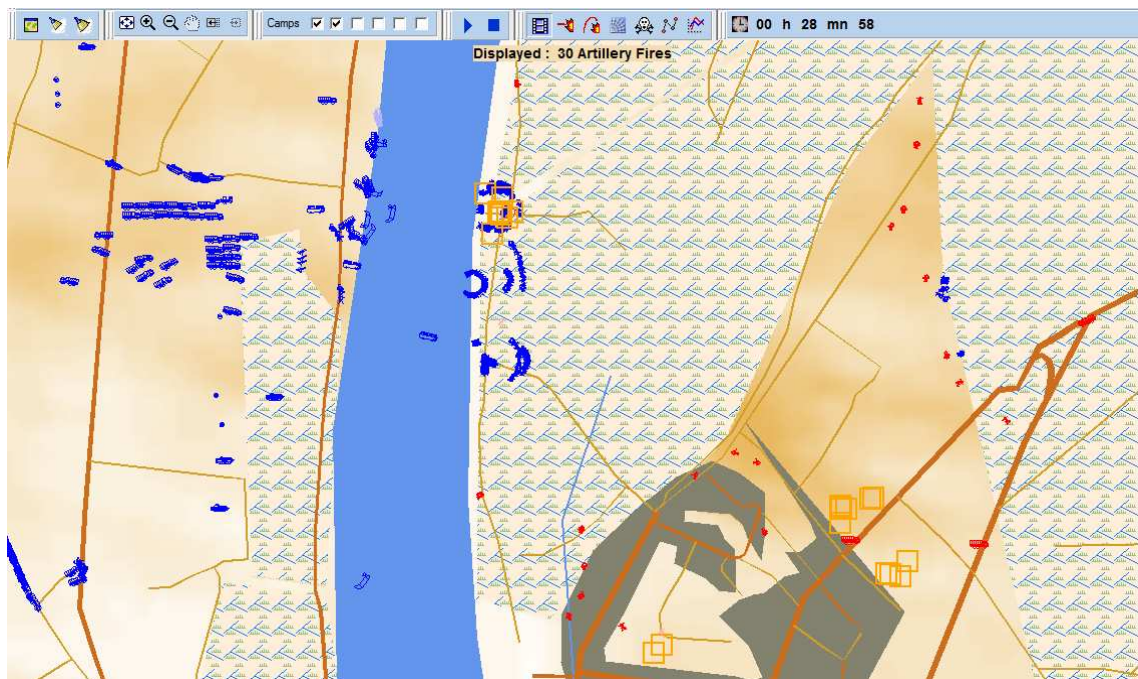
Слика 39: Почетна ситуација за сценарио-1 ДМП-1

Праћењем сценарија долази се до ситуације када ДМП прелази у скелско место преласка, односно до тренутка када је формиран мостобран и почиње превоз скелама, слика 40.



Слика 40: Почетак превозења скелама (крај ДМП-1)

Подаци о другом критеријуму (борбене могућности за ватрену припрему насилног преласка) добијени су на основу броја испалених артиљеријских граната, слика 41.

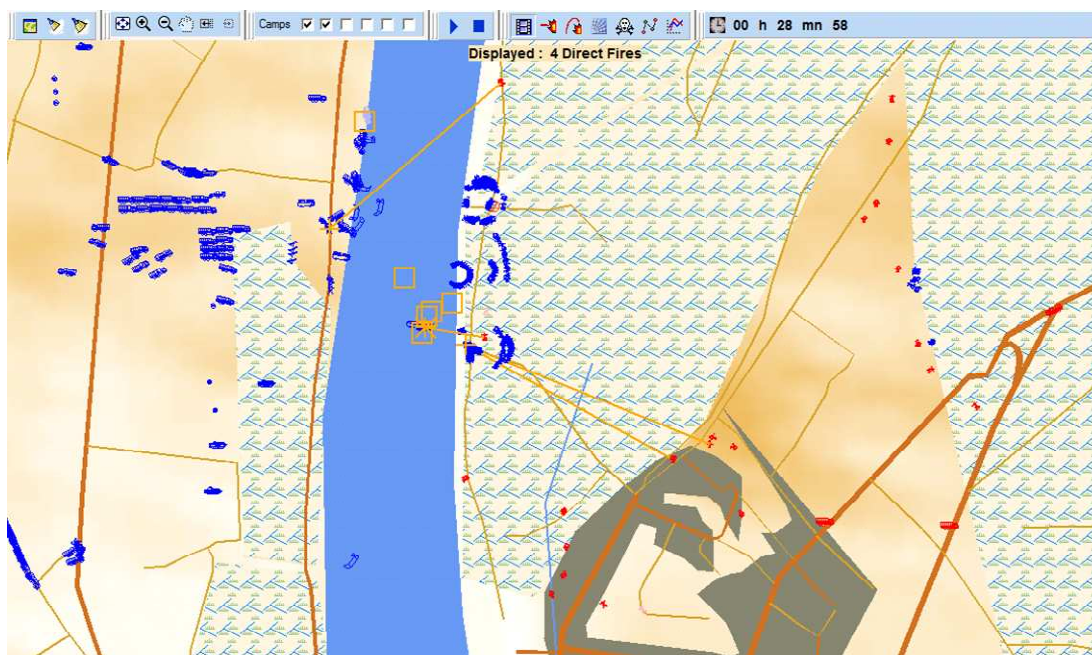


Слика 41: Приказ дејства артиљерије плавог на крају ДМП-1

На слици се уочавају жути квадратићи који приказују дејство артиљерије плавог. Након утврђивања вредности критеријума по свим сценаријима извршена је њихова нормализација.

До вредности трећег критеријума (тајност припрема) дошло се на основу приказа вегетације на карти на којој је вршен насилни прелазак реке. Као што се види са претходне слике, терен не пружа велике могућности за маскирање. На сопственој обали нема растиња, док се на супротној обали могу уочити делови под жбунастим растињем због чега је тај критеријум за ДМП-1 дефинисан као средње мали услови (СМ).

Величина четвртог критеријума утврђена је на основу броја артиљеријског и директног дејства црвеног, слика 42, и мерењем трајања једне туре превозења.³⁷⁵



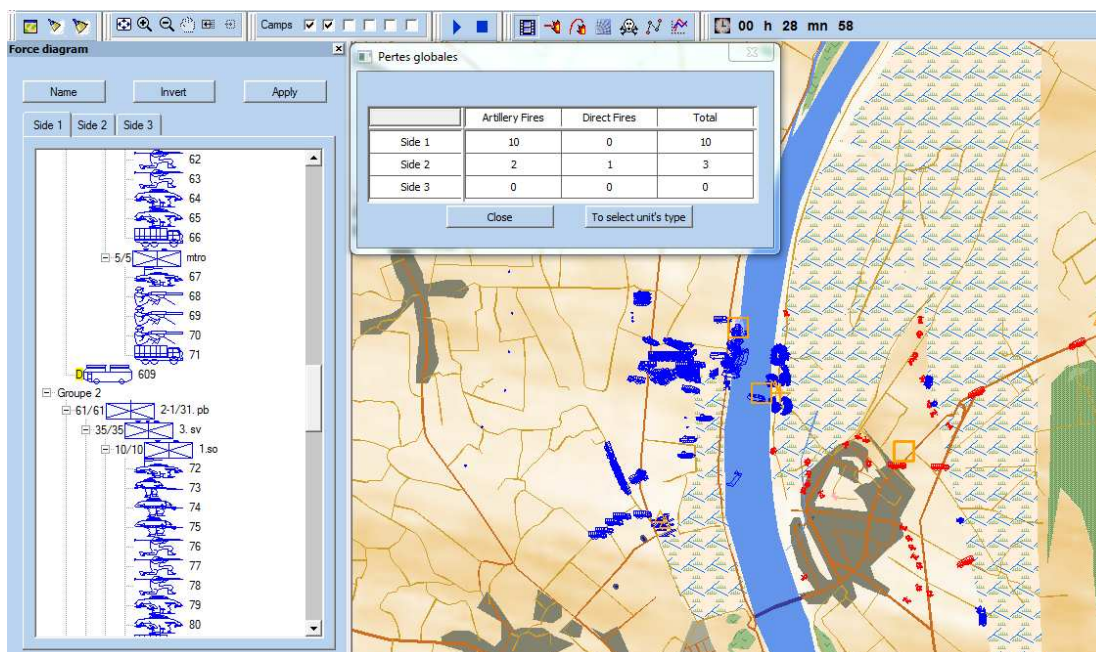
Слика 42: Приказ директног дејства и дејства артиљерије црвеног на крају ДМП-1

Артиљеријско дејство је означено жутим квадратићима, док је директна ватра означена жутим линијама. Прорачуном приказаним у објашњењу критеријума и каснијом нормализацијом дошло се до вредности критеријума по сваком десантном месту преласка.

Последња два критеријума везана за ДМП (карактеристике обала – властите и супротне) добијена су пренствено на основу броја прилазних путева у ближем и ширем рејону ДМП и евентуалним постојањем шумљених рејона који би могли да представљају препреке.

Излазне вредности добијене су преузимањем података о броју средстава НВО избаченим из употребе (оштећена и уништена средства) и броју људи који нису у могућности да наставе даља борбена дејства (рањени и погинули),³⁷⁶ слика 43.

³⁷⁵ Подаци о ширини и брзини препреке нису доступни са сценарија, али они нису неопходни, јер је могуће утврдити колико траје једна тура превозења, што јесте неопходан податак.



Слика 43: Приказ начина доласка до излазних података на крају ДМП-1

На исти начин дошло се до података о осталим алтернативама. То је створило услове за примену (под)модела за избор десантног места преласка. Резултати добијени применом овог (под)модела приказани су у табели 52. Ради лакшег поређења, у истој табели су приказани и подаци који су добијени применом симулационог софтвера.

Табела 52: Упоредни приказ поређења алтернатива за избор ДМП (скуп 1 – за избор десантног места преласка)

Број сценарија	Ознака ДМП	Изази из симулационог софтвера		Изази из модела (ФЛС)	
		Губици (%)	Ранг	Преф. одлуке	Ранг
Сценарио-1	ДМП-1	1,613	1	0,814	1
Сценарио-2	ДМП-2	3,001	2	0,795	2
Сценарио-2	ДМП-3	6,477	4	0,638	5
Сценарио-3	ДМП-4	4,462	3	0,778	3
Сценарио-3	ДМП-5	9,055	6	0,711	4
Сценарио-4	ДМП-6	8,401	5	0,473	6
Сценарио-5	ДМП-7	12,442	7	0,450	7

У последњем кораку ове фазе извршена је анализа добијених резултата. С обзиром да су скале излазних вредности различите, најпогоднији начин поређења резултата је Спирманов коефицијент. Применом израза 12, стр. 49, добијена је вредност од 0,929. Такав резултат указује на веома висок степен корелације рангова алтернатива добијених из симулационог софтвера и из израђеног модела односно fuzzy логичког система за избор десантног места преласка.

³⁷⁶ Ограничење софтвера је да даје збирне податке за људство и технику.

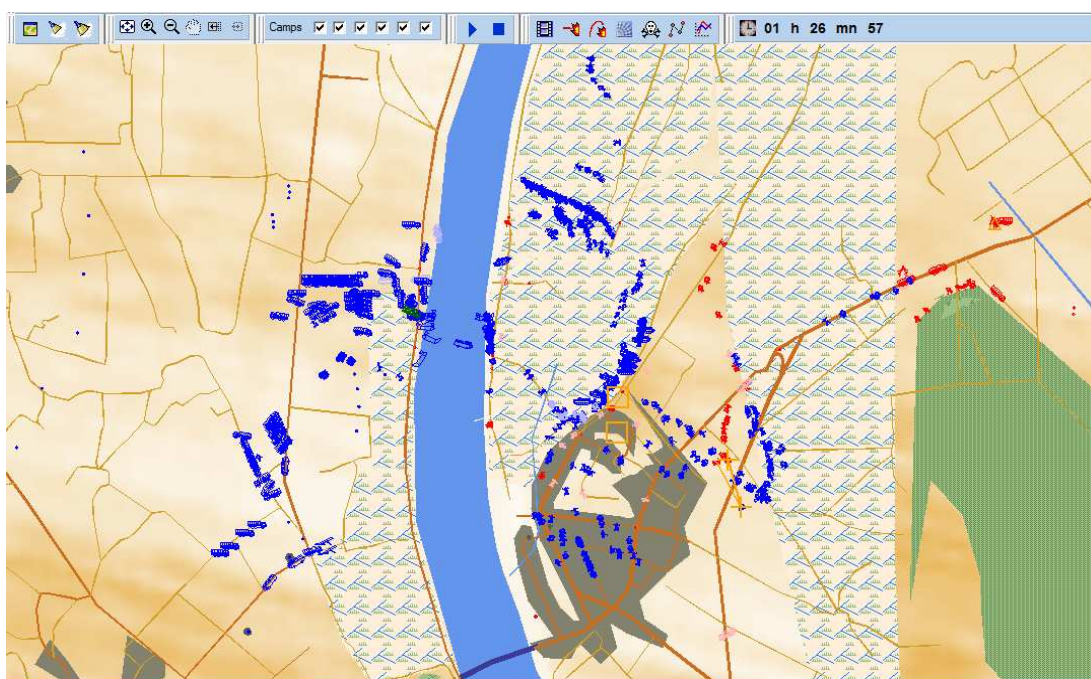
Значајно је истаћи да је ранг прве три алтернативе идентичан, те да би то значило да би као крајње решење проблема биле понуђене идентичне алтернативе. Такође, алтернатива А₇ је оцењена као најлошија у оба случаја, што значи да је као таква одбачена без обзира на начин доласка до решења (избора ДМП). Мање промене у ранговима настају од четврте до шесторангиране алтернативе, што не утиче значајније на корелацију рангова, као и на предлог решења.

Исти поступак поновљен је за избор скелског места преласка. Дефинисано је шест СМП, из сваког сценарија по једно. За свако СМП извучени су подаци који описију критеријуме дефинисане моделом за подршку одлучивању при избору СМП. Улазни и излазни подаци приказани су у табели 53.

Табела 53: Карактеристике СМП по сценаријима (скуп 1 – за избор СМП)

Број сценарија	Критер. Ознака СМП	К ₁	К ₂	К ₃	К ₄	К ₅	К ₆	К ₇	Излаз (губици)	
									Број	%
Сценарио-1	СМП-1	15,38	СМ	-	С	СВ	-	ВМ	20	3,226
Сценарио-2	СМП-2	21,18	М	-	С	СВ	-	СМ	26	4,107
Сценарио-3	СМП-3	25,07	ВВ	-	М	С	-	С	42	5,512
Сценарио-4	СМП-4	10,55	3	-	М	М	-	СМ	21	5,691
Сценарио-5	СМП-5	27,47	ВМ	-	ВМ	ВМ	-	М	76	8,756
Сценарио-6	СМП-6	11,52	СМ	-	В	В	-	СВ	8	2,015

На слици 44 приказан је даљи ток сценарија 1, до тренутка када је престало дејство црвеног по скелском месту преласка.



Слика 44: Приказ одсека преласка водене препреке (сценарио-1)

Први критеријум, време трајања једне туре превозења, добијен је праћењем времена потребног за процесе укрцавања, превозења и искрцавања.

Други критеријум, маскирање сопствених снага, утврђен је на основу приказа вегетације на карти на којој је вршена организација скелског места преласка. Критеријуми K_3 и K_6 (припремни радови на властитој и супротној обали) нису утврђени преузимањем из снимка симулације јер симулациони софтвер за то не пружа могућности.

Процена критеријума K_4 , K_5 и K_7 ослања се на процену мреже прилазних путева од/до скелског места преласка. Излазни подаци добијени су на исти начин као и код десантног места преласка.

Резултати добијени применом адаптивне неуронске мреже за избор СМП, приказани су у табели 54.

Табела 54: Упоредни приказ поређења алтернатива за избор СМП (скуп 1 – за избор скелског места преласка)

Број сценарија	Ознака СМП	Излази из симулационог софтвера		Излази из (под)модела за избор СМП					
				$K_3 = K_6 = 0$		$K_3 = K_6 = 0,5$		$K_3 = K_6 = 1$	
		Губици (%)	Ранг	Преф. одлуке	Ранг	Преф. одлуке	Ранг	Преф. одлуке	Ранг
Сценарио-1	СМП-1	3,226	2	0,765	2	0,504	2	0,205	2
Сценарио-2	СМП-2	4,107	3	0,743	3	0,492	3	0,203	3
Сценарио-3	СМП-3	5,512	4	0,721	4	0,482	4	0,195	4
Сценарио-4	СМП-4	5,691	5	0,689	5	0,461	5	0,191	5
Сценарио-5	СМП-5	8,756	6	0,638	6	0,397	6	0,093	6
Сценарио-6	СМП-6	2,015	1	0,840	1	0,550	1	0,239	1

Подаци који су прорачунати путем адаптивне неуронске мреже за избор СМП урађени су у три случаја: 1) када су критеријуми K_3 и K_6 једнаки нули (радови су занемарљиви), 2) када су критеријуми K_3 и K_6 једнаки 1 (радова су изузетно велики), 3) када су критеријуми K_3 и K_6 једнаки 0,5 (радови су средњи). Ради лакшег поређења приказани су и подаци који су добијени применом симулационог софтвера.

Као што се види из табеле 54, у свим случаја алтернативе су рангиране на исти начин, што указује на максималну корелацију рангова (Спирманов коефицијент је 1). Такође, уочава се да постоји значајна разлика у излазним вредностима, када се пореде прворангирана и последња алтернатива, што указује на стабилност добијеног решења. Она је приметна у свим случајевима тако да се може закључити да то није резултат случајности (разлике излаза нису мале – занемарљиве). Уочава се да промене вредности критеријума K_3 и K_6 , од минималне до максималне, нису промениле рангове алтернатива.

На крају, цела процедура поновљена је и за одсек преласка. Критеријуми везани за ДМП и СМП преузети су из већ дефинисаних елемената за ова два случаја, а анализом сценарија је утврђен критеријум одступање од праваца дејства. Рангирање алтернатива помоћу симулационог софтвера извршено је на основу података о губицима плаве стране. Улазни подаци добијени применом израђених модела (за избор ДМП и СМП) и излазни подаци из симулационог софтвера приказани су у табели 55.

Табела 55: Карактеристике одсека преласка по сценаријима (скуп података 1 – за одсек преласка)

Број сценарија	Ознака одсека преласка	Преф. одл. свих ДМП по сценарију		Критеријуми за избор одсека преласка			Излаз (губици)	
		K _{1A}	K _{1B}	K ₁	K ₂	K ₄	број	%
Сценарио-1	Одсек преласка-1	0,814	-	0,814	0,504	M	30	4,839
Сценарио-2	Одсек преласка -2	0,795	0,638	0,712	0,492	BM	86	13,586
Сценарио-3	Одсек преласка -3	0,778	0,711	0,744	0,482	M	145	19,029
Сценарио-4	Одсек преласка -4	0,473	-	0,473	0,461	B	52	14,091
Сценарио-5	Одсек преласка -5	0,450	-	0,450	0,397	M	184	21,198

Применом метода које су дефинисане у склопу објашњења модела за избор одсека преласка (ВИКОР и МАВАС) дошло се до вредности критеријумских функција алтернатива на основу којих је извршено њихово рангирање, табела 56.

Табела 56: Упоредни приказ рангирања одсека преласка (скуп података 1 – за одсек преласка)

Број сценарија	Ознака одсека преласка	Симулациони софтвер		ВИКОР		МАВАС	
		Излаз	Ранг	Излаз	Ранг	Излаз	Ранг
Сценарио-1	Одсек преласка-1	4,839	1	0,105	2	0,259	1
Сценарио-2	Одсек преласка -2	13,586	2	0,000	1	0,244	2
Сценарио-3	Одсек преласка -3	19,029	4	0,201	3	0,160	3
Сценарио-4	Одсек преласка -4	14,091	3	1,000	5	-0,241	4
Сценарио-5	Одсек преласка -5	21,198	5	0,992	4	-0,242	5

На основу података из табеле 56, прорачунат је Спирманов коефицијент који за однос симулациони софтвер – ВИКОР износи 0,6, а за однос симулациони софтвер – МАВАС износи 0,9. То указује на висок ниво корелације рангова на релацији симулациони софтвер – МАВАС.

С обзиром да је степен корелације рангова алтернатива на релацији симулациони софтвер – МАВАС значајно виши у односу на релацију симулациони софтвер – ВИКОР, може се закључити да резултати ове фазе тестирања дају предност примени методе МАВАС. Најзначајније за обе методе је да се као две најпогодније алтернативе

препоручују идентичне алтернативе, прва и друга. И поред тога што метода ВИКОР прву алтернативу (одсек преласка 1) рангира на другом месту, уочава се да је разлика у вредностима критеријумских функција прворангиране и другорангиране алтернативе значајно мања у односу на остале.

Завршетком прве фазе тестирања установљено је да израђени модели (за избор ДМП, СМП и одсек преласка) могу пружати подршку процесу оперативног планирања у нападној операцији при избору одсека преласка (односно СМП и ДМП). Модел за избор ДМП и СМП представља подршку планирању односно даљем избору одсека преласка, док сам избор одсека представља подршку планирању, организовању и извођењу нападне операције. На основу приказаних модела може се вршити планирање дела операције – избор места и одсека преласка водене препреке. Избор одсека преласка у великој мери диктира начин савлађивања водене препреке, прегруписивање снага, покрете јединица и сл., односно директно утиче на организовање савлађивања водене препреке. На крају, све то је у функцији извођења нападне операције са што мањим губицима и непотребним исцрпљивањем људства и техника, чиме се суштински повећава ефективност савлађивања водене препреке, а самим тим и нападне операције у оквиру које се то савлађивање изводи.

2. ТЕСТИРАЊЕ МОДЕЛА ПРЕКО ЕКСПЕРАТА

Тестирање модела преко експерата извршено је на два скупа података. Скуп 1 представља већ приказане податке који су добијени применом симулационог софтвера и скуп 2 нови подаци у којима су обухваћени сви (под)модел и модели (за избор ДМП, СМП, ММП и одсека преласка, за процену ризика). Подаци о алтернативама другог скупа дати су у прилогу 13. Након формирања другог скупа података извршено је њихово пропуштање кроз модел како би се добиле преференције одлука односно процена ризика, прилог 13. Даље је извршена израда анкетног упитника за тестирање модела преко експерата, прилог 14, након чега је уследило анкетирање експерата.

Обрадом мишљења експерата стекли су се услови да се изврши последњи корак у другој фази тестирања – анализа добијених резултата. Прво је извршена анализа резултата за избор десантног места преласка. Рангови алтернатива дефинисаних на основу сценарија из симулационог софтвера – скуп података 1 (за избор ДМП), приказани су у табели 57.

Табела 57: Рангирање алтернатива за избор ДМП (скуп података 1 – за избор ДМП) – поређење са мишљењем експерата

Број сценарија	Ознака ДМП	Изази из симулационог софтвера		Изази из модела (ФЛС)		Оцена алтернатива од стране експерата	
		Губици (%)	Ранг	Преф. одлуке	Ранг	Преф. одлуке	ранг
Сценарио-1	ДМП-1	1,613	1	0,814	1	8.030	1
Сценарио-2	ДМП-2	3,001	2	0,795	2	7.278	2
Сценарио-2	ДМП-3	6,477	4	0,638	5	6.152	4
Сценарио-3	ДМП-4	4,462	3	0,778	3	7.133	3
Сценарио-3	ДМП-5	9,055	6	0,711	4	6.043	5
Сценарио-4	ДМП-6	8,401	5	0,473	6	3.903	6
Сценарио-5	ДМП-7	12,442	7	0,450	7	3.015	7

За утврђивање корелације рангова коришћене су вредности Спирмановог коефицијента. Он је идентичан за оба случаја (преф. одлуке на основу мишљења експерата – вредности излаза из симулационог софтвера и преф. одлуке на основу мишљења експерата – преференција одлуке добијена применом fuzzy логичког система) и износи 0,964. Ова вредност указује на веома висок степен корелације међу решењима. У прилог томе говори да су прве три рангиране алтернативе идентичне за сва три случаја, као и последња.

Рангови алтернатива за други скуп података приказани су у табели 58.

Табела 58: Рангирање алтернатива за избор ДМП (скуп података 2 – за избор ДМП)

Алтернатива	Изази из (под)модела за избор ДМП		Оцена алтернатива од стране експерата	
	Преф. одлуке	Ранг	Преф. одлуке	Ранг
A ₁	0,701	5	7,201	5
A ₂	0,446	7	4,060	8
A ₃	0,733	4	7,451	4
A ₄	0,821	2	7,890	2
A ₅	0,816	3	7,487	3
A ₆	0,211	10	3,434	9
A ₇	0,833	1	8,167	1
A ₈	0,261	8	5,635	6
A ₉	0,241	9	3,057	10
A ₁₀	0,565	6	5,332	7

На основу података из табеле 58, одређена је вредност Спирмановог коефицијента, која износи 0,957. Такође, није занемарљива и чињеница да су пет прворанжираних алтернатива идентичне. Имајући у виду да се за избор ДМП начелно дефинишу 2-3 алтернативе, може се закључити да израђени модел за избор ДМП задовољава потребе подршке одлучивању.

Даље је извршена анализа излазних резултата модела за избор скелског места преласка. Резултати по питању података из симулационог софтвера – скуп података 1 (за избор СМП), приказани су у табели 59.

Табела 59: Рангирање алтернатива за избор СМП (скуп података 1 – за избор СМП) – поређење са мишљењем експерата

Број сценарија	Ознака СМП	Излази из симулационог софтвера		Излази из (под)модела за избор СМП		Оцена алтернатива од стране експерата	
		губици %	ранг	преф. одлуке	ранг	преф. одлуке	ранг
Сценарио-1	СМП-1	3,226	2	0,504	2	6,644	2
Сценарио-2	СМП-2	4,107	3	0,492	3	6,289	3
Сценарио-3	СМП-3	5,512	4	0,482	4	5,981	5
Сценарио-4	СМП-4	5,691	5	0,461	5	5,998	4
Сценарио-5	СМП-5	8,756	6	0,397	6	2,765	6
Сценарио-6	СМП-6	2,015	1	0,550	1	7,129	1

Уочава се да су разлике у ранговима мале, четврто и петорангирана алтернатива се разликују код експерата у односу на симулациони софтвер и израђени модел, док су прве три и последња идентичне. Степен корелације рангова је веома висок (Спирманов коефицијент за релацију експерти-модел и експерти-симулациони софтвер износи 0,943).

Рангови алтернатива за други скуп података приказани су у табели 60.

Табела 60: Рангирање алтернатива за избор СМП (скуп података 2 – за избор СМП)

Алтернатива	Излази из модела (адапт. неур. мрежа)		Оцена алтернатива од стране експерата	
	Преф. одлуке	Ранг	Преф. одлуке	Ранг
A ₁	0,829	1	7,895	1
A ₂	0,665	2	6,814	2
A ₃	0,432	7	5,611	5
A ₄	0,341	8	3,098	10
A ₅	0,219	10	3,824	9
A ₆	0,577	3	6,354	3
A ₇	0,458	5	5,132	6
A ₈	0,252	9	4,540	7
A ₉	0,434	6	4,044	8
A ₁₀	0,556	4	6,115	4

Према подацима из табеле 60, Спирманов коефицијент корелације рангова износи 0,891, а разлике се појављују тек од петорангиране алтернативе. У сва три случаја (симулациони модел, адаптивна неуронска мрежа, експерти) препорука најбоље алтернативе за СМП била би идентична (A₁). Због тога се може закључити да израђени модел за избор СМП задовољава потребе подршке одлучивању.

Рангови алтернатива за избор месног места преласка приказани су у табели 61.

Табела 61: Рангирање алтернатива за избор ММП (скуп података 2 – за избор ММП)

Алтернатива	Излази из (под)модела за избор ММП		Оцена алтернатива од стране експерата	
	Преф. одлуке	Ранг	Преф. одлуке	Ранг
A ₁	0,656	1	7,462	1
A ₂	0,515	3	6,715	3
A ₃	0,440	6	6,471	4
A ₄	0,488	4	5,412	5
A ₅	0,316	10	4,465	9
A ₆	0,612	2	6,978	2
A ₇	0,467	5	5,321	6
A ₈	0,348	9	4,669	8
A ₉	0,400	8	4,141	10
A ₁₀	0,434	7	4,703	7

Из табеле 61 може се уочити да се, у оба случаја, за ММП предлаже идентична алтернатива (A₁). Такође прве три рангиране алтернативе су идентичне. Последње четири алтернативе су исте код оба примера (са разликом у рангу), што указује да израђени модел прати мишљење експерата. Скуп најбољих алтернатива је исти у оба случаја, као и скуп најлошије оцењених алтернатива. Спирманов коефицијент корелације рангова је веома висок и износи 0,927. Ово указује да се у процесу одлучивања о ММП, са сигурношћу може користити израђени модел, јер прати мишљење експерата.

Даље је извршена анализа излазних резултата модела за избор одсека преласка. Резултати по питању података из симулационог софтвера – скуп података 1 (за избор одсека преласка), приказани су у табели 62.

Табела 62: Рангирање одсека преласка (скуп података 1 – за одсек преласка) – поређење са мишљењем експерата

Број сценарија	Ознака одсека преласка	Симулациони софтвер		Излази из модела				Оцена од стране експерата	
		Губици (%)	Ранг	ВИКОР		МАВАС		Преф. одлуке	Ранг
				Излаз	Ранг	Излаз	Ранг		
Сценарио-1	Одсек преласка-1	4,839	1	0,105	2	0,259	1	7,184	1
Сценарио-2	Одсек преласка -2	13,586	2	0,000	1	0,244	2	6,859	2
Сценарио-3	Одсек преласка -3	19,029	4	0,201	3	0,160	3	6,446	3
Сценарио-4	Одсек преласка -4	14,091	3	1,000	5	-0,241	4	4,022	4
Сценарио-5	Одсек преласка -5	21,198	5	0,992	4	-0,242	5	2,429	5

Анализом рангова алтернатива уочава се да је у свим ситуацијама, сем у примени методе ВИКОР, прворангирана алтернатива A₁. Такође, се уочава да су две прворангиране алтернативе увек из истог скупа (A₁ и A₂).

Анализом корелације рангова, преко Спирмановог коефицијента уочава се веома висока корелација (табела 63).

Табела 63: Спирманов коефицијент корелације рангова (скуп података 1 – избор одсека преласка)

	Сумулациони софтвер	ВИКОР	МАВАС	Експерт
Сумулациони софтвер	1	0,6	0,9	0,9
ВИКОР	0,6	1	0,8	0,85
МАВАС	0,9	0,8	1	1
Експерт	0,9	0,85	1	1

Највећа корелација рангова је између методе МАВАС и мишљења експерата, а затим на релацији МАВАС-симулациони софтвер и експерти-симулациони софтвер. Корелација рангова методе ВИКОР је мања у односу на експерте, а што је још значајније доста мања у односу на симулациони софтвер.

Резултати по основу података из скупа 2 (за избор одсека преласка), приказани су у табели 64.

Табела 64: Упоредни приказ поређења алтернатива за избор одсека преласка (скуп података 2 – за избор одсека преласка)

Алтернатива	Излази из модела за избор одсека преласка				Оцена алтернатива од стране експерата	
	ВИКОР		МАВАС		Преф. одлуке	Ранг
	Преф. одлуке	Ранг	Преф. одлуке	Ранг		
A ₁	0,018	1	0,365	1	8,476	1
A ₂	0,844	9	-0,063	7	6,004	7
A ₃	0,221	3	0,118	3	8,132	3
A ₄	0,599	6	-0,076	8	5,772	8
A ₅	0,529	4	-0,032	5	6,510	6
A ₆	0,558	5	0,117	4	6,583	5
A ₇	0,068	2	0,281	2	8,361	2
A ₈	0,941	10	-0,257	10	4,303	9
A ₉	0,636	7	-0,049	6	6,623	4
A ₁₀	0,7	8	-0,081	9	4,184	10

Анализом рангова алтернатива уочава се да су прве три рангиране алтернативе идентичне у сва три случаја. Такође се уочава да су алтернативе A₂, A₈ и A₁₀ увек међу последњима.

Анализом Спирмановог коефицијента корелације рангова, уочава се веома висока корелација рангова (табела 65), због чега се може закључити да израђени модел даје корисне резултате за подршку процеса доношења одлука при савлађивању водених препрека.

Табела 65: Спирманов коефицијент корелације рангова (скуп података 2 - избор одсека преласка)

	ВИКОР	МАВАС	Експерт
ВИКОР	1	0,927	0,830
МАВАС	0,927	1	0,951
Експерт	0,830	1	1

Највећа корелација рангова је између методе МАВАС и мишљења експерата, а најмања на релацији ВИКОР-експерти. У претходном, и у овом случају, показује се да метода ВИКОР даје мање тачне податке у односу на мишљења експерата и резултате добијене из симулационог софтвера. Због тога се за коначну методу у процесу избора одсека преласка дефинише метода МАВАС.

На крају је извршена анализа последњег (помоћног) модела за оцену ризика. Резултати добијени применом модела и анкетирањем експерата приказани су у табели 66.

Табела 66: Упоредни приказ поређења алтернатива за процену ризика

Алтернатива	Изази из модела за процену ризика		Процена ризика од стране експерата	
	Преф. одлуке	Ранг	Преф. одлуке	Ранг
A ₁	0,368	5	5,218	5
A ₂	0,349	4	3,845	2
A ₃	0,425	6	5,290	6
A ₄	0,667	9	6,874	7
A ₅	0,290	3	5,123	4
A ₆	0,141	1	2,731	1
A ₇	0,427	7	7,338	8
A ₈	0,499	8	7,430	9
A ₉	0,260	2	4,116	3
A ₁₀	0,803	10	7,669	10

У оба случаја најмање ризична је алтернатива А₆, док су алтернативе А₇, А₁₀ и А₈ најризичније. Спирманов коефицијент корелације рангова је изузетно висок 0,927, што указује да израђени модел може да пружа подршку у процени ризика.

Посматрајући скуп података 2, на основу овог модела за подршку одлучивању командант би требао да изабере алтернативу А₁ као наповољнију за одсек преласка. Међутим, ако би командант и поред препоруке модела има дилему, па би се нпр. двоумио између А₁ и А₇ (као другорангиране), модел за процену ризика му пружа додатну информацију да је алтернатива А₇ доста ризичнија од алтернативе А₁.

Завршетком друге фазе тестирања потврђено је да израђени модел за избор одсека преласка (са подмоделима за избор ДМП, СМП и ММП) и помоћни модел за

процену ризика, могу успешно да вреднују алтернативе (локације) за савлађивање водене препреке.

Указивање на она алтернативна решења где би губици у људству и НВО били најмањи у функцији је повећања ефикасности нападне операције са насилним преласком водене препреке, односно савлађивањем водене препреке. Такође, препоручује се она алтернатива где је најизвесније да ће сви циљеви и задаци нападне операције бити остварени. Овим је процес планирања избора локација за места преласка и одсек преласка аутоматизован.

С обзиром да је ова активност саставни део оперативног планирања целе нападне операције, може се закључити да је избор локација за места преласка и одсек преласка у функцији планирања нападне операције. Имајући у виду да процес планирања диктира организовање, које даље утиче на сам процес извођења операције, јасно је да је израђени модел у функцији бољег организовања и извођења нападне операције. На крају, за најбоље алтернативе, модели препоручују оне у којима су губици у људству и НВО најмањи, чиме се директно утиче на ефикасност нападне операције.

Кроз тестирање израђених модела (модел за избор одсека преласка и помоћни модел за процену ризика и подмодела (за избор ДМП, СМП и ММП) извршено је доказивање другог дела разрађујућих и занимајуће хипотезе, односно да су модели и подмодели у функцији ефикасности планирања операције (за подмоделе), као и планирања, организовања и извођења за моделе. Са тим је и други део заснивајуће хипотезе потврђен. С обзиром да је први део хипотеза потврђен у претходној целини, може се сматрати да су све хипотезе (заснивајућа и разрађујуће) постављене на почетку истраживања, успешно доказане.

ЗАКЉУЧАК

Циљ истраживања био је да се кроз хипотетички оквир истраживања, дође до модела који би представљао подршку одлучивања при процесу оперативног планирања у елементу савлађивања водених препрека у нападној операцији Копнене војске. Таква формулација утицала је да се у склопу истраживања прво обраде општи елементи нападне операције и савлађивања водених препрека и доведе у логичку везу модел, који је израђен, са процесом оперативног планирања, организовања и извођења операције. Једна целина посвећена је опису методе експертског оцењивања, као најзначајнијег начина доласка до података. Тежиште рада је на приказу начина израде (под)модела и модела, а завршни део је подразумевао тестирање резултата које израђени модели дају.

Дефинисањем основних теоријских одредби везаних за операције, са акцентом на нападној, лоцирано је место израђеног модела у процесу оперативног планирања. Ширим описом прво је извршено дефинисање појма операције, где је утврђено да већина дефиниција, операције посматра као јединствене, непоновљиве, са ресурсима ограничене и једнократно оствариве подухвате. Специфичност дефинисања нападне операције огледа се у чињеници да је углавном реч о основним и решавајућим операцијама. Другим речима, један од циљева других операција је прелазак у нападну операцију.

Оперативно планирање је процес којем се посвећује значајна пажња, јер оно представља темељ организовања, што је основа извођења свих операција. У склопу оперативног планирања акценат је дат на разради, оцени и избору варијанте употребе снага, као кључног елемента успеха операције. У склопу тог процеса налази се место модела који је истраживањем дефинисан. Његови резултати треба да помогну команданту да лакше дефинише, анализира и одлучи се за одређену варијанту употребе. Модел представља само један сегмент у овом процесу, јер савлађивање водене препреке је само део нападне операције.

Све операције прате значајни ризици. Због тога се у свету, а последњих година и у Војсци Србије, овој проблематици посвећује све већа пажња. Процена ризика је, и поред тога што није посебно планирана у истраживању, пронашла своје место у моделу. Према мишљењу експерата, процена ризика није одлучујући елемент при избору одсека преласка, али би у одређеним ситуацијама квантификација ризика могла да помогне у доношењу коначних одлука.

Инжињеријска и противинжињеријска дејства представљају незаобилазни део нападне операције. Акцент противинжињеријских дејстава у нападној операцији је на савлађивању препрека (природних и вештачких), где припадају и водене препреке. Водене препреке су одувек представљале значајне препреке. Њихов значај у извођењу операција није се смањило ни у данашње време, без обзира на развој средстава за њихово савлађивање. Утицај водених препрека у нападној операцији је вишеструк. Целу операцију деле на три фазе (до водене препреке, савлађивање водене препреке и фаза након савлађивања), и утичу на груписање снага, каналисање кретања, отежавају логистичку подршку, захтевају употребу специфичне технике, итд. Све то отежава нападну операцију. Додајући на то и психолошки ефекат на људство које осваја и држи мостобран, због одвојености од јединице, савлађивање водених препрека се може сматрати најкритичнијом активношћу у извођењу нападне операције, када се у зони операције налази једна или више водених препрека. Анализом теоријских одредби и доктринарних одређења установљено је да су дефинисани основни елементи везани за процес савлађивања водених препрека: десантно, скелско и мосно место преласка и одсек преласка. Њихова веза, да се одсек преласка састоји из десантног, скелског и мосног места преласка, је у теорији и пракси већ јасно разјашњена. Избор тих места и одсека преласка представља суштину даљег организовања целокупне активности савлађивања водених препрека – начина савлађивања, а делом и целе нападне операције. Тај избор, поред утицаја на извршење задатака и циљева, утиче на употребу јединица, као и на могуће губитке у људству, наоружању и војној опреми.

Специфичност истраживања условила је и примену широког спектра метода. Као метода помоћу које су добијени најзначајнији подаци истиче се метода експертског оцењивања. Избор методе логичан је када се има у виду да је у току своје професионалне каријере само мали број људи био у ситуацији да планира, организује или изводи савлађивање водених препрека у миру, а још мањи у току извођења борбених дејстава. Избор и оцена компетенције експерата извршена је коришћењем већ познате, и у великом броју истраживања примењене методе (применом коефицијента компетенције, који обухвата три аспекта процене: објективна процена,

процена извора аргументације и субјективна процена експерата). Посебна пажња посвећена је оцени конзистентности мишљења експерата. У коначно разматрање узета су у обзир само она мишљења која нису значајније одступала од идеалних коресподентних тачака.

Доказивање опште хипотезе да се *применом различитих метода одлучивања може доћи до модела који ће обезбедити повољан избор начина савлађивања водених препрека у нападној операцији Копнене Војске и бити у функцији ефективности извршења мисије* извршено је кроз четири разрађујуће хипотезе. У истраживању, оне су појединачно приказиване, али је процес њихове верификације текао паралелно. Сви модели су начелно израђивани по сличној процедури. Прво је анализирана литература и утврђени су почетни критеријуми. На основу тих почетних критеријума, дефинисани су остали уз сагласност експерата. Након обраде резултата и усаглашавања мишљења експерата, организован је други круг анкете где су се експерти бавили дефинисањем тежинских коефицијената критеријума. Након тога је уследила обрада података и усаглашавање мишљења, на основу чега је вршена израда модела. Помоћ у изради модела експерти су пружали и кроз дефинисање правила приликом израде fuzzy логичких система и адаптивних неуронских мрежа. Након израде модела извршена је оцена њихове осетљивости, а на крају је извршено тестирање свих модела и (под)модела.

Прва разрађујућа хипотеза да се *применом метода за подршку групног одлучивања може доћи до (под)модела – fuzzy логичког система за избор десантног места преласка у нападној операцији Копнене Војске, који ће бити у функцији ефективности планирања операције*, доказана је кроз израду модела и његово тестирање. За потребе израде модела утврђени су критеријуми који утичу на избор десантног места преласка: однос снага, борбене могућности за ватрену припрему насилног преласка, тајност припрема, степен изложености ватри непријатеља, карактеристике супротне обале и карактеристике властите обале. Уграђивањем у fuzzy логички систем дефинисана је повезаност наведених критеријума са избором десантног места преласка. Та повезаност утврђена је кроз тежинске коефицијенте критеријума и базу правила fuzzy логичког система.

Базе правила fuzzy логичких система које се дефинишу класичним начином, кроз више кругова анкета и интервјуа са експертима, најчешће и после дугог рада садрже велики број неконзистентних правила, која је врло често тешко и препознати. Због тога су лица која израђују fuzzy логичке системе принуђена да цео процес понављају и више пута, посебно када fuzzy логички систем има велики број правила, што је напорно и за

истраживаче и за експерте. С обзиром да се у литератури не могу пронаћи методе које дефинишу базу правила засновану на искуству и интуицији, развијена је метода агрегације тежине премиса правила. Развијена метода значајно смањује време за дефинисање базе правила и елиминише неконзистентност у правилима, али и олакшава касније добијање конзистентног мишљења експертске групе. Метода је успешно примењена у изради fuzzy логичког система за избор десантног места преласка.

Метода агрегације тежина премиса правила ослања се на дефинисање тежинских коефицијената применом неке од метода вишекритеријумског одлучивања. У истраживању је коришћена модификована метода аналитичког хијерархијског процеса. Та модификација односи се на фазификацију Saaty-јеве скале применом троугластих fuzzy бројева са променљивим интервалом поверења. Суштина нове фазификације огледа се у увођењу степена уверености експерата у тврдње које дају односно у поређења у паровима, које врше Saaty-јевом скалом. Модификована метода је успешно примењена у дефинисању тежинских коефицијената улазних критеријума при избору десантног места преласка.

Након израде fuzzy логичког система за избор десантног места преласка, успешно је анализирана његова осетљивост, која је показала да промене вредности улаза прате адекватне промене излаза. Овим је први део прве разрађујуће хипотезе доказан, док је други део („да је модел у функцији ефективности планирања операције“) доказиван кроз процес тестирања.

Као и прва, друга разрађујућа хипотеза, да се *применом метода АХП, ВИКОР и метода за подршку групног одлучивања може доћи до (под)модела – адаптивне неуронске мреже за избор скелског места преласка у нападној операцији Коппене Војске, који ће бити у функцији ефективности планирања операције*, доказана је кроз израду и тестирање (под)модела. У изради модела коришћено је више метода. За дефинисање тежинских коефицијената коришћена је модификована метода аналитичког хијерархијског процеса (приказана код модела за избор десантног места преласка). Успешно је примењена и метода агрегације тежина премиса правила у дефинисању кључних правила. За израду базе података, којом је обучавана адаптивна неуронска мрежа коришћени су подаци добијени применом више метода (ВИКОР, MOORA, модификована TOPSIS и SAW), које су изабране по посебном поступку приказаном у самом истраживању.

Кључни елеменат (под)модела представља скуп улазних критеријума. Истраживањем је утврђено да на избор скелског места преласка утичу следећи критеријуми: време трајања једне туре превожења, маскирање сопствених снага,

припремни радова на властитој обали, степен развијености мреже путева на властитој обали, могућности терена за преусмеравање или маскирање јединица, припремни радови на супротној обали и степен развијености мреже путева на супротној обали. Применом адаптивне неуронске мреже улазни критеријуми су повезани са избором скелског места преласка, односно дефинисане су правилности на основу којих улазни критеријуми утичу на избор.

Након обучавања адаптивне неуронске мреже за избор скелског места преласка, успешно је анализирана њена осетљивост. Анализа је показала да промене вредности улаза прате адекватне промене излаза. Овим је први део друге разрађујуће хипотезе доказан, док је други део („да је модел у функцији ефективности планирања операције“) доказиван кроз процес тестирања.

Процес доказивања треће разрађујуће хипотезе да се *применом метода АХП, ВИКОР и метода за подршку групног одлучивања може доћи до (под)модела – адаптивне неуронске мреже за избор мосног места преласка у нападној операцији Копнене Војске, који ће бити у функцији ефективности планирања операције*, извршен је као и у (под)моделу за избор скелског места преласка. Током израде модела утврђени су критеријуми који утичу на избор мосног места преласка: ширина водене препреке, брзина тока водене препреке, заштита сопствених снага, припремни радови на властитој обали, степен развијености мреже путева на властитој обали, могућности терена за преусмеравање или маскирање јединица, припремни радови на супротној обали и степен развијености мреже путева на супротној обали. Дефинисани критеријуми су применом адаптивне неуронске мреже повезани са избором мосног места преласка, односно дефинисана су правила на основу којих улазни критеријуми утичу на тај избор.

Након обучавања адаптивне неуронске мреже за избор мосног места преласка, анализирана је његова осетљивост. Кроз анализу је утврђено да промене вредности улаза прате адекватне промене излаза, што је био главни циљ анализе. Овим је први део треће разрађујуће хипотезе доказан, док је други део („да је модел у функцији ефективности планирања операције“) доказиван кроз процес тестирања.

Четврта разрађујућа хипотеза да се *применом метода АХП и TOPSIS може доћи до модела за избор одсека преласка водене препреке у нападној операцији Копнене Војске, који ће бити у функцији ефективности планирања, организовања и извођења операције*, доказана је кроз израду модела – избор методе и његово тестирање. У склопу модела утврђени су улазни критеријуми који утичу на избор одсека преласка: преференција одлуке за избор десантног места преласка (излаз из

подмодела), преференција одлуке за избор скелског места преласка (излаз из подмодела), преференција одлуке за избор мосног места преласка (излаз из подмодела) и одступање од праваца дејства. За потребе избора методе којом ће се описати (математички приказати) зависност излазне вредности од улазних, дефинисан је модел за оцену конзистентности метода вишекритеријумског одлучивања. Кроз израђени модел утврђен је утицај улазних критеријума на излазне вредности код примене одређених метода вишекритеријумског одлучивања (TOPSIS, ВИКОР, MOORA, SAW, COPRAS и МАВАС), у случају промене: тежинских коефицијената улазних критеријума, промене мерне скале и начина формулације критеријума. Применом тог модела установљено је да методе ВИКОР и МАВАС, дају конзистентне резултате у свим случајевима анализе.

Тиме је први део четврте разрађујуће хипотезе делимично доказан. Извршена је израда модела, али се у моделу не користи метода TOPSIS, како је то хипотезом претпостављено, већ методе ВИКОР и МАВАС. Коначни избор методе извршен је кроз касније тестирање модела. Други део хипотезе („да је модел у функцији ефективности планирања, организовања и извођења операције“) доказиван је кроз процес тестирања.

Као посебан захтев у току истраживања израђен је помоћни модел за процену ризика. Тај модел представља интегрални део процене ризика у току оперативног планирања нападне операције. Кроз израду модела утврђене су и објашњене фазе процене ризика: идентификовање потенцијалних опасности, анализа ризика, вредновање ризика, анализа мера за смањење ризика и дефинисање преосталог ризика. Кључни елемент модела, којим се врши квантификовање ризика, је fuzzy логички систем за анализу ризика. За улазе у тај fuzzy логички систем идентификована су четири критеријума: вероватноћа опасности, последице по људство, степен оштећења или уништења наоружања и војне опреме и степен утицаја на извршење мисије.

Израда базе правила fuzzy логичког система, извршена је методом агрегације тежина премиса правила. Утврђивање тежинских коефицијената улазних критеријума извршено је применом нове модификације методе аналитичког хијерархијског процеса. Нова модификација се заснива на фазификацији Saaty-јеве скале применом интервалних троугластих fuzzy бројева, у коју су уграђени степени уверености експерата у поређења које врше и оцена компетенције експерата. Оцена осетљивости израђеног fuzzy логичког система показала је да услед мањих промена улаза долази до адекватних промена излаза.

Доказивање другог дела разрађујућих хипотеза извршено је кроз тестирање свих (под)модела и модела. Тестирање је спроведено преко симулационог софтвера и преко

експерата. У оба случаја установљен је висок степен корелације рангова алтернатива који се добијају применом израђених (под)модела и модела са ранговима који се добијају применом симулационог софтера односно анкетирањем експерата. Допринос ефективности планирања, организовања и извођења нападне операције установљен је кроз чињеницу да израђени (под)модел и модели препоручују оне алтернативе у којима се применом симулационог софтера постижу најбољи резултати у савлађивању водених препрека, односно обезбеђују најмањи губици у људству, наоружању и војној опреми.

У склопу тестирања дошло се до закључка да метода МАВАС даје боље резултате за избор одсека преласка од методе ВИКОР (већи степен корелације рангова са експертима и са симулационим софтвером). Стога је метода МАВАС изабрана за примену при избору одсека преласка.

Кроз процес тестирања установљено је да сви (под)модел и модели дају резултате који су у сагласности са мишљењем експерата, као и резултатима реализације вежби савлађивања водених препрека у нападној операцији на симулационом софтверу. Овим су и други делови свих разрађујућих хипотеза (да су модели у функцији ефективности планирања, организовања и извођења операције), доказани.

Кроз доказивање свих разрађујућих хипотеза доказана је и заснивајућа хипотеза, односно остварени су постављени циљеви истраживања. Објашњен је модел који представља подршку одлучивању у једном сегменту процеса оперативног планирања нападне операције Копнене војске – савлађивању водене препреке. Применом математичког апарата, у једну целину су, посебним правилима, повезани улазни и излазни критеријуми, где улазни критеријуми представљају тренутно стање (на терену), док су излази процене најбољих опција, које су применљиве у пракси.

Резултати истраживања дају научну основу за извршење одређених промена и допуна доктринарних докумената по дубини, како би се унапредила употреба инжињеријских јединица, као и јединица других родова у извођењу нападне операције са савлађивањем водене препреке. Поред тога, створена је основа да се садржаји истраживања уграде у процесе обучавања. Та основа, првенствено се односи на сегмент обучавања за дужности команданта и чланова штаба у процесу оперативног планирања. Посредно се указује на значај реализације и иновације тема везаних за извиђање водених препрека, јер се на тим основама дефинишу вредности улазних параметара израђеног модела. Такође, резултати истраживања могу послужити инжињеријским и другим старешинама као основа за употпуњавање личних сазнања.

Кроз истраживање је генерализовано једно уско подручје (избор места и одсека преласка водене препреке) везано за процес оперативног планирања нападне операције. Научним приступом обједињена су теоријска знања са искуственим, и стављена у функцију практичног деловања.

Резултати истраживања указују на важност развоја модела одлучивања у процесу оперативног планирања нападне и других операција, јер је показано да се применом знања из теорије одлучивања могу решити и компликованији проблеми који прате припреме и извођење операције. То се не односи само на активности везане за савлађивање водених препрека, већ и на све друге сегменте процеса оперативног планирања.

Даљим истраживањима неопходно је обухватити и остале сегменте савлађивања водених препрека, као што су избор места преласка газом, избор места преласка тенкова под водом и дубоким газом. Израђени модел, из разумљивих разлога, није обухватио све врсте операција у којима се Војска Србије употребљава, па је у наставку истраживања ову проблематику потребно размотрити и приликом решавања сличних проблема у одбрамбеним операцијама и операцијама подршке цивилним властима у супротстављању неоружаним претњама безбедности. У том смислу, израђени модел може да представља основу даљих истраживања.

СКРАЋЕНИЦЕ

COPRAS	Complex Proportional Assessment of Alternatives;
DEMATEL	Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory;
ELEKTRA	Elimination et choix Traduisant la réalité (Elimination and Choice Expressing Reality)
SAW	Simple Additive Weighting (Метода једноставних адитивних тежина);
АМП	Аналитички мрежни процес;
АТПП	Агрегација тежина премиса правила;
АХП	Аналитички хијерархијски процес;
б/д	Борбена дејства;
БМВПр	Борбене могућности за ватрену припрему насилног преласка;
БТВП	Брзина тока водене препреке;
ВИКОР	Вишекритеријумско компромисно рангирање;
ВКО	Вишекритеријумско одлучивање;
ВС	Војска Србије;
ВТТп	Време трајања једне туре превозења ;
ГШУ	Генералштабно усавршавање;
ДМП	Десантно место преласка;
ДО	Доносиоци одлука;
ЗССн	Заштита сопствених снага;
КоВ	Копнена војска;
КВО	Карактеристике властите обале;
КСнО	Карактеристике супротне обале;
КШУ	Командно-штабно усавршавање;
МАВАС	Multi-Attributive Border Approximation area Comparison;
МССн	Маскирање сопствених снага;
ММП	Мосно (мостовно) место преласка;
МООРА	Multy-Objective Optimization On The Basis Of Ratio Analysis
МПП	Место преласка газом;

МПП	Место преласка пливањем;
МППЛ	Место преласка преко леда;
МТПиМ	Могућности терена за преусмеравање или маскирање јединица;
НВО	Наоружање и војна опрема;
ОдПН	Одступање од праваца напада;
ОСн	Однос снага;
ПМ-М-71	Понтонски мост М-71;
П _{дмп}	Преференција одлуке за избор десантног места преласка;
П _{ммп}	Преференција одлуке за избор мосног места преласка;
ПМП	Подводно место преласка;
ПР/во	Припремни радови на властитој обали ;
ПР/со	Припремни радови на супротној обали;
П _{смп}	Преференција одлуке за избор скелског места преласка;
СВП	Савлађивање водених препрека;
СИВН	Степен изложености ватри непријатеља;
СМП	Скелско место преласка;
СРМП/во	Степен развијености мреже путева на властитој обали;
СРМП/со	Степен развијености мреже путева на супротној обали;
TOPSIS	Technique for Order of Preference by Similarity to ideal Solution;
ТП	Тајност припрема;
ФЛС	Fuzzy логички систем;
ШВП	Ширина водене препреке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Abdullah, L., Najib, L. A new type-2 fuzzy set of linguistic variables for the fuzzy analytic hierarchy process, *Expert Systems with Applications*, 41, 2014, стр. 3297–3305.
2. Bach, E., Bridy, A. On the number of distinct functional graphs of affine-linear transformations over finite fields, *Linear Algebra and its Applications*, 439, 2013, стр. 1312–1320.
3. Bozbura, F.T., Beskese, A., Kahraman, C. Prioritization of human capital measurement indicators using fuzzy AHP, *Expert Systems with Applications*, 32, 2007, стр. 1100–1112.
4. Brauers, W.K.M., Zavadskas, E.K. The MOORA method and its application to privatization in a transition economy, *Control and Cybernetics*, 35(2), 2006, стр. 443–468.
5. Burke, D.M. Борбено правило FM 3-0: Доктрина за снаге у трансформацији, *Информативни билтен превода*, (1), 2003, стр. 57-65.
6. Cabrerizo, F.J., Moreno, J.M., Pérez, I.J., Herrera-Viedma, E. Analyzing consensus approaches in fuzzy group decision making: advantages and drawbacks, *Soft Computing*, 14, 2010, стр. 451–463.
7. Camparo, J. A geometrical approach to the ordinal data of Likert scaling and attitude measurements: The density matrix in psychology, *Journal of Mathematical Psychology*, 57, 2013, стр. 29–42.
8. Carnero, M.C. Multicriteria model for maintenance benchmarking, *Journal of Manufacturing Systems*, 33, 2014, стр. 303–321.
9. Castillo, O., Melin, P. *Type-2 Fuzzy Logic: Theory and Applications*, Springer, Heidelberg., 2008.
10. Chapman, C.B., Cooper, D.F. Risk analysis: testing some prejudices, *European Journal of Operational Research*, 14, 1983; Sotoudeh, G., Khanzadi, M. и Parchami M.J. A Fuzzy MCDM for Evaluating Risk of Construction Projects, *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 12, 2011, стр. 162-171.
11. Dalkey N.C. *The Delphi method: An experimental study of group opinion*, The Rand Corporation, Santa Monica, California, 1969.
12. Deng, D.Y., Xu, J., Liu, Y., Mancl, K. Biogas as asustainable energy source in China: Regional development strategy application and decision making, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 35, 2014, стр. 294–303.

13. Dong, Q., Cooper, O. A peer-to-peer dynamic adaptive consensus reaching model for the group AHP decision making, *European Journal of Operational Research*, 250, 2016, стр. 521–530;
14. Enea, M., Piazza, T. Project Selection by Constrained Fuzzy AHP, *Fuzzy Optimization and Decision Making*, 3(1), 2004, стр. 39–62.
15. Fenton, G. Demystifying river-crossing operations, *Engineer*, 25(4), 1995, стр. 11–12.
16. *FM 5-19 Composite Risk Management*, Headquarters Department of the Army, 2006.
17. Gohar, A.M., Khanzadi, M., Jalal, M.P. A Fuzzy MCDM for Evaluating Risk of Construction Projects, *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, (5), 2011, стр. 162–171.
18. Hwang, C.L., Yoon, K. *Multiple attribute decision making: a state of the art survey: Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*, vol. 186, Springer-Verlag, Berlin 1981.
19. Isaai, M.T., Kanani, A., Tootoonchi, M., Afzali, H.R. Intelligent timetable evaluation using fuzzy AHP, *Expert Systems with Applications*, 38, 2011, стр. 3718–3723.
20. Jantzen, J. Design of Fuzzy Controllers. *Tech report No 98-864*, Technical University of Denmark, Department of Automation, 1998.
21. John, A. Paraskevadakis, D., Bury, A., Yang, Z. и Riahi, R. An integrated fuzzy risk assessment for seaport operations, *Safety Science*, 68, 2014, стр. 180–194.
22. Johnson, C. W. *Military Risk Assessment: From Conventional Warfare to Counter Insurgency Operations*, University of Glasgow Press, Glasgow, Scotland, 2012.
23. Junior, F.R.L., Osiro, L., Carpinetti, L.C.R. A comparison between Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS methods to supplier selection, *Applied Soft Computing*, 21, 2014, стр. 194–209.
24. Kahneman, D., Tversky, A. The Framing of Decisions and the Psychology of Choice, *Science*, 211(4481), 1981, стр. 453–458.
25. Kahneman, D., Tversky, A. Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk, *Econometrica*, 47(2), 1979, стр. 263–292.
26. Kahraman, C., Öztayşi, B., Sari, I.U., Turanoğlu, E. Fuzzy analytic hierarchy process with interval type-2 fuzzy sets, *Knowledge-Based Systems*, 59, 2014, стр. 48–57.
27. Kamvysi, K., Gotzamani, K., Andronikidis, A. Capturing and prioritizing students' requirements for course design by embedding Fuzzy-AHP and linear programming in QFD, *European Journal of Operational Research*, 237, 2014, стр. 1083–1094.
28. Kao, C.H., Chen, S.M. A new method to generate fuzzy rules from training data containing noise for handling classification problems. *Proceedings of 5th Conference Artificial Intelligence and Applications*, Taipei, Taiwan, R.O.C., 2000, стр. 323–331.
29. Kaufmann, A., Gupta, M. *Introduction to Fuzzy Arithmetic*. Van Nostrand Reinhold Company, New York, 1985.
30. Kilic, H.S., Zaim, S., Delen, D. Development of a hybrid methodology for ERP system selection: The case of Turkish Airlines, *Decision Support Systems*, 66, 2014, стр. 82–92.
31. Kumar, K.A. Revisiting the supplier selection problem: An integrated approach for group decision support, *Expert systems with applications*, 41, 2014, стр. 2762–2771.
32. Laarhoven, P.J.M., Pedrycz, W. A fuzzy extension of Saaty's priority theory, *Fuzzy Sets and Systems*, 11, 1983, стр. 229–241.

33. Li, L., Shi, Z.-H., Yin, W., Zhu, D., Ng, S.L., Cai, C.-F., Lei, A-L. A fuzzy analytic hierarchy process (FAHP) approach to eco-environmental vulnerability assessment for the danjiangkou reservoir area, China, *Ecological Modelling*, 220, 2009, 3439–3447.
34. Liao, H., Xu, Z., Zeng, X.J., Xu, D.L. An enhanced consensus reaching process in group decision making with intuitionistic fuzzy preference relations, *Information Sciences*, 329, 2016, 274–286;
35. Ma, D., Zheng, X.: 9/9–9/1 scale method of the AHP, Proceedings of the 2nd International Symposium on the AHP, 1, Pittsburgh, PA, 1991, стр. 197–202.
36. MATLAB R2014b, доступно на: <http://www.mathworks.com/help/stats/supervised-learning-machine-learning-workflow-and-algorithms.html> (13. февраля 2015.).
37. McGill, W. и Ayyub, M.B. Multicriteria Security System Performance Assessment Using Fuzzy Logic, *The Journal of Defense Modeling and Simulation (JDMS): Applications, Methodology, Technology*, (4), 2007, стр. 356-358.
38. Mearsheimer, J.J. Assessing the Conventional Balance: The 3:1 Rule and Its Critics, *International Security*, 13(4), 1989, стр. 54-89.
39. Mendoza, O., Melin, P., Licea, G. A hybrid approach for image recognition combining type-2 fuzzy logic, modular neural networks and the Sugeno integral, *Journal of Information Sciences*, 179(13), 2009, стр. 2078–2101.
40. Meng, C., Xu, D., Son, Y.-J., Kubota, C., Lewis, M., Tronstad, R. An integrated simulation and AHP approach to vegetable grafting operation design, *Computers and Electronics in Agriculture*, 102, 2014, стр. 73–84.
41. Miller, G. A. The magical number seven plus or minus two: some limits on our capacity for processing information, *Psychological Review*, 63, 1956, стр. 81–97.
42. Park, B.: Hybrid Neuro-Fuzzy Application in Short-term Freeway Traffic Volume Forecasting, *Transportation Research Record 1802*, Paper No. 02-2921, 2002, стр. 190–196.
43. Ravi, V., Reddy, P.J., Zimmermann H.J. Fuzzy rule base generation for classification and its minimization via modified threshold accepting, *Fuzzy Sets and System*, 120(2), 2001, стр. 271–279.
44. Retaei, J., Fahim, P.B.M., Tavasszy, L. Supplier selection in the airline retail industry using a funnel methodology: Conjunctive screening method and fuzzy AHP, *Expert systems with applications*, 41, 2014, стр. 8165-8179.
45. Rupp, J. K., Operation Chosin Action: A river-crossing exercise, *Engineer*, 25(4), 1995.
46. Saaty, T. L., *The analytic hierarchy process*. McGraw-Hill, New York, 1980.
47. Seiford L. M. The evolution of the state-of-art (1978-1995), *Journal of Productivity Analysis*, 7, 1996, 99-137.
48. Takagi, H. Fusion technology of neural networks and fuzzy systems, *International Journal of Applied Mathematics and Computer Science*, 10(4), 2000, стр. 647–675.
49. Taner, J. C. *Operational list management at the operational level of War*, Naval War College, Newport, 1997, доступно на: <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a328149.pdf> (10. ноября 2013.)
50. Triantaphyllou E., Shu B., Sanchez S.N., Ray T.: Multi-criteria decision making: an operations research approach, *Encyclopedia of Electrical and Electronics Engineering* (J.G. Webster, ed.), John Wiley & Sons, New York, 15, 1998, стр. 175–186.

51. Vaughan, E., Vaughan, T.: *Основе осигурања и управљање ризицима*, МАТЕ, Загреб, 2011, у: Авакумовић, Ч., Милинковић, С., Вујачић, Н. Менаџмент ризика, *Зборник радова са међународне научне конференције Менаџмент 2010*, Крушевац, 2010, стр.. 387-390.
52. Vauglan, E.J. *Risk Management*, John Wiley & Sons, New York, 1997, у: Кековић, З., Савић, С., Комазец, Н., Милошевић, М., Јовановић, Д. *Процена ризика у заштити лица, имовине и пословања*, Центар за анализу ризика и управљање кризама, Београд, 2011.
53. Wang L.X., Mendel J.M. Generating fuzzy rules by learning from examples, *IEEE Transactions On Systems, Man, and Cybernetics*, 22(6), 1992, стр. 1414– 1427.
54. Williams, C.A., Smith, M.L., Young, P.C. *Risk Management and Insurence*, Irwin/McGraw-Hill, International editions, 1998, у: Вујовић, Р. *Управљање ризицима и осигурање*, Универзитет Сингидуум, Београд, 2009.
55. Yeap, J.A.L., Ignatius, J., Ramayah, T. Determining consumers' most preferred eWOM platform for movie reviews: A fuzzy analytic hierarchy process approach, *Computers in Human Behavior*, 31, 2014, стр. 250–258.
56. Yuan, Y., Suarga, S. On the Integration of Neural Networks and Fuzzy Logic Systems, *Internat. Conf. on Systems, Man and Cybernetics*, Vancouver, Canada, 1995, стр. 452-456.
57. Zadeh, L. A. Fuzzy sets. *Information and Control*, 8, 1965, стр. 338-353.
58. Zadeh, L.A. A Rationale for Fuzzy Control, *Journal of Dynamic Systems, Measurement and Control*, 3, 1972, стр. 3-4.
59. Zadeh, L.A. Outline of a new approach to the analysis of complex systems and decision processes, *IEEE Trans. on systems, Man and Cybernetics*, 1, 1973, стр. 28-44.
60. Zavadskas, E. K. Kaklauskas, A. Determination of an efficient contractor by using the new method of multicriteria assessment, in D. A. Langford, A. Retik (Eds.). *International Symposium for "The Organisation and Management of Construction". Shaping Theory and Practice 2: Managing the Construction Project and Managing Risk*. CIB W 65; London, Weinheim, New York, Tokyo, Melbourne, Madras. – London: E and FN SPON, 1996, стр. 94–104.
61. Zions, S., Wallenius, J. An interactive multiple objective linear programming method for a class of underlying nonlinear utility functions, *Management Science*, 29(5), 1983, 519-529.
62. Авакумовић, Ч., Милинковић, С., Вујачић, Н. Менаџмент ризика, *Зборник радова са међународне научне конференције Менаџмент 2010*, Крушевац, 2010, стр. 387-390.
63. Адамовић, Б., Ашнер, Т., Бабић, Б., Борас, Ј., Ћутковић, Б., Черечина, С., Ћукић, Р., Ломпар, Д., Љуић, М., Ојданић, Д., Пекић, Ј., Радман, З., Рапајић, Б., Станаревић, С., Шећковић, В., Трифуновић, Ж., Виторовић, С., Вучинић, П., Вучинић, О., Зеџ, Н. *Тактика: Борбена дејства тактичких јединица КоВ ЈНА и територијалне одбране*. Војноиздавачки завод, Београд, 1981.
64. Башкот, М. *Прорачун понтонских мостова од КПМ – М71*, лекција, ИШЦ „НХ Богдан Орешчанин“, Карловац, 1990.
65. Бешелев С. Д., Гурвич Ф. Г. *Математико-статистические методы экспертных оценок*, Статистика, Москва, 1980.

66. Божанић Д., Памучар Д. Израда базе правила fuzzy логичког система за подршку одлучивању агрегацијом тежина премиса правила, *Техника*, 69(1), 2014, стр. 129-138.
67. Божанић Д., Памучар Д., Бојанић Д. Modification of the analytic hierarchy process (АНР) method using Fuzzy logic: Fuzzy АНР approach as a support to the decision making process concerning engagement of the Group for additional hindering. *Serbian Journal of Management*, 10(2), 2015, стр. 151-171.
68. Божанић Д., Памучар Д., Каровић С., Use of the fuzzy АНР – МАВАС hybrid model in ranking potential locations for preparing laying-up positions, *Војнотехнички гласник*, 64(3), 2016, стр. 705-729.
69. Божанић Д., Памучар, Д. Вредновање локација за успостављање мосног места преласка преко водених препрека применом fuzzy логике, *Војнотехнички гласник*, 58(1), 2010., стр. 129-145.
70. Божанић, Д. Памучар, Д., Комазец, Н. Application of the fuzzy АНР method in Risk Assessment in the selection of navigation vehicles directions of Serbian Army in flooded areas, *Proceedings of 2nd International scientific-professional conference Security for Future (Security and Crisis Management - Theory and Practice*, Обреновац, 2016, стр. 39-46.
71. Божанић, Д., Каровић С., Памучар Д. Фазификација Saaty-јеве скале применом троугластог fuzzy броја са променљивим интервалом поверења, *Зборник радова са научно-стручног скупа SYM-OP-IS*, Сребрно језеро, 2015, стр. 420-424.
72. Божанић, Д., Каровић, С., Памучар Д. Адаптивна неуронска мрежа за избор варијанте употребе као предуслов цене коштања нападне операције Копнене војске, *Војно дело*, 66(4), 2014, стр. 148-162.
73. Божанић, Д., Памучар Д., Модификација Saaty-јеве скале применом fuzzy броја са променљивим интервалом поверења: Пример процене опасности од поплава, у: Савић, С. и Станковић, М. (ур.). *Аналитички хијерархијски процес – Примена у енергетици, заштити радне и животне средине и образовању*, Тематски зборник, Истраживачко-развојни центар ALFATEC и Центар за истраживање комплексних система, Ниш, 2016, стр 79-99.
74. Божанић, Д., Памучар, Д., Ђоровић, Б. Модификација методе аналитичког хијерархијског процеса и њена примена у доношењу одлука у систему одбране, *Техника*, 68 (2), 2013, стр. 327-334.
75. Божанић, Д., Памучар, Д., Ђоровић, Б., Милић, А., Луковац В. Примена fuzzy АХП методе на избор праваца дејства Групе за допунско запречавање, *Зборник радова са научно-стручног скупа SYM-OP-IS*, Златибор, 2011, стр. 556-559.
76. Божанић, Д., Памучар, Д., Милојевић, Д., Луковац, В. Fuzzy приступ као подршка процесу вредновања локације за скелско место преласка, *Зборник радова са ICDQM*, 2010, стр. 607-615.
77. Божанић, Д., Славковић, Р., Каровић, С. Модел примене fuzzy логике у процени ризика при савлађивању водених препрека у одбрамбеној операцији Копнене војске, *Војно дело*, 67(4), 2015, стр. 240-260.
78. Боровић, С., Николић, И. *Вишекритеријумска оптимизација: методе, примена у логистици, софтвер*, Сектор ШОНИД ГШ ВЈ, Београд, 1998.
79. Бујак, Ђ. (редитељ). *Мосно место преласка од КПМ-М71*, наставни филм, НФ-82/Инж.-88, Застава филм, Београд, 1982.

80. Бујак, Ђ. (редитељ). *Скелско место преласка од КПМ-М-71*, наставни филм, НФ-76/Инж.-12, Застава филм, Београд, 1976.
81. Бујак, Ђ. (редитељ). *Слобода 71 – форсирање реке из покрета*, наставни филм, НФ-71/Г(IV)-8, Застава филм, Београд, 1971.
82. Бујак, Ђ. (редитељ). *Употреба амфибијских транспортера у форсирању реке*, наставни филм, НФ-74/И-10, Застава филм, Београд, 1974.
83. *Војна енциклопедија*, књига 8, друго издање, Војноиздавачки завод, Београд, 1974.
84. *Војни лексикон*, Војноиздавачки завод, Београд, 1981.
85. Војска Србије – званична интернет страница, доступно на: <http://www.vs.rs> (05. август 2014.).
86. Вујовић, Р. *Управљање ризицима и осигурање*, Универзитет Сингидунум, Београд, 2009.
87. Вукичевић, Д. *Операције у миру*, Војноиздавачки завод, Београд, 2009.
88. Гарашанин, Р. *Тактика инжињерије*, ССНО, ГШ ЈНА, УИ-197, ВИЗ, Београд, 1979.
89. Гардашевић-Филиповић М., Шалетић, Д. Multicriteria optimization in a fuzzy environment: the fuzzy Analytic hierarchy process, *Yugoslav Journal of Operations Research*, 20(1), 2010, стр. 71-85.
90. Гиговић, Љ., Памучар, Д., Бајић, З., Милићевић, М. The Combination of Expert Judgment and GIS-MAIRCA Analysis for the Selection of Sites for Ammunition Depots, *Sustainability*, 372(8), 2016, стр 1-30.
91. Деветак, С., Терзић, М. Примена методе аналитичких хијерархијских процеса у избору оптималног тактичког радио система, *Војнотехнички гласник*, 59(1), 2011, стр. 161-176.
92. *Доктрина Војске Србије*, Медија центар „ОДБРАНА“, Београд, 2011.
93. *Доктрина Коппене војске*, МО, ГШ ВС, Команда КоВ, 2011.
94. *Доктрина операција Војске Србије*, МО, ГШ ВС, ЗОК, Ј-3, 2011.
95. Ђорђевић, В. *Увод у оперативку као науку и као вештину*, Медија центар „Одбрана“, Београд, 2011.
96. Ђоровић, Б. Методе експерата и оцена њихове компетенције, *Савремени проблеми ратне вештине*, (42), 2000, стр. 135-154.
97. Ђоровић, Б., *Истраживање пројектовања организационе структуре управних органа саобраћајне службе*, докторска дисертација, Војна академија, 2003.
98. Echevarria, A.J. Оптимизација хаоса на нелинеарном бојишту, *Информативни билтен превода*, (1), 2003, стр. 47-56.
99. Ејдус, Ф. *Међународна безбедност: теорије, сектори и нивои*, Службени гласник Републике Србије и Београдски центар за безбедносну политику, Београд, 2012.
100. Жупац, Г. *Модел одређивања и евалуације критеријума за избор ракетног система противваздухопловне одбране средњег домета*, докторска дисертација, Универзитет одбране у Београду, Војна академија, Београд, 2013.
101. Зорановић, Т., Срђевић, Б. Пример примене АХП у групном одлучивању у пољопривреди. *Зборник радова са научно-стручног скупа SYM-OP-IS*, Херцег Нови, 2003, стр. 723-726.
102. Зорић, М., Ђукић, М. *Основи ратне вештине*, Војна академија, Београд, 2003.

103. Инђић, Д. *Модел ангажовања јединица атомско-биолошко-хемијске службе на отклањању последица хемијског удеса*, докторска дисертација, Универзитет одбране у Београду, Војна академија, Београд, 2014.
104. Инђић, Д., Луковић, З., Мучибабић, С. Модел ангажовања јединица АБХ службе приликом хемијског удеса, *Војнотехнички гласник*, 62(1), 2014, стр. 23-41.
105. Јанацковић, Г.Л., Савић, С.М., Станковић, М.С. Selection and ranking of occupational safety indicators based on fuzzy AHP: a case study in road construction companies, *South African Journal of Industrial Engineering*, 24(3), 2013, стр. 175-189.
106. Јањић, А., Станковић, М., Велиморовић, Ј. Smart Grid Strategy Assessment Using the Fuzzy AHP. *Зборник радова са научно-стручног скупа ICT FORUM*, Ниш, 2014, стр. 13-18.
107. Каровић, С. *Кризни менаџмент*, Универзитет одбране, Војна академија, 2015.
108. Каровић, С., Комазец, Н. Управљање ризицима као предуслов интегрисаног менаџмент система у организацији“, *Војнотехнички гласник*, 58(3), 2010, стр. 146-161.
109. Каровић, С., Пушара, М. Критеријуми за ангажовање снага у операцијама, *Нови гласник*, (3-4), стр. 37-58.
110. Кековић, З., Комазец, Н., Јефтић, З. Ризици невојних претњи безбедности од значаја за трећу мисију Војске Србије, *Војно дело*, 63(3), 2011, стр. 242-257.
111. Кековић, З., Савић, С., Комазец, Н., Милошевић, М., Јовановић, Д. *Процена ризика у заштити лица, имовине и пословања*, Центар за анализу ризика и управљање кризама, Београд, 2011.
112. Китановић, Р. *Инжињеријска дејства у боју*, ГШ ВЈ, СШОНИД, УИ-8/1, Београд, 2000.
113. Ковач, М., Дулановић, Ж., Стојковић Д., *Одређивање ефикасности војноорганизационих система*, Војноиздавачки завод, Београд, 2006.
114. Ковач, М. *Метод одређивања ефикасности артиљеријских и ракетних јединица за подршку*, Институт ратне вешине, Београд, 2000.
115. Ковач, М. Појам и класификација операција, *Нови гласник*, (3-4), 2010.
116. Ковачевић, С. *Припрема и извођење одбрамбене операције у захвату великих водених токова*, докторска дисертација, Центар војних школа ВЈ, 1994.
117. Крстовић, В., Славковић, Р., Кевац, В. Организација рада на командном месту и функционисање процеса доношења одлука у операцијама, *Војно дело*, 64(4), 2012, стр. 84-90.
118. Луковац, В. *Модел за отклањање грешака у систему процене перформанси возача војних моторних возила*, докторска дисертација, Универзитет одбране у Београду, Војна академија, Београд, 2016.
119. Љубојевић, С. *Модел одлучивања органа саобраћајне службе у задацима стратегијског транспорта*, докторска дисертација, Универзитет одбране у Београду, Војна академија, Београд, 2016.
120. Мандић, К., Делибашић, Б., Кнежевић, С., Бенковић, С. Analysis of the financial parameters of Serbian banks through the application of the fuzzy AHP and TOPSIS methods, *Economic Modelling*, 43, 2014, стр. 30–37.

121. Мартиновић, Г., Simon, J. Greenhouse microclimatic environment controlled by a mobile measuring station, *Wageningen Journal of Life Sciences*, 70–71, 2014, стр. 61–70.
122. Миладиновић В. Примена метода експертских мишљења у прогнозирању и припреми за доношење одлуке, *Војнотехнички гласник*, 15(3), 1992, стр. 237-247.
123. Миленковић С. *Вештачке неуронске мреже*, Задужбина Андрејевић, Београд, 1997.
124. Милић, А. *Модел запречавања у одбрамбеној операцији*, докторска дисертација, Универзитет одбране у Београду, Војна академија, Београд, 2016.
125. Милићевић, М. *Експертско оцењивање*, Медија центар „Одбрана“, Београд, 2014.
126. Милојевић, Д. Тенденције у развоју средстава за савлађивање водених препрека у савременим армијама, *Нови гласник*, (1), 2010, стр. 125-140.
127. Милојевић, Д. *Употреба понтонирских јединица у операцијама снага Копнене Војске*, Војна академија, Завршни рад на ГШУ, 2016.
128. Милосављевић, М. Маскирање и замрачивање као услов за заштиту и спасавање, у: *Цивилна заштита*, Привредни вјесник, Загреб, 1985, стр. 129-131.
129. Мучибабић, С., *Одлучивање у конфликтним ситуацијама*, Војна академија, Београд, 2003.
130. Мушицки, С. *Интегративни модел унапређења заштите ресурса у Министарству одбране и Војсци Србије*, докторска дисертација, Универзитет одбране у Београду, Војна академија, Београд, 2016.
131. Нинковић, Ј. *Теоријске основе оператике*, ВИЗ, Београд, 1985.
132. Оприцовић, С. *Вишекритеријумска оптимизација*, Научна књига, Београд, 1986.
133. Оприцовић, С., Gwo-Hshiung T. The Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS, *European Journal of Operational Research*, 156(2), 2004, стр. 445-455.
134. Орлић, Д. Појмовно одређивање изазова, ризика и претњи у процесу преобликовања међународне безбедности, *Војно дело*, 56(3), 2004. стр. 76-93.
135. Павличић, Д. *Теорија одлучивања*, Економски факултет Универзитета у Београду, Београду, 2010.
136. Памучар Д., Божанић, Д., Куртов, Д. Fuzzification of the Saaty's scale and a presentation of the hybrid fuzzy AHP-TOPSIS model: an example of the selection of a Brigade Artillery Group firing position in a defensive operation, *Војнотехнички гласник*, 64(4), 2016, стр. 966-986.
137. Памучар Д., *Дизајнирање организационе структуре управних органа логистике коришћењем fuzzy приступа*, докторска дисертација, Универзитет одбране у Београду, Војна академија, 2013.
138. Памучар, Д. Примена fuzzy логике и вештачких неуронских мрежа у процесу доношења одлуке органа саобраћајне подршке, *Војнотехнички гласник*, 58(3), 2010, стр. 125-143.
139. Памучар, Д., Божанић, Д. Приказ нове методе за израду базе правила fuzzy логичког система за подршку одлучивању - метода агрегације тежина премиса правила, *Зборник радова са научно-стручног скупа SYM-OP-IS*, Дивчибаре, 2014, стр. 368-373.

140. Памучар, Д., Божанић, Д., Ђоровић Б., Милић А. 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), 2011, стр. 592-609.
141. Памучар, Д., Божанић, Д., Ђоровић, Б. *Fuzzy logic in decision making process in the Armed Forces of Serbia*, LAMBERT Academic Publishing, Saarbrücken, 2011.
142. Памучар, Д., Божанић, Д., Комазец, Н. Risk Assessment of Natural Disasters using Fuzzy Logic System Type-2, *Management*, 21(80), 2016, стр. 23-32.
143. Памучар, Д., Божанић, Д., Милић, А. Selection of a course of action by Obstacle Employment Group based on a fuzzy logic system, *Yugoslav journal of operations research*, 26(1), 2016, стр. 75-90.
144. Памучар, Д., Божанић, Д., Ранђеловић, А. Multi-criteria decision making: An example of sensitivity analysis, *Serbian Journal of Management*, 12(1), 2017, (рад прихваћен за објављивање).
145. Памучар, Д., Ђоровић, Б., Божанић, Д., Ђировић, Г. Modification of the dynamic scale of marks in analytic hierarchy process (ahp) and analytic network approach (anp) through application of fuzzy approach, *Scientific Research and Essays*, 7(1), 2012, стр. 24-37.
146. Памучар, Д., Ђоровић, Б., *Пројектовање организационих структура: методе и модели*, Универзитет одбране у Београду, Војна академија, Београд, (у штампи).
147. Памучар, Д., Луковац, В., Божанић, Д. Израда портфолио матрице за анализу људских ресурса применом fuzzy логичког система тип-2, *Зборник радова са научно-стручног скупа, СУМ-ОР-ИС*, Сребрно језеро, 2015, стр. 478-481.
148. Памучар, Д., Луковац, В., Пејчић-Тарле С. Application of adaptive neuro fuzzy inference system in the process of transportation support, *Asia-Pacific Journal of Operational Research*, 30 (2), 2013, стр. 1250053.
149. Памучар, Д., Ђировић, Г. The selection of transport and handling resources in logistics centers using Multi-Attributive Border Approximation area Comparison (MABAC), *Expert Systems with Applications*, 42(6), 2015, стр. 3016-3028.
150. Памучар, Д., Ђировић, Г., Секуловић, Д. Development of an integrated transport system in distribution centres: A FA'WOT analysis, *Tehnički vjesnik*, 22(3), 2015, стр. 649-658.
151. Памучар, Д., Ђировић, Г., Секуловић, Д., Илић, А. A new fuzzy mathematical model for multi criteria decision making: An application of fuzzy mathematical model in a SWOT analysis, *Scientific Research and Essays*, 6(25), 2011, стр. 5374-5386.
152. Пантић, М. *Опстанак тенка на бојишту*, МО, СЈР, Управа за школство, Београд, 2007.
153. Пифат, В. *Прелаз преко река*, Војноиздавачки завод, Београд, 1980.
154. *Понтонско-мостовски парк ПМП – књига I (опис, руковање и одржавање)*, техничко упутство, Техничка управа, Београд, 1969.
155. *Правило бригада Копнене војске – привремено*, МО, ГШ ВС, Команда КоВ, 2014.
156. *Правило бригада: пешадијска моторизована, брдска, планинска, морнаричке пешадије и лака*, Управа пешадије, 1984.
157. *Правило речна флотила - привремено*, МО, ГШ ВС, Команда КоВ, 2014.
158. *Правило употреба инжињерије*, ССНО, УИ-3/3, Војноиздавачки завод, Београд, 1988.

159. Ранђеловић, А. *Противоклопне могућности механизованог батаљона у одбрани на маневарском земљишту*, магистарски рад, Војна академија, 2010.
160. Ркман, И. *Маскирање*, Војноиздавачки завод, Београд, 1984.
161. Рудић, В. *Бој око великих река*, скрипта, Центар високих војних школа КоВ ЈНА, 1988.
162. Славковић, Р., Јелић, М., Вељковић, С. Карактеристике савремених војних операција, *Нови гласник*, (2), 2014, стр. 41-56.
163. Славковић, Р., Талијан, М. Научна изграђеност оператике као науке одбране, *Војно дело*, 63(2), 2011, стр. 133-134;
164. Славковић, Р., Талијан, М., Јелић, М. Пројектовање војних операција, *Војно дело*, 64(4), 2012, стр. 129-139.
165. Срђевић, Б., Dantas, Y., Modeiros, P. Fuzzy ANP Assessment of Water Management Plans, *Water Resour Manage*, 22, 2008, стр. 877–894.
166. Срђевић, Б., Зорановић, Т. АХП у групном одлучивању са потпуном и непотпуном информацијом, *Зборник радова са научно-стручног скупа SYM-OP-IS*, Херцег Нови, 2003, стр. 727-730.
167. Срђевић, Б., Срђевић, З. Вредновање критеријума и стратегија коришћења регионалног хидросистема “надела” помоћу аналитичког хијерархијског процеса, *Студија рађена за Ј.В.П “Воде Војводине”*, Нови Сад, 2004.
168. Срђевић, Б., Сувочарев, К., Срђевић, З.. Аналитички хијерархијски процес: индивидуална и групна конзистентност доносилаца одлука, *Водопривреда*, 41(1-3), 2009, стр. 13-21.
169. Срђевић, З., Срђевић, Б.: Стандардна и балансирана скала у АХП вредновању селекција и сорти ораха, *Летопис научних радова*, 27(1), 2003, стр. 24-34.
170. Стишовић, М., Вукашиновић, М., Мадих, С., Јовановић, М., Живадиновић, З., Живановић, Д. Трифовић, З., Гачић, Ж. *Стратегија оружане борбе*, ЦВШ ВС, Београд, 1998.
171. *Стратегија оружане борбе*, ССНО, Београд, 1983. у: Нинковић, Ј. Теоријске основе оператике, Војноиздавачки завод, Београд, 1985.
172. Субашић, П., *Fuzzy логика и неуронске мреже*, Техничка књига, Београд, 1997.
173. Сувајац, М., Ковач, М. План и концепт војних операција, *Војно дело*, 64(4), 2012, стр. 91-101.
174. Талијан, М., Илић, Р., Радовановић, Г. Утицај савремених војних доктрина и стратегија на ефикасност и ефективност војних операција, *Војно дело*, 66(4), 2014, стр 121-129.
175. Талијан, М., Јелић, М., Славковић Р. Пројектни менаџмент и пројектовање војних операција, *Војно дело*, 64(4), 2012, стр. 43-56.
176. Татомир, Д. Процена изазова, ризика и претњи безбедности Републике Србије у функцији планирања употребе Војске Србије, *Војно дело*, 63(1), 2011, стр. 41-55.
177. *Тенк носач моста МТ-55А: Књига I (опис, руковање и одржавање)*, Техничка управа, Београд, 1979.
178. Теодоровић, Д., Kikuchi, S. *Fuzzy скупови и примене у саобраћају и транспорту*, Саобраћајни факултет Универзитета у Београду, Београд, 1994.

179. *Тешки лансирни мост ТММ-3 на аутомобилу КРАЗ-255Б: Књига I (опис, руковање и одржавање)*, Техничка управа, Београд, 1973.
180. Тољага-Николић, Д.В., Петровић, Д.Ч., Сукновић, М.М., Мухић, М.М., Примена fuzzy ПЕРТ методе у пројектном планирању, *Техника*, 64(4), 2014, 679-686.
181. Ђировић, Г., Памучар, Д., Божанић, Д. Green logistic vehicle routing problem: Routing light delivery vehicles in urban areas using a neuro-fuzzy model, *Expert Systems with Applications*, 41(9), 2014, стр. 4245-4258.
182. *Упутство за оперативно планирање и рад команди у Војсци Србије - привремено*, ГШ ВС, Београд, 2008.
183. *Упутство за оперативно планирање и рад команди у Војсци Србије*, ГШ ВС, Управа за планирање и развој Ј-5, 2015.
184. *Упутство за одређивање борбених могућности Војске Србије*, ГШ ВС, Управа за оперативне послове (Ј-3), Београд, 2012.
185. Чупић, М., Сукновић, М. *Одлучивање*, Факултет организационих наука Универзитета у Београду, Београд, 2010.
186. Шећеров, П. *Модел процене ризика и успостављање система интегрисане заштите на регионалном коридору 10*, докторска дисертација, Факултет безбедности, Универзитет у Београду, Београд, 2010.
187. Шомођи, Ш. *Методи експертских мишљења у припремању и доношењу одлука*, *Директор*, (3), Београд, 1987.

ПРИЛОЗИ

- Прилог 1:** Саставне карактеристике параметара за оцену компетенције експерата са додељеним одговарајућим нивоима важности
- Прилог 2:** Утицај извора аргументације на оцену компетенције експерата
- Прилог 3:** Пример оперативног наређења
- Прилог 4:** Анкетни лист за утврђивање критеријума у моделима
- Прилог 5:** Анкетни лист за утврђивање тежинских коефицијената критеријума у моделима
- Прилог 6:** Изглед подешених функција припадности улазних и излазних променљивих ФЛС за избор ДМП
- Прилог 7:** Програмски код за повезивање fuzzy логичких система при изради модела за избор десантног места преласка
- Прилог 8:** Изглед подешених улазних функција припадности у адаптивну неуронску мрежу за избор СМП
- Прилог 9:** Изглед подешених улазних функција припадности у адаптивну неуронску мрежу за избор ММП
- Прилог 10:** Улазне вредности алтернатива приликом оцене Спирмановог коефицијента при избору методе за рангирање алтернатива – одсека преласка
- Прилог 11:** Преглед рангова алтернатива (одсека преласка) за различите сценарије приликом оцене конзистентности при промени тежинских коефицијената критеријума
- Прилог 12:** Изглед подешених улазних и излазних функција припадности ФЛС за анализу ризика
- Прилог 13:** Скуп 2 улазних података за тестирање модела за подршку одлучивању при СВП у нападној операцији КОВ са експертима
- Прилог 14:** Анкетни лист за тестирање модела за подршку одлучивању при СВП у нападној операцији КОВ

Саставне карактеристике параметара за оцену компетенције експерата са додељеним одговарајућим нивоима важности

Табела 1: Индивидуална црта С₁

С ₁ - степен образовања		
Број карактеристике	Састав карактеристике	Предложени ниво
С ₁₁	Доктор наука, ГШУ	10
С ₁₂	Магистар	8
С ₁₃	КШУ, Специјализација, Мастер	7
С ₁₅	Завршен ВА	6
С ₁₆	Завршена ВТА или други факултет	5

Напомена: Из табеле се узима највећи степен који експерт поседује.

Табела 2: Индивидуална црта С₂

С ₂ – укупан радни стаж		
Број карактеристике	Састав карактеристике	Предложени ниво
С ₂₁	преко 20 година	10
С ₂₂	15-20 година	8
С ₂₃	10-15 година	6
С ₂₄	5-10 година	4
С ₂₅	Мање од 5 година	2

Табела 3: Индивидуална црта С₃

С ₃ – актуелна дужност		
Број карактеристике	Састав карактеристике	Предложени ниво
С ₃₁	Начелника Управе у МО или ГШ	10
С ₃₂	Припадник Управе у МО или ГШ, начелник катедре	9
С ₃₃	Начелник одељења у команди оперативног састава, командант и заменик команданта бригаде;	8
С ₃₄	Припадник одељења у команди оперативног састава, начелник одељења у команди бригаде	7
С ₃₅	Командант и заменик команданта понтонирског батаљона	7
С ₃₆	Наставник у Војној академији	7
С ₃₇	Припадник команде понтонирског батаљона; командир понтонирске чете	5
С ₃₈	Командант и заменик команданта батаљона	4
С ₃₉	Остало (пензионери и сл.)	2

Табела 4: Индивидуална црта С₄

С₄ – досадашње дужности		
Број карактеристике	Састав карактеристике	Предложени ниво
С ₄₁	Начелника Управе у МО или ГШ	3
С ₄₂	Припадник Управе у МО или ГШ, начелник катедре	3
С ₄₃	Начелник одељења у команди оперативног састава, командант и заменик команданта бригаде;	3
С ₄₄	Наставник у војној академији	3
С ₄₅	Припадник одељења у команди оперативног састава, начелник одељења у команди бригаде	3
С ₄₆	Командант и заменик команданта понтонирског батаљона	3
С ₄₇	Припадник команде понтонирског батаљона; командир понтонирске чете	2
С ₄₈	Остало	2

Напомена: Нивои важности се сабирају али максимални збир не може бити већи од 10.

Табела 5: Индивидуална црта С₅

С₅ – објављени научни и стручни радови		
Број карактеристике	Састав карактеристике	Предложени ниво
С ₅₁	књига, монографија	10
С ₅₂	преко 20 радова	8
С ₅₃	10 до 20 радова	7
С ₅₄	5 до 10 радова	5
С ₅₅	мање од 5 радова	3
С ₅₆	без објављених радова	0

Табела 6: Индивидуална црта С₆

С₆ – стручна активност ван радног места		
број карактеристике	састав карактеристике	предложени ниво
С ₆₁	члан Управног одбора (Савета рода);	3
С ₆₂	члан Редакцијског одбора научно-стручних часописа;	3
С ₆₃	члан научних и техничких савета, члан стручних удружења;	3
С ₆₄	учешће у изради доктринарних докумената	3
С ₆₅	завршени курсеви у трајању од најмање четири месеца;	2

Напомена: Нивои важности се сабирају али максимални збир не може бити већи од 10.

Табела 7: Индивидуална црта С₇

С₇ – последња службена оцена		
Број карактеристике	Састав карактеристике	Предложени ниво
С ₇₁	преко 4,50	10
С ₇₂	3,50-4,50	7
С ₇₃	2,50-3,50	4
С ₇₄	2,00-2,50	1

Табела 8: Индивидуална црта C_8

C_8 – добијене награде		
Број карактеристике	Састав карактеристике	Предложени ниво
C_{81}	Државне награде	4
C_{82}	Награде МО и НГШ ВС	4
C_{83}	Награде Начелника Управа ГШ ВС, Команданта КоВ, ВиПВО, КЗО	3
C_{84}	Друге награде	3

Напомена: Нивои важности се сабирају али максимални збир не може бити већи од 10.

Табела 9: Индивидуална црта C_9

C_9 – учешће у борбеним дејствима		
Број карактеристике	Састав карактеристике	Предложени ниво
C_{91}	преко три године	10
C_{92}	учешће од 1 до 3 године	8
C_{93}	учешће од 6 месеци до годину дана	6
C_{94}	учешће до 6 месеци	4
C_{95}	без учешћа	0

Табела 10: Индивидуална црта C_{10} (само за прву групу експерата)

C_{10} – Учешће у решавању задатака из оквира проблема истраживања (успостављање ДМП)		
Број карактеристике	Састав карактеристике	Предложени ниво
C_{101}	Учешће у вежбама у миру и учешће у успостављању ДМП у б/д	10
C_{102}	Учешће у преко 5 вежби у миру	9
C_{103}	Учешће у успостави ДМП у б/д	8
C_{104}	Учешће у 4-5 вежби у миру	7
C_{105}	Учешће у 2-3 вежбе у миру	6
C_{106}	Учешће у једној вежби у миру	4
C_{107}	Без учешћа у вежбама	0

Табела 11: Индивидуална црта C_{10} (само за другу групу експерата)

C_{10} – Учешће у решавању задатака из оквира проблема истраживања (успостављање СМП)		
број карактеристике	састав карактеристике	предложени ниво
C_{101}	Учешће у вежбама у миру и учешће у успостави СМП у б/д	10
C_{102}	Учешће у преко 5 вежби у миру	9
C_{103}	Учешће у успостави СМП у б/д	8
C_{104}	Учешће у 4-5 вежби у миру	7
C_{105}	Учешће у 2-3 вежбе у миру	6
C_{106}	Учешће у једној вежби у миру	4
C_{107}	Без учешћа у вежбама	0

Табела 12: Индивидуална црта C_{10} (само за трећу групу експерата)

C_{10} – Учешће у решавању задатака из оквира проблема истраживања (успостављање одсека преласка)		
Број карактеристике	Састав карактеристике	Предложени ниво
C_{101}	Учешће у вежбама у миру и учешће у успостављању ОП у б/д	10
C_{102}	Учешће у преко 5 вежби у миру	9
C_{103}	Учешће у успостави ОП у б/д	8
C_{104}	Учешће у 4-5 вежби у миру	7
C_{105}	Учешће у 2-3 вежбе у миру	6
C_{106}	Учешће у једној вежби у миру	4
C_{107}	Без учешћа у вежбама	0

Табела 13: Индивидуална црта C_{11} (само за другу групу експерата)

C_{11} – Учешће у решавању задатака из оквира проблема истраживања (успостављање ММП)		
Број карактеристике	Састав карактеристике	Предложени ниво
C_{111}	Учешће у вежбама у миру и учешће у успостави ММП у б/д	10
C_{112}	Учешће у преко 5 вежби у миру	9
C_{113}	Учешће у успостави ММП у б/д	8
C_{114}	Учешће у 4-5 вежби у миру	7
C_{115}	Учешће у 2-3 вежбе у миру	6
C_{116}	Учешће у једној вежби у миру	4
C_{117}	Без учешћа у вежбама	0

Утицај извора аргументације на оцену компетенције експерата

Извори аргументације - утицаја на мишљење експерта

Бр.	Извор аргументације	Степен утицаја		
		1-висок	2-средњи	3-низак
1.	Теоретска знања	0,3	0,2	0,1
2.	Искуство (мирнодопско)	0,25	0,2	0,1
3.	Искуство (б/д у СФРЈ, б/д у кампањи НАТО на СРЈ)	0,25	0,2	0,1
4.	Радови из литературе	0,05	0,05	0,05
5.	Консултације предлагача	0,05	0,05	0,05
6.	Интуиција	0,05	0,05	0,05
7.	Остало	0,05	0,05	0,05

Пример оперативног наређења “Нема промене усменог наређења”

Примерак 1 од 9 примерака
Команда 1.понтб
с. Слеччевић
120003октобар _____
Референтни број __

ОПЕРАТИВНО НАРЕЂЕЊЕ бр. 1 “МАЧВА”

Референце: 1. Оперативно наређење бр.1 ТГ-13,
2. Карта: 1:50 000; лист бр. 428-1, и 2, 378-3 и 4; издање ВГИ 1986. године

Временска зона која се користи у наређењу: Средњеевропско (Z+1)

Борбена организација:

- командна чета
- 1. понтч
- 2. понтч
- 3. понтч
- амфв
- путв
- 1.понтч/2.понтб

1. СИТУАЦИЈА

а. Непријатељске снаге

Непријатељ, делови ОГ "АЛФА", након отпочињања агресије на Плаву земљу и заустављања на Дравско-бачком операцијском правцу на линији: Бачки Брег –Сомбор (искљ.) – Сонта (искљ.) – мост Богојево (искљ.) – Бачка Паланка (искљ.), извршио је прегруписавање, увођење свежих снага и наставио са извођењем нападне операције на напред наведеном правцу, уз синхронизовано отпочињање напада снагама јачине једне омбр са 1 пб и једног пп (-1 пб) на Славонско-сремском операцијском правцу.

Снажним нападом оклопно механизованих снага на Славонско-сремском операцијском правцу уз подршку, пешадије, авијације, артиљерије, убачених ДТГ и активираних екстремистичко-сецесионистичких група непријатељ је успео да изврши пробој у захвату ауто пута, продужи дејства и до 17,00 часова 02.10. избије на линију: Беочин – Црвени хот (тт 538) – Јазак – Ириг – Шатринци – Путинци - Попинци – Огар – Обреж, где је заустављен и врши уређење положаја за одбрану, а делом снага изводи борбена дејства са заосталим снагама Плаве земље у насељеним местима Рума и Сремска Митровица.

Ради обезбеђења десног бока извршио је рушење мостова на р. Сава, а делом снага организовао је контролу леве обале реке.

У току досадашњих дејстава претрпео је 15% губитака у ж/с и ТМС.

Курс акције непријатеља 1 (највероватнији)

Замисао непријатеља:

Зауставити се на достигнутој линији, прећи на извођење дефанзивних дејстава, стабилизovati одбрану и решити проблем заосталих снага Плаве земље у већим насељеним местима. Са делом снага, пб(-1) обезбедити десни бок јединица 13. омбр, контролу леве обале р. Сава, а делом снага јачине једне пч(-1) вршити блокаду и уништавање снага браниоца у рејону Сремске Митровице, с вероватним циљем, спречити могућ противнапад као и друга активна дејства снага браниоца и тиме створити услове за довођење и увођење свежих снага, а затим уз снажну подршку и синхронизовање активности на Дравско-бачком операцијском правцу продужити напад према раније донетој одлуци.

Концепт операције:

Непријатељ ће вероватно комбиновањем дефанзивних дејстава, уз активну контролу територије и систематско извиђање леве и десне обале у захвату додељене зоне, настојати да обезбеди десни бок јединица 13. омбр, а ослоном на р. Сава, мрежу канала и друге природне и вештачке објекте, спречи могућ противнапада снага браниоца у бок и створи услове за наставак нападне операције до остварења крајњег циља.

Ватрену подршку снага пб непријатеља, изводиће 13. АГ вероватно из ширег рејона: Церје (тт 132), Сврзија (тт 81), Жировац (к 87), Румско поље (тт 108) и сопственим снагама вМБ-120мм.

Вероватно ће снаге непријатеља бити подржане са око 2-3 а/п ЛБА као и 3-4 х/п БрХе.

ПВО јединица реализоваће вПВО са тежиштем на заштити КМ и центра везе. Остале јединице реализоваће ПВО сопственим снагама.

У току извођења дефанзивних дејстава могућа је употреба краткотрајних БОт на угроженим правцима.

Непријатељ ће ИДГ тежишно убацивати на правцима: Чеврнтија – с. Шеварице и с. Дреновац – с. Табановић са задацима прикупљања информација о распореду и покрету снага, заробљавања, заплене докумената, извођења диверзија на елементима инфраструктуре значајне за довођење снага Плаве земље.

Груписање снага:

Према курсу акције бр. 1 непријатељ ће груписати снаге у линију са резервом.

Највероватније ће непријатељ у првој линији имати снаге јачине једне пч(-1) за блокаду и уништење снага браниоца и једне пч са пешадијским водом за обезбеђење бока и контролу леве обале р. Сава.

У резерви непријатељ ће вероватно имати снаге јачине 2 пешадијска вода за контролу територије по дубини и ангажовање на угроженим правцима.

Поред ових снага непријатеља, у зони напада могу се по дубини очекивати снаге јачине мб из другог б/е 13. омбр, највероватније у рејону с. Вогањ и једна тч највероватније у рејону с. Буђановци.

Задаци потчињених јединица:

1. пч(-1) из рејона с. Кленак, с. Јарак, с. Платичево врши контролу леве обале р. Сава и обезбеђење десног бока 13. омбр.
2. пч(-1) делом снага врши блокаду и уништење снага Плаве земље у Сремској Митровици, а делом снага врши контролу леве обале р. Сава на потезу Сремска Митровица – Ауга (тт 81).
3. пч(-1) изван зоне, из рејона Лаћарак, с. Кљештевица, Мартинци врши контролу леве обале р. Сава и контролу територије по дубини.

вПОЛО у рејону економије Фишиеров салаш у готовости за извођење ПОД на угроженим правцима.

вМБ-120мм у рејону источно од с. Шашинци врши ватрену подршку блокаде и уништења снага Плаве земље у Сремској Митровици.

Курс акције непријатеља 2 (најопаснији)

Замисао непријатеља:

Зауставити се на достигнутој линији, привремено прећи на извођење дефанзивних дејстава и решити проблем заосталих снага Плаве земље у већим насељеним местима. Са делом снага, пб(-1) обезбедити десни бок јединица 13. омбр, контролу леве обале р. Сава, а делом снага јачине једне пч врши блокаду и уништавање снага браниоца рејону Сремске Митровице, с вероватним циљем, спречити могућ противнапад као и друга активна дејства снага браниоца, решити проблем заосталих снага у већим насељеним местима и тиме створити услове за увођење свежих снага, а затим уз снажну подршку и синхронизовање активности на Дравско-бачком операцијском, продужење напада према раније донетој одлуци.

Концепт операције:

Непријатељ ће вероватно комбиновањем дефанзивних и офанзивних дејстава, уз активну контролу територије и систематско извиђање леве и десне обале у захвату додељене зоне, настојати да обезбеди десни бок јединица 13. омбр, а ослонцем на р. Сава, мрежу канала и друге природне и вештачке објекте спречи могућ противнапад снага браниоца у бок; делом снага вршиће блокаду и уништавање снага Плаве земље у већим насељеним места и тиме стварати услове за наставак нападне операције до остварења крајњег циља.

Непријатељ ће ИДГ тежишно убацивати на правцу: с. Салаш Ноћајски – с. Ноћај –с. Глушци са задацима прикупљања информација о распореду и покрету снага, заробљавања, заплене докумената, извођења диверзија на елементима инфраструктуре значајне за довођење снага Плаве земље.

Остало исто као при курсу акције бр.1.

Груписање снага:

Према курсу акције бр. 2 непријатељ ће груписати снаге у једној линији са резервом.

Највероватније ће непријатељ у првој линији имати снаге јачине две пч.

У резерви непријатељ ће вероватно имати снаге јачине једног пв за интервенцију на угорженим правцима.

Задаци потчињених јединица:

1. пч из рејона с. Кленак, Сремска Митровица, с. Хртковци врши контролу леве обале р. Сава и обезбеђење десног бока 13. омбр.

2. пч врши блокаду и уништење снага Плаве земље у Сремској Митровици.

3. пч(-1) из рејона Лаћарак, с. Кљештевица, Мартинци врши контролу леве обале р. Сава. ВПОЛО исто као према курсу акције бр.1.

вМБ-120мм исто као према курсу акције бр.1.

б. Властите снаге

ТГ-13 у резерви ОГ Север размештена је у рејону: с. Мајур, с. Богатић, с. Прњавор, с. Драгиње.

Задатак: извршити насилни прелаз р. Сава на одсеку: с. Кленак – Сремска Митровица (Индустријска зона) и напад у зони: Турско гробље (тг 82), с. Пећинци, с. Павловци, Сремска Митровица, разбити непријатеља у зони напада избити на линију с. Пећинци – Рума – с. Павловци, садејствовати снагама БГ-1 и БГтбр у нападу на правцу с. Добановци – Рума и Иришки венац – Црвени Чот и бити у готовости за продужетак напада и протеривање непријатеља са територије Плаве земље према посебном наређењу.

Готовост за покрет из очекујућег рејона у 23,00 часова 07. октобра.

Готовост за напад у 01,00 часова 08. октобра.

Суседи:

(1) **1. пб** са 1./пионч довести правцем бр. 1 насилно прећи р. Сава на МП-1, напада правцем с. Кленак – с. Платичево,

Задатак: под заштитом снага на десној обали реке и у садејству са снагама РФ, коришћењем десантних средстава насилно прећи реку, разбити непријатеља на левој обали у рејону с. Кленак, формирати мостобран, обезбедити успостављање скелског места преласка, продужити напад, разбити непријатеља у рејонима с. Платичево и с. Никинци и избити на линију Вишњева Бара - с. Никинци где обезбедити и подржати увођење у напад тб, 1./пионч претпочинити тб, прећи у II б/е и кретати се на правцу напада тб у готовости за увођење у борбу. Делом снага организовати контролу територије.

Бити у готовости за одбијање п/н са правца: с. Никинци – с. Платичево.

Границе:

- десно: десна граница зоне бригаде;
- лево: Старчево брдо (тт 81)-Живољић (тт 81).

Подржава АГ-13 и РГ-13.

КМ у рејону с. Мајур.

- (2) **2. пб** са 2./пионч довести правцем бр. 2, насилно прећи р. Сава на МП-2, напада правцем с. Јарак – Рума,

Задатак: под заштитом снага на десној обали реке и у садејству са снагама РФ, коришћењем десантних средстава насилно прећи реку, разбити непријатеља на левој обали у рејону с. Јарак и с. Хртковци, формирати мостобран, обезбедити успостављање скелског места преласка, продужити напад, разбити непријатеља на правцу напада и избити на линију с. Буђановци – Фишиеров салаш где обезбедити и подржати увођење у напад 2. мб, 2./пионч претпочинити 2. мб, прећи у П б/е и кретати се на правцу напада 2. мб у готовости за увођење у борбу.

Делом снага организовати контролу територије.

Бити у готовости за одбијање п/н са правца: Фишиеров салаш – с. Јарак.

Границе:

- десно: лева граница 1.пб;
- лево: канал Кудош.

Подржава АГ-13 и РГ-13.

КМ у рејону с. Поповача.

- (3) **1. мб** са 3./пионч довести правцем бр. 3, насилно прећи р. Сава на МП-3, напада правцем Шашиначке међе – с. Вогањ,

Задатак: под заштитом снага на десној обали реке и у садејству са снагама РФ разбити непријатеља на левој обали у рејону Сремска Митровица, формирати мостобран, обезбедити успостављање скелског места преласка, продужити напад, разбити непријатеља на правцу напада и избити на линију Ек. Фишиеров салаш – Манђелос пустара, продужити напад и у садејству са 2. мб разбити непријатеља на правцу напада и избити на линију Рума – с. Павловци где бити у готовости за даља дејства по посебном наређењу.

Делом снага организовати контролу територије.

Бити у готовости за одбијање п/н са правца: Рума – с. Вогањ.

Границе:

- десно: лева граница 2. пб;
- лево: лева граница бригаде.

Подржава АГ-13 и РГ-13.

КМ у рејону тт 79 (југоисточно од Салаш Ноћајски око 1500м.)

- (4) **тб** са 3/сард ПВО довести правцем бр. 1 насилно прећи р. Сава на скелском месту преласка бр. 1, и са л/р: Вишњева Бара - с. Никинци – Живољић (тт 81) извршити напад правцем: с. Никинци – с. Добринци.

Задатак: у садејству са 1.пб, 2.мб и уз ватрену подршку разбити непријатеља у рејону: с. Буђановци, с. Сибач, с. Добринци; ставити под контролу ауто-пут у зони напада и избити на линију с. Пећинци – с. Добринци где бити у готовости за продужење напада према посебном наређењу.

Границе:

- десно: десна граница бригаде;
- лево: Живољић (тг 81) – Дужнице (западно од с. Добринци).

Подржава АГ-13 и РГ-13.

КМ у рејону Шабац (јужни део).

КМ по увођењу у напад у рејону с. Никинци.

- (5) **2. мб** довести правцем бр. 2 насилно прећи р. Сава на скелском месту преласка бр. 2, и са л/р: с. Буђановци – Ек. Фишиеров салаш извршити напад правцем: с. Жировац – с. Краљевци.

Задатак: у садејству са тб и 1. мб и уз ватрену подршку разбити непријатеља на правцу напада, деблокирати снаге у насељеном месту Рума, ставити под контролу ауто-пут у зони напада и избити на линију Краљевци – Рума, где бити у готовости за продужење напада према посебном наређењу.

Границе:

- десно: лева граница тб;
- лево: канал Кудош.

Подржава АГ-13 и РГ-13.

КМ у рејону с. Дреновац.

КМ по увођењу у напад у рејону Одеровци.

ц. Придавање и издавање

1. понтб придодaje се 1/2. понтб ради извршења задатка успостављања скелских места преласка, мосног места преласка и каснијих превозења јединица ТГ-13 преко р. Сава на одсеку Сремска Митровица - Шабац.

2. МИСИЈА

Пружити подршку јединицама које извршавају десант, успоставити скелска и мосно место преласка у додељеном сектору, извршити превозење јединица ТГ-13 и бити у готовости за даља превозења по одлуци команданта ТГ-13.

3. ИЗВРШЕЊЕ

Замисао

По овладавању мостобараном снагама десанта, успоставити скелска места преласка на одсеку Сремска Митровица - Шабац у рејонима с. Кленак, с. Јарак и Сремска Митровица и извршити превозење јединица ТГ-13 преко реке Сава. Успоставити мосно место преласка ради несметаног преласка осталих снага.

а. Концепт операције

Борбени распоред:

- снаге за превозење,
- резерва,
- снаге за подршку,
- снаге за логистичку подршку и
- снаге за командовање.

Готовост за покрет из очекујућег рејона у 23,00 часова 07. октобра.

Готовост за за насилни прелазак реке у 01,00 часова 08. октобра.

(1) Маневар

Јединице батаљона довести из рејона с. Слеччевић у додељени одсек. По овладавању мостобраном снага десанта успоставити скелска места преласка у рејонима с. Кленак, Јарак и Сремска Митровица и извршити превозења. По успостави мостобрана дубине 5 км приступити успостави мосног места преласка у рејону с. Кленак, за прелазак осталих јединица.

(2) Ватра

Ослонити се на систем ватре јединица које врше насилни прелаз реке и јединица ватрене подршке.

(3) Извиђање и осматрање

Извиђање и осматрање организовати и изводити сопственим снагама и средствима за време припреме и извођења операције. Тежиште имати на сталном прикупљању података о воденој препреци и правовременом откривању активности непријатељских снага у зони операције које могу негативно утицати на успешну припрему и извођење операције.

(4) Обавештајно обезбеђење

Користити обавештајне податке добијене од претпостављене команде. Истој доставити захтев за допуном следећих података: на ком правцу се очекује да непријатељ употреби извиђачко-диверзантске групе, о употреби краткотрајних бојних отрова, ангажовању борбених хеликоптера, ангажовању артиљеријских јединица на ватреним положајима и правцима налета авиона.

(5) Инжињерија

Тежиште противинжињеријских дејстава имати на савлађивању водене препреке - пружању подршке насилном преласку реке Сава.

(6) ПВО

ПВО вршити ослонцем на 3/сард ПВО и јединице које се превозе.

Тежиште ПВО имати на примени мера маскирне дисциплине и прикривеном кретању у току довођења јединица при насилном преласку реке.

Тежиште ВОЈ имати на визуелном осматрању и откривању ваздухоплова са правца севера.

б. Задаци маневарским јединицама

- 1) 1. понтч довести из очекујућег рејона правцем број 3 (с. Слеччевић - Шабац – с. Мачвански Причиновић – с. Узвеће – с. Глушци – с. Ноћај – с. Салаш Ноћајски – Шиљаковић) на СМП-3.

Задатак: под заштитом снага на десној обали р. Сава и у садејству са снагама РФ успоставити СМП-3 у рејону Посавље са 2 скеле класе 60т и 1 скелом класе 40т.

Правац кретања ка реци: Шиљаковић – Баре – тт 77 - Посавље - Сремска Митровица.

Са остатком понтонског материјала оформити резерву на сувом у рејону Посавље.

Готовост скелског места преласка у 03,00 часова дана 08.10., по овладавању мостобраном снага десанта.

На месту преласка уредити заклоне за органе КЗС. Одмах по доласку на реку образовати станицу за спасавање, станицу за регулисање саобраћаја и групу за одржавање пристаништа.

Узводну речну стражу јачине једног одељења упутити 1,5 км узводно од СМП са задатком: обезбеђења СМП одбраном од пловних мина, убачених ИДГ, непрекидним осматрањем и јављањем о евентуално уоченим активностима непријатеља. Задатке извршавати у садејству са речним одредом РФ.

Низводну речну стражу јачине једног одељења упутити 0,5 км низводно од СМП са задатком обезбеђења СМП одбраном од убачених ИДГ и задатком непрекидног осматрања и јављања о евентуално уоченим активностима непријатеља. Задатке извршавати у садејству са речним одредом РФ.

Командир СМП-3 биће командир 1. понтч, а његов заменик командир 1. понтв.

По извршеном превозењу бити у готовости за успоставу мосног места преласка у рејону с. Кленак.

Командант мосног места преласка је командант понтонирског батаљона, а његов заменик је командир 1. понтч.

- 2) 2. понтч довести из очекујућег рејона правцем број 2 (с. Слеччевић – Шабац - с. Дреновац - Парасница - Врбовача – к.77) на СМП-2.

Задатак: под заштитом снага на десној обали р. Сава и у садејству са снагама РФ успоставити СМП-2 у рејону Врбовача са 4 скеле класе 60т и 1 скелом класе 40т.

Правац кретања ка реци: с. Дреновац - Парасница - Врбовача – к 77 – с. Јарак.

Са остатком понтонског материјала оформити резерву на сувом у рејону Врбовача.

Готовост скелског места преласка у 03,00 часова дана 08.10., по овладавању мостобараном снага десанта.

На месту преласка уредити заклоне за органе КЗС. Одмах по доласку на реку образовати станицу за спасавање, станицу за регулисање саобраћаја и групу за одржавање пристаништа.

Узводну речну стражу јачине једног одељења упутити 1,5 км узводно од СМП са задатком: обезбеђења СМП одбраном од пловних мина, убачених ИДГ, непрекидним осматрањем и јављањем о евентуално уоченим активностима непријатеља. Задатке извршавати у садејству са речним одредом РФ.

Низводну речну стражу јачине једног одељења упутити 0,5 км низводно од СМП са задатком обезбеђења СМП одбраном од убачених ИДГ и задатком непрекидног осматрања и јављања о евентуално уоченим активностима непријатеља. Задатке извршавати у садејству са речним одредом РФ.

Командир СМП-2 биће командир 2. понтч, а његов заменик командир 1. понтв.

По извршеном превозењу бити у готовости за успоставу мосног места преласка у рејону с. Кленак.

Командант мосног места преласка је командант понтонирског батаљона, а његов заменик је командир 1. понтч.

- 3) 3. понтч довести из очекујућег рејона правцем број 1 (с. Слеччевић - Шабац – Крсмановача) на СМП-1.

Задатак: под заштитом снага на десној обали р. Сава и у садејству са снагама РФ успоставити СМП-1 у рејону Крсмановача са 4 скеле класе 60т и 1 скелом класе 40т.

Правац кретања ка реци: Шабац – Крсмановача.

Са остатком понтонског материјала оформити резерву на сувом у рејону Крсмановача.

Готовост скелског места преласка у 03,00 часова дана 08.10. по овладавању мостобараном снага десанта.

На месту преласка уредити заклоне за органе КЗС. Одмах по доласку на реку образовати станицу за спасавање, станицу за регулисање саобраћаја и групу за одржавање пристаништа.

Узводну речну стражу јачине једног одељења упутити 1,5 км узводно од СМП са задатком: обезбеђења СМП одбраном од пловних мина, убачених ИДГ, непрекидним осматрањем и јављањем о евентуално уоченим активностима непријатеља. Задатке извршавати у садејству са речним одредом РФ.

Низводну речну стражу јачине једног одељења упутити 0,5 км низводно од СМП са задатком обезбеђења СМП одбраном од убачених ИДГ и задатком непрекидног осматрања и јављања о евентуално уоченим активностима непријатеља. Задатке извршавати у садејству са речним одредом РФ.

Командир СМП-1 биће командир 3. понтч, а његов заменик командир 1. понтв.

По извршеном превозењу бити у готовости за успоставу мосног места преласка у рејону с. Кленак.

Командант мосног места преласка је командант понтонирског батаљона, а његов заменик је командир 1. понтч.

- 4) 1.понтч/2.понтб довести из очекујућег рејона додељеним правцем до с. Шеварице. Задатак: формирати резерву и бити у готовости за допуну снага на успостављеним скелским местима преласка и мосном месту преласка, као и задацима пружања подршке при савлађивању водених препрека у наредним фазама операције. Место командира чете је у саставу чете у рејону с. Шеварице.
- 5) амфв довести из очекујућег рејона додељеним правцем у рејон Кочиног канала. Задатак: У времену од 00,00 08.10. до успоставе мостобрана на левој обали пружити подршку снагама 1. пб на успостави десантног места преласка са два амфибијска транспортера.
- Након успоставе мостобрана снагама десанта, јединицама понтонирског батаљона пружити подршку на успостави скелских места преласка 1 и 2 са по два амфибијска транспортера.
- Са остатком јединице формирати резерву и бити у готовости за извршавање задатака превозења по указаној потреби и задацима пружања подршке при савлађивању водених препрека у наредним фазама операције. Место командира амфв у саставу вода.
- 6) путв довести из очекујућег рејона додељеним правцем до с. Шеварице. Задатак: формирати радне групе и бити у готовости за извршење радова на уређењу и оправци прилазних путева и уређењу и одржавања рампи.

в. Задаци јединицама борбене подршке

(1) Телекомуникације

одв размести у рејону КМ.

Задатак: поставити центар ТкИ на КМ, успоставити и одржавати систем телекомуникација по систему ТкИ.

(2) ПНХБО

Тежиште ПНХБОб имати на правилној употреби личних заштитних средстава, и евакуацији људства из контаминиране зоне, заштити складишта хране и објекте за снабдевање водом за пиће од могућих контаминација и загађења извора воде.

Опште мере ПНХБОб:

Непрекидно пратити ситуацију са циљем прикупљања података о Х оружју непријатеља, средствима и начину примене. У јединицама организовати обавештавање о НХБ опасности ослоном на сопствене снаге, службу ОиО, радне организације, јединице РХБ ЦЗ и органе власти на територији. Сигналима о НХБ опасности давати предност при преношењу средствима везе.

Људство у јединицама опремити средствима личне заштите и увежбати у употреби. Све објекте за дејство и заштиту људства прилагодити и подесити за НХБ заштиту. Посебну пажњу посветити НХБ заштити хране и воде методама заклањања и изолације. У свим

јединицама обучити људство у пружању прве помоћи контаминираним и затрованим људству.

Дејство артиљерије и авијације истовремено сматрати и сигналом НХБ опасности.

На КМ обезбедити непрекидну и поуздану размену података о НХБ опасности са центрима службе ОиО, радним организацијама и локалним органима власти.

(3) Психолошке операције

Задатке извршавати одлучно, војнички, уз поштовање одредби међународног хуманитарног права.

Тежиште информативне делатности имати на информисању о војно-политичкој ситуацији, психолошко-пропагандним активностима непријатеља, значају и току извршења задатка јединица и брзом отклањању узрока који негативно утичу на борбени морал.

Успехе јединица и појединаца користити за подстицање у извршавању задатака.

Посебну пажњу посветити припреми људства за заштиту цивилних објеката и становништва у току напада и спречавање било каквог облика одмазде.

г. Инструкције за координацију

(1) Време-услови када наређење струпа на снагу

Наређење струпа на снагу у 12,00 часова дана 03.10.

(2) Захтеви команданта за критичним информацијама

(а) Приоритетни обавештајни захтеви:

*** У току припреме напада са насилним преласком реке**

- да ли ће непријатељ на ВФЛ Д-1 тежишно ангажовати извиђачко-диверзантске снаге за извиђање и које јачине на правцима: Чеврнтија-с. Шеварице и с. Дреновац-с. Табановић;
- да ли је непријатељ на ВФЛ Д-1 тежишно ангажовао снаге и извршио инжињеријско уређење положаја и запречавање р. Сава на делу од с. Кленак до с. Хртковци;
- да ли је непријатељ на ВФЛ Д-1 тежишно ангажовао снаге и извршио инжињеријско уређење положаја и запречавање р. Сава на делу од с. Јарак до С. Митровице;

*** У току извођења напада са насилним преласком реке:**

- да ли ће непријатељ на ВФЛ Х+1 употребити краткотрајне БОт;

(б) Битни елементи информација о властитим снагама

- јединице у додиру, у досадашњим дејствима претрпеле су 15% губитака у ж/с и ТМС;
- јединице борбене подршке попуњене су 100%;

(3) Контролне мере за смањење ризика.

- Тежиште безбедносног обезбеђења имати на откривању, праћењу и спречавању агентурне, извиђачке, диверзантске и терористичке делатности у и према јединици,
- Заштиту тајности података, докумената покрета и распореда снага вршити применом општих и посебних мера заштите тајних података и мерама маскирања, а од диверзантске и терористичке делатности тежишно се штитити мерама осигурања,
- Спречавати појаве дезертерства, саботажа и других деструктивних и негативних појава у јединици, откривене случајеве расветљавати и енергично пресецати, а према носиоцима тих појава предузимати адекватне мере кривичне и дисциплинске одговорности,
- Предузети све неопходне превентивне и оперативне мере према носиоцима криминалне делатности у јединици, а према откривеним починиоцима предузимати мере кривичне и дисциплинске одговорности,
- Информисати састав о основним елементима испољене и очекиване непријатељске делатности и постигнутим резултатима на њеном спречавању, остварити сарадњу са органима ВБА, МУП-а, БИА и стручним органима безбедности суседних јединица.

(4) Правила употребе.

Снаге батаљона у операцији "МАЧВА" употребљавати у складу са профилима Правила употребе Војске Плаве Земље.

(5) Разматрање о заштити животне средине.

- У току извођења операције ватрогасне екипе јединица ставити у функцију и ангажовати у случају почетних и пожара мањих размера. Остварити сарадњу са цивилним ватрогасним јединицама и добровољним ватрогасним друштвима, а у случају пожара ширих размера у зонама размештаја јединица ангажовати их на санацију истих. Јединице поунити ватрогасним средствима и опремом до 100%, а СЛЗ лица ангажованих на извршењу операције имати исправна и спремна за коришћење.
- У рејонима размештаја јединица у току извођења б/д опасне материје транспортовати, чувати и складиштити у складу са прописаним, уз примену свих прописаних превентивних мера заштите и забранити њихово одлагање у водотокове и околно земљиште.
- Одлагање смећа, отпадака хране и отпадног материјала у насељеним местима вршити у наменске просторе (канте, контејнери и бурад). Ван насељених места у рејонима размештаја јединица одлагање вршити копањем рупа у складу са упутством за одлагање смећа и отпадака хране у теренским условима.

(6) Заштита снага

- Предузети мере обезбеђења и непосредног осигурања у току извођења операције. Придржавати се свих прописаних мера безбедности у току марша, са посебном пажњом у току укрцавања и искрцавања људства,
- Јединице на маршу обезбедити маршевским осигурањем, а по посудању рејона прикупљања јединице обезбедити борбеним осигурањем,
- Пре посудања рејона извршити претрес рејона. Планирати ватре јединица за ватрену подршку за обезбеђење међупростора. Предвидети мере запречавања и контроле међупростора и организацију садејства са суседним јединицама са другим субјектима у зони операције.

(7) Додатне инструкције

- геолошки састав земљишта је I и II категорије;
- свиће у 06,30 (сунце излази у 06,05), смркава у 18,45 (Сунце залази у 18,20);
- ведро и сунчано;
- ветар приземни, ј/з, брзина 1 м/с; ветар висински из правца 60°, брзина 15 км/ч;
- температура ваздуха: дању око 15° С, ноћу 07° С;
- хоризонтална видљивост 15-20 км.

4. ЛОГИСТИЧКА ПОДРШКА

(а) Концепт подршке.

Логистичку подршку организовати и реализовати сопственим снагама и средствима, ослонцем на логб/ТГ-13, и уз коришћење производно-услужних и здравствених капацитета територије.

Извршити изузимање РМР УбС, ПгС и оброка хране и превозење у рејон размештаја.

Тежиште логистичке подршке имати на СМП-1 преко кога ће ићи главни правац напада.

У току извођења борбених дејстава тежиште логистичке подршке имати на:

- снабдевању погонским горивом снага за превозење,
- евакуацији и збрињавању повређених и оболелих,
- довођењу ПС у исправно стање: тежишно на комплетима ПМП М-71 и ПТС-М.

Приоритет у снабдевању: на ПгС, артиклима хране и СнМС.

До почетка б/д исхрану вршити obroком текућим, а по отпочињању б/д комбиновано.

Тежиште у санитарској подршци имати на збрињавању и евакуацији п/о.

Развијање станица завршити до 04,00 часа 07.10.

Логв разместити у оквиру рејона размештаја командне чете у с. Шеварице.

Логистичке станице развити по следећем:

- ИнСт и СнСт развити у рејону размештаја логв.
- СтСн и СтОд развити у рејону ПК "Млекара" у Крсмановачи.
- СнСт у рејону здравственог центра Шабац.

(б) Материјал и сервиси.

(1) Снабдевање

Класа I, Следовања

Снабдевање свим ванскладишним а/х (хлебом, месом) вршити преузимањем из логб/ТГ-13.

Снабдевање огревом вршити преко ЦП у зони одбране на основу постојећих уговора.

Класа II, Одећа, индивидуална опрема и карте.

За снабдевање ИнПС (одећне опреме, обуће, радно - заштитне опреме) доставити захтеве за попуну претпостављеној команди.

Поднети захтеве за карте преко С-2.

Класа III, Гориво и мазиво

Извршити попуну јединица до норме следовања п/г. Попуну јединица извршити у рејонима развијања по захтеву.

Делимично развити СтСн и ПгС ускладиштити у сопствене транспортне капацитете. Обезбедити непрекидност у снабдевању јединица ослонцем на сопствене снаге и транспортне капацитете логб/ТГ-13.

За извршење задатка одобравам:

Гориво

- МБ.....1,5 п/р
- Д-2.....1,5 п/р

Класа V, Муниција

Извршити попуну јединица до норме следовања УбС. Попуну јединица извршити у рејонима размештаја, по захтеву.

Делимично развити Муницијску станицу и ускладиштити залихе муниције. Обезбедити непрекидност у снабдевању јединица ослонцем на сопствене снаге и транспортне капацитете логб/ТГ-13 .

За извршење задатка одобравам:

Муниција:

- пешадијско наоружање3 б/к

Попуну муницијом и ПгС вршиће логв у рејону размештаја, по захтеву.

Класа IX, Резервни делови

Извршити попуну јединице до норме следовања р/д. Пријем р/д извршити у рејону размештаја, по захтеву. Залихе резервних делова ускладиштити у СтОд.

(2) Услуге

Купање организовати у сопственим капацитетима и капацитетима територије.

Ситне оправке вршити сопственим снагама и средствима, а оправке већих размера вршити ослоном на логб/ТГ-13 и производно услужних капацитета ЦП и занатских радионица.

Исхрану организовати комбиновано, за јединице у додиру са непријатељом ОК у компонентама, а за остале јединице ОТ.

Припремање хране вршити у рејону ИнСт, а поделу у рејонима размештаја јединица. У току припреме хране спроводити непрестано санитарно-безбедносне мере.

Утрошак конзервираног д/о хране вршити крајње рационално, првенствено за јединице које изводе б/д, а за остале јединице само по захтеву и одобрењу ове команде.

Снабдевање водом вршити ослоном на водне објекте у рејонима размештаја јединица (уз претходно одобрење санитетских органа), а по потреби уз употребу цистерни за воду. Јединице ће сопственим средствима и резервоарима за воду вршити прихват воде. Водоснабдевачка станица логб/ТГ-13 развијена је у рејону с. Слијепчевић, с. Луг и с. Дуваниште.

(3) Одржавање

Приоритет у одржавању дати на комплетима ПМ М-71, ПТС-М, транспортним средствима и санитетским моторним возилима, а по јединицама на јединице које успостављају СМП-1.

Одељење за одржавање делимично развити у рејону ПК "Млекара" у Крсмановачи, а СтОд логб/ТГ-13 развијена је у рејону с. Слијепчевић, с. Луг и с. Дуваниште.

(ц) Санитетска евакуација и хоспитализација.

(1) Евакуација.

Евакуацију повређених и оболелих из нижих санитетских етапа вршити у вишу санитетску етапу (СнСт ТГ-13) по принципу "од себе". У санитетској станици батаљона пружити хитну и општу специјалистичку помоћ.

(2) Третман.

Превентивно - медицинску заштиту спроводити сопственим снагама и средствима, ослоном на СнСт ТГ-13.

Забранити употребу воде за пиће и хране ван редовне линије снабдевања.

Санитетска станица ТГ-13 развијена је у рејону здравственог центра Шабац.

Стоматолошко збрињавање вршити у санитетској станици ТГ-13.

5. КОМАНДОВАЊЕ И ТЕЛЕКОМУНИКАЦИЈЕ

(а) Командовање

Командну чету из очекујућег рејона довести додељеним правцем до с. Шеварице.

Развија се у рејону КМ, са задатком обезбедити КМ батаљона непосредним осигурањем, обезбедити везе према претпостављеној команди и потчињеним јединицама за потребе Команде батаљона.

КМ у основној школи у с. Шеварице.

(б) Телекомуникације

Систем ТКИ одржавати према плану система телекомуникација.

Преко дежурног КМ обезбедити размену информација са суседима и праћење ситуације у реалном времену.

До почетка извођења б/д користити курирску и жичну везу а забрањена је употреба радио веза без одобрења, осим у случају крајње потребе када користити РВ ВВФ опсега, смањеном снагом.

Забрањена је употреба РВ ВФ опсега до почетка борбених дејстава. У случају изузетне потребе употреба РВ ВФ опсега, биће одобрена по посебном сигналу од претпостављене команде, уз примену РУ са интегрисаном Кз.

Готовост веза у 24,00 часова 04.10.

Редовне извештаје достављати до 19,00 часова са стањем у 18,00 часова.

Ванредне по потреби.

КОМАНДАНТ

ПРИЛОЗИ:

Прилог Ф Инжињерија

Дистрибуција:

- Примерак бр. 1, а/а
- Примерак бр. 2, С-3
- Примерак бр. 3, Кч
- Примерак бр. 4, 1.понтч
- Примерак бр. 5, 2.понтч
- Примерак бр. 6, 3.понтч
- Примерак бр. 7, амфв
- Примерак бр. 8, путв
- Примерак бр. 9, 1.понтч/2.понтб

ПРИЛОГ „Ф“- Инжињерија уз ОПНАР бр. 1 „МАЧВА“

РЕФЕРЕНЦЕ:

- Оперативно наређење бр. 1 ТГ-13
- Карта 1:50 000; лист бр. 428-1 и 2, 378-3 и 4; издање ВГИ 1986. године

Временска зона: Средњеевропско (Z+1)

1. СИТУАЦИЈА

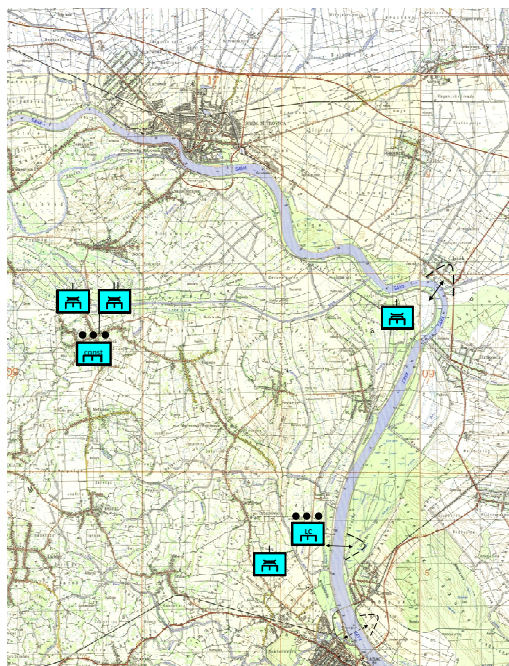
- Видети главни текст Оперативног Наређења
- а. Непријатељске снаге**
 - Видети прилог Оперативног Наређења
- б. Сопствене снаге**
 - Видети главни текст Оперативног Наређења
- в. Придавање и издвајање**
 - Видети главни текст Оперативног Наређења

2. МИСИЈА

Пружити подршку јединицама које извршавају десант, успоставити скелска и мосно место преласка у додељеном сектору, извршити превозење јединица ТГ-13 и бити у готовости за даља превозења по одлуци команданта ТГ-13.

3. ИЗВРШЕЊЕ

- а. План инжињеријских дејстава**



б. Задаци потчињеним јединицама

- 1) 1. понтч довести из рејона мирнодопске локације правцем број 3 (с. Слепчевић - Шабац – с. Мачвански Причиновић – с. Узвеће – с. Глушци – с. Ноћај – с. Салаш Ноћајски – Шиљаковић) на СМП-3.

Задатак: под заштитом снага на десној обали р. Сава и у садејству са снагама РФ успоставити СМП-3 у рејону Посавље са 2 скеле класе 60т и 1 скелом класе 40т.

Правац кретања ка реци: Шиљаковић – Баре – тг 77 - Посавље - Сремска Митровица.

Са остатком понтонског материјала оформити резерву на сувом у рејону Посавље.

Готовост скелског места преласка у 03,00 часова дана 08.10. по овладавању мостобараном снага десанта.

На месту преласка уредити заклоне за органе КЗС. Одмах по доласку на реку образовати станицу за спасавање, станицу за регулисање саобраћаја и групу за одржавање пристаништа.

Узводну речну стражу јачине једног одељења упутити 1,5 км узводно од СМП са задатком: обезбеђења СМП одбраном од пловних мина, убачених ИДГ, непрекидним осматрањем и јављањем о евентуално уоченим активностима непријатеља. Задатке извршавати у садејству са речним одредом РФ.

Низводну речну стражу јачине једног одељења упутити 0,5 км низводно од СМП са задатком обезбеђења СМП одбраном од убачених ИДГ и задатком непрекидног осматрања и јављања о евентуално уоченим активностима непријатеља. Задатке извршавати у садејству са речним одредом РФ.

Командир СМП-3 биће командир 1. понтч а његов заменик командир 1. понтв.

По извршеном превозењу бити у готовости за успоставу мосног места преласка у рејону Кленак.

Командант мосног места преласка је командант понтонирског батаљона, а његов заменик је командир 1.понтч.

- 2) 2. понтч довести из рејона мирнодопске локације правцем број 2 (с. Слепчевић - Шабац - с. Дреновац - Парасница - Врбовача – к 77) на СМП-2.

Задатак: под заштитом снага на десној обали р. Сава и у садејству са снагама РФ успоставити СМП-2 у рејону Врбовача са 4 скеле класе 60т и 1 скелом класе 40т.

Правац кретања ка реци: с. Дреновац - Парасница - Врбовача - к 77 - с. Јарак.

Са остатком понтонског материјала оформити резерву на сувом у рејону Врбовача.

Готовост скелског места преласка у 03,00 часова дана 08.10. по овладавању мостобараном снага десанта.

На месту преласка уредити заклоне за органе КЗС. Одмах по доласку на реку образовати станицу за спасавање, станицу за регулисање саобраћаја и групу за одржавање пристаништа.

Узводну речну стражу јачине једног одељења упутити 1,5 км узводно од СМП са задатком: обезбеђења СМП одбраном од пловних мина, убачених ИДГ, непрекидним осматрањем и јављањем о евентуално уоченим активностима непријатеља. Задатке извршавати у садејству са речним одредом РФ.

Низводну речну стражу јачине једног одељења упутити 0,5 км низводно од СМП са задатком обезбеђења СМП одбраном од убачених ИДГ и задатком непрекидног осматрања и јављања о евентуално уоченим активностима непријатеља. Задатке извршавати у садејству са речним одредом РФ.

Командир СМП-2 биће командир 2. понтч, а његов заменик командир 1. понтв.

По извршеном превозењу бити у готовости за успоставу мосног места преласка у рејону с. Кленак.

Командант мосног места преласка је командант понтонирског батаљона, а његов заменик је командир 1. понтч.

3) 3. понтч довести из рејона мирнодопске локације правцем број 1 (с. Слеччевић - Шабац – Крсмановача) на СМП-1.

Задатак: под заштитом снага на десној обали р. Сава и у садејству са снагама РФ успоставити СМП-1 у рејону Крсмановача са 4 скеле класе 60т и 1 скелом класе 40т.

Правац кретања ка реци: Шабац – Крсмановача.

Са остатком понтонског материјала оформити резерву на сувом у рејону Крсмановача.

Готовост скелског места преласка у 03,00 часова дана 08.10. по овладавању мостобараном снага десанта.

На месту преласка уредити заклоне за органе КЗС. Одмах по доласку на реку образовати станицу за спасавање, станицу за регулисање саобраћаја и групу за одржавање пристаништа.

Узводну речну стражу јачине једног одељења упутити 1,5 км узводно од СМП са задатком: обезбеђења СМП одбраном од пловних мина, убачених ИДГ, непрекидним осматрањем и јављањем о евентуално уоченим активностима непријатеља. Задатке извршавати у садејству са речним одредом РФ.

Низводну речну стражу јачине једног одељења упутити 0,5 км низводно од СМП са задатком обезбеђења СМП одбраном од убачених ИДГ и задатком непрекидног осматрања и јављања о евентуално уоченим активностима непријатеља. Задатке извршавати у садејству са речним одредом РФ.

Командир СМП-1 биће командир 3. понтч а његов заменик командир 1. понтв.

По извршеном превозењу бити у готовости за успоставу мосног места преласка у рејону с. Кленак.

Командант мосног места преласка је командант понтонирског батаљона, а његов заменик је командир 1. понтч.

- 4) 1.понтч/2.понтб довести из рејона мирнодопске локације додељеним правцем до с. Шеварице. Задатак: формирати резерву и бити у готовости за допуну снага на успостављеним скелским местима преласка и мосном месту преласка, као и задацима пружања подршке при савлађивању водених препрека у наредним фазама операције. Место командира чете је у саставу чете у рејону с. Шеварице.
- 5) амфв довести из очекујућег рејона додељеним правцем у рејон Кочиног канала. Задатак: У времену од 00,00 08.10. до успоставе мостобрана на левој обали пружити подршку снагама 1. пб на успостави десантног места преласка са два амфибијска транспортера.
- Након успоставе мостобрана снагама десанта, јединицама понтонирског батаљона пружити подршку на успостави скелских места преласка 1 и 2 са по два амфибијска транспортера.
- Са остатком јединице формирати резерву и бити у готовости за извршавање задатака превожења по указаној потреби и задацима пружања подршке при савлађивању водених препрека у наредним фазама операције. Место командира амфв у саставу вода.
- б) путв довести из очекујућег рејона додељеним правцем до с. Шеварице. Задатак: формирати радне групе и бити у готовости за извршење радова на уређењу и оправци прилазних путева и уређењу и одржавања рампи. Задатак: формирати радне групе јачине одељења.

ц. Упутства за координацију

- Видети главни текст Оперативног Наређења

4. ЛОГИСТИЧКА ПОДРШКА

- Видети главни текст Оперативног Наређења

5. КОМАНДОВАЊЕ И ТЕЛЕКОМУНИКАЦИЈЕ

- Видети главни текст Оперативног Наређења

Анкетни лист за утврђивање критеријума у моделима
УНИВЕРЗИТЕТ ОДБРАНЕ У БЕОГРАДУ
ВОЈНА АКАДЕМИЈА

УПИТНИК ЗА ОДРЕЂИВАЊЕ КРИТЕРИЈУМА ЗА ИЗРАДУ МОДЕЛА
ЗА ПОДРШКУ ОДЛУЧИВАЊУ ПРИ САВЛАЂИВАЊУ ВОДЕНИХ
ПРЕПРЕКА У НАПАДНОЈ ОПЕРАЦИЈИ КОПНЕНЕ ВОЈСКЕ

Истраживач:
потпуковник
Дарко Божанић

Београд, 2015

Поштовани,

Попуњавањем овог упитника Ви доприносите остваривању циљева научног истраживања којим се настоји остварити што целовитији увид у дефинисање критеријума и њихових односа који утичу на избор локација за савлађивање водених препрека у нападној операцији Копнене војске, на основу којих ће се дефинисати математички модел за подршку одлучивању. Кроз овај упитник дефинисаће се само који критеријуми имају утицај, док ће њихови односи бити тема следећег упитника.

Молим Вас да пажљиво прочитате сва питања и своје одговоре и ставове изразите заокруживањем слова или броја испред одговарајућег одговора. Уколико сматрате да понуђени одговори нису потпуни и да има потребе допунити их, на понуђеним местима допишите ваше одговоре. Пожељно је да се дописани одговори кратко образложе.

Истраживање је анонимно, а подаци из овог упитника биће коришћени искључиво за научне анализе.

Учешће у истраживању је добровољно.

Уколико Вам нешто не буде довољно јасно, обратите се истраживачу који Вас је ангажовао и који ће Вам дати додатна објашњења.

ХВАЛА НА САРАДЊИ!

1. ОПШТИ ПОДАЦИ О ИСПИТАНИКУ

У овом делу анкете молим Вас да наведете ваше личне податке у циљу **одређивања коефицијента компетениција познаваоца предметне области** (подаци наведени у овом делу анкета неће бити доступни ширем аудиторијуму)

1. У досадашњој каријери завршили сте следеће нивое образовања (школе или друге облике усавршавања - заокружите усавршавања-студије које сте до сада завршили):

- а) Генералштабно усавршавање;
- б) докторске студије (или стечен научни степен доктора наука по старом систему школовања – пријавом докторске дисертације);
- в) Командно-штабно усавршавање,
- г) Магистарске студије;
- в) Специјалистичке студије;
- г) Мастер студије;
- г) Војна академија – смер инжињерија;
- д) Војна академија – остали родови и смерови.

2. У досадашњем раду сте остварили година радног стажа (ефективног) :

- а) преко 20 година;
- б) од 15 до 20 година;
- в) од 10 до 15 година;
- г) од 5 до 10 година;
- д) мање од 5 година.

3. Налазите се на положају:

- а) Начелника Управе у МО или ГШ;
- б) Припадник Управе у МО или ГШ, начелник катедре;
- в) Начелник одељења у команди оперативног састава, командант и заменик команданта бригаде;
- г) Припадник одељења у команди оперативног састава, начелник одељења у командни бригаде;
- д) Командант и заменик команданта понтонирског батаљона,
- ђ) Припадник команде понтонирског батаљона, командир понтонирске чете;
- е) Наставник у Војној академији
- ж) Остало (пензионер,...).

4. У свом раду обављали сте дужности (могуће је заокружити више одговора) :

- а) Начелника Управе у МО или ГШ, командант оперативних састава;
- б) Припадник Управе у МО или ГШ, начелник катедре;

- в) Начелник одељења у команди оперативног састава, командант и заменик команданта бригаде;
- г) Припадник одељења у команди оперативног састава, начелник одељења у команди бригаде, наставник;
- д) Командант и заменик команданта понтонирског батаљона,
- ђ) Припадник команде понтонирског батаљона, командир понтонирске чете;
- е) Наставник
- ж) _____.

5. Да ли сте до сада објављивали научне и стручне радове и дела наставно-образовне литературе и колико (уписати број радова):

- а) радови на научно-стручним скуповима _____;
- б) радови у домаћим часописима _____;
- в) радови у страним часописима _____;
- г) дела наставно-образовне литературе (књиге или монографије) _____.

6. Изван радног места (били) сте ангажовани на другим активностима:

- а) члан Управног одбора (Савета рода);
- б) члан редакцијског одбора научно-стручних часописа;
- в) члан научних и техничких савета, члан стручних удружења;
- г) учешће у изради правила и прописа струке;
- д) завршени курсеви у трајању од најмање четири месеца;
- ђ) без стручне активности.

7. У току рад сте оцењени последњом службеном оценом која је износила:

- а) Преко 4,50
- б) 3,50 до 4,50
- в) 2,50 до 3,50
- г) 2,00 до 2,50

8. У досадашњем раду добијали сте награде:

- а) државне награде;
- б) награде Министра одбране односно НГШ ВС;
- в) Награде Начелника Управа ГШ ВС, Команданта КоВ, ВиПВО, КзО;
- г) друге награде;

9. У досадашњем раду сте учествовали у борбеним дејствима:

- а) Учешће преко 3 године;
- б) Учешће од 1 до 3 година;
- в) Учешће од 6 месеци до 1 године;

- г) Учешће до 6 месеци;
- д) Без учешћа у борбеним дејствима.

10. Током рада, самостално и са јединицом којом сте командовали учествовали сте у вежбама³⁷⁷ у склопу којих се планирало, организовало или успостављало десантно место преласка:

- а) више од 5 пута;
- б) 4-5 пута;
- в) 2-3 пута;
- г) једном;
- д) нисам учествовао;

11. Током рада, самостално и са јединицом којом сте командовали учествовали сте у вежбама³⁷⁸ у склопу којих се успостављало скелско место преласка:

- а) више од 5 пута;
- б) 4-5 пута;
- в) 2-3 пута;
- г) једном;
- д) нисам учествовао;

12. Током рада, самостално и са јединицом којом сте командовали учествовали сте у вежбама³⁷⁹ у склопу којих се успостављало мосно место преласка:

- а) више од 5 пута;
- б) 4-5 пута;
- в) 2-3 пута;
- г) једном;
- д) нисам учествовао;

13. Током рада, самостално и са јединицом којом сте командовали учествовали сте у вежбама³⁸⁰ у склопу којих се успостављао одсек преласка водене препреке:

- а) више од 5 пута;
- б) 4-5 пута;
- в) 2-3 пута;
- г) једном;
- д) нисам учествовао;

³⁷⁷ Вежбе на карти, тактичке вежбе без учешћа јединица, вежбе кључних елемената јединице, командно-штабни тренажи, командно-штабне вежбе, командно-тактичке вежбе, вежбе на терену, вежбе подржане рачунарским симулацијама.

³⁷⁸ Исто.

³⁷⁹ Исто.

³⁸⁰ Исто.

14. Да ли сте учествовали у планирању, организовању и извођењу савлађивања водених препрека у току борбених дејстава (успостави десантног, скелског, мосног места преласка и одсека преласка), колико пута и у којој улози:

- а) Десантно место преласка-_____;
- б) Скелско место преласка-_____;
- в) Мосно место преласка-_____;
- г) Одсек преласка-_____;

15. Са којим степеном извори наведени у даљем тексту утичу на Ваше мишљење при дефинисању параметара за изради модела за подршку одлучивању при савлађивању водених препрека (степен утицаја: 1-висок; 2-средњи, 3-низак, 4-нема утицаја)?

а) теоретска знања	1	2	3	4
б) искуство (мирнодопско)	1	2	3	4
в) искуство (б/д у СФРЈ, б/д у кампањи НАТО на СРЈ)	1	2	3	4
г) радови из литература	1	2	3	4
д) консултације предлагача	1	2	3	4
ђ) интуиција	1	2	3	4
е) остало	1	2	3	4

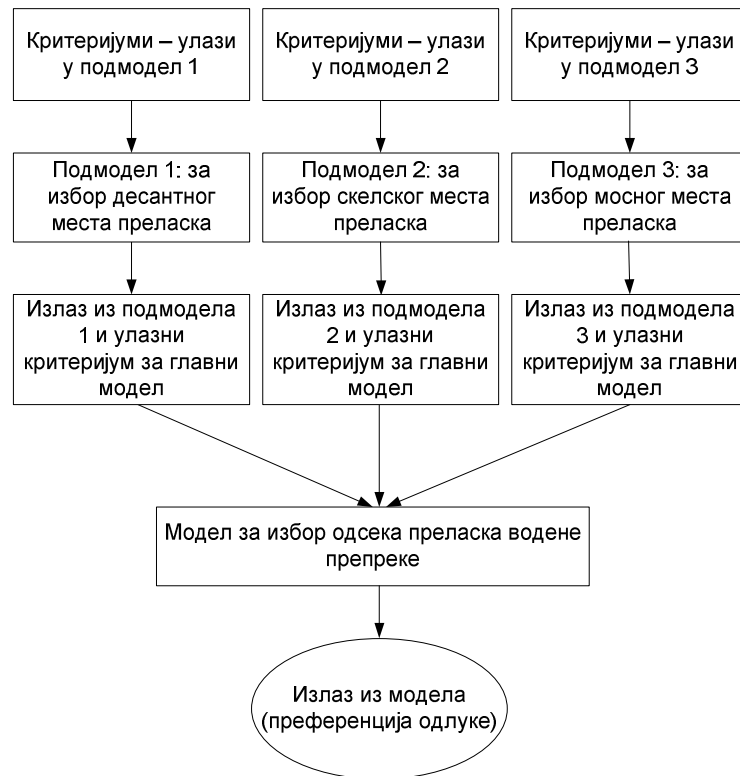
16. Којом би сте оценом (на скали 1 – 10) оценили ваше експертско знање датог проблема истраживања, избор места за савлађивање водених препрека у нападној операцији Копнене војске

- а) За дефинисање локације за избор десантног места преласка-_____;
- б) За дефинисање локације за избор скелског и мосног места преласка-_____;
- в) За дефинисање локације одсека преласка-_____;

2. ОДРЕЂИВАЊЕ КРИТЕРИЈУМА ЗА ИЗБОР ЛОКАЦИЈА ЗА САВЛАЂИВАЊЕ ВОДЕНИХ ПРЕПРЕКА У НАПАДНОЈ ОПЕРАЦИЈИ КОПНЕНЕ ВОЈСКЕ

Основна идеја овог пројекта је израда модела за подршку одлучивању који је приказан на слици 1. Идеја модела није да замени команданте и штабове у процесу одлучивања, већ да им у том процесу помогне.

На основу критеријума које буду дефинисали познаваоци предметне области (експерти) израдиће се три подмодела, који би требали бити улази у главни модел (слика 1).



Слика 1: Приказ почетног модела одлучивања

Приказани модел би требао да омогући командантима и штабовима да након дефинисања свих алтернатива³⁸¹ (потенцијалних локација за савлађивање водених препрека), изврше њихову оцену по сваком подмоделу (за избор локације десантног, скелског и мосног места преласка) и моделу (за избор локације одсека преласка). Тако би се добила квантитативна вредност сваке од понуђених алтернатива, чиме је омогућено њихово међусобно поређење и избор најпогодније алтернативе. Тактичка претпоставка подразумева да није могуће успостављање места преласка газом, пливањем и места преласка тенкова под водом и дубоким газом.

У овом делу анкете понуђени су могући критеријуми. Уколико сматрате да нису наведени сви критеријуми, постоји могућност додавања нових на понуђеним местима. Молим Вас да допуњене критеријуме укратко образложите (ако нема довољно места за одговор, можете га дати и на наредној страни уз навођење питања чије одговоре допуњавате). Редослед критеријума не указује на њихов значај приликом одлучивања. Приликом дефинисања почетних критеријума предвиђени су само они услови који би се могли разликовати од једне до друге алтернативе. На пример, критеријум превласт у

³⁸¹ Под алтернативама се подразумевају само оне локације на којима је одређену активност могуће реализовати. Дакле, локације на којима није могуће вршити савлађивање водене препреке одмах се одбацују и не разматрају у процесу одлучивања. У том смислу, алтернативе не могу бити ни локације које се налазе ван правца напада без обзира на њихову повољност за савлађивање водене препреке у некој другој ситуацији.

ваздушном простору није дат, јер ако постоји превласт у ваздушном простору (сопствена или непријатељска) она се због релативно малих међусобних удаљености алтернатива (потенцијалних места преласка) не разликује која год алтернатива да се разматра.

1. Критеријуми за избор локација десантног места преласка у нападној операцији КоВ, дати су у даљем тексту. Пажљиво прочитајте понуђене критеријуме, заокружите оне са којима се слажете и евентуално додајте нове уз кратко образложење.

- 1.1. Јачина непријатеља на супротној обали;
 - 1.2. Могућности наших јединица за вршење ватрене припреме насилног преласка;
 - 1.3. Ширина водене препреке;
 - 1.4. Брзина водене препреке;
 - 1.5. Могућности маскирања покрета и дејстава наших снага (пошумљеност обале и сл.);
 - 1.6. Обим радова на уклањању препрека (природних и вештачких) на нашој обали;
 - 1.7. Процена ризика;
 - 1.8. Карактеристике обале на супротној страни реке (нагиб, висина, густо растиње и сл.)
 - 1.9. Могућности непријатеља да оствари ватру по месту преласка;
-

2. Критеријуми за избор локација скелског места преласка у нападној операцији КоВ, дати су у даљем тексту. Пажљиво прочитајте понуђене критеријуме, заокружите оне са којима се слажете и евентуално додајте нове уз кратко образложење.

- 2.1. Време трајања једне туре превозења;
- 2.2. Маскирање сопствених снага (могућности за маскирање радова, покрета и средстава - пошумљеност обале и заобаља, постојање рукаваца или притока на којима се могу склапати скеле и сл.);
- 2.3. Број скела које се истовремено могу ангажовати на превозењу;
- 2.4. Радови на уређењу терена у захвату скелског места преласка на властитој обали (уређење улазно-излазних рампи, уређење путева од полазне линије до реке, као и до места размештаја празних возила и резерве понтонског материјала који се чува на аутомобилима);
- 2.5. Радови на уређењу путева од очекујућег рејона до места преласка;
- 2.6. Степен развијености мреже путева којима јединице долазе до скелског места преласка (управни и рокадни);
- 2.7. Могућности терена за преусмеравање или маскирање јединица које морају да чекају или чије се пребацивања на супротну обалу одлаже (због дејства непријатеља, оптерећености скела, ранијег доласка и сл.)

- 2.8. Радови на уређењу терена у захвату скелског места преласка на супротној обали (уређење улазно-излазних рампи и терена до прилазних путева на супротној обали);
- 2.9. Степен развијености мреже путева од скелског места преласка на супротној обали до праваца напада;
- 2.10. Процена ризика;
- 2.11. Ширина реке на месту преласка;

3. Критеријуми за избор локације мосног места преласка у нападној операцији КоВ, дати су у даљем тексту. Пажљиво прочитајте понуђене критеријуме, заокружите оне са којима се слажете и евентуално додајте нове уз кратко образложење.

- 3.1. Ширина водене препреке;
- 3.2. Брзина водене препреке;
- 3.3. Могућности за маскирање радова, покрета и средстава (пошумљеност обале и заобаља, постојање рукаваца или притока на којима се могу склапати делови моста и сл.);
- 3.4. Близина места истовара понтонског материјала мосном месту преласка;
- 3.5. Радова на уређењу терена у захвату мосног места преласка на властитој обали (уређење улазно-излазних рампи, уређење путева од полазне линије до реке, као и до места размештаја празних возила и резерве понтонског материјала који се чува на аутомобилима);
- 3.6. Радови на уређењу путева од очекујућег рејона до места преласка;
- 3.7. Степен развијености мреже путева којима јединице долазе до мосног места преласка (управни и рокадни);
- 3.8. Радови на уређењу терена у захвату мосног места преласка на супротној обали (уређење улазно-излазних рампи и терена до прилазних путева на супротној обали);
- 3.9. Степен развијености мреже путева од мосног места преласка на супротној обали до праваца напада;
- 3.10. Процена ризика;

4. Критеријуми за **избор локације одсека преласка** у нападној операцији КоВ, дати су у даљем тексту. Пажљиво прочитајте понуђене критеријуме, заокружите оне са којима се слажете и евентуално додајте нове уз образложење.

4.1. Оцена по питању условности за организовање десантног места преласка (излаз из подмодела 1);

4.2. Оцена по питању условности за организовање скелског места преласка (излаз из подмодела 2);

4.3. Оцена по питању условности за организовање мосног места преласка (излаз из подмодела 3);

5. Приликом одговора на питања 1, 2. и 3. један од понуђених критеријума је **процена ризика**³⁸². Критеријуми за процену ризика, дати су у даљем тексту. Пажљиво прочитајте понуђене критеријуме, заокружите оне са којима се слажете и евентуално додајте нове уз кратко образложење. (Ако приликом одговора на питања 1, 2. и 3. нисте заокружили критеријум „Процена ризика“ ни у једном случају или га нисте додали у питању број 4., не морате да одговарате на ово питање).

5.1. Вероватноћа настанка одређене опасности;

5.2. Последице по људство;

5.3. Степен оштећења или уништења наоружања и војне опреме;

5.4. Степен утицаја на извршење мисије;

5.5. Способност за генерисање других опасности;

³⁸² Основна идеја процене ризика је да се дефинишу потенцијалне опасности, те да се затим за сваку опасност прорачуна ризик. Извођење борбених дејстава је само по себи веома ризично, али је претпоставка да тај ризик није исти у свим борбеним ситуацијама.

3. ДЕФИНИСАЊЕ ОПШТИХ СТАВОВА ВЕЗАНИХ ЗА САВЛАЂИВАЊЕ ВОДЕНИХ ПРЕПРЕКА У ВОЈСЦИ СРБИЈЕ

Кроз ову целину упитника истраживаће се ставови и погледи по питању начина савлађивања водених препрека у нападној операцији КоВ. Наведени ставови ће послужити приликом описа планирања, организовања и извођења савлађивања водених препрека у нападној операцији КоВ.

1. Собзиром на брз развој средстава ратне технике у свету, савремену концепцију ратовања, карактеристике водених препрека у Србији, као и на релативну старост средстава за савлађивање водених препрека у Војсци Србије (30-40 година) сматрате ли да су се услови, потребе и могућности Војске Србије за **успостављање десантног места** преласка значајно промениле у односу на период када су наведена средства уведана у наоружање војске (тадашње ЈНА). Заокружите један од одговора или додајте свој и дајте кратко образложење.

1.1. Нема значајнијих промена;

1.2. Постоје значајне промене, због којих је извођење ове активности компликованије;

1.3. Постоје значајне промене због којих је концепт насилног преласка водене препреке потребно мењати;

1.4. _____;

Образложење одговора: _____

_____.

2. Собзиром на брз развој средстава ратне технике у свету, савремену концепцију ратовања, карактеристике водених препрека у Србији, као и на релативну старост средстава за савлађивање водених препрека у Војсци Србије (30-40 година) сматрате ли да су се услови, потребе и могућности Војске Србије за **успостављање скелског места преласка** значајно промениле у односу на период када су наведена средства уведана у наоружање војске (тадашње ЈНА). Заокружите један од одговора или додајте свој и дајте кратко образложење.

2.1. Нема значајнијих промена;

2.2. Постоје значајне промене, због којих је извођење ове активности компликованије;

2.3. Постоје значајне промене због којих је концепт склеског места преласка потребно мењати;

2.4. _____;

Образложење одговора: _____

_____.

3. Собзиром на брз развој средстава ратне технике у свету, савремену концепцију ратовања, карактеристике водених препрека у Србији, количину средстава које је потребно употребити, као и на релативну старост средстава за савлађивање водених препрека у Војсци Србије (30-40 година) сматрате ли да су се услови, потребе и могућности Војске Србије за **успостављање мосног места преласка** значајно промениле у односу на период када су наведена средства уведана у наоружање војске (тадашње ЈНА). Заокружите један од одговора или додајте свој и дајте кратко образложење.

3.1. Нема значајнијих промена;

3.2. Постоје значајне промене, због којих је извођење ове активности компликованије;

3.3. Постоје значајне промене због којих је концепт мосног места преласка потребно мењати;

3.4. _____;

Образложење одговора: _____

_____.

4. Молим Вас да у наредном делу дате сугестије и предлоге, ако их имате, које би могли да унапреде модел који се планира изградити овим истраживањем.

_____.

**Анкетни лист за утврђивање тежинских коефицијената критеријума у
моделима**

УНИВЕРЗИТЕТ ОДБРАНЕ У БЕОГРАДУ

ВОЈНА АКАДЕМИЈА

**УПИТНИК ЗА ОДРЕЂИВАЊЕ ТЕЖИНА КРИТЕРИЈУМА ЗА ИЗРАДУ
МОДЕЛА ЗА ПОДРШКУ ОДЛУЧИВАЊУ ПРИ САВЛАЂИВАЊУ
ВОДЕНИХ ПРЕПРЕКА У НАПАДНОЈ ОПЕРАЦИЈИ КОПНЕНЕ ВОЈСКЕ**

Истраживач:
пп Дарко Божанић

Београд, 2015

Поштовани,

Попуњавањем овог упитника Ви доприносите остваривању циљева научног истраживања којим се настоји остварити што целовитији увид у дефинисање критеријума и њихових односа који утичу на избор локација за савлађивање водених препрека у нападној операцији Копнене војске, на основу којих ће се дефинисати математички модел за подршку одлучивању. Након првог дела истраживања утврђени су критеријуми на основу којих се овај избор врши. Кроз овај упитник дефинисаће се тежине критеријума и кључна правила која би важила приликом израде модела и подмодела.

Молим Вас да пажљиво прочитате сва питања и своје одговоре упишете на предвиђена места.

Подаци из овог упитника биће коришћени искључиво за научне анализе.

Учешће у истраживању је добровољно.

Уколико Вам нешто не буде довољно јасно, обратите се истраживачу који Вас је ангажовао и који ће Вам дати додатна објашњења.

ХВАЛА НА САРАДЊИ!

1. ОПИС НАЧИНА ОДРЕЂИВАЊА ТЕЖИНА КРИТЕРИЈУМА

У претходној анкети, на основу изнетих ставова и оцена, извршено је дефинисање критеријума на основу којих се врши избор локација за савлађивање водених препрека.

Као алат за дефинисање тежина критеријума биће коришћена Saaty-јева скала (табела 1), дефинисана за методу аналитичког хијерархијског процеса. Одређивање тежина критеријума применом ове скале врши се у паровима. Сваком пару критеријума додељује се одређена вредност из приказане скале, која показује какав је степен доминације (тј. инфериорности) једног у односу на други критеријум. Вредности које доделите, биће обрађене применом разрађеног математичког апарата и омогућиће одређивање тежине свих критеријума.

Табела 1: Saaty-јева скала

Значај	Назив
9	Апсолутна важност критеријума K^* у односу на критеријум K^{**}
7	Доминантно висока важност критеријума K^* у односу на критеријум K^{**}
5	Јака изражена важност критеријума K^* у односу на критеријум K^{**}
3	Мало већа важност критеријума K^* у односу на критеријум K^{**}
1	Подједнака важност критеријума K^* у односу на критеријум K^{**}
1/3	Вредности које указују да је значај критеријума K^{**} већи у односу на K^* (према објешњењима у претходним редовима, само у обрнутом односу)
1/5	
1/7	
1/9	
2; 4; 6; 8 и 1/2; 1/4; 1/6; 1/8	Међувредности

НАПОМЕНЕ:

- K^* - критеријуми уписани у табели у првим колонама;
- K^{**} - критеријуми уписани у табели у првим редовима;
- Међувредности се користе у случајевима када није могуће у потпуности одредити се за неку од понуђених вредности значаја.

У циљу лакшег разумевања начина примене Saaty-јеве скале, односно начина уноса податка погледајте следеће објашњење:

Поређење у паровима подразумева међусобно поређење два критеријума или подкритеријума. Дакле, ако би се посматрао избор одређене локације само на основу два критеријума K^* и K^{**} онда би њихов однос могао имати три случаја:

1. да је њихов значај идентичан (додељује се вредност 1),
2. да је K^* важнији у односу на K^{**} (додељује се вредност од 2 до 9, у зависности од степена важности)

3. да је K'' важнији у односу на K' (додељује се вредност од $1/2$ до $1/9$, у зависности од степена важности)

Ако је K' у односу на K'' јако важнији - на Saaty-јевој скали добије вредност 5, то аутоматски значи да K'' у односу на K' на Saaty-јевој скали има вредност $1/5$.

Вредности које додељујете међусобном односу критеријума унесите у табеле које су предвиђене за одговарајуће парове.

Пример попуњавања табеле:

- ако кажемо K_1 у односу на K_2 то значи да се то поље налази у пресеку K_1 из прве колоне у односу на K_2 које се налази у првом реду, табела 2-поље означено са X.

Табела 2: Приказ односа два пара

$K' \backslash K''$	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5
K_1	1	X			
K_2		1			
K_3			1		
K_4				1	
K_5					1

ПРИМЕР:

Врши се поређење критеријума K_4 и K_5 :

Критеријум K_4 у односу на критеријум K_5 је апсолутно важнији, стога му се додељује вредност 9 (да је критеријум K_5 био апсолутно важнији у односу на K_4 била би му додељена вредност $1/9$). Другим речима, ако би се одлучивало само на основу критеријума K_4 и K_5 , онда би критеријум K_4 био апсолутно доминантан у односу на K_5 .

Табела 3: Однос критеријума K_4 и K_5

$K' \backslash K''$	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5
K_1	1				
K_2		1			
K_3			1		
K_4				1	9
K_5					1

Поред поређења у паровима поред сваког броја унесите и колико сте у наведено поређење сигурни (у процентима), као што је приказано у табели 4, где је за поређење нпр. K_1 и K_2 поред броја 9 уписан степен уверености 100%, за K_1 и K_3 степен уверености је 80%, за K_1 и K_4 степен уверености је 75 %, итд.

Табела 4: Однос критеријума са степеном уверености.

	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅
K ₁	1	9;100	8;80	1;75	2; 90
K ₂	-	1	1/2;50	1/9;80	1/6; 85
K ₃	-	-	1	1/8; 75	1/5; 95
K ₄	-	-	-	1	2; 90
K ₅	-	-	-	-	1

2. ОДРЕЂИВАЊЕ ТЕЖИНА КРИТЕРИЈУМА

1. У табелу 5 у неосенчена поља упишите вредности поређења критеријума у паровима и степен уверености у свако поређење за избор **локација за десантно место преласка**. Дефинисани критеријуми за избор су:

K₁ – Однос снага;

K₂ – Борбене могућности за ватрену припрему насилног преласка;

K₃ – Тајност припрема;

K₄ – Степен изложености ватри непријатеља;

K₅ – Карактеристике супротне обале;

K₆ – Карактеристике властите обале;

Табела 5: Однос критеријума за избор локација за десантно место преласка.

	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆
K ₁	1					
K ₂	-	1				
K ₃	-	-	1			
K ₄	-	-	-	1		
K ₅	-	-	-	-	1	
K ₆	-	-	-	-	-	1

2. У табелу 6 у неосенчена поља упишите вредности поређења критеријума у паровима и степен уверености у свако поређење за избор **локација за скелско место преласка**. Дефинисани критеријуми за избор су:

K₁– Време трајања једне туре превозења;

K₂ – Маскирање сопствених снага (могућности за маскирање радова, покрета и средстава при уређењу и успостављању СМП и превозењу јединица);

K₃ – Припремни радови на властитој обали (радови на уређењу обале, радови на уређењу прилазних путева од очекујућег рејона до места преласка и сл.);

K₄ - Степен развијености мреже путева којима јединице долазе до скелског места преласка;

K₅ - Могућности терена за преусмеравање или маскирање јединица које морају да чекају или чије се пребацивања на супротну обалу одлаже;

K₆ - Припремни радови на супротној обали (радови на уређењу обале и радови на уређењу терена у захвату скелског места преласка на супротној обали);

K₇ - Степен развијености мреже путева од скелског места преласка на супротној обали до праваца напада;

Табела 6: Однос критеријума за избор локација за скелско место преласка.

	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇
K ₁	1						
K ₂	-	1					
K ₃	-	-	1				
K ₄	-	-	-	1			
K ₅	-	-	-	-	1		
K ₆	-	-	-	-	-	1	
K ₇	-	-	-	-	-	-	1

3. У табелу 7 у неосенчена поља упишите вредности поређења критеријума у паровима и степен уверености у свако поређење за избор **локација за мосно место преласка**. Дефинисани критеријуми за избор су:

K₁– Ширина водене препреке;

K₂ – Брзина тока водене препреке;

K₃ – Маскирање сопствених снага (акцент на могућностима ширег рејона ММП за маскирање резерве понтонског материјала и празних возила);

K₄ - Припремни радови на властитој обали (радови на уређењу обале, радови на уређењу прилазних путева од очекујућег рејона до места преласка и сл.)

K₅ - Степен развијености мреже путева којима јединице долазе до мосног места преласка;

K₆ - Могућности терена за преусмеравање или маскирање јединица које морају да чекају или чије се пребацивања на супротну обалу одлаже;

K₇ - Припремни радови на супротној обали (радови на уређењу обале и радови на уређењу терена у захвату мосног места преласка на супротној обали);

K₈ - Степен развијености мреже путева од мосног места преласка на супротној обали до праваца напада;

Табела 7: Однос критеријума за избор локација за мосно место преласка.

	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈
K ₁	1							
K ₂	-	1						
K ₃	-	-	1					
K ₄	-	-	-	1				
K ₅	-	-	-	-	1			
K ₆	-	-	-	-	-	1		
K ₇	-	-	-	-	-	-	1	
K ₈	-	-	-	-	-	-	-	1

4. Имајући у виду тренутно важећу правилску одредбу да се одсек преласка састоји од два до три десантна и једног скелског или мосног места преласка дефинисане су три варијанте модела. У табелу 8-10. у неосенчена поља упишите вредности поређења критеријума у паровима и степен уверености у свако поређење за избор **одсека преласка**. Ако сматрате да је за одсек преласка довољно урадити само један модел где би се дефинисали и ДМП, СМП и ММП онда не морате да попуњавата табеле везане за варијанту 2 и 3.

Варијанта 1: У овој варијанти одсек преласка се састоји од десантног, скелског и мосног места преласка. Дефинисани критеријуми за избор су:

K_1 – оцена по питању условности за успостављање десантног места преласка;

K_2 – оцена по питању условности за успостављање скелског места преласка;

K_3 – оцена по питању условности за успостављање мосног места преласка;

K_4 – одступање од праваца дејства;

Табела 8: Однос критеријума за избор локација за одсек преласка – варијанта 1.

	K_1	K_2	K_3	K_4
K_1	1			
K_2	-	1		
K_3	-	-	1	
K_4	-	-	-	1

Варијанта 2: У овој варијанти одсек преласка се састоји од десантног и скелског места преласка. Дефинисани критеријуми за избор су:

K_1 – оцена по питању условности за успостављање десантног места преласка;

K_2 – оцена по питању условности за успостављање скелског места преласка;

K_3 – одступање од праваца дејства;

Табела 9: Однос критеријума за избор локација за одсек преласка – варијанта 2.

	K_1	K_2	K_3
K_1	1		
K_2	-	1	
K_3	-	-	1

Варијанта 3: У овој варијанти одсек преласка се састоји од десантног и мосног места преласка. Дефинисани критеријуми за избор су:

K_1 – оцена по питању условности за успостављање десантног места преласка;

K_2 – оцена по питању условности за успостављање мосног места преласка;

K_3 – одступање од праваца дејства;

Табела 10: Однос критеријума за избор локација за одсек преласка – варијанта 3.

	K₁	K₂	K₃
K₁	1		
K₂	-	1	
K₃	-	-	1

5. У табелу 11 у неосенчена поља упишите вредности поређења критеријума у паровима и степен уверености у свако поређење за процену ризика. Дефинисани критеријуми за избор су:

K₁ – Вероватноћа опасности;

K₂ – Последице по људство;

K₃ – Степен оштећења или уништења НВО;

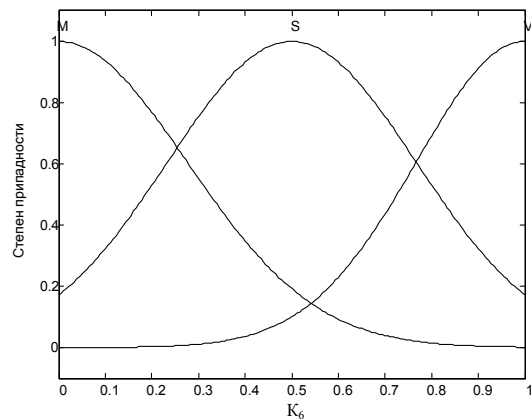
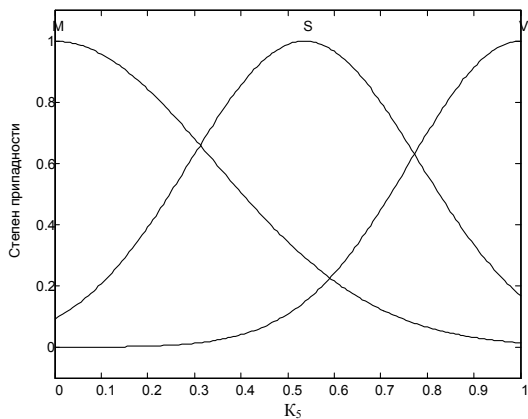
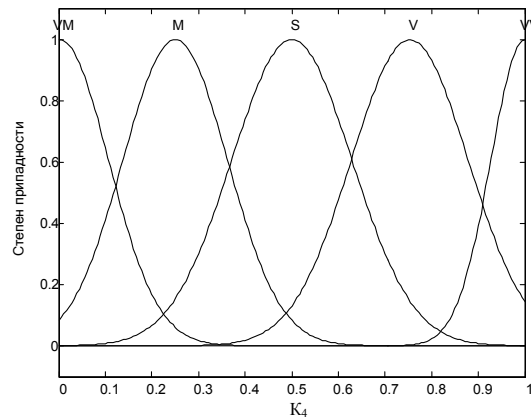
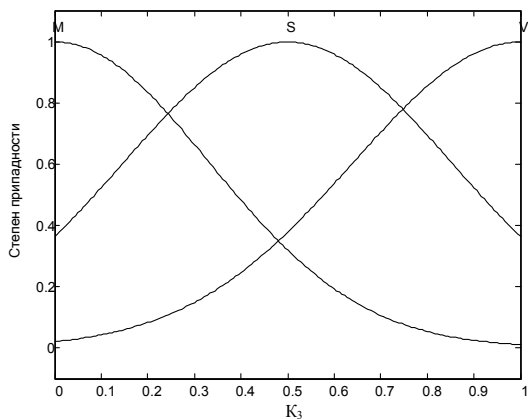
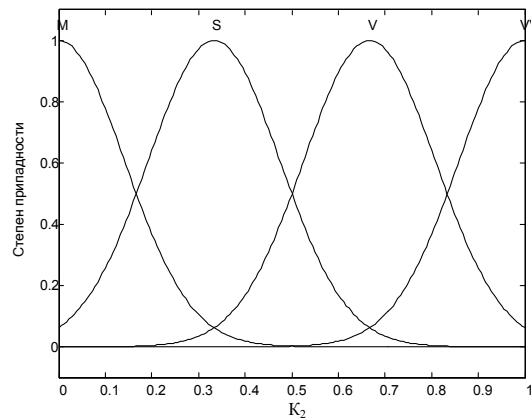
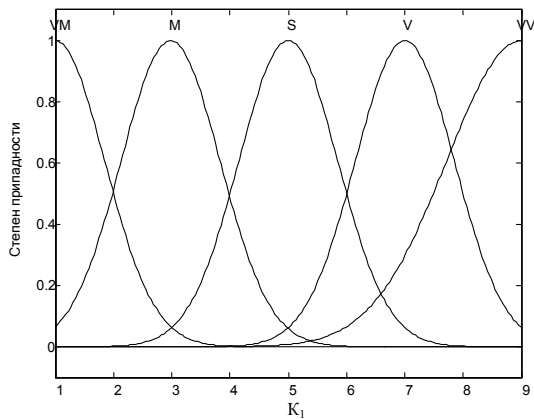
K₄ – Степен утицаја на извршење мисије;

Табела 11: Однос критеријума за процену ризика.

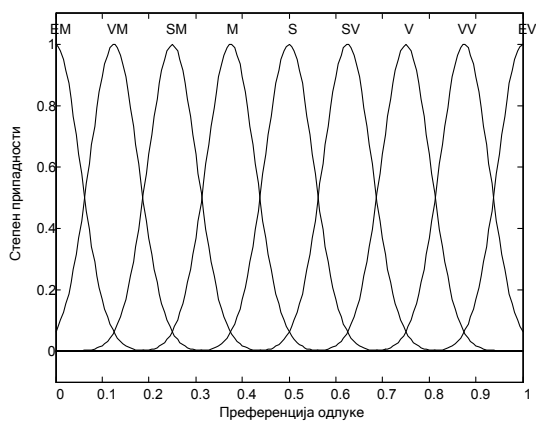
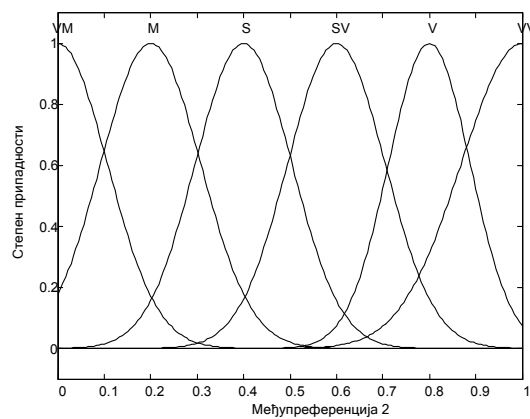
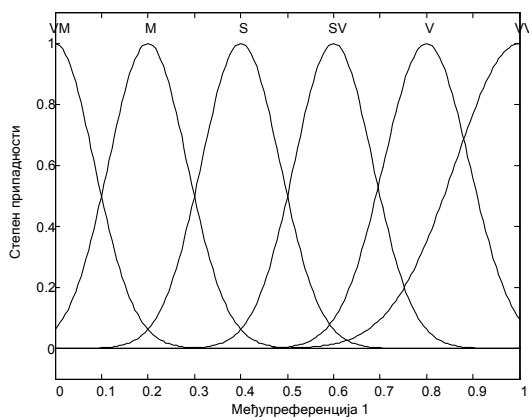
	K₁	K₂	K₃	K₄
K₁	1			
K₂	-	1		
K₃	-	-	1	
K₄	-	-	-	1

Изглед подешених функција припадности улазних и излазних променљивих ФЛС за избор ДМП

1) Функције припадности улазних променљивих



2) Функције припадности међупреференција и излазне променљиве



Програмски код за повезивање fuzzy логичких система при изради модела за избор десантног места преласка

```

function varargout = dmp(varargin)
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
                  'gui_Singleton',   gui_Singleton, ...
                  'gui_OpeningFcn',   @dmp_OpeningFcn, ...
                  'gui_OutputFcn',    @dmp_OutputFcn, ...
                  'gui_LayoutFcn',    [] , ...
                  'gui_Callback',     []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end
if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end
function dmp_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
handles.output = hObject;
guidata(hObject, handles);
function varargout = dmp_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
varargout{1} = handles.output;
function pushbutton4_Callback(hObject, eventdata, handles)
close
function pushbutton3_Callback(hObject, eventdata, handles)
a2=evalin('base','f11');
b2=evalin('base','f12');
f3=readfis('DMP3.fis');
f13=evalfis([a2 b2],f3);
assignin('base','f13',f13)
af13=evalin('base','f13');
set(handles.edit9,'String',af13);
function edit9_Callback(hObject, eventdata, handles)
function edit9_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
x1=str2num(get(handles.edit1,'string'));
assignin('base','x1',x1)
x2=str2num(get(handles.edit2,'string'));
    assignin('base','x2',x2)
x3=str2num(get(handles.edit3,'string'));
    assignin('base','x3',x3)
a=evalin('base','x1');
b=evalin('base','x2');
c=evalin('base','x3');
f1=readfis('DMP1.fis');
f11=evalfis([a b c],f1);
assignin('base','f11',f11);
set(handles.edit7,'String',f11);
function edit7_Callback(hObject, eventdata, handles)
function edit7_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
function edit1_Callback(hObject, eventdata, handles)

```

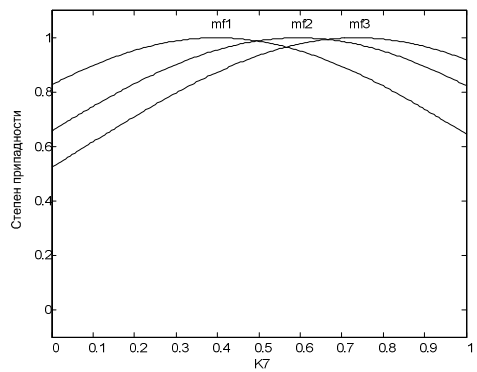
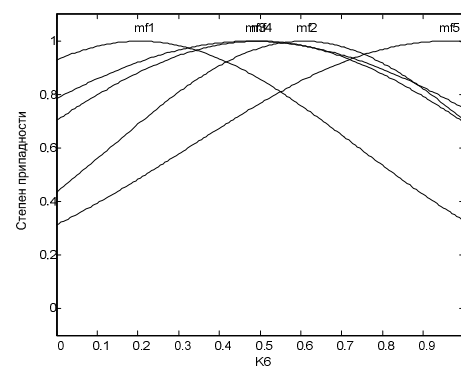
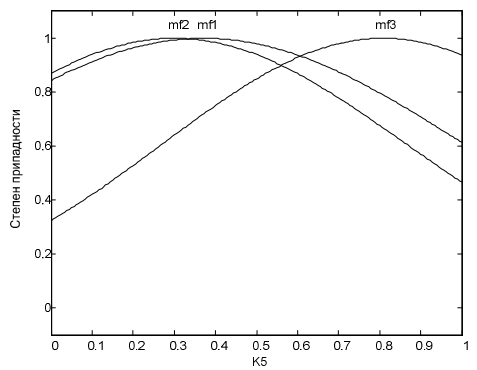
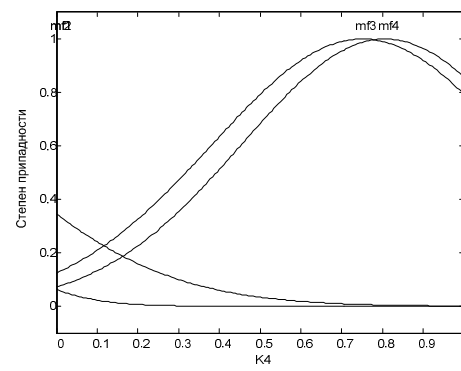
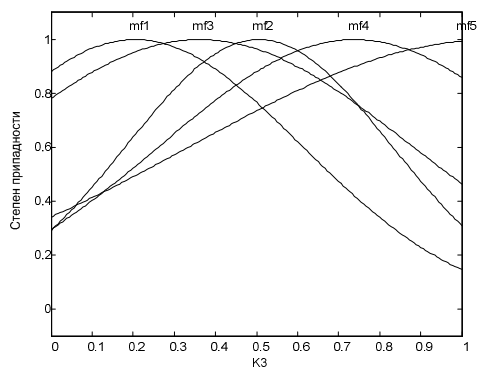
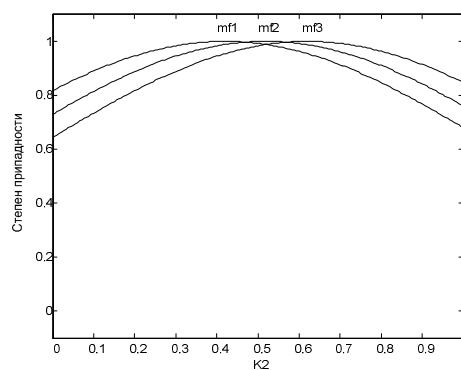
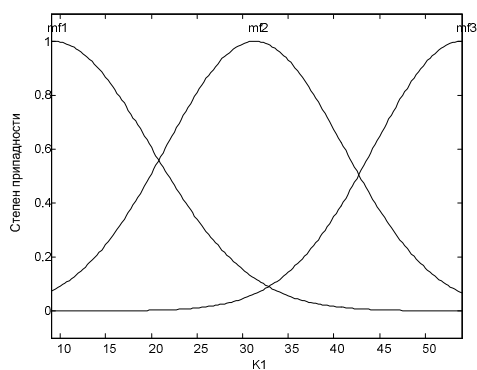


```

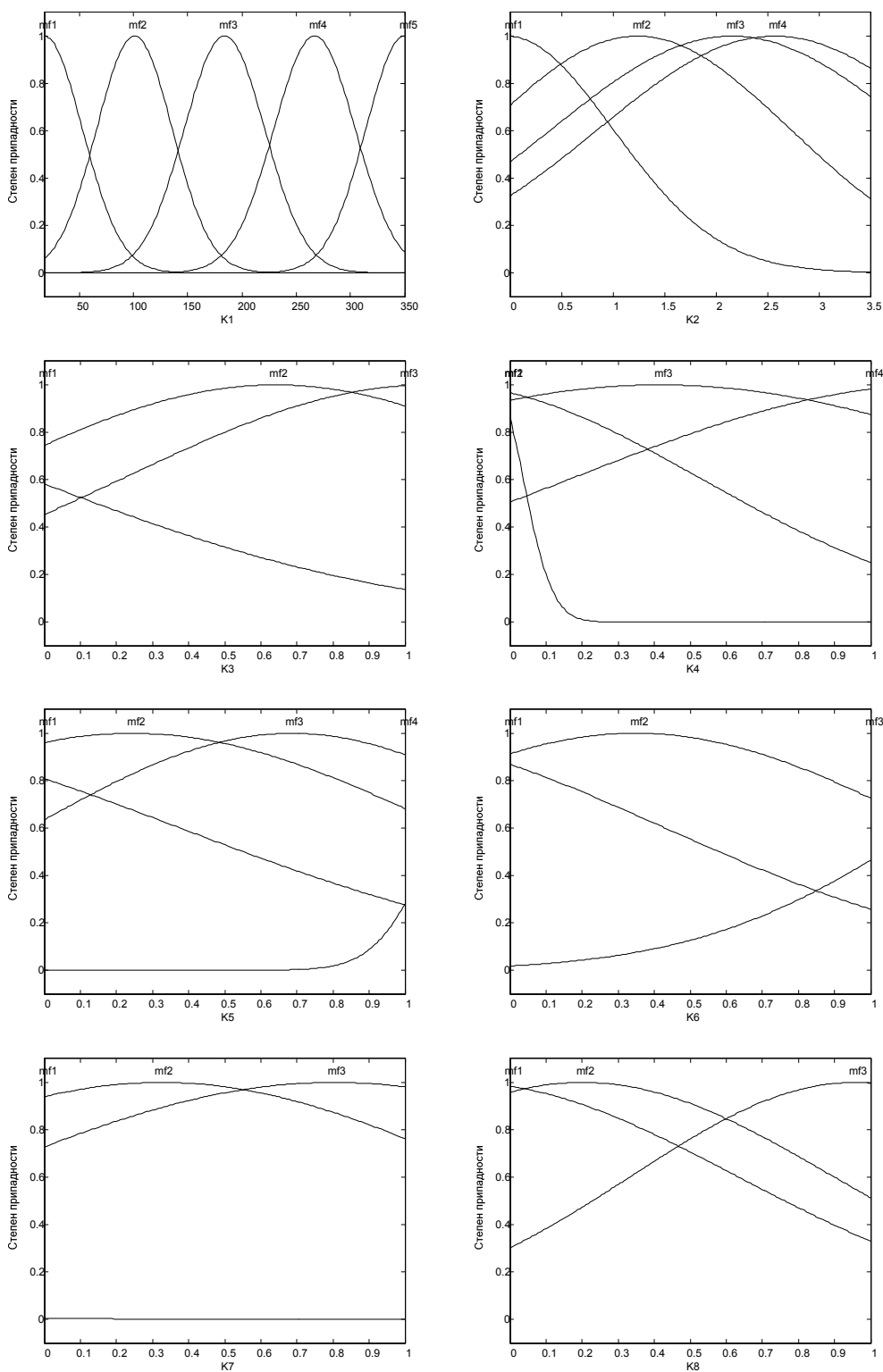
function edit1_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
function edit2_Callback(hObject, eventdata, handles)
function edit2_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
function edit3_Callback(hObject, eventdata, handles)
function edit3_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
function edit4_Callback(hObject, eventdata, handles)
function edit4_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
function edit5_Callback(hObject, eventdata, handles)
function edit5_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
function edit6_Callback(hObject, eventdata, handles)
function edit6_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
function pushbutton2_Callback(hObject, eventdata, handles)
x4=str2num(get(handles.edit4,'string'));
assignin('base','x4',x4)
x5=str2num(get(handles.edit5,'string'));
    assignin('base','x5',x5)
x6=str2num(get(handles.edit6,'string'));
    assignin('base','x6',x6)
a1=evalin('base','x4');
b1=evalin('base','x5');
c1=evalin('base','x6');
f2=readfis('DMP2.fis');
f12=evalfis([a1 b1 c1],f2);
assignin('base','f12',f12)
set(handles.edit8,'String',f12);
function edit8_Callback(hObject, eventdata, handles)
function edit8_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

```

Изглед подешених улазних функција припадности у адаптивну неуронску мрежу за избор СМП



Изглед подешених улазних функција припадности у адаптивну неуронску мрежу за избор ММП



**Улазне вредности алтернатива приликом оцене Спирмановог
коэффициента при избору методе за рангирање алтернатива – одсека
преласка**

Алтерна тиве	Преференције ДМП			K ₁ -П _{ДМП}	K ₂ -П _{СМП}	K ₃ -П _{ММП}	K ₄ -ОдПН
	ДМП-1	ДМП-2	ДМП-3				
A ₁	0,45	0,74	0,85	0,657	0,38	0,56	ВМ
A ₂	0,87	0,63	0,56	0,675	0,48	0,62	С
A ₃	0,45	0,59	0,74	0,581	0,76	0,59	С
A ₄	0,86	0,44	0,56	0,596	0,9	0,73	ВВ
A ₅	0,91	0,79	0,98	0,890	0,67	0,63	М
A ₆	0,62	0,38	0,84	0,583	0,33	0,5	В
A ₇	0,35	0,37	0,46	0,391	0,87	0,89	ВВ
A ₈	0,55	0,76	0,87	0,714	0,54	0,57	М
A ₉	0,78	0,83	0,64	0,746	0,29	0,49	ВМ
A ₁₀	0,89	0,29	0,35	0,449	0,71	0,56	В

Преглед рангова алтернатива (одсека преласка) за различите сценарије приликом оцене конзистентности при промени тежинских коефицијената критеријума

1) Метода једноставних адитивних тежинара (SAW)

Алтернативе	Ранг алтернатива по сценаријима					
	С-0 ³⁸³	С-1	С-2	С-3	С-4	С-5
A ₁	6	2	3	7	4	1
A ₂	8	8	6	8	8	6
A ₃	5	7	7	4	6	5
A ₄	2	4	5	1	2	7
A ₅	1	1	1	3	3	3
A ₆	10	10	9	10	10	10
A ₇	4	5	8	2	1	8
A ₈	3	6	4	6	5	4
A ₉	7	3	2	9	7	2
A ₁₀	9	9	10	5	9	9

2) Метода TOPSIS

Алтернативе	Ранг алтернатива по сценаријима					
	С-0	С-1	С-2	С-3	С-4	С-5
A ₁	8	9	7	9	9	9
A ₂	5	6	6	7	7	7
A ₃	4	4	4	3	3	3
A ₄	2	2	3	1	1	1
A ₅	1	8	10	5	5	5
A ₆	10	5	5	8	8	8
A ₇	6	3	2	2	2	2
A ₈	3	7	8	6	6	6
A ₉	7	10	9	10	10	10
A ₁₀	9	1	1	4	4	4

³⁸³ Сценарио С-0 представља ранг алтернатива добијених према стварним тежинским коефицијентима критеријума. Ови резултати су већ приказани у табели 32, али су приказани у овој и наредним табелама ради лакшег уочавања разлика у односу на добијене рангове по сценаријама С-1 до С-5.

3) Метода COPRAS

Алтернативе	Ранг алтернатива по сценаријима					
	C-0	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5
A ₁	6	6	8	7	8	8
A ₂	8	8	6	4	7	5
A ₃	4	4	4	6	3	4
A ₄	2	2	1	2	1	2
A ₅	1	1	2	1	4	3
A ₆	10	10	10	9	9	10
A ₇	5	5	3	8	2	1
A ₈	3	3	5	3	6	6
A ₉	7	7	9	5	10	9
A ₁₀	9	9	7	10	5	7

4) Метода MOORA

Алтернативе	Ранг алтернатива по сценаријима					
	C-0	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5
A ₁	7	6	6	8	7	2
A ₂	6	7	5	7	6	6
A ₃	3	4	7	4	4	5
A ₄	2	2	4	1	2	7
A ₅	1	1	1	3	3	1
A ₆	10	10	9	10	10	10
A ₇	5	3	8	2	1	8
A ₈	4	5	2	6	5	4
A ₉	8	8	3	9	9	3
A ₁₀	9	9	10	5	8	9

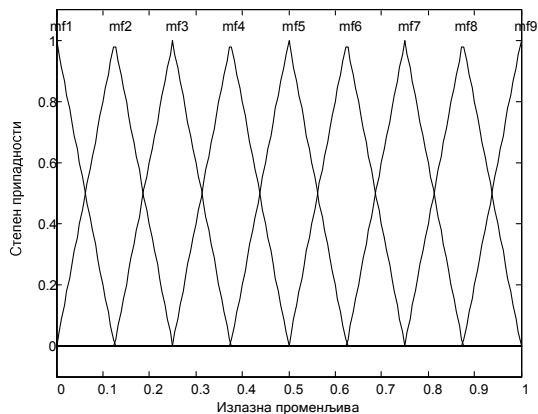
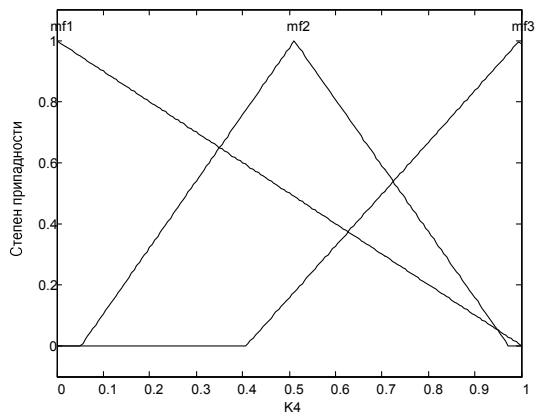
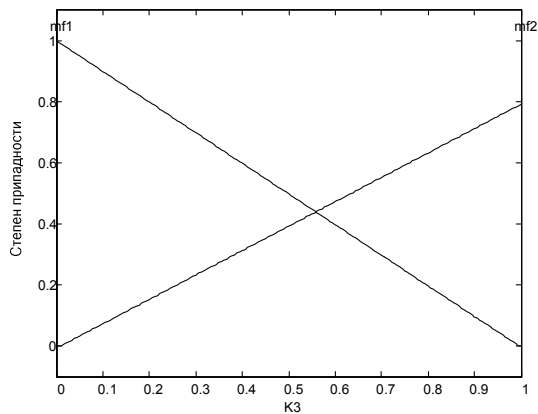
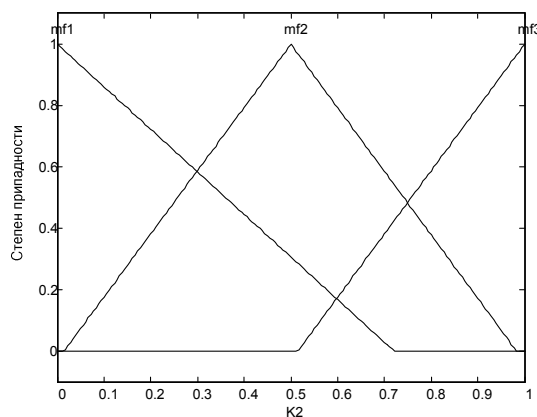
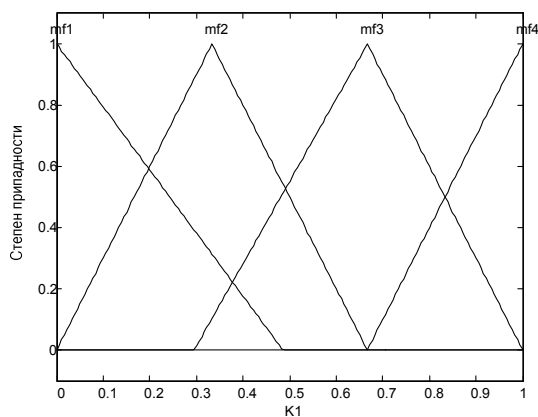
5) Метода ВИКОР

Алтернативе	Ранг алтернатива по сценаријима					
	C-0	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5
A ₁	6	5	5	8	7	2
A ₂	4	2	4	7	4	6
A ₃	5	3	7	3	5	5
A ₄	3	6	6	1	2	9
A ₅	1	1	1	4	3	1
A ₆	8	10	8	10	10	8
A ₇	9	7	10	2	1	10
A ₈	2	4	3	6	6	4
A ₉	7	9	2	9	9	3
A ₁₀	10	8	9	5	8	7

6) Метода МАВАС

Алтернативе	Ранг алтернатива по сценаријима					
	С-0	С-1	С-2	С-3	С-4	С-5
A ₁	7	6	4	8	7	2
A ₂	6	8	5	7	4	6
A ₃	5	5	7	4	5	5
A ₄	2	2	6	1	3	7
A ₅	1	1	1	3	2	1
A ₆	10	10	9	10	10	10
A ₇	4	4	8	2	1	8
A ₈	3	3	2	5	6	4
A ₉	8	7	3	9	8	3
A ₁₀	9	9	10	6	9	9

Изглед подешених улазних и излазних функција припадности ФЛС за анализу ризика



Скуп 2 улазних података за тестирање модела за подршку одлучивању при СВП у нападној операцији КОВ са експертима

1) Скуп података 2 – за десантно место преласка

Алтернатива	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	Преференција одлуке
A ₁	5	0,4	М	0,1	ВП	СП	0,701
A ₂	3	0,2	ВВ	0	ИН	СН	0,446
A ₃	6	0,8	ВМ	0,5	МН	НУ	0,733
A ₄	9	0,7	З	0,4	СН	МН	0,821
A ₅	7	1	С	0,6	НУ	МП	0,816
A ₆	2	0	П	0,9	СП	ВП	0,211
A ₇	8	0,6	СВ	0,2	ВН	ИН	0,833
A ₈	1	0,2	СВ	0,7	ИП	СП	0,261
A ₉	4	0,15	СМ	1	МП	ИП	0,241
A ₁₀	6	0,35	В	0,8	НУ	ВН	0,565

2) Скуп података 2 – за скелско место преласка

Алтернатива	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	Преференција одлуке
A ₁	13	С	СМ	П	С	ВМ	П	0,829
A ₂	39	М	З	С	СВ	М	СВ	0,665
A ₃	16	ВМ	СВ	ВМ	СМ	З	ВМ	0,432
A ₄	21	П	ВВ	В	СВ	ВВ	М	0,341
A ₅	45	СВ	ИВ	СМ	М	СВ	С	0,219
A ₆	19	СВ	С	ВВ	ВВ	СМ	З	0,577
A ₇	33	З	ВМ	М	З	В	С	0,458
A ₈	36	В	СВ	М	З	ИВ	СМ	0,252
A ₉	24	ВВ	В	З	ВМ	ВМ	ВВ	0,434
A ₁₀	51	СМ	М	СВ	П	С	В	0,556

3) Скуп података 2 – за мосно место преласка

Алтерна- тива	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	Префере- нција одлуке
A ₁	120	1,9	М	СМ	ВВ	М	ВМ	ВВ	0,656
A ₂	250	1	М	ВМ	С	С	М	СВ	0,515
A ₃	140	1,8	ВМ	СВ	З	СМ	ВМ	ВМ	0,440
A ₄	160	1,6	ВВ	ИВ	В	СВ	ВВ	М	0,488
A ₅	280	0,9	СВ	ИВ	СМ	СМ	СВ	С	0,316
A ₆	150	1,7	С	С	ВВ	В	СМ	З	0,612
A ₇	205	1,3	З	ВМ	М	З	В	М	0,467
A ₈	230	1,1	В	СВ	М	З	ИВ	СМ	0,348
A ₉	180	1,5	ВВ	В	З	ВМ	СМ	В	0,400
A ₁₀	320	0,7	СМ	С	СВ	В	СВ	СВ	0,434

4) Скуп података 2 – за одсек преласка

Алтерна- тива	Преф. одлука свих ДМП у оквиру одсека преласка			Критеријуми по којима се врши избор				Преференција одлуке	
	K _{1А}	K _{1Б}	K _{1В}	K ₁ ³⁸⁴	K ₂	K ₃	K ₄	ВИКОР	МАВАС
A ₁	0,701	0,565	-	0,629	0,829	0,656	В	0,018	0,365
A ₂	0,446	0,261	0,733	0,440	0,665	0,515	ВВ	0,844	-0,063
A ₃	0,733	0,565	-	0,644	0,432	0,440	М	0,221	0,118
A ₄	0,821	0,261	0,733	0,540	0,341	0,488	В	0,599	-0,076
A ₅	0,816	0,565	-	0,679	0,219	0,316	С	0,529	-0,032
A ₆	0,211	0,821	0,701	0,495	0,577	0,612	ВМ	0,558	0,117
A ₇	0,833	0,701	-	0,764	0,458	0,467	С	0,068	0,281
A ₈	0,261	0,821	-	0,463	0,252	0,348	М	0,941	-0,257
A ₉	0,241	0,701	0,816	0,517	0,434	0,400	ВМ	0,636	-0,049
A ₁₀	0,565	0,446	-	0,502	0,556	0,434	ВВ	0,700	-0,081

³⁸⁴ Критеријум K₁ се добија геометријским осредњавањем вредности K_{1А}, K_{1Б} и K_{1В} односно само K_{1А} и K_{1Б}, зависно од једне до друге алтернативе.

5) Скуп података 2 – за процену ризика

Алтернатива	К ₁	К ₂	К ₃	К ₄	Оцена ризика
A ₁	В	М	Кр	З	0,368
A ₂	П	Кр	М	Кр	0,349
A ₃	Р	Ка	Ка	М	0,425
A ₄	В	Кр	Кр	Кр	0,667
A ₅	П	Кр	М	М	0,290
A ₆	П	М	Кр	З	0,141
A ₇	П	Кр	Кр	Ка	0,427
A ₈	В	М	З	Кр	0,499
A ₉	П	З	Кр	Ка	0,260
A ₁₀	Ч	Кр	Ка	Кр	0,803

**Анкетни лист за тестирање модела за подршку одлучивању при СВП у
нападној операцији КОВ**

**УНИВЕРЗИТЕТ ОДБРАНЕ У БЕОГРАДУ
ВОЈНА АКАДЕМИЈА**

**УПИТНИК ЗА ТЕСТИРАЊЕ МОДЕЛА ЗА ПОДРШКУ ОДЛУЧИВАЊУ
ПРИ САВЛАЂИВАЊУ ВОДЕНИХ ПРЕПРЕКА У НАПАДНОЈ
ОПЕРАЦИЈИ КОПНЕНЕ ВОЈСКЕ**

Истраживач:
пп Дарко Божанић

Београд, 2016

Поштовани,

Попуњавањем овог упитника Ви доприносите остваривању циљева научног истраживања којим се настоји остварити што целовитији увид у дефинисање критеријума (и њихових односа) који утичу на избор локација за савлађивање водених препрека у нападној операцији Копнене војске, а на основу којих је дефинисан математички модел за подршку одлучивању. Након првог и другог дела истраживања утврђени су критеријуми на основу којих се овај избор врши и међусобни односи критеријума (тежински коефицијенти). Кроз овај упитник врши се тестирање израђеног модела односно његових подмодела.

Молим Вас да пажљиво прочитате сва питања и своје одговоре упишете на предвиђена места.

Подаци из овог упитника биће коришћени искључиво за научне анализе.

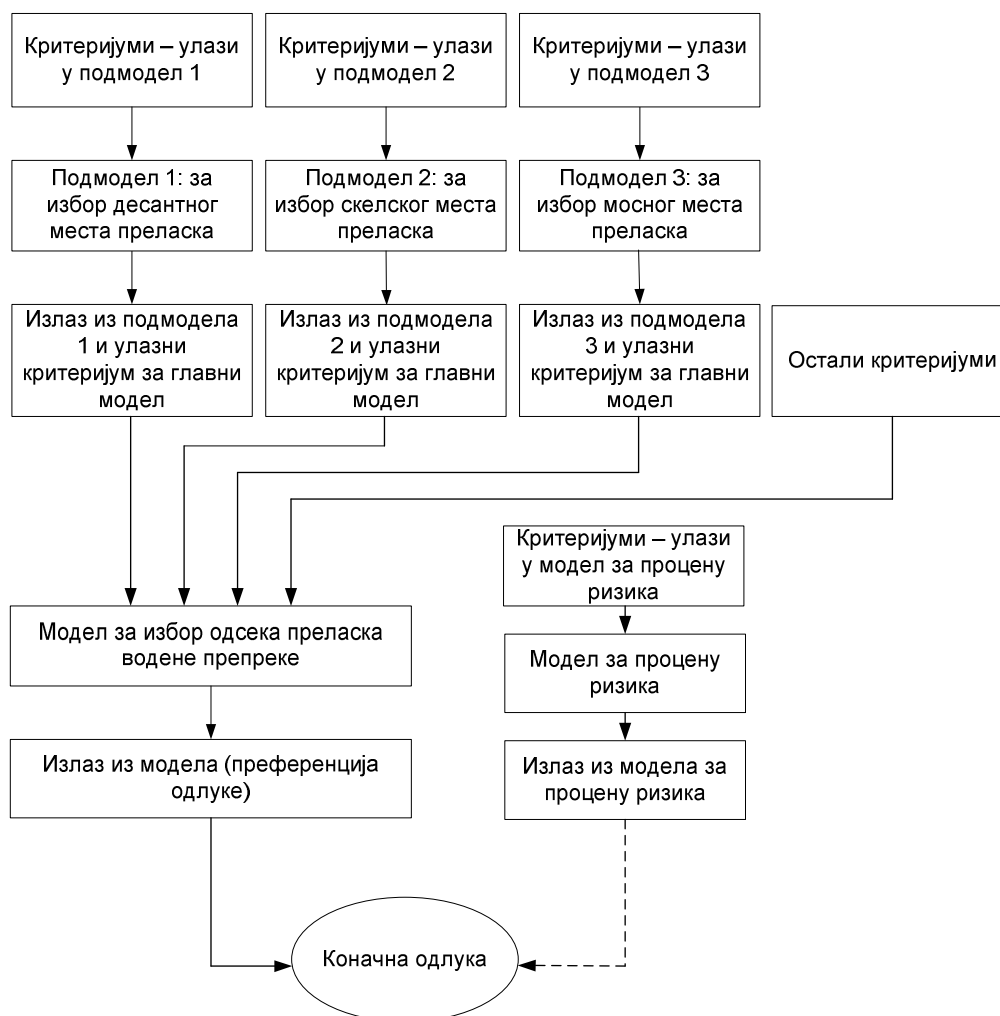
Учешће у истраживању је добровољно.

Уколико Вам нешто не буде довољно јасно, обратите се истраживачу који Вас је ангажовао и који ће Вам дати додатна објашњења.

ХВАЛА НА САРАДЊИ!

ОПИС МОДЕЛА

На слици 1. приказан је изглед модела за подршку одлучивању при савлађивању водених препрека у нападној операцији Копнене војске.



Слика 1: Приказ модела одлучивања

У склопу ове анкете биће тестирани сви модели/подмоделу приказани на слици 1: за избор десантног места преласка, за избор скелског места преласка, за избор мосног места преласка, за избор одсека преласка и (помоћни) модел за процену ризика.

Тестирање модела ће бити обављено кроз две групе података:

- група података добијена анализом сценарија вежби одржаних на симулационом софтверу Војне академије – скуп података 1 (за избор десантног и скелског места преласка и избор одсека преласка) и
- група података дефинисана од стране истраживача – скуп података 2 (за све моделе и подмоделе).

1. Тестирање подмодела за избор десантног места преласка:

У табели 1 дат је опис критеријума који утичу на избор десантног места преласка и начин њиховог дефинисања.

Табела 1: Опис критеријума за избор локација за десантно место преласка

Назив критеријума	Кратак опис	Интервал дефинисања	Опис вредности
K ₁ - Однос снага	Однос снага које директно утичу на активност СВГ ³⁸⁵	од 1:1 до 9:1	„9:1“ означава девет пута јаче сопствене снаге од снага непријатеља
K ₂ - Борбене могућности за ватрену припрему насилног преласка	Стандардне борбене могућности дефинисане правилом за процену борбених могућности	од 0 до 1	„1“ означава максималне могућности
K ₃ – Тајност припрема	Могућности да се активности на припреми организовања ДМП, од стране непријатеља открију у што каснијој фази напада.	лингвистички	„3“ означава занемарљиве могућности, а „П“ перфектне могућности
K ₄ - Степен изложености ватри непријатеља	Комбинација времена туре превозења са једне на другу обалу и јачине непријатељске ватре по месту преласка	од 0 до 1	„1“ означава максималну изложеност ватри непријатеља
K ₅ - Карактеристике супротне обале	Утицај (не)постојања препрека на супротној – непријатељској обали.	лингвистички	„ИН“ означава изузетно негативан, а „ИП“ изразито позитиван утицај
K ₆ - Карактеристике властите обале	Утицај (не)постојања препрека на властитој обали.	лингвистички	

Опис лингвистичких критеријума врши се следећим изразима:

- 1) критеријум K₃: занемарљиве (З), веома мале (ВМ), средње мале (СМ), мали (М), средње (С), средње велике (СВ), велике (В), веома велике (ВВ), перфектне (П);
- 2) критеријуми K₅ и K₆: изразито негативан (ИЗ), веома негативан (ВН), средње негативан (СН), мало негативан (МН), нема утицаја (НУ), мало позитиван (МП), средње позитиван (СП), веома позитиван (ВП), изразито позитиван (ИП).

Лингвистички изрази су приказани по растућем низу, од најмањег до највећег.

У последњу колону табеле 2 и 3 (рубрика „оцена алтернативе“) упишите једну вредност од 1 до 10, за коју сматрате да највише одговара датој алтернативи, а на основу описаних критеријума. Вредност један означава најмање повољну алтернативу, а вредност 10 означава изузетно повољну алтернативу. Вредности које додељујете могу се понављати. Податке из табеле 2 и 3 поредити само у оквиру табеле.

³⁸⁵ Савлађивање водених препрека

Табела 2: Скуп података 1 за избор десантног места преласка (ДМП)

Алтернатива	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	Оцена алтернативе
A ₁	9	0,138	CM	0,129	MH	HU	
A ₂	6	0,572	BM	0	MH	HU	
A ₃	5	0,362	BM	0,037	BH	CH	
A ₄	6	0,353	CB	0,409	BP	BP	
A ₅	4	1	B	0,409	MP	CP	
A ₆	7	0	CM	0,887	BH	MH	
A ₇	6	0,336	BM	1	HU	CH	

Табела 3: Скуп података 2 за избор десантног места преласка (ДМП)

Алтернатива	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	Оцена алтернативе
A ₁	5	0,4	M	0,1	BP	CP	
A ₂	3	0,2	BB	0	IH	CH	
A ₃	6	0,8	BM	0,5	MH	HU	
A ₄	9	0,7	3	0,4	CH	MH	
A ₅	7	1	C	0,6	HU	MP	
A ₆	2	0	P	0,9	CP	BP	
A ₇	8	0,6	CB	0,2	BH	IH	
A ₈	1	0,2	CB	0,7	IP	CP	
A ₉	4	0,15	CM	1	MP	IP	
A ₁₀	6	0,35	B	0,8	HU	BH	

Додатни коментари (ако их има): _____

2. Тестирање подмодела за избор скелског места преласка:

У табели 4 дат је опис критеријума који утичу на избор скелског места преласка и начин њиховог дефинисања.

Табела 4: Опис критеријума за избор локација за скелско место преласка (СМП)

Назив критеријума	Кратак опис	Интервал дефинисања	Опис вредности
K ₁ - Време трајања једне туре превозења	Време од укрцавања на властитој обали, преко искцавања на супротној, па до повратка празне скеле на властиту обалу	од 9 до 54	„54“ означава максималан број минута за једну турсу превозења
K ₂ - Маскирање сопствених снага	Могућности терена за маскирање сопствених снага	лингвистички	„3“ означава занемарљиве могућности, а „П“ перфектне могућности
K ₃ - Припремни радови на властитој обали	Неопходан обим и врста радова које је потребно предузети да би се уредило СМП (на властитој обали)	лингвистички	„3“ означава минималне (занемарљиве), а „ИЗ“ изразито велике потребне радове
K ₄ - Степен развијености мреже путева на властитој обали	Стање путева којима је могуће обезбедити маршевање јединица из очекујућег рејона до СМП	лингвистички	„3“ означава слабо развијену, „П“ максимално развијену мрежу путева
K ₅ - Могућности терена за преусмеравање или маскирање јединица	Специфичне теренски услови који (у одређеним околностима) треба да обезбеде релативно растресит распоред јединица, заклоњен од непријатељског извиђања	лингвистички	„3“ означава слабе, а „П“ максималне услове
K ₆ - Припремни радови на супротној обали	Неопходан обим и врста радова које је потребно предузети да би се уредило СМП (на супротној обали)	лингвистички	„3“ означава минималне, а „ИВ“ максималне поробне радове
K ₇ - Степен развијености мреже путева на супротној обали	Стање путева којима је могуће обезбедити маршевање јединица од СМП до праваца напада	лингвистички	„3“ означава слабо развијену, „П“ максимално развијену мрежу путева

Опис лингвистичких критеријума врши се следећим изразима: занемарљив (З), веома мали (ВМ), средње мали (СМ), мали (М), средњи (С), средње велики (СВ), велики (В), веома велики (ВВ), перфектни (П). За критеријуме K₃ и K₆ уместо израза „перфектни (П)“ користи се „изузетно велики (ИВ)“. Лингвистички изрази су приказани по растућем низу, од најмањег до највећег.

У последњу колону табеле 5 и 6 (рубрика „оцена алтернативе“) упишите једну вредност од 1 до 10, за коју сматрате да највише одговара датој алтернативи, а на основу описаних критеријума. Вредност један означава најмање повољну алтернативу, а вредност 10 означава изузетно повољну алтернативу. Вредности које додељујете могу се понављати. Податке из табеле 5 и 6 поредити само у оквиру табеле.

Табела 5: Скуп података 1 за избор скелског места преласка (СМП)

Алтернатива	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	Оцена алтернативе
A ₁	15,38	СМ	С	С	СВ	С	ВМ	
A ₂	21,18	М	С	С	СВ	С	СМ	
A ₃	25,07	ВВ	С	М	С	С	С	
A ₄	10,55	З	С	М	М	С	СМ	
A ₅	27,47	ВМ	С	ВМ	ВМ	С	М	
A ₆	11,52	СМ	С	В	В	С	СВ	

Табела 6: Скуп података 2 за избор скелског места преласка (СМП)

Алтернатива	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	Оцена алтернативе
A ₁	13	С	СМ	П	С	ВМ	П	
A ₂	39	М	З	С	СВ	М	СВ	
A ₃	16	ВМ	СВ	ВМ	СМ	З	ВМ	
A ₄	21	П	ВВ	В	СВ	ВВ	М	
A ₅	45	СВ	ИВ	СМ	М	СВ	С	
A ₆	19	СВ	С	ВВ	ВВ	СМ	З	
A ₇	33	З	ВМ	М	З	В	С	
A ₈	36	В	СВ	М	З	ИВ	СМ	
A ₉	24	ВВ	В	З	ВМ	ВМ	ВВ	
A ₁₀	51	СМ	М	СВ	П	С	В	

Додатни коментари (ако их има): _____

_____.

3. Тестирање подмодела за избор мосног места преласка:

У табели 7 дат је опис критеријума који утичу на избор мосног места преласка и начин њиховог дефинисања.

Табела 7: Опис критеријума за избор локација за мосно место преласка (ММП)

Назив критеријума	Кратак опис	Интервал дефинисања	Опис вредности
K ₁ - Ширина водене препреке	Одстојање од једне до друге обале мерено по површини воде	од 17,5 до 350	„350“ означава максималну ширину у метрима
K ₁ - Брзина тока водене препреке	Брзину кретања воде у јединици времена	од 0 до 3,5	„3,5“ означава максималну брзину у m/s
K ₃ - Заштита сопствених снага	Могућности терена за маскирање и утврђивање сопствених снага	лингвистички	„3“ означава занемарљиве могућности, а „П“ перфектне могућности
K ₄ - Припремни радови на властитој обали	Неопходан обим и врста радова које је потребно предузети да би се уредило СМП (на властитој обали)	лингвистички	„3“ означава минималне (занемарљиве), а „ИЗ“ изразито велике поребне радове
K ₅ - Степен развијености мреже путева на властитој обали	Стање путева којима је могуће обезбедити маршевање јединица из очекујућег рејона до СМП	лингвистички	„3“ означава слабо развијену, а „П“ максимално развијену мрежу путева
K ₆ - Могућности терена за преусмеравање или маскирање јединица	Специфичне теренски услови који (у одређеним околностима) треба да обезбеде релативно растресит распоред јединица, заклоњен од непријатељског извиђања.	лингвистички	„3“ означава слабе, а „П“ максимално услове за преусмеравање и маскирање јединица
K ₇ - Припремни радови на супротној обали	Неопходан обим и врста радова које је потребно предузети да би се уредило СМП (на супротној обали)	лингвистички	„3“ означава минималне, а „ИВ“ максималне поребне радове
K ₈ - Степен развијености мреже путева на супротној обали	Стање путева којима је могуће обезбедити маршевање јединица од СМП до праваца напада	лингвистички	„3“ означава слабо, а „П“ максимално развијену мрежу путева

Опис лингвистичких критеријума врши се следећим изразима: занемарљив (З), веома мали (ВМ), средње мали (СМ), мали (М), средњи (С), средње велики (СВ), велики (В), веома велики (ВВ), перфектни (П). За критеријуме K₄ и K₇ уместо израза „перфектни (П)“ користи се „изузетно велики (ИВ)“. Лингвистички изрази су приказани по растућем низу, од најмањег до највећег.

У последњу колону табеле 8 (рубрика „оцена алтернативе“) упишите једну вредност од 1 до 10, за коју сматрате да највише одговара датој алтернативи, а на основу описаних критеријума. Вредност један означава најмање повољну алтернативу, а вредност 10 означава изузетно повољну алтернативу. Вредности које додељујете могу се понављати.

Табела 8: Скуп података 2 за избор мосног места преласка (ММП)

Алтернатива	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	Оцена алтернативе
A ₁	120	1,9	М	СМ	ВВ	М	ВМ	ВВ	
A ₂	250	1	М	ВМ	С	С	М	СВ	
A ₃	140	1,8	ВМ	СВ	З	СМ	ВМ	ВМ	
A ₄	160	1,6	ВВ	ИВ	В	СВ	ВВ	М	
A ₅	280	0,9	СВ	ИВ	СМ	СМ	СВ	С	
A ₆	150	1,7	С	С	ВВ	В	СМ	З	
A ₇	205	1,3	З	ВМ	М	З	В	М	
A ₈	230	1,1	В	СВ	М	З	ИВ	СМ	
A ₉	180	1,5	ВВ	В	З	ВМ	СМ	В	
A ₁₀	320	0,7	СМ	С	СВ	В	СВ	СВ	

Додатни коментари (ако их има): _____

_____.

4. Тестирање модела за избор одсека преласка:

У табели 9 дат је опис критеријума који утичу на избор одсека преласка и начин њиховог дефинисања.

Табела 9: Опис критеријума за избор локација одсека преласка

Назив критеријума	Кратак опис	Интервал дефинисања	Опис вредности
K ₁ - Преференција одлуке за избор ДМП	Издаз из подмодела за избор ДМП	од 0 до 1	„0“ означава најлошију, а „1“ најбољу алтернативу
K ₂ - Преференција одлуке за избор СМП	Издаз из подмодела за избор СМП	од 0 до 1	„0“ означава најлошију, а „1“ најбољу алтернативу
K ₃ - Преференција одлуке за избор ММП	Издаз из подмодела за избор ММП	од 0 до 1	„0“ означава најлошију, а „1“ најбољу алтернативу
K ₄ - Одступање од праваца напада	Процене везане за степен одступања локације одсека преласка у односу на правце напада (главне и помоћне)	лингвистички	„ВМ“ означава веома мало, а „ВВ“ веома велико одступање

Опис лингвистичког израза врши се следећим изразима: веома мало (ВМ), мало (М), средње (С), велико (В) и веома велико (ВВ). Лингвистички изрази су приказани по растућем низу, од најмањег до највећег.

У последњу колону табеле 10 и 11 (рубрика „оцена алтернативе“) упишите једну вредност од 1 до 10, за коју сматрате да највише одговара датој алтернативи, а на основу описаних критеријума. Вредност један означава најмање повољну алтернативу, а вредност 10 означава изузетно повољну алтернативу. Вредности које додељујете могу се понављати. Податке из табеле 10 и 11 поредити само у оквиру табеле.

Табела 10: Скуп података 1 за избор одсека преласка

Алтернатива	K_1	K_2	K_4	Оцена алтернативе
A_1	0,814	0,504	М	
A_2	0,712	0,492	ВМ	
A_3	0,744	0,482	М	
A_4	0,473	0,461	В	
A_7	0,450	0,397	М	

Табела 11: Скуп података 2 за избор одсека преласка

Алтернатива	K_1	K_2	K_3	K_4	Оцена алтернативе
A_1	0,629	0,829	0,656	В	
A_2	0,440	0,665	0,515	ВВ	
A_3	0,644	0,432	0,440	М	
A_4	0,540	0,341	0,488	В	
A_5	0,679	0,219	0,316	С	
A_6	0,495	0,577	0,612	ВМ	
A_7	0,764	0,458	0,467	С	
A_8	0,463	0,252	0,348	М	
A_9	0,517	0,434	0,400	ВМ	
A_{10}	0,502	0,556	0,434	ВВ	

Додатни коментари (ако их има): _____

5. Тестирање (помоћног) модела за процену ризика:

Критеријуми на основу којих се врши процена ризика су: K_1 – Вероватноћа опасности, K_2 – Последице по људство, K_3 – Степен оштећења или уништења НВО и K_4 – Степен утицаја на извршење мисије. Опис критеријума дат је у табелама 12 до 15.

Табела 12: Табела процене вероватноће опасности

Оцена	Дефиниција/објашњење
Често (Ч)	Позната је као редовна појава.
Вероватно (В)	Дешава се неколико пута. Уобичајена је појава и десиће се у одређеном тренутку.
Повремено (П)	Дешава се спорадично, али није неуобичајено.
Ретко (Р)	Може се претпоставити да се неће догодити, али није немогуће.

Табела 13: Табела процене последица по људство

Оцена	Дефиниција/објашњење
Катастрофалне (Ка)	Смрт и трајни инвалидитет.
Критичне (Кр)	Стални или делимични инвалидитет или привремена неспособност.
Маргиналне (М)	Постојање повреда и болести, због којих се може изгубити одређено време.
Занемарљиве (З)	Све последице се решавају пружањем прве помоћи или медицинског третмана.

Табела 14: Табела процене степена оштећења или уништења наоружања и војне опреме

Оцена	Дефиниција/објашњење
Катастрофалан (Ка)	Губитак критичне опреме за извршење мисије.
Критичан (Кр)	Обимно оштећење.
Маргиналан (М)	Мања оштећења.
Занемарљив (З)	Незнатна оштећења, која су оправљива.

Табела 15: Табела процене степена утицаја на извршење мисије

Оцена	Дефиниција/објашњење
Катастрофалан (Ка)	Комплетна мисија је угрожена и не може се извршити.
Критичан (Кр)	Озбиљно је нарушена оперативна способност јединица и озбиљно је нарушена мисија.
Маргиналан (М)	Умањене оперативне способности јединица или извршења мисије.
Занемарљив (З)	Мало или нимало негативних утицаја на оперативну способност и извршење мисије.

У последњу колону табеле 16 (рубрика „оцена алтернативе“) упишите једну вредност од 1 до 10, за коју сматрате да највише одговара датој алтернативи, а на основу описаних критеријума једне потенцијалне опасности. Вредност један означава најмањи ризик односно најповољнију алтернативу, а вредност 10 означава највећи ризик односно изузетно неповољну алтернативу. Вредности које додељујете могу се понављати.

Табела 16: Скуп података 2 за процену ризика

Алтернатива	К ₁	К ₂	К ₃	К ₄	Оцена алтернативе
A ₁	В	М	Кр	З	
A ₂	П	Кр	М	Кр	
A ₃	Р	Ка	Ка	М	
A ₄	В	Кр	Кр	Кр	
A ₅	П	Кр	М	М	
A ₆	П	М	Кр	З	
A ₇	П	Кр	Кр	Ка	
A ₈	В	М	З	Кр	
A ₉	П	З	Кр	Ка	
A ₁₀	Ч	Кр	Ка	Кр	

Додатни коментари (ако их има): _____

_____.