

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ У БОРУ

Дамир Ј. Илић

**ИНТЕГРИСАНИ МОДЕЛ ЗА
ПРИОРИТИЗАЦИЈУ СТРАТЕГИЈА
ИМПЛЕМЕНТАЦИЈЕ СИСТЕМА
БЕСПИЛОТНИХ ВАЗДУХОПЛОВА У СВРХУ
ТЕХНОЛОШКОГ РАЗВОЈА У РЕПУБЛИЦИ
СРБИЈИ**

докторска дисертација

Бор, 2023.

UNIVERSITY OF BELGRADE
TECHNICAL FACULTY IN BOR

Damir J. Ilić

INTEGRATED MODEL FOR PRIORITIZATION
OF UNMANNED AIRCRAFT SYSTEM
IMPLEMENTATION STRATEGIES FOR THE
PURPOSE OF TECHNOLOGICAL
DEVELOPMENT IN THE REPUBLIC OF SERBIA

Doctoral Dissertation

Bor, 2023

Комисија за преглед и одбрану:

Ментор: Проф. др Исидора Милошевић, редовни професор
Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору

Чланови комисије: Проф. др Иван Михајловић, редовни професор
Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору

Проф. др Весна Спасојевић-Бркић, редовни професор
Универзитет у Београду, Машински факултет

Проф. др Оља Чокорило, редовни професор
Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет

Проф. др Ненад Милијић, ванредни професор
Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору

Проф. др Марија Панић, ванредни професор
Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору

Датум одбране: _____

Захвалност

Користим ову прилику да изразим своју искрену и дубоку захвалност свим дивним људима који су ми све ове године пружали подршку током докторских студија и рада на докторској дисертацији.

Неизмерну захвалност за реализацију докторске дисертације дугујем свом ментору, проф. др Исидори Милошевић, за колегијалну и професионалну помоћ, указано поверење и неизмеран труд који је уложен током реализације ове дисертације и без чије безрезервне подршке ова теза не би била реализована.

Велику захвалност дугујем бившем декану проф. др Нади Штрбац, професорима проф. др Миловану Вуковићу, проф. др Снежани Урошевић, проф. др Ивану Јовановићу, проф. др Предрагу Ђорђевићу, свим другим професорима са катедре за инжењерски менаџмент и колеги Слободану Манчићу за велику и драгоцену подршку коју су ми пружали током реализације студија.

Желим да искажем велику захвалност члановима комисије проф. др Ивану Михајловићу, проф. др Весни Спасојевић-Бркић, проф. др Ољи Чокорило, проф. др Ненаду Милијићу и проф. др Марији Панић на изузетној посвећености и стручним саветима.

Посебну захвалност изражавам члановима своје породице и родитељима који су све време били уз мене и без чије подршке и одрицања не бих имао снаге и храбрости да наставим даље и онда када је било најтеже.

Интегрисани модел за приоритизацију стратегија имплементације система беспилотних ваздухоплова у сврху технолошког развоја у Републици Србији

Апстракт

У циљу унапређења технолошког развоја и просперитета града Београда и Републике Србије, као и целовитог свеобухватног развоја у тези је дефинисана стратегија трансформације друштва уз проактивни приступ у погледу примене система беспилотних ваздухоплова (UAS) као етаблираног представника дисруптивних технологија.

Циљ докторске дисертације је развијање модела примене система беспилотних ваздухоплова уз употребу метода вишекритеријумског одлучивања чијом реализацијом би се омогућила имплементација система у разним областима људске делатности и на различитим нивоима територијалне организације Републике Србије како би се решили бројни изазови и стекли услови за даљи континуирани развој како ове растуће индустрије, тако и друштва у целини.

У истраживању се у сврху анализе окружења и фактора који утичу на доношење одлука користи SWOT анализа, односно њена надоградња TOWS анализа, које се потом у сврху квантификовања резултата комбинују са различитим методама вишекритеријумског одлучивања у форми хибридних модела. У оквиру дисертације, SWOT анализа је комбинована са аналитичким мрежним процесом (ANP), фази аналитичким хијерархијским процесом (FANP) и аналитичким хијерархијским процесом (АНР) са циљем доношења стратешких одлука у погледу реализације стратегија примене система беспилотних ваздухоплова у сврху технолошког развоја у Републици Србији. Циљ је да се пажљивим одабиром одговарајућег модела примене за одређену димензију проблемске ситуације успостави модалитет примене UAS, чијом се реализацијом хармонизује технолошки напредак са стварним потребама становника Републике Србије са јасном намером да се радикално унапреди квалитет њиховог живота.

Кључни допринос дисертације подразумева могућност примене модела вишекритеријумског одлучивања са циљем скоковите трансформације друштва и технолошког напретка масовном применом система беспилотних ваздухоплова, чиме се посредно стичу услови за масовнију примену других видова дисруптивних технологија које могу дати значајан допринос у погледу даљег преображаја друштва.

Будућа истраживања ће бити усмерена на модалитете масовне примене псеудо сателита који даљим развојем технологије имају капацитет да као универзална беспилотна платформа омогуће материјализацију телекомуникационе архитектуре и других сервиса који су напреднији у односу на постојећа решења на том пољу.

Кључне речи: системи беспилотних ваздухоплова, SWOT анализа, приоритизација стратегија, дисруптивне технологије, вишекритеријумске методе.

Ужа научна област: Инжењерски менаџмент

УДК:

005(043.3)

005.33(043.3)

681.883.068(043.3)

519.8(043.3)

An Integrated Model for Prioritizing Strategies for the Implementation of Unmanned Aircraft Systems for the Purpose of Technological Development in the Republic of Serbia

Abstract

In order to improve the technological development and prosperity of the city of Belgrade and the Republic of Serbia, as well as overall comprehensive development, the thesis defines a strategy for the transformation of society with a proactive approach regarding the application of unmanned aircraft systems (UAS) as an established representative of disruptive technologies.

The goal of the doctoral dissertation is to develop a model of the application of the systems of unmanned aircraft with the use of multi-criteria decision-making methods, the realization of which would enable the implementation of the system in various areas of human activity and at various levels of the territorial organization of the Republic of Serbia in order to solve numerous challenges and obtain conditions for further continuous development as these growing industries, as well as society as a whole.

The research uses SWOT analysis, i.e. its extension TOWS analysis, to analyze the environment and factors that influence decision-making, which are then combined with various methods of multi-criteria decision-making in the form of hybrid models for the purpose of quantifying the results. Within the dissertation, SWOT analysis is combined with analytical network process (ANP), phase analytical hierarchical process (FAHP) and analytical hierarchical process (AHP) with the aim of making strategic decisions regarding the implementation of strategies for the application of unmanned aircraft systems for the purpose of technological development in the Republic of Serbia. The goal is to carefully select the appropriate application model for a specific dimension of the problem situation to establish a UAS application modality, the realization of which harmonizes technological progress with the real needs of the inhabitants of the Republic of Serbia with the clear intention of radically improving the quality of their lives.

The key contribution of the dissertation involves the possibility of applying a multi-criteria decision-making model with the aim of rapid transformation of society and technological progress through the mass application of unmanned aircraft systems, which indirectly creates the conditions for the mass application of other types of disruptive technologies that can make a significant contribution to the further transformation of society.

Future research will be focused on the modalities of mass application of pseudo satellites, which with further development of technology have the capacity to enable the materialization of telecommunication architecture and other services that are more advanced compared to existing solutions in that field as a universal unmanned platform.

Key words: unmanned aircraft systems, SWOT analysis, strategy prioritization, disruptive technologies, multi-criteria methods.

Scientific field: Engineering management

UDC:

005(043.3)

005.33(043.3)

681.883.068(043.3)

519.8(043.3)

Садржај:

Поглавље 1	УВОДНА РАЗМАТРАЊА	1
1.1.	Увод	2
1.2.	Предмет и циљ истраживања	7
1.2.1.	Основно образложење	7
1.2.2.	Предмет истраживања	8
1.2.3.	Циљ истраживања	8
1.3.	Полазне хипотезе	9
1.3.1.	Развој хипотеза	9
1.4.	Начини реализације истраживања	13
1.5.	Очекивани научни доприноси	14
Поглавље 2	ОПШТА ТЕОРИЈСКА РАЗМАТРАЊА О СИСТЕМУ БЕСПИЛОТНОГ ВАЗДУХОПЛОВА (UAS)	15
2.1.	Дефинисање термина систем беспилотног ваздухоплова (UAS)	16
2.2.	Историјат развоја UAS	17
2.3.	Функционална структура UAS	20
2.4.	Класификација UAS	22
2.4.1.	Псеудо сателити	24
Поглавље 3	ТЕОРИЈСКИ ОКВИР ИСТРАЖИВАЊА	27
3.1.	Примена UAS у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама	28
3.1.1.	Предмет истраживања	29
3.1.2.	Преглед литературе која се бави применом UAS у управљању катастрофама	30
3.2.	Примена система беспилотних ваздухоплова у урбаним срединама	33
3.2.1.	Предмет истраживања	34
3.2.2.	Концепт паметног града	35
3.2.3.	Димензије паметног града	36
3.2.4.	UAS у паметним градовима	37
3.2.5.	Предлог оквира за примену UAS у паметним градовима и могући допринос у контексту шест кључних карактеристика паметног града	38
3.2.6.	Преглед литературе која се бави применом UAS у паметним градовима у контексту шест кључних карактеристика паметног града	40
3.2.6.1.	UAS за паметну економију	40
3.2.6.2.	UAS за паметну управу	42
3.2.6.3.	UAS за паметно окружење	45
3.2.6.4.	UAS за паметно живљење	46

3.2.6.5. UAS за паметне људе.....	51
3.2.6.6. UAS за паметну мобилност	52
3.3. Примена UAS са циљем технолошког развоја и свеобухватне трансформације друштва	54
3.3.1. Преглед литературе која се бави применом UAS са циљем технолошког развоја и свеобухватне трансформације друштва	54
Поглавље 4 МЕТОДОЛОШКИ ОКВИР ИСТРАЖИВАЊА.....	57
4.1. SWOT анализа.....	58
4.2. Аналитички хијерархијски процес (АНР)	58
4.3. Аналитички мрежни процес (АНР)	62
4.4. Фази АНР (FАНР).....	64
4.5. Развој квантитативног модела за одређивање приоритета стратегија коришћењем SWOT-АНР модела	66
4.6. Развој квантитативног модела за одређивање приоритета стратегија коришћењем SWOT - Фази АНР (FАНР) модела	69
4.7. Развој квантитативног модела за одређивање приоритета стратегија коришћењем SWOT-АНР модела за примену UAS за цивилну употребу у Републици Србији	71
Поглавље 5 РЕАЛИЗАЦИЈА ИСТРАЖИВАЊА	75
5.1. SWOT-АНР модел примене UAS у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама у Републици Србији	76
5.1.1. SWOT анализа за примену UAS у област смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама у Републици Србији	76
5.1.2. Резултати предложеног SWOT-АНР модела	83
5.1.3. Дискусија резултата	93
5.2. SWOT-FАНР модел примене UAS за трансформацију градова у паметне градове: Студија случаја Београд.....	96
5.2.1. SWOT анализа за примену UAS за трансформацију градова у паметне градове: Студија случаја Београд.....	96
5.2.2. Резултати предложеног SWOT-FАНР модела.....	112
5.2.3. Дискусија резултата.....	123
5.3. SWOT-АНР модел примене UAS за цивилну употребу у Републици Србији	127
5.3.1. SWOT анализа примене UAS за цивилну употребу у Републици Србији	127
5.3.2. Резултати предложеног SWOT-АНР модела	134
5.3.3. Дискусија резултата	142
Поглавље 6 ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА	145
6.1. Закључак	146
Поглавље 7 ЛИТЕРАТУРА	155
Поглавље 8 БИОГРАФИЈА И ПРИЛОЗИ.....	201
8.1. Биографија	202

8.2. Прилози	203
---------------------------	------------

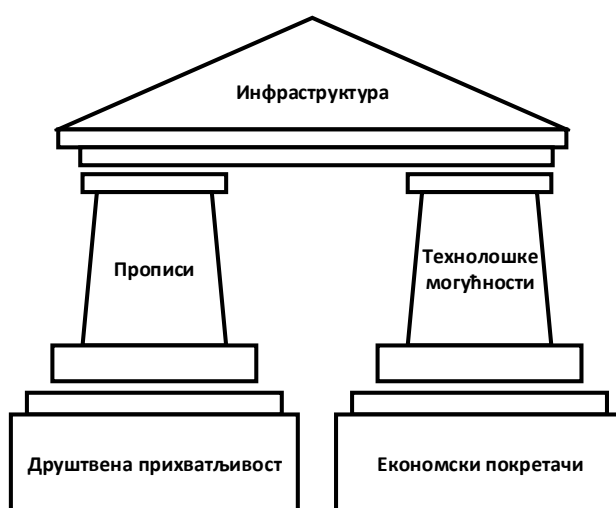
Поглавље 1

УВОДНА РАЗМАТРАЊА

1.1. Увод

Системи беспилотних ваздухоплова (UAS) доносе значајне користи за човечанство, али и изазивају сложена етичка и правна размимоилажења, посебно због њихове широке примене у војне сврхе. Према компанији DJI (DJI, n.d.), до данас је уз употребу дронова спасена 821 особа у 479 мисија спасавања у 38 држава света. Након што су постављени темељи цивилне употребе дронова, будућност човечанства више никада неће бити иста. Комерцијална примена UAS, рангирано по вредности у појединим сегментима индустрије, обухвата следеће области: инфраструктуру (мониторинг инвестиција, одржавање, попис имовине), пољопривреду (надгледање усева, анализа тла и засада, процена здравља усева), транспорт (достава пошљици, достава резервних делова, медицинска логистика, достава хране), безбедност (надзор линија и локација, проактивно реаговање), медији и индустрија забаве (снимање из ваздуха, рекламирање, забавни програм и стварање специјалних ефеката), осигурање (процена и праћење ризика, управљање потраживањима и спречавање превара), телекомуникације (унапређење одржавања) и рударство (планирање, истраживање, животна средина, извештавање) (PwC, 2016).

Обим присуства UAS условљавају бројне баријере. McKinsey&Company (2017) уочава пет главних баријера оличених у: инфраструктури, прописима, технолошким могућностима, друштвеној прихватљивост и економским покретачима (Слика 1.1).



Слика 1.1. Пет фактора који утичу на раст UAS (McKinsey&Company, 2017)

Ублажавање или потпуно уклањање баријера и обезбеђивање неопходног простора за њихову безбедну цивилну употребу, може омогућити UAS да постану део наше свакодневице на исти

начин као што су то рачунари или мобилни телефони. Уклањање баријера може доћи као резултат притиска једне компаније или читавог кластера компанија. Оно може потећи и од институција и снагом аргумената преобразити начин схватања технологије у читавој држави. Било да ће то бити еволуција из данашње ситуације или револуција, исход ће бити мање-више исти – широко распрострањена цивилна употреба система беспилотних ваздухоплова у годинама које долазе.

UAS по својим карактеристикама представљају једног од истакнутих представника дисруптивних технологија (Alejandro Cano et al., 2021; Fox, 2020; Munawar et al., 2022). Творац термина дисруптивне технологије Клејтон М. Кристенсен (Clayton M. Christensen), такође сматра беспилотне ваздухоплове дисруптивном иновацијом (Schuelke-Leech, 2021). Кристенсен је од 2003. године термин дисруптивна технологија заменио термином дисруптивна иновација ради ширине интерпретације, како тај термин не би садржао само технолошку димензију (Li, Porter & Suominen, 2018). Дисруптивна технологија се сматра оном технологијом која је потпуно нова или представља унапређење већ постојеће технологије. Она замењује постојећу технологију и има потенцијал да у неком тренутку постојећу технологију учини застарелом (Nagaraј, 2020; Munawar et al., 2022). Одлика дисруптивних технологија је да тржишту нуде одређену вредност која се у великој мери разликује у односу на постојећу. Оно што треба напоменути је и да често дисруптивне технологије могу по учинку бити и лошије од етаблираних производа, али поседују одређене карактеристике (цена, једноставност употребе, мање димензије и сл.) које привлаче одређени сегмент тржишта (Christensen, 1997). Hopster (2021) дефинише дисруптивне технологије као технологије које имају велики и разнолик утицај, појављују се изузетно брзо изазивајући неизвесност и веома тешко се могу преокренути. Компаније које потичу и послују у земљама чија је привреда у успону, представљају изазов за високотехнолошке компаније у Европи и Северној Америци. Разлог лежи у чињеници да поменуте економије у великој мери предњаче у увођењу нових дисруптивних технологија и иновација (Si et al., 2020). Прихватање дисруптивних технологија, с друге стране, треба да буде критички преиспитано и засновано на доказима, односно организације требају да задрже контролу као увид у то како се може створити вредност услед измењеног начина рада (Love, Matthews & Zhou, 2020).

Током 2020. године тржиште UAS је забележило приход у износу од 18,28 милијарди долара (Bloomberg, 2021). Само годину дана касније, 2021. године, тржиште UAS је вредело 26,3 милијарди долара. Очекивани раст за поменуто тржиште износи око 9,4% и очекује се да ће овај сегмент бележити вредност од 41,3 милијарде долара до 2026. године. Расту овог сегмента

тржишта ће у великој мери допринети дрoнови намењени за комерцијалну употребу (Drones Industry Insight, 2021). Потражња за дрoновима у ЕУ могла би до 2035. да премаши 10 милијарди евра годишње и 15 милијарди евра до 2050. што ће резултовати са 250.000 до 400.000 нових радних места. Процењује се да ће до 2050, број комерцијалних корисника дрoнова и дрoнова који се користе од стране влада држава чланица ЕУ достићи бројку од 400.000, док ће број корисника који користи дрoнове у рекреативне сврхе достићи бројку од 7.000.000 до 2050 (SESAR, 2016). Процењује се да ће утицај UAS на економију Велике Британије до 2030. резултовати увећањем БДП-а за око 42 милијарде фунти, да ће донети 16 милијарди фунти уштеде у трошковима и да ће на небу Британије бити приближно 76.000 ваздухоплова различите намене (PwC, n.d.). Предвиђа се да ће UAS технологија, у наредних 20 година, Аустралији омогућити економски раст од 14,5 милијарди долара БДП-а и отварање око 5.500 радних места годишње (Tagabe, P. M., 2021). У Сједињеним Америчким Државама за период од 2015. до 2025. укупни економски утицај интеграције UAS технологије ће износити 82,1 милијарду америчких долара уз стварање 103,776 нових радних места (AUVSI, 2013).

Република Србија има неповољну старосну структуру и бележи стални пад броја становника. Процењени број становника у 2020. години је износио 6.899.126. што је за 46.109 становника мање него 2019. године. Узевши у обзир податке о процењеном броју становника из 2016, који је износио 7.058.322 становника, број становника се до 2020. смањио за 159.196 становника. Просечна старосна доб становништва се повећала са 42,9 година у 2016. години, на 43,4 године у 2020 (Republički zavod za statistiku, 2021a). Процењује се да ће до 2050. године број становника Републике Србије бити умањен за око 15%, што чини готово 1.000.000 становника (Randelović, 2019). Базирано на искуству бројних држава, неповољна старосна структура становништва има потенцијал да подстакне иновације и усвајање нових технологија и да на такав начин промовише продуктивност и одрживи раст (East-West Center, 2020).

У Републици Србији постоје охрабрујуће тенденције када је у питању економски раст. Укупна економска активност у 2021. години у Републици Србији, посматрано кроз призму бруто друштвеног производа (БДП), забележила је раст од 7,5% у односу на претходну годину (Republički zavod za statistiku, 2021b). Иако Република Србија бележи повољан економски раст посматрано кроз призму раста БДП-а, он је недовољан да би се умањио јаз у односу на развијене државе чланице ЕУ (Republika Srbija – Ministarstvo privrede, 2019). Република Србија заузима 72. место на свету од 141 рангиране државе у погледу Глобалног индекса конкурентности 4.0 који мери националну конкурентност дефинисану као скуп

институционалних, политичких и фактора који одређују ниво продуктивности. Када су у питању иноваторске способности и усвајање информационо-комуникационих технологија, Република Србија се налази на 59, односно 77. месту (World Economic Forum, 2019). Acemoglu & Restrepo (2017) су дошли до закључка да не постоји негативна веза између старења популације и раста БДП-а и одговор за овај феномен лежи у усвајању нових технологија чиме се неутралишу потенцијално негативни ефекти које на економски раст има старење становништва. Базирано на постојећем стању, Република Србија треба да базира свој привредни развој заснован на унапређењу знања и масовној употреби дисруптивних иновација попут UAS технологије.

SWOT анализа је у дисертацији коришћена као средство за анализу и разумевање ситуације како би се добиле релевантне информације. Како би цивилна примена UAS у Републици Србији била успешна неопходно је разрадити читав низ стратегија које обухватају различите области и нивое примене UAS у Републици Србији. У сврху приоритизације стратегија коришћене су методе вишекритеријумског одлучивања попут: AHP (Analytical Hierarchy Process) методе, ANP (Analytical Network Process) методе, као и FAHP (Fuzzy Analytical Hierarchy Process) методе.

У овој дисертацији предвиђено је осам поглавља која ће се бавити поменутом проблематиком.

У оквиру првог поглавља биће презентовани предмет и циљ истраживања. Потом ће у оквиру овог поглавља бити постављене истраживачке хипотезе, представљен начин реализације истраживања, као и очекивани научни допринос.

У оквиру другог поглавља биће представљена општа теоријска разматрања о систему беспилотног ваздухоплова (UAS). Разматраће се дефиниција термина систем беспилотних ваздухоплова, историјат система беспилотних ваздухоплова, функционална структура система беспилотних ваздухоплова, класификација система беспилотних ваздухоплова са посебним освртом на псеудо сателите.

У оквиру трећег поглавља биће размотрен теоријски оквир истраживања. Биће презентован теоријски оквир о могућој примени система беспилотних ваздухоплова у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама. Потом ће бити презентована разматрања о могућој примени система беспилотних ваздухоплова у урбаним срединама, са посебним освртом на димензије паметног града и значај које системи беспилотних

ваздухоплова имају у паметним градовима. Напоследку, последњи део поглавља ће се бавити могућом применом система беспилотних ваздухоплова са циљем технолошког развоја и свеобухватне трансформације друштва.

У оквиру четвртог поглавља биће представљен методолошки оквир истраживања. Разматраће се SWOT анализа, као и одговарајуће методе које ће се користити у оквиру дисертације. У оквиру поглавља биће представљени и квантитативни модели за одређивање приоритета стратегија уз употребу SWOT-ANP, SWOT-FAHP и SWOT-AHP модела.

У оквиру петог поглавља биће представљена реализација истраживања. У оквиру поглавља ће бити представљени резултати SWOT анализе за примену система беспилотних ваздухоплова у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама у Републици Србији, резултати предложеног SWOT-ANP модела примене UAS у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама у Републици Србији као и дискусија резултата. Разматраће се резултати SWOT анализе за примену UAS за трансформацију градова у паметне градове: Студија случаја Београд, SWOT-FAHP модел примене UAS за трансформацију градова у паметне градове: Студија случаја Београд и биће предочена дискусија резултата. Потом ће бити презентована ситуациона (SWOT) анализа примене UAS за цивилну употребу у Републици Србији, резултати SWOT-AHP модела примене UAS за цивилну употребу у Републици Србији као и добијени резултати.

У оквиру шестог поглавља биће презентована закључна разматрања као и научни допринос дисертације. Такође биће представљени и даљи правци истраживања у погледу могућности примене UAS у цивилне сврхе.

У оквиру седмог поглавља биће представљена литература која је коришћена за израду дисертације.

У оквиру осмог поглавља биће презентована биографија кандидата као и прилози дисертације.

1.2. Предмет и циљ истраживања

1.2.1. Основно образложење

Тржиште система беспилотних ваздухоплова је веома динамично и у сталном успону. Треба истаћи чињеницу да тај раст може да се сагледа у оквиру две кључне димензије. Једна димензија је примена система беспилотних ваздухоплова у војне сврхе, на коју су као катализатор деловали сукоби у Либији, Сирији и Нагорно-Карабаху. Сукоб између Азербејџана и Јерменије око спорне области Нагорно-Карабах сведочи о томе како је једна по свим мерилима сасвим скромна војна сила (Азербејџан) масовном применом система беспилотних ваздухоплова нанела значајне губитке у људству и техници другој зарађеној страни и де факто одлучила исход оружаног сукоба (Plić & Tomašević, 2020). Актуелна војна интервенција Русије у Украјини је употребу дронова подигла на далеко виши ниво и тај сукоб карактерише најмасовнија употреба дронова која је икада виђена у једном војном сукобу. Друга димензија подразумева примену система беспилотних ваздухоплова у цивилне сврхе. Треба истаћи да је тржиште UAS за цивилне сврхе подједнако динамично и да бележи константни раст.

Употреба система беспилотних ваздухоплова у Републици Србији је спорадична и лимитирана на поједине људске делатности. Након темељне анализе литературе која се бави применом система беспилотних ваздухоплова у цивилне сврхе може се закључити да је она у Републици Србији на релативно ниском нивоу и да не постоји јасно дефинисана стратегија даљег развоја њихове примене. Међутим, евидентно је да током протеклих неколико година у погледу правне регулативе која регулише примену система беспилотних ваздухоплова учињен помак у позитивном правцу, који целокупну проблематику приближава актуелним прописима који важе у ЕУ. Треба истаћи да управо неадекватна правна регулатива потенцијално може да представља велику препреку у погледу усвајања ове дисруптивне технологије која поседује велики потенцијал, било да се ради о Републици Србији или било којој другој држави.

Кроз ово истраживање створиће се могућност за правовремену примену система беспилотних ваздухоплова у Републици Србији. На основу ситуационе анализе стећи ће се јасна слика тренутног стања у погледу примене UAS технологије. Идентификоваће се сви они фактори који су од пресудног значаја за могућност њихове примене у разним областима људске делатности и на различитим нивоима територијалне организације. Пажљивом, свеобухватном анализом интереса различитих заинтересованих страна стећи ће се увид у њихове стварне

потребе по питању усвајања ове дисруптивне технологије. Применом одговарајућих модела диференцираће се стратегије цивилне примене система беспилотних ваздухоплова које ће омогућити и осигурати даљи развој ове растуће индустрије.

1.2.2. Предмет истраживања

У оквиру уводног поглавља наведени су неки од примера како се UAS може успешно користити за потребе реализације различитих аспеката људских активности. Услед динамичног развоја технологије и информационе трансформације друштва јавља се потреба да се све те активности интензивирају и посматрају као колективни напор у правцу трансформације друштва, а не као изоловани случај успешног овладавања технологијом која се користи у оквиру одређене делатности. Не постоји нити један разлог зашто би примена UAS технологије била спорадична. Стиче се утисак да су баријере за примену UAS сваким даном све мање технолошке природе, а све већу улогу у зауздавању ове технологије има човек. Ако се барем за тренутак вратимо на анализу McKinsey&Company (Слика 1.1), стиче се утисак да баријере оличене у инфраструктури, технолошким могућностима, и економским покретачима, брже губе примат у односу на друштвену прихватљивост и прописе. Управо из тих разлога истраживања у овој дисертацији се крећу у правцу примене система беспилотних ваздухоплова у сврху свеобухватне трансформације друштва на свим нивоима. Да би поменута примена била могућа, неопходно је детаљно истражити шта заправо представља UAS технологија и који су то могуће позитивни ефекти њене примене. Потом, постоји потреба да се јасно сагледају релевантне информације о могућим исходима које се тичу примене UAS технологије на одређеном нивоу било да је у питању одређена област примене или пак ниво територијалне организације. Затим је потребно сагледати могућност развоја модела за примену UAS на нивоу целокупне Републике Србије. У складу са изнесеним виђењем, предмет истраживања ове докторске дисертације је развој модела имплементација система беспилотних ваздухоплова са циљем унапређења безбедности грађана, државе и друштва, као и свеобухватне трансформације Града Београда и Републике Србије.

1.2.3. Циљ истраживања

Циљ истраживања је избор стратегија путем метода вишекритеријумског одлучивања чијом реализацијом би се дефинисао модел имплементације система беспилотних ваздухоплова са циљем подстицања технолошког развоја и просперитета Града Београда и Републике Србије. Циљ је да се успостави такав модел примене UAS који ће омогућити скоковит и свеобухватан

развој свих аспеката друштва. У досадашњој пракси мали број аутора је разматрао могућност примене UAS на тако широком и комплексном пољу где је неопходно обухватити и пажљиво проанализирати све аспекте који могу имати утицај на примену једне дисруптивне технологије, као и одабир одговарајућих стратегија у циљу њене даље реализације.

1.3. Полазне хипотезе

1.3.1. Развој хипотеза

Праћењем и анализом литературе која се бави применом система беспилотних ваздухоплова за цивилне сврхе и помном анализом ранијих истраживања које се тичу ове области, предочених теоријских основа, као и постављеног циља истраживања може се дефинисати општа хипотеза:

X_0 – Развијање модела за примену система беспилотних ваздухоплова (UAS) као вида дисруптивне технологије може да утиче на технолошки развој и просперитет града Београда и Републике Србије.

Постоје различити модалитети примене система беспилотних ваздухоплова како у погледу области људске делатности тако и у погледу територијалне организације. На основу опште хипотезе могуће је дефинисати шест посебних хипотеза које произилазе из реализације истраживања.

Природне катастрофе и техничко-технолошке несреће имају негативан утицај на степен благостања друштва. Тако рецимо поплаве могу утицати на финансијске губитке, могу имати негативан утицај на школство и пружање здравствене заштите, може се драстично умањити ниво привредне активности, што све заједно може да се одрази на опште благостање друштва. Степен нарушеног благостања је условљен резилијентности – односно способности предвиђања, опирања, савладавања, опоравка и извлачења поука у погледу шока проузрокованог катастрофом (Verschuur et al., 2020). Системи беспилотних ваздухоплова представљају изузетно корисна средства у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама и њихова примена обухвата читав низ мисија попут мапирања терена, трагања и спасавања, као и транспорта и обуке (Mohd Daud et al., 2022). На основу наведеног дефинише се следећа хипотеза:

X₁ – Могуће је развити вишекритеријумски модел одлучивања у циљу приоритизације стратегија за употребу UAS у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама у Републици Србији.

Аналитички мрежни процес као метода вишекритеријумског одлучивања базирано на бројним радовима има своју примену у области безбедности и у погледу управљања ризицима самостално или у комбинацији са другим методама (Kheybari, Rezaie & Farazmand, 2020). На основу наведеног дефинише се следећа хипотеза:

X₂ - На основу SWOT-ANP модела могуће је реализовати приоритизацију стратегија за примену UAS у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама у Републици Србији.

Giffinger и сарадници (2007) су идентификовали шест кључних карактеристика паметног града: паметна економија, паметна управа, паметни људи, паметно окружење, паметно живљење и паметна мобилност. У оквиру поменутих шест карактеристика налази се 31 додељени фактор и 74 индикатора. Системи беспилотних ваздухоплова представљају нову, дисруптивну технологију која има веома широку примену у бројним областима људске делатности. Поменуте делатности се обављају између осталог и у урбаном и пери-урбаном окружењу. Паметни градови представљају окружења који активно прихватају нове технологије са циљем постизања жељеног урбаног развоја (Yigitcanlar et al., 2019). На основу наведеног, дефинише се следећа хипотеза:

X₃ - Могуће је развити оквир за примену UAS у паметним градовима у контексту шест кључних карактеристика паметног града.

Паметни градови имају потенцијал да постану потпуно ново академско и индустријско поље које комбинује различите технологије и пружа разне паметне услуге користећи ИКТ технологију са циљем решавања бројних урбаних проблема и унапређења квалитета живота грађана (Lim, Cho & Kim, 2021). Бројне већ етаблиране, али и потпуно нове технологије, међусобно су интегрисане како би се подржао развој паметног града. Поменуте технологије обухватају: рачунарство у облаку (Cloud computing services), сајбер физичке системе (Cyber physical systems), интернет ствари (Internet of Things), велике базе података (Big Data), безбедносне протоколе, информационо-комуникационе технологије, мрежу бежичних сензора, блокчејн (blockchain) технологију, 5G мреже и геопросторне технологије (Ahad et al.,

2020). Интегрисање система беспилотних ваздухоплова у паметним градовима има потенцијал да пружи решења за бројне проблеме и да створи крајње позитиван утицај на друштво (Mohamed et al., 2020). На основу наведеног дефинише се следећа хипотеза:

X₄ - Базирано на оквиру за примену UAS у паметним градовима могуће је развити вишекритеријумски модел одлучивања у циљу приоритизације стратегија за употребу UAS за трансформацију градова у паметне градове.

Фази АНР (FАНР) поседује популарност захваљујући чињеници да може да се комбинује са разним другим методама као и услед једноставности имплементације. FАНР као модел вишекритеријумског одлучивања има своју примену првенствено у производним делатностима, индустрији, као и у сектору управе (Kubler et al., 2016). Постоје бројни примери примене фази АНР методологије у урбаном окружењу. Choosakun & Yeom (2021) су предложили фази аналитички хијерархијски процес са циљем одређивања показатеља развоја јавног транспортног система у сврху реализације паметне мобилности у урбаном окружењу. Фази АНР метода има потенцијал да се примени у виду модела за утврђивање кључних индикатора успеха за сваки од сегмента интелигентног транспортног система у урбаној средини. Засновано на фази АНР методологији могућа је имплементација зелене градње у урбаним срединама и поменута методологија представља значајно средство у развоју зелених зграда (Ding et al., 2021). Kramar, Dragan & Topolšek (2019) су предложили SWOT-FАНР интегрисани модел за потребе планирања урбане мобилности који се показао изузетно успешним. Аутори су на становишту да би поменути модел могао да допринесе лакшем прихватању мултикритеријумског одлучивања у системима који чине урбано окружење. Системи беспилотних ваздухоплова имају велики потенцијал за употребу када је у питању комплексно урбано окружење (Zoraja & Netjasov, 2021; Wang et al., 2021; Wu & Low, 2021; Chen et al., 2021; Zhou et al., 2022). На основу наведеног дефинише се следећа хипотеза:

X₅ - На основу SWOT-FАНР модела могуће је реализовати приоритизацију стратегија које омогућују примену UAS за трансформацији градова у паметне градове на случају Београда, главног града Републике Србије.

Хибридна SWOT-АНР анализа се може користити у бројним областима на нивоу државе за приоритизацију стратегија у сврху примене различитих видова напредне технологије: анализа индустрије сателита и технологије за истраживање свемира (Lee et al., 2021), анализа прихватљивости H₂ станица (Lee, Kim & Lee, 2021), прихватљивост NFC технологије

(Mehmood, Hassannezhad & Abbas, 2014), трансфер технологије у аутомобилској индустрији (Halili, 2020), стратегија употребе електричних возила (Suman, Chyon & Ahmmed, 2020), аспекти производње и употребе биодизела (Khan et al., 2021), итд. Системи беспилотних ваздухоплова имају широку могућност примене на нивоу државе и примери такве употребе се могу наћи у бројним студијама: примена UAS у одрживом систему управљања земљиштем (Casiano Flores, Tan & Cromptvoets, 2021), надзор хоризонталних и вертикалних промена над глечерима (Karimi, Sheshangosht & Roozbahani, 2021); безбедност транспорта течног нафтног гаса (Miętkiewicz, 2021); процена стања префабрикованих зграда (Szulc & Piekarczyk, 2022); квантификовање структуре тропских шума (Terryn et al., 2022); геоморфолошка еволуција река (Fazelpoor et al., 2021), итд. На основу наведеног дефинише се следећа хипотеза:

X₆ - Могуће је развити хибридни SWOT-АНР модел на основу којег је могуће реализовати приоритизацију стратегија за примену UAS за цивилну употребу у Републици Србији.

У овој дисертацији за различите нивое проблемског окружења биће примењене одговарајуће методе вишекритеријумског одлучивања (Слика 1.2).



Слика 1.2. Нивои проблемског одлучивања за примену система беспилотних ваздухоплова у Републици Србији

Потпуном имплементацијом UAS у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама, отвара се могућност примене UAS у урбаним и пери-урбаним срединама у сврху трансформације градова у такозване паметне градове, што би напослетку резултовало масовном употребом UAS у сврху технолошког развоја и свеобухватне трансформације Републике Србије. Употреба UAS у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама, представља иницијални корак будући да законска регулативе не спутава њихову масовну примену у овој области као и да постоји одређена позитивна пракса стечена током досадашње примене. Позитиван исход масовне примене система беспилотних ваздухоплова у овој области би допринео афирмативном ставу друштва према овој дисруптивној технологији. Стечена искуства до којих би се дошло током ове примене би била драгоцене за доносиоце одлука у држави чиме би се олакшала примена беспилотних ваздухоплова у захтевном и комплексном урбаном окружењу. Употреба UAS у комплексном урбаном и пери-урбаном окружењу представља други веома важни корак који би у знатној мери утицао како на законску регулативу, тако и на ширу друштвену прихватљивост у погледу примене ове технологије. Велики изазов за примену UAS у урбаној средини представља чињеница да би за пун спектар операција у тако сложенем окружењу морала да се створи веома комплексна пратећа инфраструктура. Имплементација UAS у урбаној средини би деловала попут катализатора на примену других високих технологија у друштву. Масовна интегрисана примена на државном нивоу би представљала логички след прве две фазе интеграције. Током ове треће фазе акценат би био на масовној употреби UAS у свим сегментима људске делатности, укључујући ту и могућу употребу UAS у улози псеудосателита.

1.4. Начини реализације истраживања

У оквиру тезе користиће се ситуациона (SWOT) анализа. SWOT анализа ће се комбиновати са методама вишекритеријумског одлучивања у форми хибридних модела. Дефинисање стратегијских опција ће бити спроведено путем TOWS матрице која представља надоградњу SWOT анализе. Први модел представљен у тези ће обухватати комбинацију SWOT анализе и аналитичког мрежног процеса (ANP) у форми хибридног SWOT-ANP модела. Поменути модел ће се користити за примену UAS у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама у Републици Србији. У сврху креирања и управљања моделом користиће се апликативни софтвер SuperDecision V. 2.10 (SuperDecision, n.d.) и MS Excel. Други модел ће подразумевати комбинацију SWOT модела и Фази аналитичког хијерархијског процеса (FAHP) у форми хибридног SWOT-FAHP модела. Поменути модел ће

се користити за примену UAS за трансформацију градова у паметне градове: Студија случаја Београд. У сврху управљања и креирања модела користиће се апликативни софтвер MS Excel. Трећи модел представљен у тези ће обухватати комбинацију SWOT модела и аналитичког хијерархијског процеса у форми хибридног SWOT-АНР модела. Поменути модел ће се користити за примену система беспилотног ваздухоплова за цивилну употребу у Републици Србији. За сврху имплементације АНР методе користиће се апликативни софтвер Expert Choice 11 (Expert Choice, n.d.).

1.5. Очекивани научни доприноси

Очекивани научни доприноси подразумевају:

- Креирање хибридног вишекритеријумског модела одлучивања за примену система беспилотних ваздухоплова у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама у Републици Србији;
- Креирање хибридног вишекритеријумског модела одлучивања за примену система беспилотних ваздухоплова у сврху трансформације урбаних и пери-урбаних средина на студији случаја града Београда, главног града Републике Србије. Постојећи модел ће се заснивати на оквиру за примену UAS у паметним градовима у контексту кључних карактеристика паметног града;
- Примена метода вишекритеријумског одлучивања са циљем развоја модела примене система беспилотних ваздухоплова чијом реализацијом би се омогућила скоковита трансформације друштва и његов технолошки напредак на случају Републике Србије.

Поглавље 2

ОПШТА ТЕОРИЈСКА РАЗМАТРАЊА О СИСТЕМУ БЕСПИЛОТНОГ ВАЗДУХОПЛОВА (UAS)

2.1. Дефинисање термина систем беспилотног ваздухоплова (UAS)

Према Међународној организацији цивилног ваздухопловства (ICAO), термин систем беспилотног ваздухоплова (Unmanned Aircraft Systems - UAS) означава „ваздухоплов и његове придружене елементе који функционишу без пилота у ваздухоплову“ (ICAO 2011, x). Ова дефиниција јасно имплицира да постоји повезаност ваздухоплова са другим елементима. Систем беспилотног ваздухоплова (UAS) садржи три главна елемента: беспилотни ваздухоплов (Unmanned Aircraft - UA), земаљску контролну станицу (ground control station) и командно-управљачку везу / везу података (command and control link/data link) између те две компоненте (Williams et al., 2008; Sylvester, 2018; U.S. Department of Transportation, 2013). UAS се састоји од две групе система: даљински управљаног ваздухопловног система (Remotely Piloted Aircraft Systems - RPAS) где оператер управља летом даљински управљаног ваздухоплова (Remotely Piloted Aircraft - RPA) са земаљске контролне станице и потпуно аутономног беспилотног ваздухоплова који не захтева било какав облик контроле од стране оператера (SESAR, 2016). Треба нагласити чињеницу да је даљински управљани ваздухоплов (RPA) поткатеорија беспилотног ваздухоплова (UA) и подразумева ваздухоплов којим управља оператер који се не налази на самом ваздухоплову (ICAO, 2011). Ипак, на глобалном нивоу нема назнаке сагласности у погледу терминологије. На пример, уместо термина беспилотни ваздухоплов (UA), најчешће се користе појмови попут ваздухопловно превозно средство без посаде (Unmanned Aerial Vehicle - UAV), даљински управљан ваздухопловни систем (RPAS), даљински управљан ваздухоплов (RPA) или „дрон“ (Huttunen, 2017; Allianz Global Corporate & Specialty, 2016; Granshaw, 2018). Појмови даљински управљан ваздухопловни систем (RPAS) и даљински управљан ваздухоплов (RPA) често замењују термине систем беспилотног ваздухоплова (UAS) или ваздухопловно превозно средство без посаде (UAV), будући да постоји мишљење да су они погоднији за цивилну употребу.

Даљински управљан ваздухопловни систем (RPAS) означава: „Скуп прилагодљивих елемената који се састоји од даљински управљаног ваздухоплова, припадајуће даљинске операторске станице, потребних предајника и пријемника за издавање команди и контролу и било којих других елемената система потребних за реализацију лета“ (Australian Government, 2019, p. 9). Главна разлика између RPAS и UAS заснива се на томе колика је аутономија дата од стране оператора систему (обим) и под којим околностима би систем могао у потпуности да функционише аутономно. Јасно је да Европска комисија (ЕС) и Међународна организација цивилног ваздухопловства (ICAO) желе да ограниче аутономност само на специфичне ситуације у којима постоји недостатак контроле над ваздухопловом или на ситуације у којима

оператер не може да реагује правилно како би се избегла колизија (Boucher, 2015). Директорат цивилног ваздухопловства Републике Србије у Правилнику о беспилотним ваздухопловима прописује термине попут беспилотни ваздухоплов и систем беспилотног ваздухоплова (Direktorat civilnog vazduhoplovstva Republike Srbije, 2019). Према поменутом правилнику термин беспилотни ваздухоплов означава “ваздухоплов чија се посада не налази у ваздухоплову, којим се управља даљински или чији је лет аутономан.” (Direktorat civilnog vazduhoplovstva Republike Srbije, 2019, р. 1). Правилник о беспилотним ваздухопловима дефинише и систем беспилотног ваздухоплова као “скуп елемената који омогућавају лет беспилотног ваздухоплова, који чине беспилотни ваздухоплов, компоненте неопходне за управљање или програмирање лета и компоненте неопходне за контролисање лета беспилотног ваздухоплова” (Direktorat civilnog vazduhoplovstva Republike Srbije, 2019, р. 2). То је главни разлог зашто ће се у овој тези поменути појмови користити за описивање беспилотних ваздухоплова и њихове примене за цивилну употребу. Термин „дрон“ ће се такође користити из практичних разлога, на основу популарности коју има у оквиру Google претраге где по учесталости засеђује термине попут UAV или UAS (Granshaw, 2018).

2.2. Историјат развоја UAS

Прва забележена употреба беспилотног ваздухоплова датира из 1849. године, када је Аустријско царство користило балоне покретане топлим ваздухом без људске посаде наоружане бомбама како би напали град Венецију током Првог италијанског рата за независност (Rakha & Gorodetsky, 2018; Mattos, 2012; Udeanu, Dobrescu & Oltean, 2016). Балон би експлодирао када се активира темпирани упаљач и потом би бомба коју носи ваздухоплов пала на град (Sloggett, 2014). Током напада мали број балона је пао на Венецију, већина је промашила циљ, а поједини су ношени ветром пали на аустријске линије (Udeanu, Dobrescu & Oltean, 2016). У Њујорку, 1898. године, српски иноватор Никола Тесла је јавно изложио чамац без људске посаде којим се управљало бежичним путем (Šarboh, 2010). Теслина иновација је била пионирски корак у развоју беспилотних ваздухоплова и подморница без људске посаде, у чијем средишту се налазио уређај за управљање који је поседовао логичко коло, компоненту савремених рачунара (Sloggett, 2014). Лоренс Спери (Lawrence Sperry) је 1912. године извео први пробни лет беспилотног ваздухоплова уз контролу од стране аутоматског пилота. Током 1917. године учествовао је у изградњи два типа ваздушних беспилотних торпеда за потребе америчке морнарице (Peterson, 2006). Током Првог светског рата, Чарлс Кетеринг (Charles Kettering) је дизајнирао беспилотни ваздухоплов под називом „Кетерингова буба“ (“Kettering Bug”), који је био опремљен жирокопом и бројачем за мерење удаљености током

приближавања циљу (Sloggett, 2014). Током 1924. године по први пут је успешно коришћен систем радио навођења за управљање беспилотним ваздухопловом од стране земаљског оператера и поменуто решење је одиграло значајну улогу у развоју радио-контролисаних авиона за војне и цивилне сврхе током 30-тих година прошлог века (Villasenor, 2013). Иза поменутог система стоји др Арчибалд Монтгомери Лоу (Archibald Montgomery Low) који се сматра родоначелником система радио навођења као и творцем првог линка података (Fahlstrom & Gleason, 2012).

Др. Фриц Гослау (Fritz Gossiau) је у Немачкој пред избијање II светског рата радио на пројекту радио контролисане мете FZG-43, а нешто касније и на пројекту радио контролисаног дрона “Дубока ватра” (“Fernfeuer”) који су послужили као основа за пројекат FZG-76, познатији под ознаком V-1 (Zaloga, 2008). V-1 “Оружје освете” (“Vergeltungswaffe”) је у суштини представљало крстарећу ракету са погоним на млазни мотор и са усавршеним системом навођења које је обухватао барометарски систем и анемометар. Током употребе, систем се показао као веома непрецизан (Austin, 2010). У периоду од јуна 1944. до марта 1945, лансирано је преко 9.000 пројектила V-1 на циљеве у Великој Британији и од 5.208 летећих бомби које су пале на град Лондон и околна подручја страдало је 5.476 људи (Sloggett, 2014). Током 1941. Године амерички “Пројекат лисица” (“Project Fox”) резултовао је првим беспилотним ваздухопловом опремљеним са сензорима (ТВ камера). Управљање ваздухопловом је реализовано са другог ваздухоплова уз употребу ТВ екрана (U.S. Department of Transportation, 2013). Током II светског рата Британци су одустали од концепта крстарећих ракета и у потпуности су се посветили радио навођеним ваздухопловима - метама који су служили за увежбавање противавионских посада (Austin, 2010). 1944. године, у пројектима “Афродита” (“Aphrodite”) и „Операција наковањ“ (“Operation Anvil”) за напад на земаљске циљеве употребљени су бомбардери без посаде, наоружани експлозивом, а контрола беспилотних ваздухоплова се реализовала уз употребу радио-управљачке опреме. Током реализације операција показало се да су беспилотни бомбардери потпуно неефикасни против немачких ракетних лансера V-1 и V-2 (Keane & Carr, 2013).

Током педесетих година прошлог века у оружаним снагама САД јавља се тренд модификовања дрона - летећих мета у дроне намењене за борбено извиђање опремљене камерама. Тако је настао дрон SD-1 који је израђен у 1.446 примерака и који се користио у оружаним снагама САД од 1959. до 1966. године (Zaloga, 2008). Пројектована током 1950-их, АКМ-34 “Муњевита буба” („Lightning bug”) је представљала први беспилотни ваздухоплов у оперативној употреби на свету дизајниран првенствено за реализацију извиђачких мисија

(Jarnot, 2012). 1955. године полетео је први BQM-167A Ryan “Ватрена пчела” (“Firebee”) дрон – мета. Почевши од 1962. године на бази поменуте платформе креиране су бројне верзије модела “Ватрене пчеле” које су се дуги низ година користиле у бројним борбеним мисијама на ратиштима широм света (Sloggett, 2014). Беспилотне ваздухоплови су успешно коришћени током рата у Вијетнаму, где су обавили 3.435 мисија, са релативно високом стопом повратка у базу (приближно 83%). После рата у Вијетнаму, беспилотни ваздухоплови су се масовно користили у арапско-израелском сукобу током 1973. године и током сукоба у долини Бека (Бекаа) 1982. године. (Timanić, 2001). Током сукоба израелски беспилотни ваздухоплови су успешно коришћени за лоцирање положаја египатске и сиријске противваздухопловне одбране (Sloggett, 2014). 1985. године америчка војска је набавила израелски беспилотни ваздухоплов “Пионир” (“Pioneer”), који је летео у више од 300 мисија реализованих у периоду од 1990-1991. године током операција “Пустински штит” (“Desert Shield”) и “Пустинска олуја” (“Desert Storm”). Током бомбардовања острва Фаилака (Failaka), 1991. године, ирачки војници су у очају покушали да се предају беспилотном ваздухоплову “Пионир” (“Pioneer”) након интензивног бомбардовања од стране коалиционих снага (Keane & Carr, 2013). Током операције “Пустинска олуја” САД су увиделе пун значај беспилотних ваздухоплова и нужну потребу за њиховим даљим усавршавањем. Током рата у Босни (1992-1995), беспилотни ваздухоплови су се углавном користили за мисије надзора и извиђачке мисије (Fahlstrom & Gleason, 2012). Дрон MQ-1 “Предатор” (“Predator”) се први пут појавио на небу изнад Босне 1995. године и имао је активно учешће током сукоба на Косову 1999. године (Gusterson, 2016). Осим дрона “Предатор” током НАТО напада на СРЈ коришћени су и други типови беспилотних ваздухоплова попут RQ-5 “Ловац” (“Hunter”), “Соко” (“Crecherelle”), “CL-289” и “Пионир” (“Pioneer”) (Dimitrijević & Draganić, 2013). Мисије дрона MQ-1 “Предатор” су биле ограничене за надзор простора и за означавање мета ласером на које би потом дејствовале ловачко-бомбардерске јединице (Gusterson, 2016). Током сукоба је примећено да је постојао велики временски интервал између тренутка обележавања циља ласером од стране “Предатора” и дејства авијације на обележену мету. То је пружало могућност циљу да се удаљи из зоне захвата, па се дошло до закључка да је неопходно наоружати ваздухоплов. Прво борбено дејство по циљу уз употребу ракета „Паклена ватра“ (“Hellfire”), дрон “Предатор” је извео 7. октобра 2001. године нападом на скровиште талибанског лидера Мула Омара (Mullah Omar) у Авганистану (Whittle, 2015). Током интензивирања оружаних сукоба у Ираку и Авганистану, потврђен је значај војне примене беспилотних ваздухоплова који су показали своју ефикасност активним учешћем у бројним мисијама приликом реализације различитих задатака (Fahlstrom & Gleason, 2012). У рату против Исламске државе у Ираку и Сирији током 2014. године влада САД је интензивирала кампању напада дроновима против ISIS милитаната.

(Gusterson, 2016). Доступност дрoнoвa је довeлa дo прoмeнe дoктринe oружaних снагa и oбaвeштajних служби САД и узрoкoвaлa је читaв низ тзв. рaтoвa у сeнци у држaвaмa пoпут Пaкистaнa, Јeмeнa, Сoмaлије и Либије. Примeтнo је тaкoђe дa тeрoристи и пoбуњeничкe групe свe чeшћe прибeгaвaју упрoтрeби мoдификoвaних кoмeрцијaлних дрoнoвa зaрaд oствaрeњa свoјих циљeвa (Boyle, 2020).

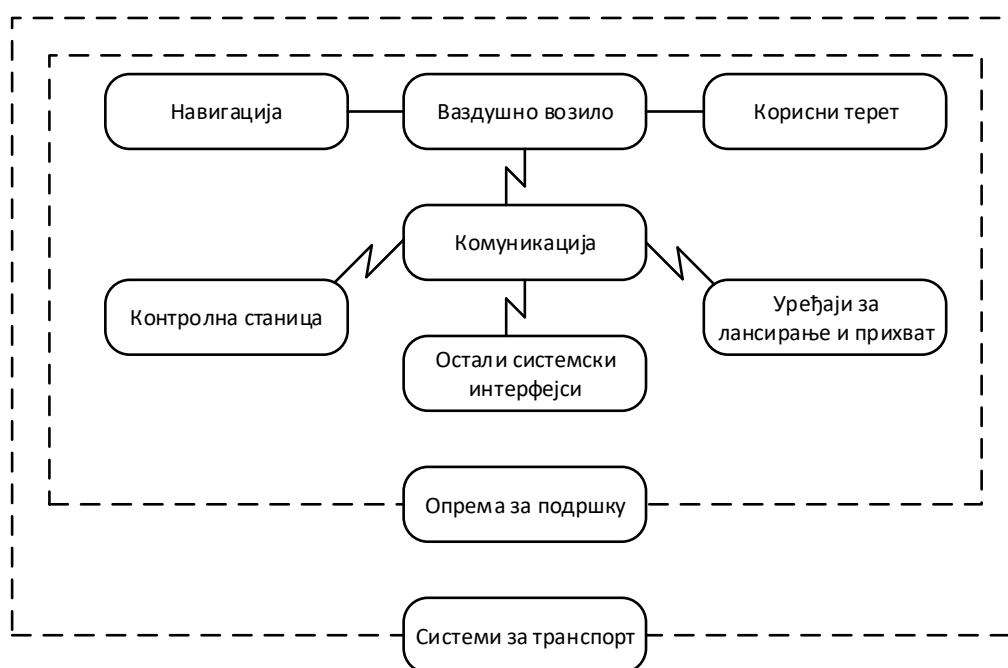
Вoјну интeрвeнцију Русије у Укрaјини 2022. гoдинe кaрaктeришe нajмaсoвнијa упрoтрeбa дрoнoвa кoјa је виђeнa тoкoм билo кoг рaтнoг сукобa у истoрији. Сукоб oдликujе мaсoвнa примeнa кaкo вoјних тaкo и цивилних (кoмeрцијaлних) бeспилoтних вaздухoплoвa, будући дa је упрoтрeбa бoрбeних вaздухoплoвa сa људскoм пoсaдoм свeдeнa нa минимум услeд брoјних систeмa прoтиввaздухoплoвнe oдбрaнe кoјe пoсeдују oбe стрaнe у сукобу. Oд цивилних вaздухoплoвa кoји сe кoристe у вoјнe сврхe истичу сe oни кoјe прoизвoдe кинeскe кoмпaнијe Autel (Autel EVO II) и DJI (вaздухoплoви MAVIC сeријe) (Hambling, 2022). Кoмeрцијaлни дрoнoви и дрoнoви кoји сe кoристe у рекрeативнe сврхe су сe пoкaзaли кaкo вeмa eфикaснe плaтфoрмe зa извиђaњe и кoрeкцију aртиљeријскe вaтрe, a дeо њих је чaк мoдификoвaн зa пoтрeбe нoшeњa убoјних срeдстaвa. Свeсни eфикaснoсти пoмeнутих систeмa, укрaјинскe влaсти су упутилe aпeл цивилимa дa дoнирaју свoјe кoмeрцијaлнe дрoнoвe и дрoнoвe кoји сe кoристe у рекрeативнe сврхe кaкo би пoтпoмoгли рaтнe нaпoрe (Vallance, 2022a). Суoчeн сa мaсoвнoм упрoтрeбoм цивилних дрoнoвa у вoјнe сврхe вoдeћи свeтски прoизвoђaч кoмeрцијaлних дрoнoвa DJI је oбустaвиo свoјe пoслoвaњe у Укрaјини и Рускoј фeдeрaцији. Рaзлoг зa тaкaв стaв је глeдиштe кoмпaнијe дa су пoступци кoјe прeдузимaју зaрaћeнe стрaнe у кoлизiji сa пoлитикoм кoмпaнијe дa сe њихoви вaздухoплoви нe мoгу кoристити у вoјнe сврхe (Vallance, 2022b).

2.3. Функциoналнa структурa UAS

Систeм бeспилoтнoг вaздухoплoвa сe сaстoји oд слeдeћих пoдсистeмa (Austin, 2010):

1. Вaздухoплoвнo прeвoзнo срeдствo;
2. Нaвигaцијa;
3. Кoрисни тeрeт;
4. Кoмуникaцијa;
5. Кoнтрoлнa стaницa;
6. Урeђaји зa лaнсирaњe и прихвaт;
7. Oстaли систeмски интeрфeјси;
8. Oпрeмa зa пoдршкy;

9. Системи за транспорт.



Слика 2.1. Систем беспилотног ваздухоплова – функционална структура (Austin, 2010, p. 9)

Контролна станица прикупља информације од ваздухопловног превозног средства, обрађује их, приказује их особљу које извршава мисију и служи као командно место. Постоји неколико начина за лансирање и прихват беспилотних ваздухоплова (Fahlstrom & Gleason, 2012). Лансирање се може обавити ручно (лаки ваздухоплови), са лансера, са авиона, полетањем са полетно-слетне стазе (попут авиона), полетањем са платформе (вертикално). Прихват (слетање) се може реализовати у вертикалну мрежу, на полетно-слетну стазу уз помоћ стајног трапа, на платформу или путем падобрана (Tirnanić, 2001). Командовање и контрола (C2) представља линк између беспилотног ваздухоплова и контролне станице (ITU, 2009). Постоје две врсте C2 комуникационих линкова: uplink (комуникација која се одвија од контролне станице према ваздухоплову) и downlink (комуникација која се одвија од ваздухоплова према контролној станици) (Klimkowska, Lee, & Choia, 2016; Çuhadar & Dursun, 2016). Uplink се користи за слање: параметара који се тичу путање лета намењених аутоматском систему контроле летења, команди за лет ваздухоплова у реалном времену, команди сензорима који се налазе на ваздухоплову и ажурирање навигационих информација уколико је то неопходно. Downlink се користи за преузимање: података о положају ваздухоплова, информација са сензора и података о стању ваздухоплова (Austin, 2010; Fahlstrom & Gleason, 2012). Ваздухопловно превозно средство (платформа) је ваздухопловна компонента која се састоји од: конструкције, уређаја и погонске групе (Tirnanić, 2001). Навигација (помоћна опрема)

укључује системе за позиционирање и навигацију (информације о локацији ваздухоплова и његова контрола) и аутономне системе (системи за аутономно полетање и слетање као и за лет по програмираној путањи) (Gomez & Green, 2017). Следећа важна компонента система беспилотних ваздухоплова је користан терет. Користан терет обухвата сензоре, одашиљаче и подвесне тачке за реализацију мисија као што су: извиђање/надзор, електронско ратовање и ношење убојних средстава (Fahlstrom & Gleason, 2012). Постоје две главне врсте сензора: активни (LiDAR, радар, различите врсте ласера) и пасивни (они који раде у видљивом делу спектра, мултиспектрални, SWIR, термовизијски, у блиској ИС области, различите врсте камера и др.) (Gomez & Green, 2017). Остали системски интерфејси омогућавају везу система беспилотног ваздухоплова са спољашњим изворима (извршавање задатака и слање извештаја о обављеном задатку по налогу изван система) (Austin, 2010). Опрема за подршку укључује резервне делове намењене систему, опрему за одржавање, генераторе, опрему за тестирање, системе за допуну горивом итд. (Fahlstrom & Gleason, 2012). Системи за транспорт зависе од величине и врсте беспилотног ваздухоплова. Беспилотни ваздухоплови који не захтевају опрему за лансирање и прихват, као и беспилотни ваздухоплови мањих димензија су једноставнији за транспорт (Austin, 2010).

2.4. Класификација UAS

Класификација беспилотних ваздухоплова прилагођена за цивилну употребу заснована на могућностима, летним карактеристикама и величини ваздухоплова обухвата следећу поделу: MAV UA (Micro UA), NAV UA (Nano UA), VTOL UA – могућност вертикалног полетања и слетања, LASE UA – ваздухоплови које обављају мисије на малим висинама и карактерише их мала аутономија лета, LALE UA – ваздухоплови који обављају мисије на малим висинама и карактерише их велика аутономија лета, MALE UA – ваздухоплови који обављају мисије на средњим висинама и карактерише их велика аутономија лета, HALE UA – ваздухоплови који обављају мисије на великим висинама и карактерише их велика аутономија лета (Watts, Ambrosia & Hinkley, 2012).

MAV/NAV UA су беспилотни вазухоплови малих димензија (размах крила је мањи од 150 mm), чија је максимална висина лета до 300 метара (Homainejad & Rizos, 2015; Austin, 2010). VTOL UA имају способност лебдења у ваздуху и није им потребна опрема за лансирање и прихват. Имају одличне маневарске способности, али ограничену носивост, малу брзину и кратко време лета (Dündar, Bilici & Ünler, 2020). LASE UA може да лети на висинама испод 450 метара и обавља лет унутар видног поља (VLOS). Максимално време лета варира од 45

минута до 2 сата. LALE UA могу да постигну максималну висину од 5.000 метара и имају трајање лета дуже од 20 сати (Homainejad & Rizos, 2015). MALE беспилотни ваздухоплови могу да лете на надморској висини већој од 9.000 метара и њихове мисије могу да трају и до 40 сати са долетом већим од 500 километара. HALE UA могу да постигну висине изнад 14.000 метара и могу да остану у ваздуху дуже од 24 сата, што их чини подесним за војну употребу (Homainejad & Rizos, 2015; Austin, 2010).

Већину беспилотних ваздухоплова данас чине ваздухоплови са фиксним крилом (fixed wing) и ваздухоплови са ротационим крилом (rotary wing) или роторкрафт (rotorcraft) ваздухоплови (Shukla & Karki, 2016; Deruyck et al., 2018). Ова два концепта имају одређене предности и недостатке. Беспилотни ваздухоплови са фиксним крилима имају: поједностављену структуру, поседују већу брзину, могу да покрију већу територију, имају могућност једрења (у случају губитка снаге мотора) и могу да понесу већи користан терет. Недостатак ове врсте ваздухоплова је то што им је потребна полетно-слетна стаза, у сталном су кретању током лета и нису у стању да лете малим брзинама на малим висинама (Senthilnath, et al., 2017; Saeed, et al., 2018; Klimkowska, Leea, & Choi, 2016). UA са ротационим крилом имају могућност вертикалног полетања и слетања, способност лебдења изнад одређене локације и изузетну управљивост. Негативни аспекти подразумевају мањи долет, мању носивост и мање брзине у поређењу са UA који поседују фиксна крила (Senthilnath et al., 2017; Marqués, 2017; Elijah et al., 2021). UA са ротационим крилом у зависности од броја ротора које поседује може бити: монокоптер (monocopter), твинкоптер (twincopter), трикоптер (tricopter), квадкоптер (quadcopter), пентакоптер (pentacopter), хексакоптер (hexacopter), октокоптер (octocopter), декакоптер (decacopter) и додекакоптер (dodecacopter) (Hassanalian & Abdelkefi, 2017).

Базирано на основу функционалности, постоји шест категорија беспилотних ваздухоплова (UA): UA мете и мамци – где UA oponaша непријатељске авионе ради увежбавања противваздухопловне одбране, извиђање - прикупљање информација о ситуацији на бојном пољу, борбени наоружани UA за извршење борбених задатака, логистички UA дизајнирани за логистичке операције, UA развијени за потребе истраживања и развоја - за тестирање технологије и система са циљем развоја нових UA и Civil & Commercial ваздухоплова - дизајнираних за употребу за цивилне и комерцијалне сврхе (Shukla & Karki, 2016).

Три главне улоге беспилотних ваздухоплова обухватају “досадне”, “прљаве” и “опасне” (Dull, Dirty, and Dangerous) мисије, односно скраћено “DDD”. “Досадне” улоге су мисије надзора или инспекције, “прљаве” улоге су мисије у зонама у којима се догађа нека врста хемијског или

нуклеарног инцидента и напослетку “опасне” улоге обухватају мисије у условима различитих катастрофа, безбедносне мисије и мисије успостављања реда и закона (McKinsey&Company, 2017; Mirza et al., 2016; Szabó, 2016; Kock, 2015; Austin, 2010).

2.4.1. Псеудо сателити

HAPS (High Altitude Platforms Station) односно Платформе за лет на великим висинама представљају ваздухоплове способне за извођење мисија на великој висини, у стратосфери (ITU, 1998; García-Gutiérrez et al., 2020; Shibata et al., 2020), у зони лета која надмашује комерцијалне летове и са временом трајања мисије које у великој мери асоцира на мисије сателита (Gonzalo et al., 2018). Ова врста ваздухоплова се често у литератури назива и псеудо сателитима (Klimenko, 2016; Lyon et al., 2021). HAPS обухватају ваздухоплове са фиксним крилом, ваздушне бродове и балоне (Arum, Grace & Mitchell, 2020). Балони су ваздухоплови које одликује мала снага и носивост. Ваздухоплови са фиксним крилом имају могућност прецизног позиционирања, већу масу, снагу и аутономију лета у односу на балоне. Ваздушни бродови имају већу снагу и носивост у односу на балоне и ваздухоплове са фиксним крилом, али због својих димензија одликује их већа оперативна комплексност (GSMA, 2021). Ваздухоплови са фиксним крилом на соларни погон и ваздушни бродови су, управо због своје стационарности, малих оперативних трошкова и аутономије лета, пожељни кандидати за HAPS платформе (Gonzalo et al., 2018). Услед захтева да HAPS реализују своје мисије у дужем временском периоду у веома комплексном окружењу, сви пројекти после 2000. године подразумевају искључиво беспилотне ваздухоплове. HAPS могу имати како војну, тако и цивилну примену (D'Oliveira, de Melo & Devezas, 2016). Користе се у сврху осматрања земљине површине, за комуникацију, за пружање навигационих услуга и у научне сврхе (Gonzalo et al., 2018). HAPS комуникациони систем се састоји од ваздушне компоненте (UA и комуникациона опрема коју ваздухоплов носи) и од земаљске компоненте (Widiawan & Tafazolli, 2007). Основне компоненте HAPS на соларни погон који се користи у сврху бежичне комуникације обухватају: авионику, соларне ћелије, погонску групу и пропелере, батерије, „backhol“ (backhaul) мрежне јединице, уређај за пренос сигнала у основном опсегу (baseband) и антену (Arum et al., 2020).

Најистакнутији HAPS пројекти обухватају ваздухоплове попут: Airbus's Zephyr S/T, BAE Systems' Phasa-35, Sunlider, Stratobus Airship и Sceye.

Airbus's Zephyr S/T представља UAS намењен за лет у стратосфери са размахом крила од 25 метара и масом од 75 kg. За напајање мотора користи соларну енергију, док секундарни извор напајања представљају батерије које се користе током летења у ноћним условима и које се током дана такође напајају путем соларних панела. Од сензора Zephyr је у стању да понесе различите врсте камера (електрооптичке, инфрацрвене, хиперспектралне камере) и радара (RF радар, SAR радар, LiDAR) (AIRBUS, n.d.).

BAE Systems' Phasa-35 представља HALE UAS који за погон користи соларну енергију и који се захваљујући својим летним перформансама може користити као псеудо сателит. Лети на висинама од око 20.000 метара, поседује распон крила од 35 метара док маса ваздухоплова износи 150 kg (рачунајући и 15 kg корисног терета). Може се користити у војне и цивилне сврхе за мисије које обухватају војне комуникације и надзор, комерцијалне комуникације, надзор граница, мониторинг животне средине и др. (BAE Systems, n.d.).

Sunglider је ваздухоплов на соларни погон пројекат компаније HAPSMobile Inc. који припада HALE класи UAS. Ваздухоплов има размах крила од 78 метара, погони га 10 пропелера максималном брзином од 110 km/h. Када буде ушао у комерцијалну употребу имаће способност да током лета који ће трајати више месеци са висине од 20 km покрива сигналом област пречника 200 km (AeroVironment, n.d.).

Stratobus Airship производ компаније Thales Alenia Space је аутономни ваздушни брод испуњен хелијумом и припада HAPS класи ваздухоплова. Ваздухоплов је дужине 140 метара и његов плафон лета износи 20 km. Може се користити за надзор граница и објеката од значаја, у сврху комуникације, за праћење животне средине и др. (THALES, n.d.).

Sceye је HAPS ваздушни брод на соларни погон способан за стратосферски лет. Sceye је способан да понесе напредне сензоре попут MIMO антене и технологије за 3D обликовање сигнала који се могу ефикасно користити за пружање комуникационих услуга које по мишљењу произвођача надмашују могућности сателита и земаљских станица (SCEYE, n.d.).

Предности HAPS платформи се огледају у погледу енергетске ефикасности, великих површина за прикупљање соларне енергије, стабилног лета на великим висинама, могућности дуготрајног обављања мисија, као и у погледу чињенице да им није неопходно често полетање и слетање. Недостаци подразумевају конструкцију која је осетљива на неповољне временске услове, ограничену могућност обраде података од стране рачунара, лимитиране маневарске

способности, време неопходно за постизање максималне висине лета, велике оперативне трошкове, као и неповољан утицај ваздушних струјања (Kiam et al., 2021).

HAPS који се користи у сврху бежичне комуникације поседује предности у поређењу са земаљским системима будући да има могућност покривања сигналом веће површину уз ниже трошкове (Arum, Grace & Mitchell, 2020). HAPS се могу брже позиционирати на предвиђену локацију у односу на сателите и не захтевају инфраструктуру налик оној која се користи за земаљске мреже. Уз то ради се о флексибилним платформама које се могу надоградити чиме се повећава њихова флексибилност употребе (Gonzalo et al., 2018). HAPS платформе одликује и мање кашњење сигнала у поређењу са сателитима будући да своје мисије реализују на мањим висинама. Уз то HAPS имају могућност квази стационарног позицирања (Karabulut Kurt et al., 2021). За функционисање HAPS су потребни једноставнији и мањи земаљски терминали у поређењу са сателитима за исти проток података. Цена умрежавања HAPS платформи је нижа у односу на сателите, док антене смештене на HAPS иако покривају мању област, поседују већи капацитет захваљујући могућности усмеравања (Gonzalo et al., 2018). Што се таласног спектра тиче, многи савремени сателити се крећу у правцу емитовања mm таласа ради унапређења пружања услуга на великим удаљеностима. Са друге стране треба истаћи да HAPS има предности у поређењу са сателитима будући да је стационаран на мањој удаљености од Земље што омогућава пружање мобилних услуга користећи лиценциране опсеге на ниским фреквенцијама (испод 6 GHz) (GSMA, 2021). Компаније Кејмбриџ Консалтанс (Cambridge Consultants) и Стратосферик Платформс Лимитед (Stratospheric Platforms Limited) удруженим снагама развијају антену способну да емитује 5G сигнал из стратосфере брзином која премашује 100 Gbps и у стању је да покрије подручје у пречнику од 140 km. Оно што антену чини примењивом за HAPS платформе је њена релативно мала маса од свега 120 kg (The Engineer, 2020; Cambridge Consultants, n.d.). Будућност HAPS зависи од могућности превазилажења технолошких изазова који се тичу масе структуре, складиштења енергије, термалних изазова у зони лета, понашање током лета на мањим висинама, као и у погледу поузданости. Изван технолошких димензија су и проблеми у погледу финансирања пројеката као и ривалитет са конкуренцијом у погледу микросателита (D'Oliveira, de Melo & Devezas, 2016).

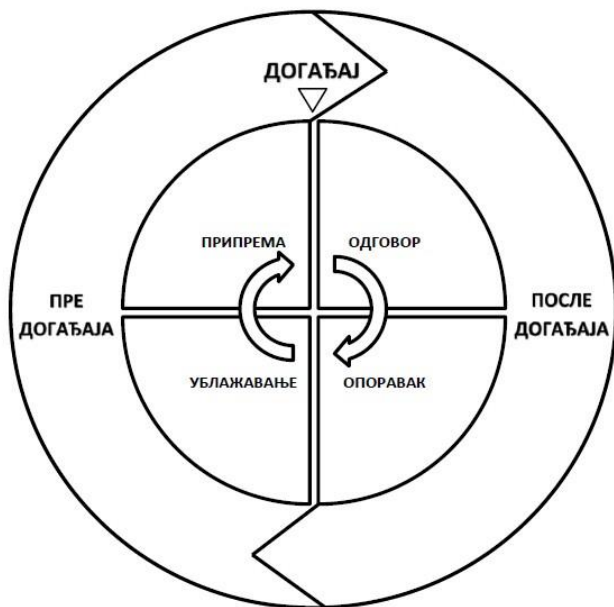
Поглавље 3

ТЕОРИЈСКИ ОКВИР ИСТРАЖИВАЊА

3.1. Примена UAS у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама

Према Закону о смањењу ризика од катастрофа и управљању ванредним ситуацијама „Катастрофа представља елементарну непогоду или техничко-технолошку несрећу чије последице угрожавају безбедност, живот и здравље већег броја људи, материјална и културна добра или животну средину у већем обиму, а чији настанак или последице није могуће спречити или отклонити редовним деловањем надлежних органа и служби“ (Službeni glasnik Republike Srbije, 2018).

Системи беспилотних ваздухоплова имају могућност примене у свакој фази циклуса управљања катастрофама (Слика 3.1): ублажавање, припрема, одговор и опоравак (Rabta, Wankmüller & Reiner, 2018). Можемо да констатујемо да се системи беспилотних ваздухоплова могу користити пре и после катастрофе. Без обзира на чињеницу колико су системи беспилотних ваздухоплова применљиви у свим фазама управљања катастрофама, њихова употреба је и даље ограничена и данас се поменути системи углавном користе у фази одговора (Chowdhury et al., 2017).



Слика 3.1. Циклус управљања катастрофама (Alexander, 2002, р. 6)

3.1.1. Предмет истраживања

Република Србија је подложна катастрофама узрокованим деловањем природних сила (елементарних непогода), попут: земљотреса, поплава, шумских пожара, лавина, олуја, клизишта итд. (Lukić et al., 2013). Према INFORM индексу ризика у погледу хуманитарних криза и катастрофа за 191 државу за 2022. годину, Република Србија има индекс ризика 3,0. Ако упоредимо тај индекс ризика са осталим земљама Западног Балкана, само Босна и Херцеговина има нешто већи индекс ризика - 3,5 (INFORM, 2021). У временском периоду од 1981. до 2016. године у Републици Србији регистрована су три земљотреса магнитуде VIII степени MMI скале (Модификоване Меркалијеве скале) - 1983. године, 1984. године и 1998. године (Republički zavod za statistiku, 2017). Земљотрес магнитуде од VII степени MMI скале са епицентром у граду Краљеву 2010. године проузроковао је штету на 5.967 грађевина од којих је 1.551 проглашено небезбедним за живот. Процењује се да је преко 50% Републике Србије подложно земљотресима магнитуде VII степени MMI и 20% на земљотресе магнитуде од VIII степени MMI (Agencija za zaštitu životne sredine, 2014).

У Републици Србији постоји 99 значајних поплавних подручја (Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede, 2012). У временском периоду од 1915. до 2013. године забележено је 848 бујичних поплава у којима су живот изгубиле 133 особе (Petrović, Kostadinov & Dragičević, 2014). Током 2014. године поплаве у Републици Србији погодиле су приближно 1,6 милиона грађана, а 31.879 је евакуисано из угрожених подручја. У поплавама је страдала 51 особа и од тог броја 23 особе су изгубиле живот услед утапања. Укупна вредност причињене штете износила је 1.525,3 милиона евра, од чега је 885,2 милиона настало услед директног дејства поплава, док је 640,1 милиона последица економских губитака услед нефункционисања привреде. Пре ове катастрофе, априла 2006. године, река Дунав достигла је свој највиши ниво у последњих 100 година, што је имало за последицу расељавање 11.000 људи, док је 225.000 ња земљишта било директно угрожено поплавом. Процењено је да је укупна штета узрокована поплавом износила око 35,7 милиона евра. Према појединим проценама око 1,57 милиона ња територије Републике Србије се налази у подручјима подложним поплавама. Приближно 512 насеља, 515 индустријских постројења, 4.000 km путева и 680 km железница може бити угрожено потенцијалним поплавама (Agencija za zaštitu životne sredine, 2014).

Укупна површина покривена шумом у Републици Србији обухвата више од 2.168.746 ha. У 2012. години ватрена стихија је уништила око 7.460 ha шуме (око 63.118 m³ стабала) (Republički zavod za statistiku, 2017).

Највећа катастрофа изазвана људским фактором (техничко-технолошка несрећа) у Републици Србији догодила се 1999. године, када је Северноатлански савез познатији под називом НАТО пакт, покренуо кампању војних удара из ваздуха против Савезне Републике Југославије (Србија и Црна Гора) која је трајала 78 дана. Током трајања сукоба 5. маја 1999. године, формирана је заједничка радна група програма Уједињених нација за животну средину и програма Уједињених нација за насеља (UNEP/UNCHS) са мисијом анализирања утицаја војних операција на животну средину и насељена подручја, названа Балканска радна група (BTF). Током своје мисије, поменута радна група је обишла бројне локације (подручја у непосредној близини индустријских постројења која су била мета напада) у Републици Србији како би прикупила узорке ради утврђивања степена загађења тла. Током мисије BTF детектоване су четири локације са највећим степеном загађења (Панчево, Нови Сад, Крагујевац и Бор) и стање које је затечено на поменутим локацијама захтевало је предузимање хитних мера. Током мисије, утврђено је да је најтеже погођен град Панчево где је услед штете нанете постројењима у земљу доспело 2.100 тона етилен дихлорида и 8 тона живе. Бомбе су проузроковале и сагоревање 460 тона винилхлоридног мономера и 80.000 тона нафте и нафтних деривата (UNEP & UNCHS, 1999).

3.1.2. Преглед литературе која се бави применом UAS у управљању катастрофама

У сценаријима катастрофе, системи беспилотних ваздухоплова могу се користити за различите задатке као што су: одржавање комуникације изнад катастрофом захваћеног подручја, у сврху мапирања подручја погођеног катастрофом и могу имати активну улогу у мисијама трагања и спасавања (Tanzi et al., 2016). После земљотреса 2015. на грчком острву Лефкада (Lefkada), UAS су употребљени у сврху прикупљања података о сеизмичким утицајима, са фокусом на мапирање и прикупљање података о великим клизиштима (Valkaniotis, Papathanassiou & Ganas, 2018). Током земљотреса 2013. године који је погодио планинску регију Лушан (Lushan) у Кини, системи беспилотних ваздухоплова су ефикасно употребљени у сврху мисија трагања и спасавања са високом стопом откривања урушених зграда (Qi et al., 2016). Фотограметрија уз употребу система беспилотних ваздухоплова је успешно употребљена за потребе реконструкције и урбанистичког планирања након разорног земљотреса 2009. године у селу Вилја Сент Анђело (Villa Sant'Angelo) у Италији (Alicandro & Rotilio, 2019). Једна друга студија усредсређена је на могућу примену система беспилотних ваздухоплова као подршку хуманитарним напорима после земљотреса на основу сценарија хипотетичког земљотреса у Техерану (Tehran) (Golabi, Shavarani & Izbirak, 2017). Систем беспилотног ваздухоплова се

може користити као део алтернативне комуникационе мреже у подручјима захваћеним катастрофом када је постојећа комуникациона опрема преоптерећена или онеспособљена (Deruyck et al., 2018). Беспилотни ваздухоплови опремљени са једним ротором, као и беспилотни ваздухоплови опремљени са шест ротора могу се на ефикасан начин употребити за процену степена оштећења на објектима проузрокованих сеизмичком активношћу (Chen et al., 2016). Системи беспилотних ваздухоплова се могу применити са великом прецизношћу у сврху инспекције конструкције зграда погођених земљотресом (Achille et al., 2015).

За процену ризика услед поплава и реаговање у ванредним ситуацијама систем беспилотног ваздухоплова представља исплативу и ефикасну платформу, способну за лет на малим висинама, опремљену сензорима високе резолуције (Gebrehiwot et al., 2019). Олуја Дезмонд (Desmond) која је погодила Велику Британију 2015. године, проузроковала је плувијалну и флувијалну ерозију у месту Кокермаут (Cockermouth) у Камбрији (Cumbria). Системи беспилотних ваздухоплова употребљени су за детекцију поплавлених имања и процену трошкова проузрокованих олујом у поменутој области са стопом успеха од скоро 84% у поређењу са свим другим употребљеним методама (Casado et al., 2018). Muthusamy и сарадници (2019) су такође истраживали плувијално и флувијално плављење Кокермаута (Cockermouth) уз употребу система беспилотних ваздухоплова у сврху одређивање висине износа причињене штете. Они су предложили даља побољшања методологије у погледу могућности детекције поплавлених имања и процене трошкова проузрокованих олујом, која су примењива и на друга подручја погођена поплавама.

Системи беспилотних ваздухоплова су употребљени за теренска испитивања на локацијама Масаја (Masaia) у Никарагви, Туриабла (Turrialba) у Костарики и Стромболи (Stromboli) у Италији, у сврху анализирања емисије гасова који се ослобађају из вулкана. Беспилотни ваздухоплов опремљен бројним сензорима намењеним за анализу вулканског гаса се показао као изузетно поуздана платформа и пожељна алтернатива у односу на мерења која се спроводе на самом тлу (Rüdiger et al., 2018). Током ерупције на планини Етна (Etna) у Италији 2017. године, беспилотни ваздухоплови опремљени камерама високе резолуције коришћени су за одређивање тока лаве. Информације засноване на ортофото снимцима и дигиталном елевационом моделу (DEM) добијене на овај начин, показале су се корисним у погледу смањења потенцијалних ризика као и у сврху пружања неопходних информација сектору цивилне заштите (De Beni, Cantarero & Messina, 2019). Беспилотни ваздухоплови различите конфигурације су успешно коришћени на планини Унзен-Фуген (Unzen-Fugen) у Јапану за

прикупљање информација у сврху израду модела симулације протока лаве током вулканске ерупције (Nagatani et al., 2018).

UAS са способношћу ношења корисног терета у виду мултиспектралних камера може се користити као ефикасно средство после пожара за евалуацију обима ватром уништене вегетације коју је неопходно обновити (Fernández-Guisuraga et al., 2018). У елементарним непогодама као што су шумски пожари, системи беспилотних ваздухоплова имају предност у односу на ваздухоплове којима управља човек јер не постоји било каква опасност по оператора, а уз то су јефтина, веома агилна решења која одликује изузетно кратко време реаговања током реализације мисија. Системи беспилотних ваздухоплова опремљени камерама за детекцију ватрене стихије и њеног кретања представљају изузетно поуздане и веома прецизне платформе које пружају добре резултате у откривању шумских пожара (Yuan, Liu & Zhang, 2017). У случају шумског пожара, UAS се може успешно користити у мисијама трагања и спасавања (Search and Rescue - SAR), без обзира на ограничења узрокована комплексним окружењем. Предности система беспилотних ваздухоплова подразумевају способност прикупљања велике количине различитих информација уз употребу различитих сензора, способност садејства, као и готово занемарљив ризик по друге особе које су активно укључене у мисије трагања и спасавања. Већина постојећих UAS решења (без обзира на конфигурацију ваздухоплова) може се ефикасно прилагодити за потребе мисије трагања и спасавања у случају шумског пожара (Karma et al., 2015).

Martin и сарадници (2016) су доказали да се систем беспилотног ваздухоплова опремљен сензором за детекцију радиоактивности може успешно користити за брзо мерење нивоа радијације на великим локацијама као што је то рецимо нуклеарна електрана Селафид (Sellafield) у Великој Британији уз могућност примене и на другим локацијама у сврху откривања радиоактивног зрачења. UAS такође може бити веома корисно средство у потрази за изгубљеним или отуђеним радиоактивним материјалом. Беспилотни ваздухоплов опремљен сензором за детекцију зрачења који се користи у комбинацији са камером, способан је да детектује изгубљени или отуђени радиоактивни материјал са великом прецизношћу (Li et al., 2018). Након катастрофе у нуклеарној централі Фукушима Даичи (Fukushima Daiichi) у Јапану, системи беспилотних ваздухоплова су успешно коришћени у сврху мерења повишеног нивоа радиоактивности у непосредном окружењу постројења (Sanada, Orita & Torii, 2016; Sanada et al., 2018).

Након пуцања бране и изливања пепела и шљаке из термоелектране на угаљ Ден Ривер (Dan River) 2012. године, системи беспилотних ваздухоплова су ефикасно употребљени за мерење обима хаварије. Јефтини системи беспилотних ваздухоплова су се показали као ефикасна платформа за брзо и прецизно мерење обима изливеног пепела и шљаке захваљујући способности да носе широк спектар сензора, као и због лакоће њихове употребе (Messinger & Silman, 2016).

Различите конфигурације система беспилотних ваздухоплова се данас интензивно користе у сврху надзора и мапирања нафтовода и гасовода. Мисије UAS укључују задатке као што су: инспекција нафтних поља и њиховог окружења ради откривања потенцијалних рањивих тачака, истраживање подручја Артика пре израде бушотина, безбедносни надзор нафтних платформи и инспекцију нафтовода у сврху детекције могућег цурења (Gomez & Green, 2017).

3.2. Примена система беспилотних ваздухоплова у урбаним срединама

У бројним државама у свету у току је процес урбанизације, који у регионима у развоју у већини случајева прати одговарајући економски раст (Wang et al., 2020). Тренд урбане миграције довео је до неминовне дигитализације урбаног окружења и његове инфраструктуре која ће у великој мери допринети благостању грађана (Heaton & Parlakad, 2019). У циљу побољшања квалитета живота грађана, неопходно је интегрисати информационо-комуникационе технологије у градску инфраструктуру. Стога постоји изузетно велика потреба за паметним решењима која могу на ефикасан начин да реше све проблеме који се могу појавити у једном тако комплексном окружењу (Topaloglu, Yarkin & Kaya, 2018). Образовану радну снагу из свих делова земље привлачи урбано окружење, што за последицу има велику људску и економску експанзију. Истовремено, она изазива и бројне проблеме, будући да инфраструктура у урбаним срединама није у стању да се на адекватан начин носи са динамичним променама.

Системи беспилотних ваздухоплова представља једну од дисруптивних технологија која може проактивно да допринесе трансформацији урбаних и пери-урбаних средина. Системи беспилотних ваздухоплова су веома прилагодљива, високо мобилна, продуктивна, јефтина решења способна да обављају различите задатке у сложенем урбаном окружењу. У урбаним срединама и паметним градовима, UAS се не може доживљавати само као својеврсно парцијално решење, већ као саставни део технологије који може допринети побољшању услова живота становника.

3.2.1. Предмет истраживања

Београд, главни град Републике Србије, налази се у југоисточној Европи између Балканског полуострва и Панонске равнице на обалама две велике европске реке – Саве и Дунава (Dražić et al., 2014). Географске координате центра Београда су: 44°49'14'' северне географске ширине и 20°27'44'' источне географске дужине. Највишу тачку ширег градског подручја представља планина Космај, са својих 628 метара надморске висине, док се најнижа тачка града налази на 71 метар надморске висине у општини Гроцка (Sekretarijat za upravu - Sektor statistike, 2019).

Београд представља значајан административни, привредни, географски и културни центар Србије са својих 17 градских општина. Укупан број становника у 2011. години износио је 1.659.440 становника. Главни град Републике Србије заузима укупну површину од 3.234 квадратних километара са густином насељености од 513 становника/km² (Republički zavod za statistiku, 2019).

Уопштено говорећи, у постсоцијалистичким земљама (а једна од њих је и Република Србија) ниво имплементације паметних решења у урбаној средини је занемарујући, а Београд се у овом тренутку не може сматрати паметним градом (Milošević et al., 2019). У оквиру истраживања које је имало за циљ рангирање паметних одрживих градова у Европи, на листи од 28 европских главних градова, последњих једанаест од четрнаест места на самом дну листе заузимају градови из источне Европе (Akande et al., 2019). Чланице такозване „Вишеградске групе“ (Мађарска, Пољска, Словачка, Чешка) имају селективан приступ када су у питању паметне иницијативе. Више је него приметно да се фаворизују решења, која се, рецимо, тичу транспорта и енергетике, док се далеко мање пажње поклања квалитету живота и сегменту управљања (Ibanescu et al., 2020). Вреди напоменути да градови које су некада биле саставни део источног блока показују далеко динамичнији урбани развој од градова западноевропских земаља. Треба истаћи да је развој ових градова у почетку био изузетно спор, али да је са приступањем поменутих држава ЕУ и масовнијим доласком страних инвеститора, ситуација почела да се мења на боље (Garcia-Ayllon, 2018). У земљама централне и источне Европе такође постоји потенцијал за побољшање нивоа и квалитета живота уколико се у потпуности искористе потенцијали које нуде паметна решења и људски потенцијал (Kola-Bezka, Czupich & Ignasiak-Szulc, 2016). Из свега горе поменутог може се закључити да су у неким источноевропским земљама паметне иницијативе ургентније решење за актуелне урбане проблеме, у поређењу са дугорочним стратегијама будућег развоја града (Sikora-Fernandez, 2018).

Данашњи Београд није у стању да одговори на бројне изазове које доноси убрзани развој. Постоји веома уочљив диспаритет између Београда и других градова и региона у Републици Србији са аспекта броја становника и динамике експанзије (Milošević et al., 2019). Београд се суочава са бројним потешкоћама које су последица урбанизације, отелотворене у виду бесправне градње, загађења и саобраћајних загушења (Živanović et al., 2019). Тренутна ситуација је алармантна и захтева предузимање мера у правцу трансформације града у паметан град који има потенцијал да унапреди квалитет живота својих становника уз употребу високе технологије. Данас у Београду постоје извесне иницијативе које кореспондирају са иницијативама које сусрећемо код неких паметних градова, али су оне сведене на форму веб (web) сајтова и мобилних апликација које у ограниченој мери доприносе бољитку грађана.

Град Београд је изабран као део истраживања из више разлога. Посматрано са историјске и културолошке тачке гледишта, Београд је место где се сусрећу исток и запад и он је у великој мери налик другим градовима југоисточне и централне Европе. Београд је град у транзицији који се суочава са бројним изазовима, али и потенцијалима за даљи развој. Можемо да тврдимо да Београд поседује јединствену комбинацију фактора који граду дају могућност за даљи напредак и лимитирајућих фактора који у великој мери спутавају његов даљи развој. Сврха истраживања је да се размотри могућност примене дисруптивних технологија у циљу трансформације града који је ближи револуционарном, него еволуционом приступу са циљем даље модернизације и хуманог развоја. Разлог за овакав став је постојеће стање у граду Београду, као и другим градовима централне и југоисточне Европе, који су оптерећени бројним и веома озбиљним урбаним проблемима и који ће са спорим темпом имплементације паметних решења заостајати за развијеним европским престоницама дуги низ година.

3.2.2. Концепт паметног града

Концепт паметног града се по први пут помиње деведесетих година прошлог века у контексту доприноса информационо-комуникационих технологија модернизацији градске инфраструктуре (Albino, Berardi & Dangelico, 2015). Првобитни концепт је подразумевао такозвани свеprisутни град (U-City или Ubiquitous City) који се заснивао на примени ИКТ технологије за решавање различитих проблема у урбаном окружењу. Наредне етапе подразумевају трансформацију свеprisутног града у паметан град, потом почетну етапу постојања паметних градова, паметан град у чијем фокусу је решавање урбаних проблема, закључно са паметним градом који одликују флексибилност и ефикасност у погледу пружања услуга (Kim, 2022). Не постоји униформна дефиниција паметног града и дефиниције се

углавном могу базирати како на корпоративном и академском виђењу, тако подједнако и на гледишту грађана или градске администрације. Неке дефиниције се далеко више фокусирају на технолошки концепт, занемарујући шири контекст који подразумева активнију улогу грађана (Marek, Campbell & Bui, 2017). ITU, специјализована агенција Уједињених нација у области телекомуникација, информационих и комуникационих технологија паметан град сагледава у контексту следеће дефиниције: „Паметан одрживи град је иновативан град који користи информационе и комуникационе технологије (ИКТ) и друга средства за побољшање квалитета живота, ефикасности градског пословања и услуга и конкурентности, истовремено задовољавајући потребе садашњих и будућих генерација у погледу поштовања економских, друштвених и еколошких аспеката“ (ITU, 2014). Поменута дефиниција нуди широк поглед на сагледавање термина паметан град јер у себи инкорпорира како ИКТ, тако и друга средства која су у служби унапређења квалитета живота кроз призму бројних аспеката. Термин паметан град се не може посматрати као заокружена целина, већ се морају узети у обзир различити аспекти његовог функционисања. Узимајући у обзир ту чињеницу паметни град се може посматрати као град који функционише успешно базирано на одређеним карактеристикама (Giffinger et al., 2007). Постоје два основна приступа у погледу сагледавања концепта паметног града: први фокусиран на технологију и други у чијем фокусу је човек (Andreani et al., 2019). Постоје три основне категорије паметних градова базирано на покретачима који се огледају у технологији, правилима и заједници: паметан град 1.0 кога покреће технологија, паметан град 2.0 у коме градска администрација одлучује о примени технологије у складу са визијом развоја града и напослетку паметан град 3.0 у коме градска администрација и грађани проналазе решења за изазове са којима се суочава град (Biloria, 2021).

3.2.3. Димензије паметног града

Постоје различита виђења у погледу броја димензија које укључује паметан град. На основу научне литературе, Samboim и сарадници (2019) су идентификовали четири кључне димензије паметних градова: управљање градом, еколошко-урбана конфигурација, друштвено-институционална структура и технолошко-економска динамика. Bosh и сарадници (2017) су предложили оквир паметног града који укључује пет кључних димензија: људе, планету, просперитет, управљање и експанзију. Giffinger и сарадници (2007) су предложили модел са шест кључних карактеристика паметног града: паметна економија (конкурентност), паметна управа (учешће), паметни људи (друштвени и људски капитал), паметно окружење (природни ресурси), паметно живљење (квалитет живота), и паметна мобилност (транспорт и ИКТ). Тих шест карактеристика укључује 31 фактор. Sen, Eggers & Kelkar (2018) су предложили Deloitte

оквир паметног града који садржи шест урбаних домена: економију, мобилност, безбедност, образовање, живот и животну средину. Sharifi (2019) је предложио модел који је класификовао индикаторе паметних градова у седам главних тема и 44 подтеме. Главне теме укључују карактеристике као што су: економија, људи, управљање, животна средина, живот, мобилност и подаци. Zhu, Li & Feng (2019) представили су оквир са осам праваца за развој паметних градова у Кини: паметна заједница, паметан транспорт, паметна медицина, паметна логистика, паметна енергија, паметна влада, паметни материјали и паметна градња. Lim & Maglio (2018) су идентификовали 12 области које обухватају паметни градови: паметни уређаји, паметно окружење, паметна кућа, паметна енергија, паметна зграда, паметан транспорт, паметна логистика, паметна пољопривреда, паметна безбедност, паметно здравље, паметно угоститељство и хотелијерство и паметно образовање. За потребе ове тезе користиће се модел који су предложили Giffinger и сарадници (2007) и који сагледава шест димензија паметног града приказаних у Табели 3.1.

Табела 3.1. Карактеристике паметног града и њихови фактори (Giffinger et al., 2007, p. 12)

Паметна економија	Паметна управа	Паметни људи
Иновативни дух Предузетништво Економски имиџ и робна марка Продуктивност Флексибилност тржишта рада Међународна утемељеност Способност трансформације	Учешће у доношењу одлука Јавне и социјалне службе Транспарентно управљање Политичке стратегије и перспективе	Ниво квалификација Склоност ка доживотном учењу Друштвена и етничка плуралност Флексибилност Креативност Космополитизам / Отвореност ума за нове идеје Учешће у јавном животу
Паметно окружење	Паметно живљење	Паметна мобилност
Атрактивност природног окружења Загађење Заштита животне средине Управљање одрживим ресурсима	Установе културе Здравствени услови Индивидуална безбедност Квалитет становања Образовне установе Туристичка атрактивност Социјална кохезија	Локална доступност Национална / Интернационална доступност Доступност ИКТ инфраструктуре Одржив, иновативан и сигуран транспортни систем

3.2.4. UAS у паметним градовима

UAS као етаблирани представник дисруптивне технологије може имати истакнуту улогу у развоју и функционисању паметних градова. Системи беспилотних ваздухоплова тренутно нису доминантно заступљени у урбаним срединама, али постоји велики потенцијал да се поменута ситуација промени у блиској будућности. Треба напоменути да је њихово

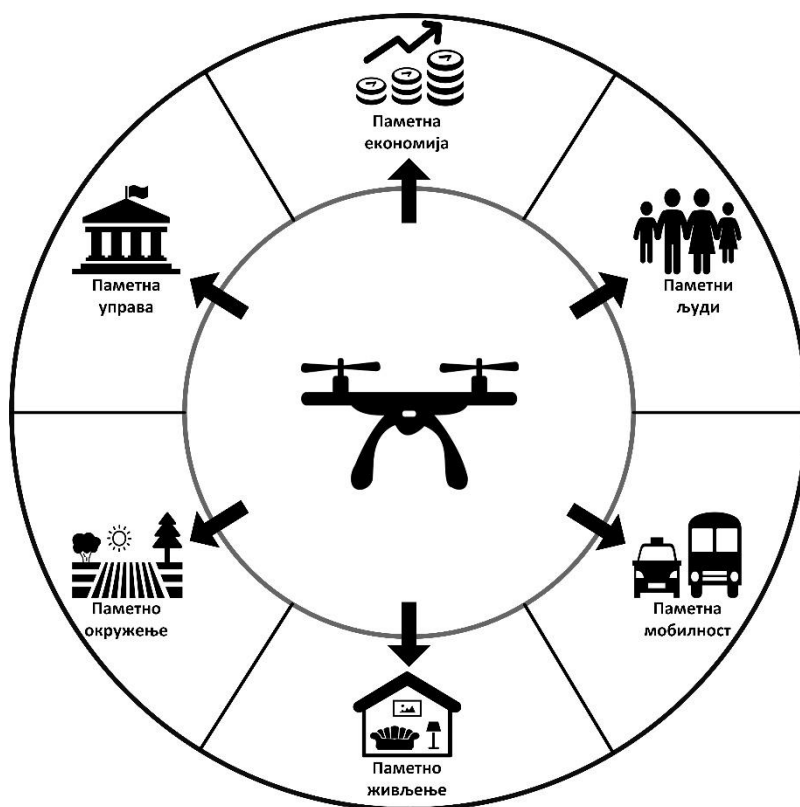
интензивније присуство како у процесу трансформације, тако и након окончане трансформације градова у паметне градове, у великој мери условљено факторима који лимитирају могућност њихове употребе. Са незаустављивим процесом урбанизације и порастом урбане популације намеће се као императив потреба очувања и побољшања квалитета живота становника паметног града. Веома је важно пажљиво размотрити све аспекте ефикасне употребе система беспилотних ваздухоплова у урбаном окружењу. Суштина имплементације система беспилотних ваздухоплова у паметним градовима огледа се у њиховом прилагођавању комплексној урбаној средини. Међутим, такође треба истаћи да је потребна и нека врста адаптације окружења како би се у потпуности искористио потенцијал за примену UAS технологије. Паметни градови морају оптимално искористити сваку потенцијалну могућност за свој напредак. У овом контексту, важно је посматрати систем беспилотног ваздухоплова као ефикасно средство за темељну трансформацију градова у паметне градове, као и за њихов даљи допринос по окончању трансформације у оквиру паметних градова.

3.2.5. Предлог оквира за примену UAS у паметним градовима и могући допринос у контексту шест кључних карактеристика паметног града

Системи беспилотних ваздухоплова имају потенцијал да значајно допринесу трансформацији урбаних средина у тзв. паметне градове, као и да, по окончању трансформације, својом даљом употребом значајно утичу на даљи развоју паметних градова. Велики је изазов дати суд о томе да ли се нека урбана средина може сматрати паметним градом и у којој мери је неки град успешније имплементирао паметна решења. Постоје бројне образовне и научне институције, консултантске куће и компаније које се баве рангирањем (индексирањем) паметних градова. Такође треба указати на чињеницу да се критеријуми (индикатори) на основу којих се спроводи рангирање разликују. Тако рецимо International Institute for Management Development (IMD), швајцарска независна академска установа пружа услуге бенчмарка како државама тако и компанијама базирано на веома опсежним истраживањима, између осталог и по питању глобалног индексирања паметних градова у сарадњи са Singapore University of Technology and Design (SUTD). Приликом рангирања паметних градова узети су у обзир економски и технолошки аспекти са једне стране и квалитет живота, стање животне средине и инклузивност са друге стране. У свом истраживању за 2021. годину, IMD је обухватио својом студијом 118 градова широм света (IMD, n.d.). Information Systems Intelligence (ISi) Lab је током 2022. године објавио извештај који је анализом обухватио 31 град који су рангирани базирано на следећим димензијама: иновације у погледу услуга, прикупљање информација,

одрживост, урбана отвореност, урбана иновативност, инфраструктурна интеграција, партнерство и управа паметног града (Isi Lab, n.d.). TU - Vienna University of Technology је такође дао свој допринос у виду рангирања 77 градова чији се број становника креће од 100.000 до 500.000 становника и 90 градова чији број становника се креће од 300.000 до 1.000.000 становника у оквиру ЕУ. Рангирање за сваку групу градова је спроведено базирано на шест кључних области урбаног развоја (паметна економија, паметна управа, паметни људи, паметно окружење, паметна мобилност и паметно живљење) (European smart cities, n.d.).

На основу модела који су предложили Giffinger и сарадници (2007) (Табела 3.1), креиран је оквир који узима у обзир употребљивост и допринос UAS технологије за сваку од шест појединачних димензија паметног града (Слика 3.2). Предложена примена система беспилотних ваздухоплова је усклађена са факторима који су додељени свакој од поменутих шест димензија. Допринос UAS у било којој димензији ће се свакако одразити на успешну трансформацију града у паметан град и на његово функционисање током процеса трансформације. Предложени оквир је представљен у Табели 3.2.



Слика 3.2. Примена UAS у паметним градовима посматрано кроз призму шест кључних карактеристика паметног града (Илустрација: аутор рада према Giffinger и сарадници, 2007).

Табела 3.2. Оквир за примену UAS у паметним градовима и могући допринос у контексту
шест кључних карактеристика паметног града

Паметна економија	Паметна управа	Паметни људи
Фотограметрија; Прецизна пољопривреда; Инжењеринг и грађевинарство;	Урбано планирање; Мониторинг врста; Управљање пандемијом; Велики подаци (Big Data); Инспекција инфраструктуре (зграде, мостови, мреже и аеродроми);	UAS као алат у служби образовања; Трке UAS; Мапирање понашања;
Паметно окружење	Паметно живљење	Паметна мобилност
Мониторинг животне средине и вода (квалитет ваздуха, мониторинг загађења, мониторинг вода, мониторинг тла, мониторинг постројења)	Надзор особа; Управљање катастрофама (природне катастрофе и катастрофе које је изазвао човек); Зелено становање (губитак енергије); UAS у медицинске сврхе (Транспорт узорка крви и медицинског материјала, UAS дефибрилатори, достава донираних органа); Новинарство; Туризам; UAS за снимање спортских и културних догађаја; UAS у урбаној археологији;	Праћење и управљање саобраћајем (возила или пешаци на земљи); Урбана мобилност у ваздуху; Паметно паркирање;

3.2.6. Преглед литературе која се бави применом UAS у паметним градовима у контексту шест кључних карактеристика паметног града

3.2.6.1. UAS за паметну економију

Фотограметрија

У светлу паметне економије, употреба система беспилотних ваздухоплова у сврху фотограметрије представљају један користан алат за реализацију пројеката паметних градова. Системи беспилотних ваздухоплова представљају веома прецизну, нискобуџетну платформу, која са аспекта примене у фотограметрији и даљинској детекцији, поседује велики потенцијал за даљи раст и развој (Colomina & Molina, 2014; Hugenholtz et al., 2013). Maria Mateos и сарадници (2017) су применили технику фотограметрије уз комбиновану употребу UAS и

сателитске технике даљинске детекције (PSInSAR) у урбаној области Карменес дел Мар (Karmenes del Mar) у Шпанији како би квантификовали степен померања зграда услед последица клизишта на литоралном подручју. Добијени резултати су значајно унапредили разумевање кинематике клизишта. Нискобуџетни систем беспилотног ваздухоплова у комбинацији са бесплатним софтверским алатом отвореног кода показао се као веома квалитетно решење за процену становништва у урбаним срединама употребом технике дасиметричног мапирања (Rebelo, Rodrigues & Tenedório, 2019). Kim и сарадници (2013) су реализовали студију у којој је паметни телефон коришћен као корисни терет UAS и поменута платформа се показала као употребљиво решење за аерофотограметрију.

Прецизна пољопривреда (урбана и пери-урбана)

Системи беспилотних ваздухоплова имају значајно место у прецизној пољопривреди и поседују велики потенцијал у погледу будуће употребе (Deng et al., 2018; Raeva, Šedina & Dlesk 2019; Hassler & Baysal-Gurel, 2019; Perz & Wronowski, 2019). UAS се може користити за: мапирање пољских усева (Comba et al., 2015, Souza et al., 2017), детекцију стреса који се јавља код биљака (Zarco-Tejada, González-Dugo & Berni, 2012; Zhang et al., 2020), процену штете која се може јавити на усевима (Zhou et al., 2016; Kuželka & Surový, 2018), фенотипизацију биљака (Sankaran et al., 2015; Maimaitijiang et al., 2017), мапирање корова (Pantazi et al., 2017; Rasmussen et al., 2013; Pérez-Ortiz et al., 2015), запрашивање из ваздуха (Faiçal et al., 2017; Xue et al., 2016; Tang et al., 2018) итд. Са развојем градова и повећаном потребом за храном, сведоци смо драматичних промена у сфери урбане и пери-урбане пољопривреде. Приметно је да рапидна урбанизација угрожава опстанак пери-урбане пољопривреде (Wästfelt & Zhang, 2016; Dieleman, 2017), док истовремено долази до пораста урбане пољопривреде која егзистира у контролисаном окружењу (Goodman & Minner, 2019). Системи беспилотних ваздухоплова имају велики потенцијал за примену у урбаним срединама, посебно у погледу пери-урбане пољопривредне производње (Schlesinger, 2014), али треба истаћи да је тај потенцијал свакако мање значајан по обиму од оног који постоји у подручјима са интензивном пољопривредном производњом.

Инжењеринг и грађевинарство

Према Tatum & Liu (2017) грађевинска индустрија користи системе беспилотних ваздухоплова за: фотографисање, снимање, инспекцију и безбедносни надзор. На градилиштима, UAS у комбинацији са апликацијама за планирање се може користити за праћење напретка изградње

(Freimuth & Koenig, 2018). Melo и сарадници (2017) су закључили да системи беспилотних ваздухоплова могу осетно да унапреде инспекцију у погледу безбедности на градилиштима и развили су посебан протокол за безбедносну инспекцију оличен у четири корака у сврху прикупљања, обраде и анализе безбедносних захтева. Siebert & Teizer (2014) су демонстрирали способност система беспилотног ваздухоплова да прибави мобилне тродимензионалне податке у сврху мапирања операција ископавања и транспорта земље на неколико међусобно удаљених грађевинских локација. Према Gheisari & Esmaeili (2019) систем беспилотног ваздухоплова се на градилишту може користити у сврху побољшања безбедности надгледањем свих безбедносних аспеката приликом употребе дизалица, различитих типова возила, итд. Три најважније карактеристике UAS у смислу безбедности градилишта укључују: мобилност у погледу употребе сензора, детекцију препрека и избегавање судара, као и видео стриминг слике добијене од стране сензора у реалном времену. Bang и сарадници (2017) су предложили метод који инкорпорира систем беспилотног ваздухоплова са циљем спровођења надзора на градилишту. Систем има могућност да креира висококвалитетне панорамске слике како би пружио информације од значаја за управљање изградњом. Систем беспилотног ваздухоплова опремљен сензорима који могу да региструју термалну и мултиспектралну слику могао би да се користи у високоризичном окружењу у сврху детектовања и мапирања нестабилног тла током процеса подземног ископавања (Turner, MacLaughlin & Iverson, 2020). Примена UAS за потребе инспекције полетно-слетних стаза на аеродромима носи са собом бројне користи у погледу повећања капацитета аеродрома, веће безбедности, нижих трошкова и др. уз неопходан опрез по питању сценарија могуће колизије беспилотног ваздухоплова са цивилним ваздухопловом (Tomić, Ćokorilo & Macura, 2020).

3.2.6.2. UAS за паметну управу

Урбано планирање

Системи беспилотних ваздухоплова се могу користити за стварања прецизних 3D модела урбаних подручја уз помоћ сензора смештених на ваздухоплову. Тако настали детаљни модели могу да буду од велике користи урбанистима (Erenoglu, Erenoglu & Arslan, 2018). Комбинацијом слика добијених уз помоћ сензора смештених на систему беспилотног ваздухоплова и слика добијених путем класичних метода могу се добити побољшани 3D модели који се могу користити у различитим областима људске делатности укључујући ту и урбано планирање (Wu et al., 2018). Системи беспилотних ваздухоплова представљају ефикасан нискобуџетни алат у урбаном планирању и развоју и могу се применити у сврху

откривање нелегалне градње, праћења изградње објеката, као и у сврху разних других врста надзора која се реализују на грађевинском земљишту (Preethi Latha et al., 2019). У сврху побољшања урбаног развоја, UAS се може користити за прикупљање прецизних геопросторних података о зградама, путевима, вегетацији и висини терена. Нешто мање прецизни подаци могу се генерисати о материјалима који се користе за изградњу, спратности објеката, комуналијама и сл. где је неопходна додатна верификација од стране других извора (Gevaert et al., 2018). Системи беспилотних ваздухоплова имају предност у односу на сателите и друге методе прикупљања података у погледу откривања физичких поремећаја у урбаној средини. Захваљујући способности генерисања висококвалитетних слика на удаљеним урбаним локацијама, UAS могу да представе ситуацију у реалном времену са довољном количином података и да на тај начин потпомогну креирање ефикасније урбане политике у паметним градовима (Grubescic et al., 2018).

Мониторинг врста

Паметна градска управа мора имати поуздане податке за решавање проблема који оптерећују урбану средину. У складу са тим гледиштем, системи беспилотних ваздухоплова се могу, између осталог, користити за одређивање броја паса луталица како би се одредила величина њихове популације и како би се унапредили напори који се улажу у сврху њихове вакцинације (Warembourg et al., 2020). Системи беспилотних ваздухоплова представљају јефтину и ефикасну платформу које се може користити за дистрибуцију мамаца са антихелминцима у циљу сузбијања паразита код паса луталица и борбе против паразитског обољења Ехинококуса (*Echinococcus granulosus*) (Yu et al., 2017).

Управљање пандемијом

Током првог таласа COVID-19 пандемије 2020. године, системи беспилотних ваздухоплова су коришћени за контролу забране напуштања боравишта (lockdown) као резултат координације између различитих нивоа власти. Поменута мера је реализована у епидемијом захваћеним урбаним срединама у Кини, Шпанији, Италији, Немачкој, Француској и САД (Kummitha, 2020). UAS опремљени сензорима коришћени су за праћење и пружање инструкција грађанима уколико се не придржавају протокола у условима ванредне ситуације изазване пандемијом (Kummitha, 2020; Javid et al., 2020). Системи беспилотних ваздухоплова су се такође користили за деконтаминацију отворених јавних простора (Kumar, Gupta & Srivastava, 2020). UAS се могу користити за праћење особа код којих је регистровано присуство вируса, потом

у сврху потраге за појединцима који неовлашћено напуштају зону успостављеног карантина или у циљу праћења изолованих пацијената (Javaid et al., 2020).

Велики подаци (Big Data)

Процеси доношења одлука у паметним градовима заснивају се на такозваним „великим подацима“ (Big Data), који представљају обимну количину информација прикупљених из различитих извора (Hashem et al., 2016). Велики подаци подразумевају атрибуте као што су: велики обим података, различите врсте података, брзина генерисања и ажурирања података, као и значајност података (Huang et al., 2015). Системи беспилотних ваздухоплова се користе за генерисање, пренос и аналитику података и представљају материјализацију ваздушне компоненте великих података (Klauser & Pedrozo, 2017). Системи беспилотних ваздухоплова, авиони са људском посадом, сателити и земаљске лабораторије опремљене новом генерацијом сензора имају способност прикупљања велике количине података у процесу осматрања и анализирања земљине површине и представљају драгоцен извор информација за велике податке (Huang et al., 2018). Урбане платформе података све више заузимају централну улогу у погледу савременог управљања градом (Barns, 2018).

Инспекција инфраструктуре (зграде, мостови и мреже)

Систем беспилотног ваздухоплова опремљен инфрацрвеном камером може се користити за инспекцију у погледу раслојавања мостова која представља озбиљну претњу интегритету конструкције (Ellenberg et al., 2016; Omar & Nehdi, 2017). Као резултат спроведеног термовизијског снимања од стране UAS, поправка оштећене конструкције моста може се извршити благовремено узимајући у обзир наметнуте приоритете (Omar & Nehdi, 2017). Систем беспилотног ваздухоплова опремљен тродимензионалним сензором за корелацију дигиталне слике има предност у односу на традиционалне контактне методе у погледу детерминисања стања конструкције будући да код примене беспилотног ваздухоплова не постоји физичка интеракција са структуром. UAS опремљени сензорима представљају веома добро решење током инспекције конструкција јер имају могућност да спроводе прикупљање информација на местима до којих је тешко доћи другим методама које се користе за праћење стања конструкција. Такође, могу се успешно применити и на локацијама које су потенцијално опасне по особље које је задужено да спроводи испитивање стања конструкције (Reagan, Sabato & Niezrecki, 2017).

Системи беспилотних ваздухоплова се могу користити за инспекцију високонапонских далековода који се користе за снабдевање електричном енергијом урбаних и пери-урбаних средина. Пре употребе UAS, две најчешће методе за инспекцију компоненти далековода биле су посматрање са земље и употреба хеликоптера (Jalil et al., 2019). Qayyum и сарадници (2017) сматрају да систем беспилотног ваздухоплова опремљен камером у боји и инфрацрвеним сензором представља јефтино решење за надзор над далеководима и показало се да је ова метода прикупљања података далеко ефикаснија у поређењу са традиционалним приступом. Такође, аутори су закључили да су системи беспилотних ваздухоплова у условима бујне вегетације ефикасније и економичније решење у односу на друге технике прикупљања података из ваздуха. UAS опремљен ласерским радаром (LiDAR) могао би да се користи за надзор далековода у реалном времену у комплексним метео условима (Azevedo et al., 2019). Систем беспилотног ваздухоплова се показао као веома корисно средство у погледу превентивног одржавања, као и за процену оштећења која могу јавити током експлоатације дистрибутивног система. Међутим, треба истаћи чињеницу да је њихова примена у великој мери ограничена строгим прописима који забрањују аутономни лет ваздухоплова дуж пружања дистрибутивног система (Long, Rehm & Ferguson, 2018).

3.2.6.3. UAS за паметно окружење

Мониторинг животне средине и вода

Системи беспилотних ваздухоплова су се показали као ефикасан и јефтин алат за праћење загађења узрокованог нагомилавањем отпада на плажи (Bao et al., 2018; Gonçalves et al., 2020; Lo et al., 2020; Martin et al., 2018). Rohi, Ejofodomi & Ofualagba (2020) су предложили еколошко решење које подразумева UAS способан за аутоматизовано мерење, детекцију и уклањање полутаната из ваздуха на различитим висинама уз употребу посебног раствора намењеног за смањење загађења који представља користан терет ваздухоплова. Alvear и сарадници (2017) су користили нискобуџетни систем беспилотног ваздухоплова опремљен сензорима за детекцију загађења способан да спроводи мерења потпуно аутономно у изолованим и тешко доступним областима. Villa и сарадници (2016) су дошли до закључка да системи беспилотних ваздухоплова представљају веома корисну и флексибилну платформу за мониторинг квалитета ваздуха захваљујући могућности коришћења бројних сензора као и својим летним карактеристикама, али су такође указали и на бројне изазове који се могу превазићи даљим унапређењем технологије. Ти проблеми се првенствено односе на носивост корисног терета, аутономију лета, димензије ваздухоплова, прецизност и осетљивост сензора.

Паметни градови Лондон и Хелсинки на ефикасан начин користе системе беспилотних ваздухоплова за праћење квалитета ваздуха. У исто време градови попут Сингапура и Лондона користе UAS за праћење стања урбаних водних ресурса (Vodák et al. 2021). Bandini и сарадници (2020) су користили три различита приступа у погледу употребе UAS платформи (LiDAR, фотограметрија и радар) за одређивање елевације водене површине и дошли су до закључка да горе поменути приступи имају бројне предности у односу на традиционалне технике даљинске детекције као и мерења која се спроводе на лицу места у сврху реализације важних хидрометријских посматрања. Систем беспилотног ваздухоплова се може на ефикасан начин користити за процену количине воде настале отапањем снега у сврху раног упозоравања становништва у погледу повећаног протока воде (Niedzielski et al., 2019). Zeng, Richardson & King (2017) су користили системе беспилотних ваздухоплова опремљене спектрометрима као платформу намењену за прикупљање информација о рефлексiji воде и дошли су до закључка да се ова технологија може на ефикасан начин користити за одређивање квалитета воде. UAS опремљен инфрацрвеном термовизијском камером и термалном сондом може се користити за мерење облака водене паре која настаје као резултат испуштања расхладне воде из индустријског постројења у водни ток (DeMario et al., 2017). Систем беспилотног ваздухоплова се ефикасно може користити као систем за узорковање воде у слатководним срединама (Benson et al., 2019). Choo и сарадници (2018) су користили UAS опремљен мултиспектралним сензором за праћење цветања воде услед размножавања алги које представља претњу за екосистем водене средине.

Систем беспилотног ваздухоплова се може ефикасно користити за спровођење различитих мерења у урбаним шумама (Isibue & Pingel, 2020). UAS се показао као једноставно и ефикасно решење за мапирање просторне дистрибуције различитих врста дрвећа у урбаним срединама (Feng & Li, 2019). Систем беспилотног ваздухоплова опремљен одговарајућим сензором може да се користи за мерење брзине ветра са високом прецизношћу на локацијама где се из одређених разлога не може инсталирати стационарни систем исте намене (Prudden et al., 2018).

3.2.6.4. UAS за паметно живљење

Надзор особа

Постоји велики потенцијал за примену система беспилотних ваздухоплова у сврху надзора особа у урбаним срединама и паметним градовима у склопу различитих сценарија. UAS се може користити за препознавање лица особа у реалном времену када се особа од интереса

налази у великој групи људи (Jurevičius et al., 2019). Almagbile (2019) је предложио такозвани FAST алгоритам у комбинацији са системом беспилотног ваздухоплова опремљеног камером са циљем процене концентрације групе људи на одређеном простору. De Freitas и сарадници (2016) су предложили систем са PF и CPF филтерима како би UAS био у стању да реализује праћење велике групе људи. Када је у питању коришћење система беспилотних ваздухоплова за праћење или надзор људи, постоје извесне етичке дилеме које захтевају пажњу, као што су недостатак политичког оквира и одсуство етичког приступа (West & Bowman, 2016).

Управљање катастрофама (елементарне непогоде и техничко-технолошке несреће)

Системи беспилотних ваздухоплова могу се користити пре ванредног стања и током ванредног стања проузрокованог елементарним непогодама као што су: клизишта, поплаве, земљотреси, вулканска активност и шумски пожари (Giordan et al., 2018). UAS у комбинацији са географским информационим системима (GIS) представљају погодно решење у сценаријима после катастрофе у хуманитарној логистици за структурирање мреже у сврху дистрибуције хуманитарне помоћи (Silva, Bandeira & Campos, 2019). Систем беспилотног ваздухоплова се може користити за брзо мапирање терена након катастрофе и процену штете на подручју погођеног земљотресом, а подаци добијени на тај начин су неупоредиво тачнији и пружају више детаља у поређењу са другим традиционалним системима даљинске детекције (Mavroulis et al., 2019; Xu et al., 2014). UAS имају могућност да замене комуникациону инфраструктуру оштећену услед катастрофе, пружајући комуникационе услуге како жртвама тако и спасилачким тимовима на терену (Malandrino et al., 2019; Tuna, Nefzi & Conte, 2014; Sánchez-García, Reina & Toral, 2019). У хуманитарној логистици, систем беспилотног ваздухоплова се може користити и као систем за дистрибуцију помоћи када су у питању неприступачна подручја погођена земљотресом (Chowdhury et al., 2017). У поређењу са другим летилицама, UAS који се користи у сврху дистрибуције помоћи су јефтино, веома агилно решење, способно да изврши бројне мисије и да током лета покрије велику површину у релативно кратком временском периоду (Nedjati, Vizvari & Izbirak, 2016). Lygouras и сарадници (2018) су предложили систем робота-спасиоца за пружање помоћи у хитним случајевима који се састоји од система беспилотног ваздухоплова за обављање аутономних мисија трагања и спасавања. Мали UAS на соларни погон опремљен корисним теретом који чине инфрацрвене камере и камере у боји, представља једноставан и веома ефикасан алат за континуиране дневне и ноћне операције у мисијама трагања и спасавања (Niedzielski et al., 2018). Сlike добијене применом система беспилотних ваздухоплова могу се користити у сврху реконструкције изгледа срушених стамбених објеката након земљотреса. Поменутом

методом 3D моделовања подржавају се напори спасилаца у склопу мисија трагања и спасавања са циљем лоцирања и пружања помоћи жртвама заробљеним испод рушевина (Verykokou et al., 2018). Системи беспилотних ваздухоплова опремљени са детекторима радионуклеида способни су за праћење радиоактивности у ваздуху у случају нуклеарних несрећа (Tang et al., 2016; Lee & Kim, 2019; Šálek, Matolín & Gryc, 2018; MacFarlane et al., 2014). Sinha, Tsourdos & White (2009) су предложили јато (swarm) UAS као поуздан механизам за откривање и праћење контаминације узроковане нуклеарним, биолошким или хемијским извором унутар неког урбаног подручја. Системи беспилотних ваздухоплова који се користе за праћење радиоактивности представљају јефтине, агилне, брзе и веома прецизне системе за детектовање различитих врста зрачења (Martin et al., 2015; MacFarlane et al., 2014), али у исто време имају и одређене недостатке попут мале аутономије лета, зависност од временских услова и мале носивости у поређењу са летилицама са људском посадом које се користе за исту намену (Martin et al., 2015). UAS са уграђеном камером која је упарена са алгоритмом за детекцију пожара је у стању да открије пожар и аутоматски мапира локацију како би пружио неопходне податке надлежним службама на земљи (Esfahlani, 2019). Системи беспилотних ваздухоплова опремљени са термалним камерама се могу користити у ватрогасним јединицама за локализацију пожара и инспекцију пожаром захваћене конструкције током мисије гашења пожара унутар објеката локализованих у урбаним срединама (Pecho, Bugaj & Magdolenová, 2019).

UAS у медицинске сврхе (Транспорт узорака крви и медицинског материјала, UAS дефибрилатори, достава донираних органа)

Системи беспилотних ваздухоплова који се користе за медицинске сврхе имају одређене предности у поређењу са традиционалним приступима у погледу времена одговора, могућности да се стигне до удаљених места, у погледу обима помоћи медицинским тимовима на терену, итд. (Konert, Smereka & Szarpak, 2019). UAS се може користити за допрему медицинског материјала, лабораторијских узорака и комплета за тестирање, аутоматизованих екстерних дефибрилатора, итд. (Balasingam, 2017). Систем беспилотног ваздухоплова опремљен са аутоматизованим екстерним дефибрилатором (AED) може се користити са циљем смањења времена одговора у случају потребе за дефибрилацијом код ванболничког срчаног застоја (OHCA) (Claesson et al., 2017). UAS се може користити као саставни део инфраструктуре за паметну негу захваљујући способности система да прикупља неопходне податке из Body Area Networks (BAN) и мреже Интернет возила (IoV) (Ullah et al., 2019). Eichleay и сарадници (2019) су предложили Алат за доношење одлука о испоруци (Delivery

Decision Tool) како би истражили могућност транспорта медицинског материјала и узорака крви уз помоћу система беспилотног ваздухоплова. У циљу побољшања система здравствене заштите, системи беспилотних ваздухоплова се могу користити за испоруку крви и другог медицинског материјала (вакцине и узорци крви) како би се смањило време реаговања као и трошкови (Ling & Draghic, 2019). Треба истаћи чињеницу да су UAS коришћени током COVID-19 пандемије за транспорт лекова, медицинске опреме, узорака и хране (Madurai Elavarasan & Pugazhendhi, 2020; Boulos & Geraghty, 2020).

Зелено становање (губитак енергије)

Систем беспилотног ваздухоплова опремљен сензорима је изузетно применљив и надасве нискобуџетни алат за биоклиматско урбанистичко планирање (Gaitani et al., 2017). Инфрацрвена термографија реализована уз употребу UAS може се користити за генерисање 3D CAD модела енергетски неефикасних зграда у сврху побољшања постојећег стања по питању енергетске ефикасности (Rakha & Gorodetsky, 2018).

Новинарство

Прелазак са класичног новинарства на новинарство уз помоћ система беспилотних ваздухоплова подразумева: прелазак на ваздушну димензију извештавања, симултани стриминг уживо из различитих извора, аутоматизовано праћење, детаљан надзор, итд. (Clarke, 2014). UAS новинарство обухвата догађаје као што су: спортске манифестације, војни сукоби и разне врсте извештаја из једне нове и потпуно другачије перспективе у односу на традиционално новинарство (Choi-Fitzpatrick, 2014). Предности новинарства уз употребу система беспилотних ваздухоплова су бројне и оне подразумевају: могућност снимања у удаљеном и опасном окружењу, могућност ургентног медијског извештавања са кратким временом реаговања, документарна вредност прибављеног снимка, могућност снимања из различитих перспектива, мање трошкове и ризик обављања мисија у односу на ваздухоплове са људском посадом, итд. У недостатке UAS новинарства спадају: питања безбедности и приватности, релативно висока цена система, технолошка ограничења, сложеност система, неповерење јавности итд. (Barrero, 2018).

Туризам

Kang и сарадници (2020) развили су 3D апликацију која комбинује систем беспилотног ваздухоплова способан да направи фотографије из различитих углова и технологију 3D моделирања у циљу промовисања такозваног паметног туризма. Borkowski & Młynarczyk (2019) су користили UAS опремљен са RGB и мултиспектралним камерама како би проценили туристички потенцијал три језера у западној Пољској. На Новом Зеланду туристичке организације масовно користе системе беспилотних ваздухоплова за израду селфи (selfie) фотографија туриста. Dinhopl & Gretzel (2016) и Chamata & King (2017) су предложили два модела концесија за системе беспилотних ваздухоплова који би се користили у оквиру националних паркова у Сједињеним Америчким Државама. Један је подразумевао беспилотне ваздухоплове лакше од ваздуха способне да направе панорамске снимке, док је други подразумевао беспилотне ваздухоплове са ротационим крилом опремљених технологијом која омогућава посетиоцима бољи доживљај током сплаварења реком.

UAS за снимање спортских и културних догађаја

Системи беспилотних ваздухоплова имају своју примену током разних културних и спортских манифестација. UAS такође имају велики потенцијал у филмској индустрији и могу се ефикасно користити за интелигентно снимање у тзв. ваздушној кинематографији (Mademlis et al., 2019; Karakostas et al., 2020).

UAS у урбаној археологији

У урбаним срединама лоцирана су бројна археолошка налазишта и знаменитости. Савремени градови расту и развијају се углавном на темељима старих насеља чија старост сеже вековима или миленијумима уназад. Систем беспилотног ваздухоплова је веома агилна, једноставна, ефикасна, прецизна, и надасве јефтина платформа за потребе археолошких истраживања и може се користити у сврху очувања археолошких налазишта (Stek, 2016; Campana, 2017; Bakirman et al., 2020).

3.2.6.5. UAS за паметне људе

UAS као алат у служби образовања

Системи беспилотних ваздухоплова могу се користити у оквиру школских учионица у образовне сврхе. Birtchnell & Gibson (2015) разматрају могућност употребе UAS у учионици као саставни део наставног процеса из предмета као што су географија и социологија. Reiss и сарадници (2019) демонстрирају на који начин фотограмetriја уз помоћ UAS може да допринесе наставним активностима и на који начин може да се допринесе њеној даљој промоцији. Студенти Политехничког универзитета у Милану (Politecnico di Milano) похађају предмете током којих учествују у пројектним активностима који се тичу UAS. Лабораторијски курсеви обухватају све аспекте реализације једног пројекта беспилотног ваздухоплова почевши од пројектовања ваздухоплова, па све до његовог тестирања у лету (Giurato, Gattazzo & Lovera, 2019). UAS се може користити за потребе образовног процеса који се базира на реализацији пројеката. Током поменутих курсева студенти стичу неопходна теоријска знања како би након те почетне фазе кроз реализацију практичног дела наставе били оспособљени да дизајнирају сопствени UAS (Hong, Shin & Tsourdos, 2019). López и сарадници (2020) у свом истраживању су демонстрирали да систем беспилотног ваздухоплова може да послужи као део процеса когнитивног тренинга у терапеутске сврхе особа које се суочавају са поремећајем пажње и хиперактивношћу.

Трке UAS

Трке система беспилотних ваздухоплова постају све популарније спортско такмичење које привлачи све већи број како учесника, тако и гледалаца. Аутономне трке дронова (ADR) су веома захтевна дисциплина у којој се оператори UAS међусобно такмиче у скученом затвореном простору користећи само ресурсе којима располаже ваздухоплов (Moon et al., 2019). Такмичари имају могућност да управљају ваздухопловима тако што користе видео сигнал који емитују камере беспилотних ваздухоплова током кретања дуж стазе која садржи бројне препреке (Jung et al., 2017).

Мапирање понашања

Системи беспилотних ваздухоплова се могу користити у мапирању понашања како би се прикупиле информације које се тичу свакодневних активности људи у парковима. Такво

запажање о динамици коришћења паркова представља драгоцен извор података за све појединце који су укључени у процес планирања и пројектовања паркова (Park, Christensen & Lee, 2020). У циљу утврђивања степена физичке активности посетилаца јавних паркова, UAS су поуздан алат за посматрање људи и прикупљање информација о нивоу њихове активности у различитим околностима (Park & Ewing, 2017). Да би одредили локације са великом фреквенцијом посетилаца и побољшали квалитет понуде на некој дестинацији, планери могу да користе системе беспилотних ваздухоплова у сврху праћења колективног понашања туриста (Donaire, Galí & Gulisova, 2020).

3.2.6.6. UAS за паметну мобилност

Праћење и управљање саобраћајем (возила или пешаци на земљи)

Системи беспилотних ваздухоплова се могу користити у сврху управљања саобраћајем у паметним градовима. У поменутом контексту UAS опремљен сензором у виду оптичке камере може се користити за прикупљање драгоцених података како би се потом извршила анализа саобраћаја који се одвија у кружном току (Khan et al., 2018). Li и сарадници (2018) су предложили модел који се користи за планирање протока возила где систем беспилотног ваздухоплова представља погодна средство за прикупљање вредних информација са посебним освртом на минималне трошкове употребе самог система. Wang, Chen & Yin (2016) су представили модел UAS способан да обавља задатке детекције и праћења возила који је погодан за праћење саобраћаја у урбаним срединама. Поменути систем инкорпорира четири основна приступа: прибављање слике са сензора којима је опремљен ваздухоплов, екстракцију података добијених са снимка, детекцију типа возила које је предмет интересовања и активно праћење поменутог возила. Barmounakis & Geroliminis (2020) су реализовали сложени експеримент где се јато од десет беспилотних ваздухоплова користи за надзор великог урбаног подручја како би се прикупиле неопходне информације које се тичу одвијања друмског саобраћаја. UAS може да се користи за детаљну анализу фактора који могу да утичу на ризик од судара између возила на раскрсницама како би се предложиле неопходне мере у циљу повећања безбедности саобраћаја (Gu et al., 2019). Систем беспилотног ваздухоплова може да се користи за прикупљање података са места саобраћајних незгода у циљу спровођења анализе истих и поменутог метода се показала неупоредиво ефикаснија у поређењу са класичним методама увиђаја од стране полиције (Kamnik et al., 2020).

UAS се може на ефикасан начин користити за праћење кретања пешака (Yeom & Cho, 2019; Burkert & Butenuth, 2012). Системи беспилотних ваздухоплова имају способност да прикупљају информације о навикама у погледу понашања пешака у прометним урбаним срединама у сврху побољшања управљања саобраћајем и ради ефикаснијег снабдевања (Sutheerakul et al., 2017). Модел заснован на употреби UAS може се користити за праћење пешака и возила ради материјализације симулације кретања пешака у урбаном окружењу како би се побољшала безбедност пешака на веома прометним раскрсницама (Zhu et al., 2019). Систем беспилотног ваздухоплова опремљен сензорима у виду RGB и термалних камера може да се користи за праћење кретања пешака у сврху надзора или у мисијама потраге и спасавања (De Oliveira & Wehrmeister, 2018).

Урбана мобилност у ваздуху

Систем беспилотног ваздухоплова може да се користи за потребе испоруке робе. У условима пандемије и повећаног обима електронског пословања концепт урбане логистике добија на значају (Tadić, Kovač & Čokorilo, 2021). Под одређеним околностима, поменути вид испоруке има предност у погледу емисије угљен-диоксида (CO₂) у поређењу са испоруком путем доставних друмских возила (Goodchild & Toy, 2018). Постоје бројни модели који се базирају на интеграцији UAS заједно са традиционалним друмским возилима за доставу која се користе као лансирна платформа за беспилотни ваздухоплов у оквиру решења за такозвани “проблем испоруке последње миље” (last mile delivery) (Murray & Chu, 2015; Chang & Lee, 2018; Chiang et al., 2019; Jeong, Song & Lee, 2019; Murray & Raj, 2020; Tadić, Kovač & Čokorilo, 2021). Предности испоруке путем система беспилотног ваздухоплова укључују факторе као што су ефикасност у погледу времена испоруке, једноставност употребе и еколошка димензија. Насупрот томе, негативна страна испоруке уз помоћ UAS укључује факторе као што су проблем приватност, као и постојање одређених оперативних ризика (Yoo, Yu & Jung, 2018).

Паметно паркирање

Систем беспилотног ваздухоплова може да представља ефикасан алат за управљање паркиралиштима у циљу откривања неовлашћено паркираних возила (Dasilva et al., 2017). UAS може да се користи за прикупљање информација о непрописно паркираним возилима у прометним улицама која имају негативан утицај на проток саобраћаја (Al-Jameel & Muzhar, 2020). Подаци добијени од стране система беспилотних ваздухоплова могу да се користе за

утврђивање оптималне потражње за паркинг простором испред јавних објеката, као што је то случај са здравственим установама (Al-Jameel, Hasnawi & Al-Jumaili, 2020).

3.3. Примена UAS са циљем технолошког развоја и свеобухватне трансформације друштва

Употреба система беспилотних ваздухоплова за цивилне сврхе могла би се повезати са шест група људских активности: научна истраживања (геолошка, еколошка, пољопривредна, итд.); превенција и управљање катастрофама (шумски пожари, поплаве, последице земљотреса, итд.); заштита критичне инфраструктуре (цевовода, електроенергетске мреже, саобраћаја, итд.); државна безбедност (надзор границе и обале, посматрање великих јавних догађаја, итд.); комуникације (телекомуникације, широкопојасне комуникације, UAS у улози псеудо сателита) и заштита животне средине (праћење загађења, надзор нафтних поља, итд.) (Skrzypietz, 2012).

3.3.1. Преглед литературе која се бави применом UAS са циљем технолошког развоја и свеобухватне трансформације друштва

Цивилна употреба система беспилотних ваздухоплова у Србији је дозвољена и регулисана је законима. Директорат цивилног ваздухопловства Србије (CAD) је јавна агенција која обавља послове државне управе који су јој поверени Законом о ваздушном саобраћају Републике Србије (Direktorat civilnog vazduhopovstva, n.d.).

У академској литератури постоје бројни примери како се UAS може користити са циљем технолошког развоја и свеобухватне трансформације друштва. Неки од научних радова који се баве специфичном студијском области употребе приказани су у Табели 3.3.

Табела 3.3. Компилација научних радова фокусираних на неколико сегмената примене UAS у цивилне сврхе

Поље употребе	Аутор	Област изучавања
Смањење ризика од катастрофа и управљање ванредним ситуацијама	Xu et al. (2014)	Истраживања након сеизмичке активности
	Giordan et al. (2017)	Праћење и мапирање ефеката елементарних непогода
	Chowdhury et al. (2017)	Дронови у реаговању на катастрофе и у операцијама помоћи
	Dominici, Alicandro & Massimi (2017)	Фотограмetriја у сценарију после земљотреса

	Vona et al. (2017)	Смањење сеизмичког ризика и управљање ванредним ситуацијама
	Beck et al. (2018)	Потрага за жртвама као одговор на катастрофу
Пољопривреда	Zhou et al. (2016)	Процена штете од града на усевима кромпира
	Marino & Alvino (2018)	Детекција хомогености површина засејаних пшеницом
	Shen et al. (2015)	Процена површине под усевима
	Raeva, Šedina & Dlesk (2019)	Праћење усева из ваздуха
	Kuželka & Surový (2018)	Процена штете на усевима узрокована од стране дивљачи
	Chang et al. (2017)	Праћење висине усева уз помоћ дигиталних фотографија
	Xue et al. (2016)	Аутоматизовани систем за запрашивање из ваздуха
Шумарство	Otero et al. (2018)	Управљање шумама мангрова из ваздуха
	Brovkina et al. (2018)	Утврђивање здравственог стања смрча
	Webster et al. (2018)	Тростандардна термичка карактеризација крошњи шума
	Berie & Burud (2018)	Надзор шума
	Puliti et al. (2017)	Узимање узорака на великим површинама под шумом
	Zhang et al. (2016)	Дугорочни мониторинг шума
Грађевинарство	Melo et al. (2017)	Инспекција безбедности на градилиштима
	Buffi et al. (2017)	Инспекција вертикалних структура
	Siebert & Teizer (2014)	Мобилно 3D мапирање за геодетске пројекте
	Ellenberg et al. (2016)	Идентификација деламинације на мостовима
	Dupont et al. (2017)	Примена у оквиру ланца вредности на градилиштима
Фотограмetriја	Díaz-Vilariño et al. (2016)	Аерофотограмetriја за процену загађења услед спирања путева
	Agüera-Vega et al. (2018)	Реконструкција екстремне топографије
	Colomina & Molina (2014)	Фотограмetriја и детекција на даљину
	Iizuka et al. (2018)	Фотограмetriја за анализу пејсажа
	Zeng, Richardson & King (2017)	Утицаји варијабли животне средине на рефлексију воде
Екологија	Martin et al. (2018)	Праћење одлагања смећа на плажи
	Cook et al. (2013)	Истраживања атмосфере у близини обала
	Messinger & Silman (2016)	Спирање пепела насталог сагоревањем угља
	Li et al. (2017)	Истраживање озона у доњој тропосфери
	Anweiler & Piwowarski (2017)	Мультикоптер платформа за истраживање животне средине
	Simic Milas et al. (2018)	Примена за надзор животне средине
Археологија	Field, Waite & Wandsnider (2017)	Посматрање археолошких налазишта
	Lazzari & Gioia (2017)	Анализа археолошких налазишта
	Kreij et al. (2018)	Фотограмetriја Аборицинских археолошких налазишта

	Erenoglu, Akcay & Erenoglu (2017)	3D моделовање и реконструкција локација од културног значаја
	Mozas-Calvache et al. (2012)	Фотограметријско снимање археолошких локалитета
Потрага и спасавање	Lygouras et al. (2018)	Аутономни систем као подршка за спасавање из ваздуха
	Seguin et al. (2018)	UAS у превенцији утапања
	Silvagni et al. (2017)	Потрага и спасавање угрожених у снежној лавини
	Molina et al. (2012)	Потрага за несталим особама
Транспорт	Salvo, Caruso & Scordo (2014)	Анализа саобраћаја у урбаним срединама
	Salvo et al. (2017)	Прикупљање података о саобраћају
	Coutinho, Battarra & Fliege (2018)	Решавање проблема усмеравања и оптимизације путање возила
	Li et al. (2018)	Проблем планирања надзора саобраћаја
	Wang, Chen & Yin (2016)	Детекција и надзор возила која учествују у саобраћају
Радиоактивност животне средине	Kurvinen et al. (2005)	Пројектовање модула за радијациони надзор
	Martin et al. (2015)	Мапирање напуштених рудника уранијума
	Cho & Woo (2016)	Контрола нуклеарне безбедности путем радиолошког мониторинга
	Connor, Martin & Scott (2016)	Мапирање радијације
	Vale, Ventura & Carvalho (2017)	Радиолошки надзор

Поглавље 4

МЕТОДОЛОШКИ ОКВИР ИСТРАЖИВАЊА

4.1. SWOT анализа

Појам SWOT анализа представља акроним од речи: strengths (снаге), weaknesses (слабости), opportunities (шансе) и threats (претње) (Kotler et al., 1998). SWOT анализа представља алат за анализу интерних (снаге и слабости) и екстерних (шансе и претње) фактора окружења, чија је улога да пружи неопходну помоћ приликом доношења стратешких одлука (Kangas, et al., 2016). Интерна анализа (снаге и слабости) се односи на стање у коме се организација налази и у свом фокусу има анализу различитих сегмената пословања организације, док се екстерна анализа (шансе и претње) бави утицајем оперативне околине на пословање организације (Milošević & Živković, 2021). Уколико се спроведе на исправан начин SWOT анализа пружа добру основу за креирање стратешких одлука (Kurttila et al., 2000). SWOT анализа је користан аналитички алат који се може применити у сврху изучавања фактора код различитих појава, почевши од појединачне компаније, преко одређене индустрије, па све до региона, односно државе (Nazarko et al., 2017). SWOT анализа се користи у комбинацији са емпиријским истраживањима у сврху проучавања феномена где постоји потреба за сумирањем и класификовањем различитих гледишта експерата која су по својој природи хетерогеног карактера (Schmidt & Leitner, 2021).

Стандардна SWOT анализа има и одређене недостатке. Ти недостаци се односе на могућност детерминисања непрецизне листе фактора и чињенице да је подложна субјективности оних који је спроводе (Phadermrod, Crowder & Wills, 2019). Велики недостатак стандардне SWOT анализе представља и чињеница да је базирана на квалитативној анализи и да се значај фактора у процесу доношења одлука не може квантификовати, па се из тог разлога комбинује са другим методама у форми хибридних модела (Kurttila et al., 2000; Shinno et al., 2006; Kahraman, Demirel & Demirel, 2007; Phadermrod, Crowder & Wills, 2019).

4.2. Аналитички хијерархијски процес (АНП)

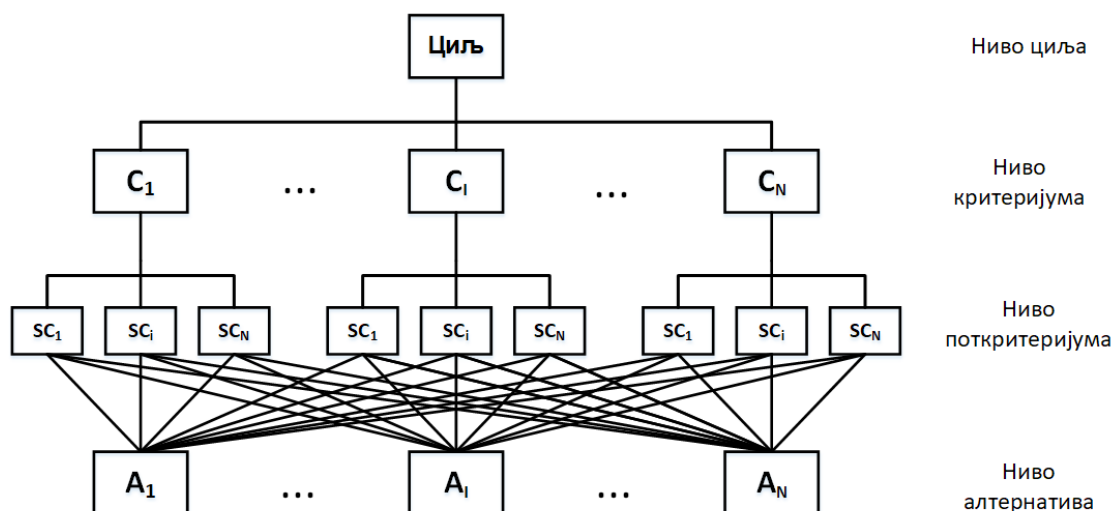
Аналитички хијерархијски процес (АНП) увео је Сати (Saaty) 1980 године. АНП приступ се заснива на три главне компоненте: хијерархији елемената као резултат декомпозиције проблема, методологија мерења у циљу одређивања приоритета међу различитим елементима и теорија мерења која се састоји од израчунавања приоритета и израчунавања конзистентности података од стране стручњака у овој области (Wind & Saaty, 1980). АНП је оквир за решавање проблема где су проблеми одлучивања рашчлањени и хијерархијски структурисани у критеријуме, поткритеријуме, а алтернативе и одлуке су засноване на важности парова

поређења критеријума и алтернатива (Saaty, 1986; Saaty, 1987). У АНР моделу од стручњака се тражи да пруже одговоре на читав низ поређења парова критеријума и алтернатива у којима се елементи пореде у погледу њиховог доприноса њиховим специфичним критеријумима вишег нивоа (Khashei-Siuki, Keshavarz & Sharifan, 2020; Liu, Eckert & Earl, 2020). Релативни значај се одређују на основу поређења колико је пута један елемент важнији у поређењу са другим елементом у односу на одређени критеријум на 9-степену фундаменталној скали апсолутних бројева (Saaty, 2004).

АНР методологија обухвата следећих пет корака (Kou et al., 2013):

1. Дефинисање проблема и његово структурирање;
2. Конструисање матрица упоређивања по паровима;
3. Одређивање јединствених сопствених вредности и јединствених сопствених вектора (енгл. *eigenvectors*);
4. Провера конзистентности матрица упоређивања по паровима;
5. Обједињавање приоритета алтернатива са циљем доношења одлуке.

У првом кораку извршена је декомпозиција проблема на циљ, критеријуме, поткритеријуме и алтернативе (Bhushan, 2004). Успостављена хијерархија структуре одлучивања је представљена на Слици 4.1.



Слика 4.1. Генеричка хијерархијска структура одлучивања са четири нивоа (Ponsiglione et al., 2022)

У другом кораку елементи који се налазе унутар истог нивоа се пореде у паровима у односу на критеријуме који се налазе на вишем нивоу. Поменути елементи се пореде давањем

лингвистичких оцена који представља показатеља колико један елемент доминира над другим у односу на посматрани атрибут помоћу деветостепене скале за упоређивање парова елемената коју је предложио Сати и чији је приказ дат у табели 4.1. (Saaty, 1980).

Табела 4.1. Сатијева скала за упоређивање парова елемената

Интезитет значајности	Дефиниција	Објашњење
1	Исти значај	Две активности доприносе једнако у односу на циљ
3	Слаба доминантност	Искуство и расуђивање незнатно фаворизују једну активност у односу на другу
5	Јака доминантност	Искуство и расуђивање знатно фаворизују једну активност у односу на другу
7	Веома јака доминантност	Веома јака доминантност једне активности у односу на другу и њена доминација је доказана у пракси
9	Апсолутна доминантност	Доминантност највишег степена
2,4,6,8	Међувредности	Компромисне вредности између горе наведених оцена 1,3,5,7 и 9
Реципрочне горе поменуте вредности веће од нуле	Уколико активност i има додељену једну од горе поменутих вредности већих од нуле када се пореди са активношћу j , тада активност j има реципрочну вредност у поређењу са активношћу i	Разумна претпоставка

У овом кораку је формирана је матрица поређења парова A (Једначина 1).

$$A = (a_{ij})_{n \times n} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1/a_{n1} & 1/a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

При чему је $a_{ij} = 1 / a_{ji}$ из разлога очувања конзистентности. Када је $i = j \Rightarrow a_{ij} = 1$. Уколико је испоштован услов козистентности матрица A се може приказати као количник тежинских критеријума:

$$A = (a_{ij})_{n \times n} = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \dots & w_2/w_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & w_n/w_n \end{bmatrix} \quad (2)$$

где w_i представља релативни тежински коефицијент елемента i . Редови матрице A представљају релативну тежину једног фактора у односу на други (Catron et al., 2013).

У трећем кораку се одређује вредност вектора w . Како би се из матрице A екстраховале вредности вектора тежинских коефицијената $w = \{w_1, \dots, w_n\}^T$ (Shrestha, Alavalapati & Kalmbacher, 2004), Saaty (1980) је предложио да се у првом кораку одреди $\lambda_{\max}$ тј. њена

максимална сопствена вредност. Вектор сопствене вредности матрице се може апроксимирати као вектор приближних вредности тежинских коефицијената w будући да важи следећа једнакост:

$$\begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \dots & w_2/w_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & w_n/w_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = n \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} \quad (3)$$

Што се може записати као:

$$A \cdot w = n \cdot w \quad (4)$$

Сопствени вектор w се добија решавањем једначине:

$$A \cdot w = \lambda_{\max} \cdot w \quad (5)$$

Одакле следи да је:

$$(A - \lambda_{\max} I) \cdot w = 0 \quad (6)$$

Где је $\lambda_{\max}$ највећа сопствена вредност матрице поређења A и где I представља јединичну матрицу. Систем има нетривијално решење уколико је $(A - \lambda_{\max} I) = 0$.

Четврти корак подразумева проверу конзистентности. Највећа сопствена вредност матрице поређења је једнака или већа од n или броја редова или колона у матрици A . Уколико су одговори конзистентнији, уколико је $\lambda_{\max}$ приближније вредности n (Saaty, 1980). Уколико су одговори савршено конзистентни тада је $n = \lambda_{\max}$ (Kurttila et al., 2000). Неконзистентност се може јавити уколико $\lambda_{\max}$ одступи од n услед неконзистентности код поређења парова. Управо из тог разлога се у сврху провере конзистентности користи формула:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (7)$$

При чему важи да је:

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (8)$$

Где је CI индекс конзистентности, а RI случајни индекс који зависи од реда матрице A и може се одредити користећи Табелу 4.2. Што је вредност CI и CR приближнија 0 уколико су индекси конзистентнији. Уколико је $CR \leq 0,10$, матрица A је конзистентна (Saaty, 1980; Kurttila et al., 2000; Kahraman, Demirel & Demirel, 2007).

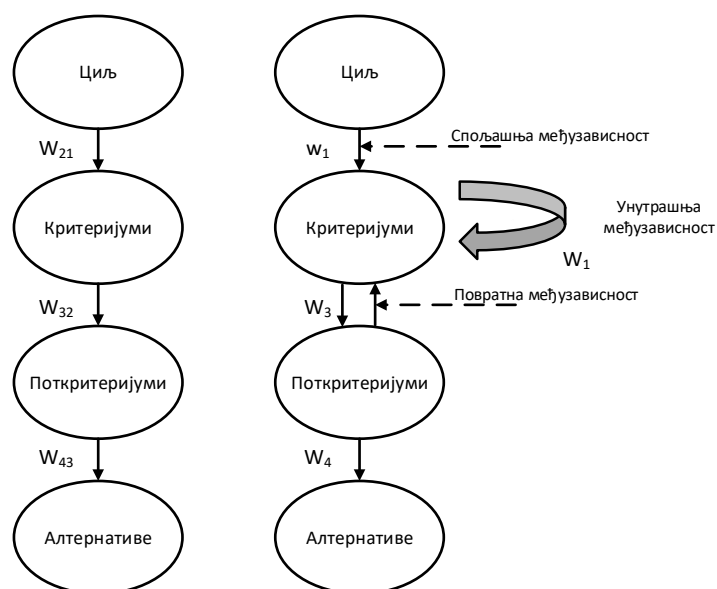
Табела 4.2. Вредности случајног индекса (Saaty, 1980)

Ред матрице	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Просечна вредност RI	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

У петом кораку тежински вектор сваке алтернативе се множи вектором тежине поткритеријума како би се добиле локалне оцене за сваки критеријум. Локалне оцене се потом множе са тежинама критеријума и агрегирају са циљем добијања глобалног значаја (Bhushan, 2004).

4.3. Аналитички мрежни процес (ANP)

Аналитички мрежни процес (ANP) представља уопштавање процеса аналитичког хијерархијског процеса (AHP) са већом тачношћу и ова техника се користи за доношење одлука у комплексним проблемима, тамо где постоје сложени односи (Sevcli et al., 2012). За разлику од AHP који је линеарни модел са структуром одозго надоле, ANP има структуру кластера (Слика 4.2) са унутрашњом зависношћу елемената унутар кластера и спољном зависношћу која постоји између кластера (Niemir & Saaty, 2004; Liu et al., 2018; Groselj & Zadnik Stirn, 2015). ANP се састоји од нивоа контроле (циљеви и критеријуми одлуке) и нивоа мреже (међусобне интеракције фактора) (Arsić et al., 2018; Jiang et al., 2018).



Слика 4.2. АНР модел - лево и АНР модел - десно, поређење модела (Živković et al., 2015, p. 202).

На слици 3.1. десно на којој је представљен АНР модел, w_1 представља вектор утицаја циља у погледу избора најбоље стратегије у складу са SWOT факторима, W_2 је матрица која представља унутрашњу зависност међу SWOT факторима, W_3 је матрица која указује на утицај SWOT фактора на SWOT потфакторе и напослетку W_4 је матрица која разоткрива утицај SWOT потфактора на сваку од алтернатива (Yuksel & Dagdeviren, 2007). Суперматрица SWOT модела употребљеног у овој тези поприма следећу форму (Živković et al., 2015):

$$W = \begin{matrix} & \begin{matrix} \text{Циљ} \\ \text{SWOT фактори} \\ \text{SWOT потфактори} \\ \text{Алтернативе} \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ w_1 & W_2 & 0 & 0 \\ 0 & W_3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & W_4 & I \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (9)$$

где I представља јединичну матрицу.

Важно је напоменути да је код примене АНР и АНР методологије приликом групног изјашњавања експерата могуће индивидуалне оцене превести у оцене групе геометријским осредњавањем:

$$a_{ij} = \left(\prod_{s=1}^k a_{ijs} \right)^{\frac{1}{k}} \quad (10)$$

где је a_{ij} агрегатна оцена групе за упоређивани пар елемената одлучивања, a_{ijs} индивидуалне оцене за упоређивани пар елемената одлучивања од стране s експерата у групи (Živković & Nikolić, 2016). Добијене вредности се потом заокружују на најближе вредности које одговарају семантици Сатијеве скале (Srdjevic, Lakicevic & Srdjevic, 2013).

4.4. Фази АНР (FАНР)

Постоје околности у којима стручњаци нису могли да изразе свој суд у тачним бројевима и због потребе да се пронађе прецизније решење за постојеће изазове, тачни бројеви у АНР методи су замењени фази бројевима (Liu, Eckert & Earl, 2020). Теорију фази скупова развио је Лотфали Аскар Задех (Lotfali Askar Zadeh) 1965. године (Zadeh, 1965). Фази АНР метода је уведена 1983. године уз коришћење триангуларних фази бројева (Van Laarhoven & Pedrycz, 1983). Фази логика је погодна за проблеме доношења одлука када је присутна несигурност или нејасноћа или се стручњаци баве непотпуним информацијама (Adar et al., 2016; Torkabadi & Mayorga, 2018; Khan et al., 2019). У околностима у којима је матрица поређења парова веома конзистентна и када је број подједнако важних елемената осетно велики, примена троугластих фази бројева у оквиру АНР методе се показала корисним посматрано са аспекта квалитета решења за проблемске ситуације у поређењу са класичном АНР методом (Chan, Sun & Chung, 2019). Треба напоменути да у одређеним ситуацијама када постоји ограничен број доносилаца одлука, фази АНР се сматра прикладнијом методом од класичне АНР методе (Koçak & Yercan, 2021).

Кораци у оквиру Чангове (Chang) методе анализе обима (extent analysis method) (Chang, 1996):

Корак 1. Дефинисање фази матрице поређења

$$\tilde{A} = (\tilde{a}_{ij})_{n \times n} = \begin{bmatrix} (1,1,1) & (l_{12}, m_{12}, u_{12}) & \dots & (l_{1n}, m_{1n}, u_{1n}) \\ (l_{21}, m_{21}, u_{21}) & (1,1,1) & \dots & (l_{2n}, m_{2n}, u_{2n}) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ (l_{n1}, m_{n1}, u_{n1}) & (l_{n2}, m_{n2}, u_{n2}) & \dots & (1,1,1) \end{bmatrix} \quad (11)$$

Где важи правило да је $\tilde{a}_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij}) = \tilde{a}_{ij}^{-1} = (1/u_{ji}, 1/m_{ji}, 1/l_{ji})$ за $i, j = 1, 2, \dots, n$ и $i \neq j$ (Wang, Luo & Hua, 2008; Ramík & Korviny, 2010; Soltani & Marandi, 2011; Calabrese et al., 2019).

Резултати поређења парова су трансформисани у лингвистичке варијабле, које су представљени позитивним триангуларним фази бројевима и позитивним реципрочним

триангуларним фази бројевима наведеним у Табели 4.3. (Lee et al., 2008; Şen & Çinar, 2010; Ho, 2011).

Табела 4.3. Позитивни и позитивни реципрочни триангуларни фази бројеви засновани на Сатијевој (Saaty) скали

Интезитет значајности (лингвистички)	Интезитет значајности (нумеричка вредност)	Позитивни триангуларни фази бројеви	Позитивни реципрочни триангуларни фази бројеви
Подједнако значајно	1	$\tilde{1}$ или (1,1,1)	$\tilde{1}^{-1}$ или (1,1,1)
Међувредност	2	$\tilde{2}$ или (1,2,3)	$\tilde{2}^{-1}$ или (1/3,1/2,1)
Незнатно значајно	3	$\tilde{3}$ или (2,3,4)	$\tilde{3}^{-1}$ или (1/4,1/3,1/2)
Међувредност	4	$\tilde{4}$ или (3,4,5)	$\tilde{4}^{-1}$ или (1/5,1/4,1/3)
Јако значајно	5	$\tilde{5}$ или (4,5,6)	$\tilde{5}^{-1}$ или (1/6,1/5,1/4)
Међувредност	6	$\tilde{6}$ или (5,6,7)	$\tilde{6}^{-1}$ или (1/7,1/6,1/5)
Веома значајно	7	$\tilde{7}$ или (6,7,8)	$\tilde{7}^{-1}$ или (1/8,1/7,1/6)
Међувредност	8	$\tilde{8}$ или (7,8,9)	$\tilde{8}^{-1}$ или (1/9,1/8,1/7)
Апсолутно значајно	9	$\tilde{9}$ или (9,9,9)	$\tilde{9}^{-1}$ или (1/9,1/9,1/9)

Корак 2. У следећем кораку, сваки ред фази матрице поређења А се сумира фази аритметичким операцијама да би се добила фази синтетичка вредност опсега $\tilde{S}_i(l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$

$$RS_i = \sum \tilde{a}_{ij} = (\sum_{j=1}^n l_{ij}, \sum_{j=1}^n m_{ij}, \sum_{j=1}^n u_{ij}), i = 1, \dots, n. \quad (12)$$

а након тога је неопходно нормализовати суме редова (Wang, Luo & Hua, 2008; Calabrese et al., 2019):

$$\tilde{S}_i = \frac{RS_i}{\sum_{j=1}^n RS_j} = \left(\frac{\sum_{j=1}^n l_{ij}}{\sum_{j=1}^n l_{ij} + \sum_{k=1, k \neq i}^n \sum_{j=1}^n u_{kj}}, \frac{\sum_{j=1}^n m_{ij}}{\sum_{k=1}^n \sum_{j=1}^n m_{kj}}, \frac{\sum_{j=1}^n u_{ij}}{\sum_{j=1}^n u_{ij} + \sum_{k=1, k \neq i}^n \sum_{j=1}^n l_{kj}} \right), i = 1, \dots, n. \quad (13)$$

Корак 3. Следећи корак подразумева израчунавање приоритета фази синтетичких вредности (Liou & Wang, 1992):

$$I_T^\alpha = \frac{1}{2} \alpha(m_i - u_i) + \frac{1}{2} (1 - \alpha)(l_i + m_i) = \frac{1}{2} [\alpha u_i + m_i + (1 - \alpha)l_i] \quad (14)$$

Где $\alpha \in [0,1]$, представља степен оптимизма стручњака који доноси одлуку и креће се од 0 (песимистички сценарио) до 1 (оптимистички сценарио). За умереног стручњака или доносиоца одлука вредност α има вредност 0,5 (Şen & Çinar, 2010; Yu & Dat, 2014).

Корак 4. Израчунавање нормализоване значајности вектора тежине $W = (W_1, W_2 \dots W_n)^T$ матрице расуђивања $\tilde{A}$ се одређује коришћењем следеће једначине:

$$W_i = \frac{I_T^\alpha(\tilde{S}_i)}{\sum_{i=1}^n I_T^\alpha(\tilde{S}_i)}, i=1, \dots, n. \quad (15)$$

Где нормализована значајност вектора тежине W_i није фази број (Şen & Çinar, 2010; Kabir & Lizu, 2016; Somsuk & Laosirihongthong, 2014).

Код групног одлучивања у коме учествује к чланова тима, триангуларни фази број $\tilde{a}_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$ који представља оцену групе за упоређивани пар елемената ij се израчунава на основу следећих једначина (Meixner, 2009):

$$l_{ij} = \left(\prod_{k=1}^k l_{ijk} \right)^{\frac{1}{k}} \quad (16)$$

$$m_{ij} = \left(\prod_{k=1}^k m_{ijk} \right)^{\frac{1}{k}} \quad (17)$$

$$u_{ij} = \left(\prod_{k=1}^k u_{ijk} \right)^{\frac{1}{k}} \quad (18)$$

Добијене вредности се потом заокружују на најближе вредности које одговарају семантици Сатијеве скале (Srdjevic, Lakicevic & Srdjevic, 2013).

4.5. Развој квантитативног модела за одређивање приоритета стратегија коришћењем SWOT-ANP модела

Постоје бројне студије у којима је коришћена SWOT анализа као техника стратешког планирања за идентификацију унутрашњих и спољашњих фактора и чија примена је резултовала дефинисањем погодних стратегија у управљању катастрофама (Braun & Amorim, 2015; Tedim, Leone & Ksanthopoulos, 2016; Anjasni, 2013; Na, 2016; Yan, Xia & Bao, 2015; Roed-Larsen & Stoop, 2012; Riguelle, Hébert & Jourez, 2016). У литератури се SWOT анализа углавном комбинује са различитим методама вишекритеријумског одлучивања (MCDM). Постоје различити приступи у погледу коришћења MCDM у различитим фазама управљања катастрофама (Kabra, Ramesh & Arshinder, 2015; Gutjahr & Nolz, 2016; Li et al., 2019, Luu, von Meding & Mojtahedi, 2019; Avanzi et al., 2017; Ghavami, 2019; Chen et al., 2019; Moghadas et al., 2019; Shah, Rahman & Chowdhury, 2017). Аналитички мрежни процес (ANP) као облик MCDM може бити поуздано средство за различите изазове повезане са управљањем катастрофама

(Sun, Cheng & Dai, 2016; Dano et al., 2019; Celik & Topcu, 2009; Guillier, 2017; FathiZahraei et al., 2015, Chan, Wey & Chang, 2014; Asadzadeh, Kötter & Zebardast, 2015).

SWOT техника пружа корисне информације о утицају унутрашњих фактора као што су снаге и слабости и утицају спољашњих фактора као што су шансе и претње. Након одређивања потфактора у SWOT анализи, поређење између SWOT фактора и одговарајућих потфактора довешће до стварања TOWS матрице са четири групе алтернативних стратегија: SO стратегије, WO стратегије, ST стратегије и WT стратегије (Al-Refaie, Ravabdeh & Alaveen, 2016).

Интегрисани SWOT-ANP модел се показао као врло користан механизам за пружање могућности онима који су укључени у улоге стратешког планирања у одабиру најбоље могуће стратегије за различите проблематичне ситуације (Arsić et al., 2018; Wang et al., 2017; Al-Refaie, Ravabdeh & Alaween, 2016; Starr et al., 2019; Liu et al., 2018; Zhü et al., 2016; Groselj & Zadnik Stirn, 2015). Предложени модел за одређивање приоритета стратегије примене система беспилотних ваздухоплова у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама у Републици Србији приказан је на Слици 4.3.



Слика 4.3. ANP модел за утврђивање приоритета стратегије примене UAS у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама у Републици Србији (Yuksel & Dagdeviren, 2007; Sevkli et al., 2012; Živković et al., 2015)

У овој докторској дисертацији, SWOT анализа за примену UAS у област смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама у Републици Србији је реализована у неколико корака. У првом кораку је на основу ставова релевантних стручњака који су укључени у област смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама у Републици Србији, заинтересованих страна, уважавањем искустава оператора система беспилотних ваздухоплова укључених у поменуте операције, као и коришћењем релевантне литературе из поменуте области у брејнсторминг сесији, идентификована листа могућих SWOT фактора/потфактора. У другом кораку је током брејнсторминг сесије у којој су учествовала два експерта из области безбедности, два кључна стејкхолдера и два оператора система беспилотних ваздухоплова, направљена листа коју сачињава 34 SWOT потфактора. У

трећем кораку је путем брејнстроминг сесије са наведеним учесницима извршено вредновање потфактора у оквиру сваког фактора путем петостепене Ликертове скале на следећи начин: апсолутно се не слажем (1), не слажем се (2), неутралан став (3), слажем се (4), апсолутно се слажем (5). Потом се након тежинског вредновања SWOT потфактора приступило израчунавању средње вредности тежинског фактора за сваки потфактор путем Парето анализе при чему се издвајају потфактори који имају значајност од најмање 75%, чиме је окончан процес формирања SWOT матрице која садржи најзначајније поткритеријуме (Milošević & Živković, 2021). Путем поменуте методе је издвојен 21 потфактор који се користе у даљој анализи.

У приоритизацији стратешких акција су учествовала четири експерта из области безбедности при чему је значај сваког доносиоца одлука истовестан. Након изјашњавања експерата, резултати су обједињени у складу са методологијом представљеном у Поглављу 4.3.

4.6. Развој квантитативног модела за одређивање приоритета стратегија коришћењем SWOT - Фази АНР (FANP) модела

SWOT анализа, као техника стратешког одлучивања, се спроводи да би се идентификовале снаге и слабости (унутрашње окружење) и да би се утврдиле шансе и претње (спољашње окружење) у вези са применом UAS у урбаним срединама. SWOT анализа као корисно средство у стратегијском планирању може се наћи у бројним студијама које се баве концептом паметних градова (De Falco et al., 2019; Basu, 2019; Jelenski et al., 2022; Punt et al., 2020; Sigalat-Signes et al., 2020; Pasolini et al., 2019; Andrade & Yoo, 2019). Различите вишекритеријумске методе одлучивања (MCDM) су коришћене за решавање различитих изазова у сложеном урбаном окружењу. Фази АНР модел одлучивања користи се за бројне изазове у урбаном окружењу како би се пронашла оптимална решења и показао се као поуздан алат за доношење одлука (Rana et al., 2019; Ly et al., 2018; Moslem & Duleba, 2019; Anand et al., 2017; Zhang et al., 2019; Kramar & Topolsek, 2018; Patel & Patel, 2020; Ruiz-Padillo et al., 2018).

SWOT анализа представља популарну квалитативну анализу коју одликује једноставност у погледу креирања и интерпретације (Stacchini, Guizzardi & Mariotti, 2022). Недостатак SWOT анализе огледа се у томе што подразумева квалитативну анализу спољашњих и унутрашњих фактора без могућности утврђивања релативног значаја појединих фактора и њиховог утицаја на избор стратешке алтернативе. (Kurttila et al., 2000; Kajanus, Kangas & Kurttila, 2004; Yüksel & Dağdeviren, 2007; Kahraman, Demirel & Demirel, 2007). Главни допринос у погледу

комбиновања АНР-а као помоћног алата за процесе доношења одлука са SWOT анализом огледа се у квантификацији и евалуацији SWOT фактора који омогућавају доносиоцима одлука да планирају и доносе одлуке (Kurttila et al., 2000; Kajanus, Kangas & Kurttila, 2004).

Предложени SWOT-FAHP модел за истраживање могуће примене UAS за трансформацију градова у паметне градове: Студија случаја Београд заснована је на реализацији следећих корака:

Корак 1. Идентификација SWOT критеријума и поткритеријума и дефинисање алтернативних стратегија коришћењем TOWS матрице.

Корак 2. Поређење парова SWOT фактора према FAHP методологији и израчунавање приоритета тежине.

Корак 3. Одређивање локалних тежина поткритеријума у односу на SWOT критеријуме према FAHP методологији.

Корак 4. Одређивање глобалног значаја за потфакторе множењем важности SWOT критеријума (тежине) са локалним значајем (тежином) SWOT поткритеријума који припада истој SWOT групи – критеријума.

Корак 5. Процена алтернативних стратегија према поткритеријумима, на основу усвојене лингвистичке скале.

Корак 6. На основу глобалног значаја SWOT поткритеријума и фази лингвистичке евалуације стратегије успостављене на основу SWOT поткритеријума, утврђује се редослед имплементације (важност) алтернативних стратегија заснованих на FAHP моделу.

Ситуациона (SWOT) анализа представља алат за анализу унутрашњих и спољашњих фактора у сврху доношења објективних стратегијских одлука (Milošević & Živković, 2021), о чему је било више речи у Поглављу 4. SWOT анализа примене UAS за трансформацију градова у паметне градове: Студија случаја Београд је урађена на основу прегледа литературе, ставова и виђења релевантних заинтересованих страна и експерата релевантних за предмет истраживања различитих занимања и интересовања, документације од јавног значаја за развој града Београда, као и искуства оператора система беспилотних ваздухоплова. У овој

докторској дисертацији SWOT анализа примене UAS за трансформацију градова у паметне градове: Студија случаја Београд је реализована у три корака. У првом кораку су на основу ставова релевантних експерата, заинтересованих страна, уважавањем искустава оператора система беспилотних ваздухоплова укључених у поменуте операције, као и коришћењем релевантне литературе из поменуте области у брејнсторминг сесији идентификована листа могућих SWOT фактора/потфактора. У другом кораку је током брејнсторминг сесије у којој су учествовала два експерта (један из друштвеног и један из техничко-технолошког поља), четири кључна стејкхолдера и један оператор система беспилотних ваздухоплова, направљена листа коју сачињава 43 SWOT потфактора. У трећем кораку је путем брејнсторминг сесије са горе поменутим учесницима извршено вредновање потфактора у оквиру сваког фактора путем петостепене Ликертове скале на следећи начин: апсолутно се не слажем (1), не слажем се (2), неутралан став (3), слажем се (4), апсолутно се слажем (5). Потом се након тежинског вредновања SWOT потфактора приступило израчунавању средње вредности тежинског фактора за сваки потфактор путем Парето анализе при чему се издвајају потфактори који имају значајност од најмање 75%, чиме је окончан процес формирања SWOT матрице која садржи најзначајније поткритеријуме (Milošević & Živković, 2021). Путем поменуте методе је издвојено 27 потфактора који се користе у даљој анализи.

У приоритизацији стратешких акција су учествовала три експерта, од којих је један из друштвеног и два из техничко-технолошког поља. Важно је напоменути да је значај сваког доносиоца одлука подједнако важан. Након изјашњавања експерата, резултати су обједињени у складу са методологијом представљеном у Поглављу 4.4.

4.7. Развој квантитативног модела за одређивање приоритета стратегија коришћењем SWOT-АНП модела за примену UAS за цивилну употребу у Републици Србији

SWOT анализа, као техника стратешког одлучивања, се спроведи са циљем идентификовања унутрашњих и спољашњих фактора у вези са применом UAS за цивилну употребу у Републици Србији. У Табели 4.4. приказани су неки од научних радова у којима се уз помоћ SWOT анализе проучава могућност употребе UAS за цивилне сврхе на нивоу државе.

Табела 4.4. Примена SWOT анализе у погледу могуће употребе UAS за цивилне сврхе

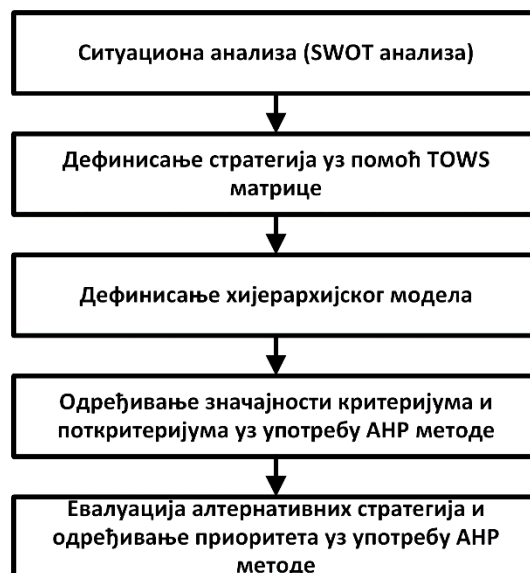
Аутор	Област анализе
Tomić, Čokorilo & Macura (2020)	Инспекција полетно-слетних стаза
Szikora & Szilagyi (2017)	Правни аспект употребе UAS
Vlahovic, Knezevic & Batalic (2016)	Употреба UAS за доставу на примеру фармацеутске индустрије
Tikanmäki, Tuohimaa & Rajamäki (2011)	Како и зашто UAS може побољшати свест у реалном времену
Ntalakas et al. (2017)	Употреба UAS у новинарству
Юн & Мединський (2017)	Примена UAS у пољопривреди
Dhote & Limbourg (2020)	Примена UAS за транспорт биолошког материјала

Квантификација критеријума у оквиру SWOT анализе се показала као изазовна, тако да ће се у циљу решавања овог проблема АНР метода комбиновати са SWOT анализом (Lee & Walsh, 2011). Аналитички хијерархијски процес подразумева теорију релативног мерења на апсолутним скалама материјалних (оипљивих) и нематеријалних (неоипљивих) критеријума заснованих на поређењу парова по мишљењу стручњака у одређеној области (Saaty & Ozdemir 2003; Ozdemir & Saaty, 2006). АНР је релевантна метода за вишекритеријумско доношење одлука и користан алат за решавање конфликта и за планирање и расподелу ресурса (Saaty, 1987). АНР метода је успешно коришћена у разним областима, од економских и изборних предвиђања, па све до тачног предвиђања удела на тржишту (Ozdemir & Saaty, 2006). У Табели 4.5. приказани су неки од научних радова у којима се користи АНР метода ради истраживања могућности примене UAS за цивилне сврхе:

Табела 4.5. Примена АНР методе у контексту могуће употребе UAS за цивилне сврхе

Аутор	Област анализе
Skorupka, Duchaczek & Waniewska (2017)	Оптимизација избора UAS који се користе у сврху реализације грађевинских пројеката
Ulloa et al. (2018)	Дизајнирање модула за UAS хангаре
Dursun & Çuhadar (2018)	Сигуран пренос слике између беспилотног ваздухоплова и земаљске контролне станице
Morales, Paez & Arango (2015)	Анализа прописа по питању примене UAS у шест држава

Предложени модел за приоритизацију стратегије примене UAS за цивилну употребу у Републици Србији приказан је на Слици 4.4.



Слика 4.4. Модел за приоритизацију стратегије примене система беспилотних ваздухоплова за цивилну употребу у Републици Србији (Milošević, 2017)

За потребе реализације модела примене UAS за цивилну употребу у Републици Србији приступило се изради SWOT анализе. SWOT критеријуми обухватају две групе фактора: унутрашње (снаге и слабости) и спољашње факторе (шансе и претње). Унутрашњи фактори настају као резултат ефеката унутар посматраног предмета проучавања, док су екстерни фактори резултат утицаја средине (Baycheva-Merger & Wolfslehner, 2016). У овој докторској дисертацији, SWOT анализа примене UAS за цивилну употребу у Републици Србији је реализована у три корака. У првом кораку је на основу ставова релевантних експерата, заинтересованих страна, уважавањем искустава оператора система беспилотних ваздухоплова укључених у поменуте операције, као и коришћењем релевантне литературе из поменуте области у брејнсторминг сесији идентификована листа могућих SWOT фактора/потфактора. У другом кораку је током брејнсторминг сесије у коме су учествовала два експерта (један из друштвеног и један из техничко-технолошког поља), три кључна стејкхолдера и један оператор система беспилотних ваздухоплова, направљена коначна листа коју сачињава 33 SWOT потфактора. У трећем кораку је путем брејнсторминг сесије са горе поменутих учесницима извршено вредновање потфактора у оквиру сваког фактора путем петостепене Ликертове скале на следећи начин: апсолутно се не слажем (1), не слажем се (2), неутралан став (3), слажем се (4), апсолутно се слажем (5). Потом се након тежинског вредновања SWOT потфактора приступило израчунавању средње вредности тежинског фактора за сваки потфактор путем Парето анализе при чему се издвајају подфактори који имају значајност од најмање 75%, чиме је окончан процес формирања SWOT матрице која садржи најзначајније

поткритеријуме (Milošević & Živković, 2021). Путем поменуте методе је издвојен 21 потфактор који се користе у даљој анализи.

У приоритизацији стратешких акција су учествовала четири експерта, од којих су два из друштвеног и два из техничко-технолошког поља. Треба истаћи чињеницу да је значај сваког доносиоца одлука истоветан. Након изјашњавања експерата, резултати су обједињени у складу са методологијом представљеном у Поглављу 4.3.

Поглавље 5

РЕАЛИЗАЦИЈА ИСТРАЖИВАЊА

5.1. SWOT-ANP модел примене UAS у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама у Републици Србији

5.1.1. SWOT анализа за примену UAS у област смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама у Републици Србији

Снаге

Република Србија поседује велико искуство у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама. То искуство је последица великих напора уложених у спречавање и отклањање последица деловања елементарних непогода и техничко-технолошких несрећа. Република Србија подложна елементарним непогодама као што су поплаве, земљотреси, шумски пожари, суше, олује, град и клизишта. Република Србија улаже велике напоре у циљу смањења штете изазване разним елементарним непогодама. Највећа техничко-технолошка несрећа која је не тако давно погодила Републику Србију је 78-дневно бомбардовање Савезне Републике Југославије (СРЈ) од стране НАТО алијансе 1999. године. Током НАТО агресије извршено је преко 17.000 налета борбених авиона и том приликом погођено је више од 80 великих индустријских постројења. Поменути напади су имали изузетно негативан утицај на животну средину. У погледу причињене штете издвајају удари на објекте у Панчеву (фабрика за прераду азота, рафинерија и петрохемијска фабрика), Новом Саду (рафинерија нафте), Београду (хемијска фабрика „Прва Искра“ у Баричу, складиште горива котларнице на Новом Београду и складиште горива у шуми Липовица), Прахово (складишта нафте), Ваљево (радионице за галванизацију), Чачак (радионице за галванизацију), Крагујевац (трафо-станице), Лучани (хемијска фабрика „Милан Благојевић“), Ниш (фабрика машина и фабрика дувана), итд. Током агресије, у неким деловима СРЈ коришћена је муниција која садржи осиромашени уранијум (Regional Environmental Center for Central and Eastern Europe, 1999).

У Републици Србији постоји неколико компанија која се баве пројектовањем и изградом система беспилотних ваздухоплова, а неке од њих су усредсређене на пружање инжењерских услуга кроз различите фазе развоја система беспилотних ваздухоплова (The Development Agency of Serbia, 2015).

Машински, Саобраћајни и Електротехнички факултет Универзитета у Београду представљају реномиране високошколске установе из техничко-технолошког поља које образују стручњаке

признате и ван граница Републике Србије. Треба напоменути да су многи студенти Машинског факултета запослени у водећим компанијама за производњу ваздухоплова широм света (The Development Agency of Serbia, 2015).

Један од задатака Сектора за ванредне ситуације (организациона јединица Министарства унутрашњих послова Републике Србије) је заштита живота и имовине у случају елементарних непогода или техничко-технолошких несрећа. Током година сектор се показао као поуздан фактор који доприноси напорима у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама (Ministarstvo unutrašnjih poslova Republike Srbije, n.d.).

Треба истаћи чињеницу да су трошкови набавке и експлоатације система беспилотних ваздухоплова неупоредиво нижи у поређењу са другим системима (Klemas, 2015). Њихова употреба у области управљања катастрофама доноси значајне користи у погледу трошкова у поређењу са неким другим системима који се користе за исту намену (Vale, Ventura & Carvalho, 2017; Aljehani & Inoue, 2019; Giordan et al., 2018).

Способност маневрисања малих беспилотних ваздухоплова надмашује било који ваздухоплов са људском посадом (Floreano & Wood, 2015). Због својих летних перформанси, UAS су веома добро решење за реализацију широког спектра мисија, почевши од операција трагања и спасавања (Półka, Ptak & Kuziora, 2017) до детекције зрачења које потиче из радиоактивних извора (MacFarlane et al., 2014). Системи беспилотних ваздухоплова имају способност да извршавају бројне задатке у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама уз помоћу великог броја сензора. Могућност беспилотних ваздухоплова да носе широк спектар сензора чини их погодним решењем за мисије надзора у случају земљотреса, поплава и вулканске активности (Erdelj, Król & Natalizio, 2017). Мисије трагања и спасавања током шумских пожара спроводе се уз употребу ваздухоплова опремљених бројним софистицираним сензорима попут: камера које снимају унутар видљивог дела спектра, инфрацрвених камера, ласерског радара (LiDAR), детектора сигнала мобилних телефона, хемијских сензора, сензора за детектовање локације и др. (Karma et al., 2015).

Слабости

Републици Србији недостају средства за истраживање и развој сопствених система беспилотних ваздухоплова. То је један од битних разлога зашто су неки амбициозни домаћи пројекти поменути раније у овој тези још увек у фази концепта. Недостатак установа за обуку

оператора система беспилотних ваздухоплова је нешто што је заједничко за бројне државе у свету (укључујући и Републику Србију), што представља проблем који би вероватно могао да се реши широм комерцијализацијом UAS у годинама које следе. У Републици Србији је приметан недостатак интересовање за масовнију набавку и употребу савремених технологија, укључујући ту и беспилотне ваздухоплове. Разлог за такво стање не може се оправдати само недостатком средстава, већ и неразумевањем користи од употребе савремене технологије коју би шира друштвена заједница могла да има. Ограничено искуство у експлоатацији система беспилотних ваздухоплова у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама представља такође једну веома важну слабост када је у питању примена поменуте технологије у цивилне сврхе. Током елементарних непогода које су погодиле Републику Србију у не тако давној прошлости (посебно током поплава у Југоисточној Европи 2014. године), употреба система беспилотних ваздухоплова је била веома ограничена, готово занемарљива.

Системи беспилотних ваздухоплова поседују извесна ограничења у погледу могућности употребе у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама услед техничких карактеристика ваздухоплова. UAS одликује релативно кратка аутономија лета услед ограниченог трајања батерија, као и одређена ограничења у погледу могућности ношење корисног терета веће масе (Yanmaz et al., 2018, Sánchez-García, Reina & Toral, 2019). Треба нагласити да временски услови попут сувише високе или ниске температуре, повећане влажности ваздуха, кише, велике брзина ветра и смањене видљивости намећу ограничења у погледу примене UAS у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама (Clark, Ford & Tabish, 2018; Mondal et al., 2018; Restas, 2018). Тако рецимо, у случају техничко-технолошке несреће могу се развити високе температуре и може доћи до појаве експлозија, што све представљају претњу за равнотежу, стабилност и контролу беспилотног ваздухоплова. Поменути фактори такође утичу на способност пружања поуздане информације услед отежаног функционисања оптичких сензора вадухоплова (Di Franco & Salvatori, 2015). Када се UAS користи на већим надморским висинама, може доћи до пада силе узгона ваздухоплова што знатно утиче на аутономију лета (Dering et al., 2019).

Шансе

Системи беспилотних ваздухоплова имају велики потенцијал када је у питању могућност њихове примене у случају елементарних непогода као што су клизишта, поплаве, земљотреси, вулканске активности, шумски пожари (Giordan et al., 2018). Постоје бројни примери успешне

употребе UAS у ванредним ситуацијама широм света и поједини случајеви су наведени у прегледу литературе. Фотограметрија уз помоћ UAS у анализи клизишта пружа могућност добијања слике високе резолуције и то је изузетно сигурна, јефтина и флексибилна метода за прикупљање података (Casagli et al., 2017). У подручјима угроженим поплавама, Restas (2018) сматра да се UAS може успешно користити у сценаријима пре поплаве (снимање речних сликова, насипа, брана, мостова, итд.), током поплаве (мапирање подручја у потрази за жртвама, откривање локација где је вода пробила заштитну баријеру, откривање критичних места, итд.) и након поплаве (подршка опоравку на поплавленим подручјима, брза процена штете, успостављање владавине реда и закона, итд.). У подручјима погођеним земљотресима, системи беспилотних ваздухоплова се могу користити за прикупљање информација о обиму разарања ради побољшања напора у погледу пружања помоћи и ефикаснијег рада спасилаца на терену (Xu et al., 2014). Детаљно проучавање вулкана уз помоћу UAS је једноставна, јефтина, сигурна активност са далекосежним позитивним ефектима и поседује низ предности у односу на употребу ваздухоплова са људском посадом попут авиона или хеликоптера (Darmawan et al., 2018).

Техничко-технолошке несреће подразумевају догађаје као што су: експлозије, пожари, нуклеарне несреће, изливање нафте и др. Системи беспилотних ваздухоплова имају могућност откривања и прикупљања узорака токсичних материја. Уз помоћ система могу се детектовати и разна оштећења настала на зградама услед експлозија. UAS могу пружити информације о локацији и величини катастрофом захваћеног подручја. Системи беспилотних ваздухоплова такође могу бити опремљени различитим сензорима како би се лоцирали преживели у несрећама (Di Franco & Salvatori, 2015). UAS, због својих изузетних летних карактеристика, имају могућност да извршавају мисије надзора након гашења нуклеарног реактора усред хаварије. Поменуте мисије укључују простор унутар реактора и контаминирани површине у непосредном окружењу реактора, попут галерија, зграде у којој је смештен реактор, итд. (Vale, Ventura & Carvalho, 2017). Системи беспилотних ваздухоплова имају могућност употребе током техничко-технолошких несрећа у сврху мерења концентрације гасова ослобођених у атмосферу током инцидената повезаних са транспортом опасних хемијских материја железницом (Leizer, 2018).

Напредак у UAS технологији је дуготрајан процес који ће резултовати софистициранијим системима способним за извршавање задатака у сложеним условима услед могућности ношења и употребе великог броја сензора у виду корисног терета, као и услед побољшаних летних способности самог беспилотног ваздухоплова. Када је у питању погонска група,

употреба литијум-јонских батерија као извора енергије за UAS донела је бројне предности у поређењу са конвенционалним моторима са унутрашњим сагоревањем. Горивне ћелије са хидрогеном и метанолом, као и хибридни системи, резултују мањом масом ваздухоплова и могу даље проширити ефикасност система беспилотних ваздухоплова (Pan, An & Ven, 2019).

Прекогранична сарадња има потенцијал да у блиској будућности створи могућности за интензивније коришћење система беспилотних ваздухоплова у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама на западном Балкану. Државе Југоисточне Европе могле би ујединити своје напоре у погледу стварања заједничких хуманитарних центара како би ефикасније деловале у случају катастрофа изазваних елементарним непогодама или техничко-технолошким несрећама у било ком делу региона. Опрема набављена у поменуте сврхе (укључујући UAS) могла би се користити на неупоредиво ефикаснији начин. Треба напоменути да постоје опипљива позитивна искуства из истраживачких програма попут европског пројекта ICARUS, који представљају извор драгоценог знања како на ефикасан начин могу да се користе роботи у мисијама трагања и спасавања. Искуства стечена реализацијом пројекта, пружају и смернице на који начин се те мисије могу даље ефикасно унапредити. Током обилних поплава које су погодиле Балканско полуострво у пролеће 2014. године, партнери програма ICARUS су послали обучене екипе стручњака опремљене беспилотним ваздухопловима у Босну и Херцеговину са циљем да помогну у напорима усмереним на отклањање или ублажавање штете (Projekat ICARUS v7.0). Мисија је имала за циљ своје проширење и на суседну државу, Републику Србију, која је такође била погођена катастрофалним поплавама (ICARUS, 2014).

Бројни програми финансијске помоћи ЕУ за земље кандидате могле би бити драгоцен извор за финансирање пројеката примене система беспилотних ваздухоплова у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама у Републици Србији. За Републику Србију, која је једна од држава кандидата за пријем у чланство ЕУ, на располагању је неколико фондова и програма путем којих се могу добити финансијска средства за одређене пројекте. Пример добре праксе је постојање програма IPA II који је обезбедио финансијску помоћ у вредности од приближно 1,5 милијарди евра, у периоду између 2014. и 2020. године (European Commission, 2014).

Даљи развој и употреба система беспилотних ваздухоплова у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама може довести до шире примене ове дисруптивне технологије у другим областима људског деловања. Распрострањена примена ће

резултовати драгоценим знањем и искуством што ће опет подстаћи развој нових усавршених система или метода примене UAS који би могли наћи своју примену у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама.

Глобални фонд за смањење и опоравак од катастрофа (GFDRR) представља механизам финансирања путем бесповратних средстава којим управља Светска банка. Главна улога GFDRR је пружање подршке пројектима управљања ризицима од катастрофа (DRM). GFDRR обезбеђује кредитну линију у вредности од приближно 70 милиона америчких долара за Национални програм управљања ризицима од катастрофе (NDRMP) Републике Србије од 2015. године (GDFRR, n.d.).

Претње

Употреба система беспилотних ваздухоплова у Републици Србији регулисана је Правилником о беспилотним ваздухопловима који је донела Дирекција за цивилно ваздухопловство Републике Србије (Direktorat civilnog vazduhoplovstva Republike Srbije, 2019). Уредба о класама ваздушног простора Републике Србије и условима за њихово коришћење се не примењује на ваздухоплове министарства унутрашњих послова, када извршавају летове посебне намене (Direktorat civilnog vazduhoplovstva Republike Srbije, 2013). Поставља се питање модалитета на који начин укључити друге цивилне структуре (или чак ентузијасте) у координиране напоре у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама. Далеко више пажње треба посветити служби цивилне заштите и донети ваљану процену како системи беспилотних ваздухоплова могу унапредити њен рад. Према тврдњама професора цивилне заштите Владимира Јаковљевића, систем цивилне заштите у Републици Србији је застарео и нужно га треба модификовати да би служио сврси (RTS, 2019). Законодавство мора да пружи оквир за највиши ниво сигурности у погледу употребе система беспилотних ваздухоплова, али на такав начин да се нипошто не смеју игнорисати позитивни ефекти технолошких иновација који прате поменути технологију. Нефлексибилан, ригидан приступ у оквиру законодавства, може да представља озбиљну претњу у погледу интензивније примене система беспилотних ваздухоплова у свим аспектима људске активности, укључујући ону из области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама.

Употреба система беспилотних ваздухоплова у случају ванредних ситуација може изазвати забринутост у смислу потенцијалног губитка контроле над беспилотним ваздухопловом услед техничких проблема или оштећења ваздухоплова изазваног ванредним догађајем (оштећења

на ваздухоплову услед високе температуре или експлозије). Беспилотни ваздухоплов лишен контроле може представљати ризик за унесрећене или за надлежне службе, и зато је неопходно да постоји сигурносни механизам који мора да обезбеди поновно успостављање контроле у случају отказа система (Tanzi et al., 2016).

Системи беспилотних ваздухоплова који се користе у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама опремљени су разним врстама сензора и камера који су пресудног значаја за успех њихове мисије. У јавности постоји забринутост у погледу приватности услед бојазни да би подаци прикупљени путем сензора система беспилотног ваздухоплова могли бити злоупотребљени (Mohamed et al., 2018). Тако рецимо фотографије и видео снимци на којима се налазе жртве катастрофе, би могли да се користе на непримерен начин (Tanzi et al., 2016).

Србија је пост транзициона земља чији је бруто друштвени производ (БДП) у 2020. години износио приближно 52,960 милијарди америчких долара. Треба истаћи да је током исте године БДП по становнику износио приближно 7.666 америчких долара. Годишњим раст БДП-а за 2020. годину износио је -0,98 % (World Bank, 2020). Према тврдњи званичника Европске банке за обнову и развој (EBRD), шест држава западног Балкана (међу њима је и Србија) моћи ће да за 50-60 година достигну животни стандард ЕУ (House of Commons Foreign Affairs Committee, 2018). Неадекватан економски раст и рестриктиван буџет могу представљати претњу усвајању нових дисруптивних технологија попут система беспилотних ваздухоплова.

Употреба UAS на подручју погођеном катастрофом од стране ентузијаста може у великој мери да угрози спасилачке напоре, јер ваздухоплови којима управљају могу да се сударе са другим ваздухопловима (авионима, хеликоптерима или дроновима) које користе за то овлашћене службе. У неким ситуацијама ватрогасци су морали да обуставе своје напоре у правцу сузбијања пожара услед неовлашћеног присуства система беспилотних ваздухоплова у подручјима захваћеним ватром (Aquino-Segarra, 2016; USDA, 2017).

Табела 5.1. SWOT матрица примене UAS у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама у Републици Србији

Унутрашње	
Снаге	Слабости
S₁ Претходно искуство у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама S₂ Произвођачи UAS у Републици Србији S₃ Добро образована радна снага која задовољава потребе индустрије UAS S₄ Постојање сектора за ванредне ситуације S₅ Ниски трошкови набавке и експлоатације UAS намењених за смањење ризика од катастрофа и управљање ванредним ситуацијама S₆ Могућности UAS које доприносе напорима у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама	W₁ Недостатак средстава за истраживање и развој UAS W₂ Недостатак специјализованих центара за обуку оператора UAS. W₃ Незаинтересованост за набавку нових технологија W₄ Ограничено искуство у експлоатацији UAS у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама W₅ Ограничења у погледу примене UAS у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама као последица пројектовања ваздухоплова
Спољашње	
Шансе	Претње
O₁ Могућности примене UAS у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама O₂ Напредак у развоју UAS технологије O₃ Прекогранична сарадња у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама O₄ Субвенције ЕУ за државе кандидате O₅ Потенцијал за примену стечених знања у другим областима O₆ Механизам финансирања бесповратним средствима Глобалног фонда за смањење катастрофа и опоравак (GFDRR)	T₁ Законодавство T₂ Забринутост у погледу безбедности и сигурности у вези са употребом UAS T₃ Забринутост због потенцијалног нарушавања приватности у вези са употребом UAS T₄ Економски трендови у Републици Србији T₅ Неодговорна употреба UAS на катастрофом захваћеном подручју од стране ентузијаста

5.1.2. Резултати предложеног SWOT-ANP модела

Након спровођења SWOT анализе и одређивања унутрашњих и спољних фактора, креирана је TOWS матрица са четири групе одговарајућих стратегија: SO (max - max стратегија), WO (min - max стратегија), ST (max - min стратегија) и WT (min - min стратегија) (Chanthawong & Dhakal, 2016). У предложеном моделу за примену система беспилотних ваздухоплова у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама постоји осам стратегија (SO₁, SO₂, WO₁, WO₂, ST₁, ST₂, WT₁ и WT₂) приказаних у Табели 5.2.

Табела 5.2. TOWS матрица примене UAS у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама у Републици Србији

		Унутрашње	
		Снаге	Слабости
		S₁ Претходно искуство у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама S₂ Произвођачи UAS у Републици Србији S₃ Добро образована радна снага која задовољава потребе индустрије UAS S₄ Постојање сектора за ванредне ситуације S₅ Ниски трошкови набавке и експлоатације UAS намењених за смањење ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама S₆ Могућности UAS које доприносе напорима у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама	W₁ Недостатак средстава за истраживање и развој UAS W₂ Недостатак специјализованих центара за обуку оператора UAS. W₃ Незаинтересованост за набавку нових технологија W₄ Ограничено искуство у експлоатацији UAS у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама W₅ Ограничења у погледу примене UAS у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама као последица пројектовања ваздухоплова
Спољашње	TOWS		
	Примена UAS у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама у Републици Србији		
	Шансе	SO Стратегија	WO Стратегија
	O₁ Могућности примене UAS у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама O₂ Напредак у развоју UAS технологије O₃ Прекогранична сарадња у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама O₄ Субвенције ЕУ за државе кандидате O₅ Потенцијал за примену стечених знања у другим областима O₆ Механизам финансирања бесповратним средствима Глобалног фонда за смањење катастрофа и опоравак (GFDRR)	SO₁ Заједнички развојни програми за производњу UAS са другим државама SO₂ Регионални центар за смањење ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама подржан од ЕУ, опремљен флотом UAS	WO₁ ЕУ и GFDRR средства за производњу и набавку UAS намењених за смањење ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама WO₂ Развој образовних програма у области примене UAS за смањење ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама
	Претње	ST Стратегија	WT Стратегија
	T₁ Законодавство T₂ Забринутост у погледу безбедности и сигурности у вези са употребом UAS T₃ Забринутост због потенцијалног нарушавања приватности у вези са употребом UAS T₄ Економски трендови у Републици Србији T₅ Неодговорна употреба UAS на катастрофом захваћеном подручју од стране ентузијаста	ST₁ Детаљни прописи за употребу UAS у смањењу ризика од катастрофа и управљању ванредним ситуацијама ST₂ Примена нових технологија за побољшање безбедности и сигурности UAS	WT₁ Учешће UAS ентузијаста у напорима за смањење ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама у координацији са државним органима које је регулисано прописима WT₂ Популаризација UAS технологије у друштву

Стратегија SO₁ Заједнички развојни програми за производњу UAS са другим државама је последица међусобног односа потфактора S₁, S₂, S₃ и S₆ и потфактора O₁, O₂, O₅ и O₆.

Стратегија SO₂ Регионални центар за смањење ризика од катастрофа и у управљање ванредним ситуацијама подржан од ЕУ, опремљен флотом UAS је последица међусобног односа потфактора S₄ и S₅ и потфактора O₄, O₅ и O₆.

Стратегија WO₁ ЕУ и GFDRR средства за производњу и набавку UAS намењених за смањење ризика од катастрофа и управљање ванредним ситуацијама је последица међусобног односа потфактора W₁, W₂ и W₄ и потфактора O₄ и O₆.

Стратегија WO₂ Развој образовних програма у области примене UAS за смањење ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама је последица међусобног односа потфактора W₂, W₃ и W₅ и потфактора O₁, O₂, O₄, O₅ и O₆.

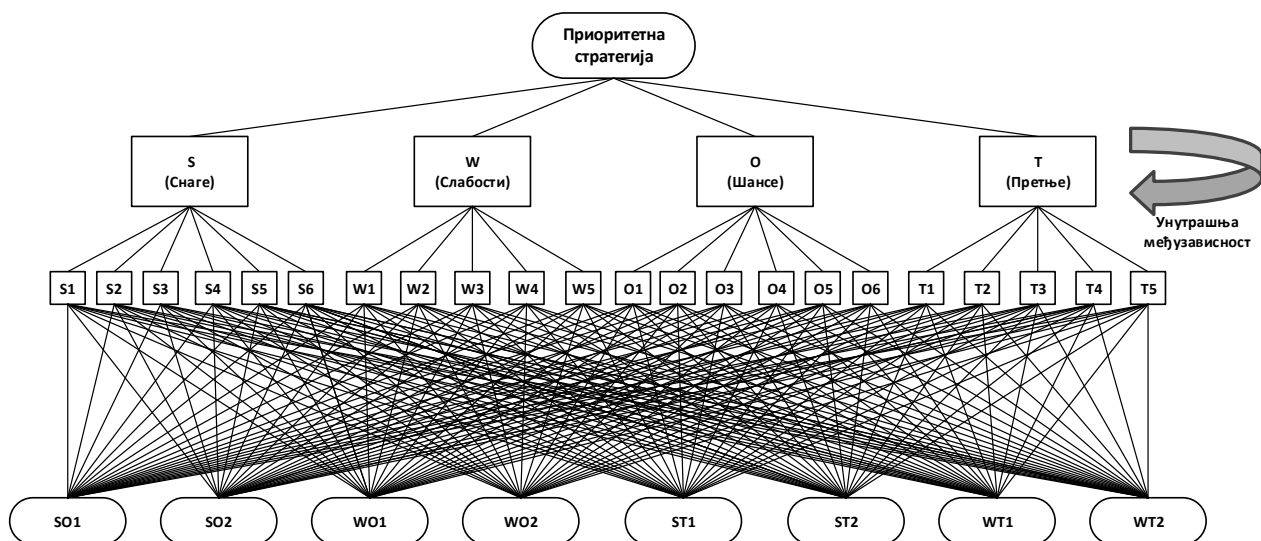
Стратегија ST₁ Детаљни прописи за употребу UAS у смањењу ризика од катастрофа и управљању ванредним ситуацијама је последица међусобног односа потфактора S₄ и S₆ и потфактора T₁, T₂, T₃ и T₅.

Стратегија ST₂ Примена нових технологија за побољшање безбедности и сигурности UAS је последица међусобног односа потфактора S₂, S₃ и S₆ и потфактора T₁, T₂, T₃ и T₅.

Стратегија WT₁ Учешће UAS ентузијаста у напорима за смањење ризика од катастрофа и управљање ванредним ситуацијама у координацији са државним органима које је регулисано прописима је последица међусобног односа потфактора W₂ и W₄ и потфактора T₁.

Стратегија WT₂ Популаризација UAS технологије у друштву је последица међусобног односа потфактора W₂ и W₃ и потфактора T₂ и T₃.

Хибридни SWOT - ANP модел који је коришћен за примену UAS у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама у Републици Србији приказан је на Слици 5.1, где су представљени приоритетна стратегија, SWOT фактори (снаге, слабости, шансе и претње), SWOT потфактори (S₁-S₆, W₁-W₅, O₁-O₆ и T₁-T₅) и стратегије (SO₁, SO₂, WO₁, WO₂, ST₁, ST₂, WT₁ и WT₂) (Liu et al., 2018).



Слика 5.1. ANP модел за примену UAS у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама Републици Србији

На основу процене експертског тима одређен је значај SWOT фактора под претпоставком да између њих не постоји унутрашња међузависност (Табела 5.3).

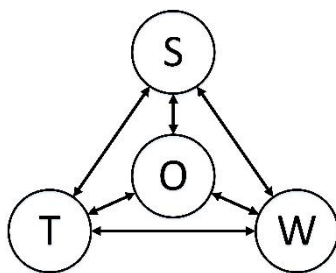
Табела 5.3. Поређење парова SWOT фактора под претпоставком да између њих не постоји зависност

SWOT групе	Снаге (S)	Слабости (W)	Шансе (O)	Претње (T)	Значај SWOT фактора
Снаге (S)	1	2	1/2	2	0.269
Слабости (W)		1	1/2	3	0.212
Шансе (O)			1	3	0.410
Претње (T)				1	0.109
Степен конзистентности у односу на циљ: CR=0.05					

Из Табеле 5.3. тежина SWOT фактора је:

$$w_1 = \begin{bmatrix} S \\ W \\ O \\ T \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.269 \\ 0.212 \\ 0.410 \\ 0.109 \end{bmatrix} \quad (19)$$

Потом се приступило утврђивању унутрашње међузависности SWOT фактора (Табела 5.4 – 5.7), на основу релација представљених на Слици 5.2.



Слика 5.2. Унутрашња међузависност SWOT фактора (Živković & Nikolić, 2016)

Табела 5.4. Матрица унутрашњих међузависности SWOT група у односу на Снаге

Снаге	Слабости (W)	Шансе (O)	Претње (T)	Тежински значај
Слабости (W)	1	1/5	1/2	0.117
Шансе (O)		1	4	0.683
Претње (T)			1	0.200
Степен конзистентности у односу на циљ: CR=0.02				

Табела 5.5. Матрица унутрашњих међузависности SWOT група у односу на Слабости

Слабости (W)	Снаге (S)	Шансе (O)	Претње (T)	Тежински значај
Снаге (S)	1	1/2	2	0.297
Шансе (O)		1	3	0.540
Претње (T)			1	0.163
Степен конзистентности у односу на циљ: CR=0.01				

Табела 5.6. Матрица унутрашњих међузависности SWOT група у односу на Шансе

Шансе (O)	Снаге (S)	Слабости (W)	Претње (T)	Тежински значај
Снаге (S)	1	1/3	1/2	0.163
Слабости (W)		1	2	0.540
Претње (T)			1	0.297
Степен конзистентности у односу на циљ: CR=0.01				

Табела 5.7. Матрица унутрашњих међузависности SWOT група у односу на Претње

Претње (T)	Снаге (S)	Слабости (W)	Шансе (O)	Тежински значај
Снаге (S)	1	1/2	1/3	0.157
Слабости (W)		1	1/3	0.249
Шансе (O)			1	0.594
Степен конзистентности у односу на циљ: CR=0.05				

Унутрашња међузависност SWOT фактора (W_2) може се представити у облику матрице:

$$W_2 = \begin{bmatrix} 1.000 & 0.297 & 0.163 & 0.157 \\ 0.117 & 1.000 & 0.540 & 0.249 \\ 0.683 & 0.540 & 1.000 & 0.594 \\ 0.200 & 0.163 & 0.297 & 1.000 \end{bmatrix} \quad (20)$$

Израчунавање приоритета SWOT фактора (w_{factors}) израчунава се множењем матрице унутрашње међузависности (W_2) и матрице тежине SWOT фактора (w_1):

$$w_{\text{factors}} = \begin{bmatrix} 1.000 & 0.297 & 0.163 & 0.157 \\ 0.117 & 1.000 & 0.540 & 0.249 \\ 0.683 & 0.540 & 1.000 & 0.594 \\ 0.200 & 0.163 & 0.297 & 1.000 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.269 \\ 0.212 \\ 0.410 \\ 0.109 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.208 \\ 0.246 \\ 0.386 \\ 0.160 \end{bmatrix} \quad (21)$$

Табела 5.8. Поређење парова SWOT поткритеријума – Снаге (S)

Снаге (S)	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	Локалне тежине
S ₁ - Претходно искуство у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама	1	2	1/3	1/3	2	1/3	0.111
S ₂ - Произвођачи UAS у Републици Србији		1	1/2	1/2	2	1/2	0.104
S ₃ - Добро образована радна снага која задовољава потребе индустрије UAS			1	2	3	3	0.319
S ₄ - Постојање сектора за ванредне ситуације				1	2	2	0.221
S ₅ - Ниски трошкови набавке и експлоатације UAS намењених за смањење ризика од катастрофа и управљање ванредним ситуацијама					1	1/2	0.076
S ₆ - Могућности UAS које доприносе напорима у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама						1	0.169
Однос конзистентности у односу на циљ: CR = 0.06							

Табела 5.9. Поређење парова SWOT поткритеријума – Слабости (W)

Слабости (W)	W ₁	W ₂	W ₃	W ₄	W ₅	Локалне тежине
W ₁ - Недостатак средстава за истраживање и развој UAS	1	4	1/2	2	2	0.256
W ₂ - Недостатак специјализованих центара за обуку оператора UAS		1	1/3	1/3	1/3	0.068
W ₃ - Незаинтересованост за набавку нових технологија			1	3	2	0.360
W ₄ - Ограничено искуство у експлоатацији UAS у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама				1	2	0.174
W ₅ - Ограничења у погледу примене UAS у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама као последица <u>пројектовања ваздухоплова</u>					1	0.142
Однос конзистентности у односу на циљ: CR = 0.05						

Табела 5.10. Поређење парова SWOT поткритеријума – Шансе (О)

Шансе (О)	О ₁	О ₂	О ₃	О ₄	О ₅	О ₆	Локалне тежине
О ₁ - Могућности примене UAS у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама	1	4	2	2	4	2	0.307
О ₂ - Напредак у развоју UAS технологије		1	1/3	1/3	3	1/2	0.081
О ₃ - Прекогранична сарадња у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама			1	1/3	4	2	0.177
О ₄ - Субвенције ЕУ за државе кандидате				1	3	2	0.251
О ₅ - Потенцијал за примену стечених знања у другим областима					1	1/4	0.049
О ₆ - Механизам финансирања бесповратним средствима Глобалног фонда за смањење катастрофа и опоравак (GFDRR)						1	0.135
Однос конзистентности у односу на циљ: CR = 0.06							

Табела 5.11. Поређење парова SWOT поткритеријума - Претње (Т)

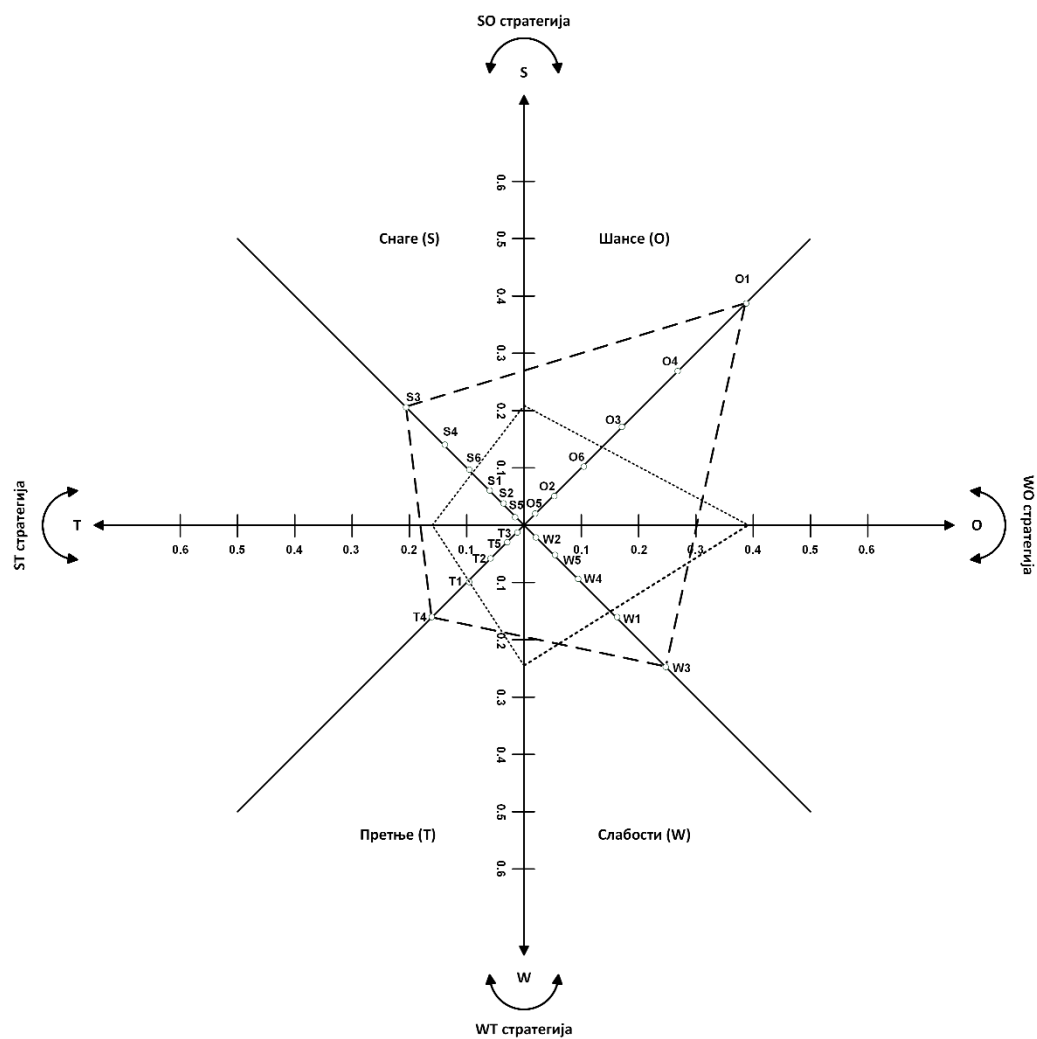
Претње (Т)	Т ₁	Т ₂	Т ₃	Т ₄	Т ₅	Локалне тежине
Т ₁ - Законодавство	1	4	3	1/2	2	0.290
Т ₂ - Забринутост у погледу безбедности и сигурности у вези са употребом UAS		1	3	1/3	2	0.154
Т ₃ - Забринутост због потенцијалног нарушавања приватности у вези са употребом UAS			1	1/3	1/3	0.070
Т ₄ - Економски трендови у Републици Србији				1	2	0.348
Т ₅ - Неодговорна употреба UAS на катастрофом захваћеном подручју од стране ентузијаста					1	0.138
Однос конзистентности у односу на циљ: CR = 0.09						

Локални значај SWOT поткритеријума и глобални значај SWOT поткритеријума представљен је у Табели 5.12.

Табела 5.12. Значајност критеријума и поткритеријума SWOT анализе

SWOT групе– критеријуми	Значај SWOT критеријума	SWOT поткритеријуми	Локални значај SWOT поткритеријума	Глобални значај SWOT поткритеријума
Снаге (S)	0.208	S ₁ Претходно искуство у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама S ₂ Произвођачи UAS у Републици Србији S ₃ Добро образована радна снага која задовољава потребе индустрије UAS S ₄ Постојање сектора за ванредне ситуације S ₅ Ниски трошкови набавке и експлоатације UAS намењених за смањење ризика од катастрофа и управљање ванредним ситуацијама S ₆ Могућности UAS које доприносе напорима у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама	0.111 0.104 0.319 0.221 0.076 0.169	0.023 0.022 0.066 0.046 0.016 0.035
Слабости (W)	0.246	W ₁ Недостатак средстава за истраживање и развој UAS W ₂ Недостатак специјализованих центара за обуку оператора UAS W ₃ Незаинтересованост за набавку нових технологија W ₄ Ограничено искуство у експлоатацији UAS у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама W ₅ Ограничења у погледу примене UAS у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама као последица пројектовања ваздухоплова	0.256 0.068 0.360 0.174 0.142	0.063 0.017 0.088 0.043 0.035
Шансе (O)	0.386	O ₁ Могућности примене UAS у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама O ₂ Напредак у развоју UAS технологије O ₃ Прекогранична сарадња у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама O ₄ Субвенције ЕУ за државе кандидате O ₅ Потенцијал за примену стечених знања у другим областима O ₆ Механизам финансирања бесповратним средствима Глобалног фонда за смањење катастрофа и опоравак (GFDRR)	0.307 0.081 0.177 0.251 0.049 0.135	0.119 0.031 0.068 0.097 0.019 0.052
Претње (T)	0.160	T ₁ Законодавство T ₂ Забринутост у погледу безбедности и сигурности у вези са употребом UAS T ₃ Забринутост због потенцијалног нарушавања приватности у вези са употребом UAS T ₄ Економски трендови у Републици Србији T ₅ Неодговорна употреба UAS на катастрофом захваћеном подручју од стране ентузијаста	0.290 0.154 0.070 0.348 0.138	0.046 0.025 0.011 0.056 0.022

На основу резултата представљених у Табели 5.12, графички приказ резултата поређења парова SWOT критеријума и поткритеријума на основу ANP методологије приказан је на Слици 3.4. Добијени резултати показују значај SWOT критеријума у следећем редоследу: O → W → S → T и значај SWOT поткритеријума у следећем редоследу: O₁ → W₃ → S₃ → T₄.



Слика 5.3. Графички приказ резултата поређења парова SWOT критеријума и поткритеријума заснованих на ANP методологији.

Глобална тежина SWOT поткритеријума (W_3) представљена је у облику следеће матрице:

$$W_3 = W_{\text{subfactors (global)}} = \begin{bmatrix} 0.023 \\ 0.022 \\ 0.066 \\ 0.046 \\ 0.016 \\ 0.035 \\ 0.063 \\ 0.017 \\ 0.088 \\ 0.043 \\ 0.035 \\ 0.119 \\ 0.031 \\ 0.068 \\ 0.097 \\ 0.019 \\ 0.052 \\ 0.046 \\ 0.025 \\ 0.011 \\ 0.056 \\ 0.022 \end{bmatrix} \quad (22)$$

Значај алтернативних стратегија (SO₁, SO₂, WO₁, WO₂, ST₁, ST₂, WT₁ и WT₂) у поређењу са SWOT поткритеријумима може се представити у облику матрице W₄:

$$W_4 = \begin{bmatrix} 0.184 & 0.243 & 0.232 & 0.141 & 0.164 & 0.179 & 0.213 & 0.160 & 0.180 & 0.155 & 0.167 & 0.168 & 0.203 & 0.204 & 0.074 & 0.223 & 0.219 & 0.065 & 0.054 & 0.058 & 0.205 & 0.046 \\ 0.263 & 0.103 & 0.129 & 0.276 & 0.116 & 0.146 & 0.142 & 0.200 & 0.147 & 0.180 & 0.113 & 0.242 & 0.084 & 0.235 & 0.211 & 0.065 & 0.131 & 0.213 & 0.175 & 0.158 & 0.135 & 0.098 \\ 0.147 & 0.263 & 0.205 & 0.178 & 0.287 & 0.241 & 0.286 & 0.078 & 0.274 & 0.128 & 0.158 & 0.199 & 0.223 & 0.103 & 0.256 & 0.177 & 0.257 & 0.098 & 0.098 & 0.093 & 0.238 & 0.064 \\ 0.127 & 0.085 & 0.099 & 0.124 & 0.063 & 0.084 & 0.058 & 0.262 & 0.065 & 0.244 & 0.181 & 0.086 & 0.105 & 0.118 & 0.133 & 0.146 & 0.091 & 0.075 & 0.069 & 0.076 & 0.097 & 0.069 \\ 0.121 & 0.090 & 0.093 & 0.143 & 0.145 & 0.088 & 0.088 & 0.120 & 0.096 & 0.134 & 0.082 & 0.141 & 0.147 & 0.172 & 0.143 & 0.085 & 0.123 & 0.281 & 0.258 & 0.281 & 0.137 & 0.280 \\ 0.045 & 0.117 & 0.149 & 0.038 & 0.057 & 0.122 & 0.043 & 0.044 & 0.051 & 0.043 & 0.198 & 0.045 & 0.125 & 0.047 & 0.058 & 0.139 & 0.061 & 0.132 & 0.189 & 0.184 & 0.061 & 0.192 \\ 0.061 & 0.043 & 0.042 & 0.056 & 0.083 & 0.089 & 0.106 & 0.087 & 0.069 & 0.064 & 0.048 & 0.055 & 0.048 & 0.054 & 0.043 & 0.038 & 0.047 & 0.044 & 0.043 & 0.041 & 0.043 & 0.155 \\ 0.051 & 0.057 & 0.054 & 0.043 & 0.085 & 0.051 & 0.063 & 0.050 & 0.117 & 0.051 & 0.052 & 0.064 & 0.066 & 0.067 & 0.082 & 0.127 & 0.070 & 0.092 & 0.113 & 0.109 & 0.084 & 0.096 \end{bmatrix} \quad (23)$$

Потом се израчунава матрица важности алтернативних стратегија (W_{alternatives}) и приказује у облику матрице:

$$W_{\text{alternatives}} = \begin{bmatrix} SO1 \\ SO2 \\ WO1 \\ WO2 \\ ST1 \\ ST2 \\ WT1 \\ WT2 \end{bmatrix} = W_4 \times W_{\text{subfactors (global)}} = \begin{bmatrix} 0.167 \\ 0.174 \\ 0.199 \\ 0.108 \\ 0.138 \\ 0.083 \\ 0.058 \\ 0.073 \end{bmatrix} \quad (24)$$

Значај и рангирање стратегија за примену система беспилотних ваздухоплова у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама у Републици Србији према ANP методологији представљени су у Табели 5.13.

Табела 5.13. Значај и рангирање стратегија према ANP методологији

ANP		
Стратегија	Тежински значај (W_i)	Ранг
WO ₁ - ЕУ и GFDRR средства за производњу и набавку UAS намењених за смањење ризика од катастрофа и управљање ванредним ситуацијама	0.199	1
SO ₂ - Регионални центар за смањење ризика од катастрофа и у управљање ванредним ситуацијама подржан од ЕУ, опремљен флотом UAS	0.174	2
SO ₁ - Заједнички развојни програми за производњу UAS са другим државама	0.167	3
ST ₁ - Детаљни прописи за употребу UAS у смањењу ризика од катастрофа и управљању ванредним ситуацијама	0.138	4
WO ₂ - Развој образовних програма у области примене UAS за смањење ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама	0.108	5
ST ₂ - Примена нових технологија за побољшање безбедности и сигурности UAS	0.083	6
WT ₂ - Популаризација UAS технологије у друштву	0.073	7
WT ₁ - Учешће UAS ентузијаста у напорима за смањење ризика од катастрофа и управљање ванредним ситуацијама у координацији са државним органима које је регулисано прописима	0.058	8

5.1.3. Дискусија резултата

Резултати истраживања представљени у Табели 5.13. добијени су коришћењем SWOT-ANP методологије за одређивање приоритета стратегија за примену UAS у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама у Републици Србији. Као резултат, постоји следећи редослед реализације стратегија:

$$WO_1 \rightarrow SO_2 \ \& \ SO_1 \rightarrow ST_1 \rightarrow WO_2 \rightarrow ST_2 \rightarrow WT_2 \rightarrow WT_1$$

одређен величином нормализованог фактора тежине W_i за: WO₁ - ЕУ и GFDRR средства за производњу и набавку UAS намењених за смањење ризика од катастрофа и управљање ванредним ситуацијама (0,199), SO₂ - Регионални центар за смањење ризика од катастрофа и у управљање ванредним ситуацијама подржан од ЕУ, опремљен флотом UAS (0,174), SO₁ - Заједнички развојни програми за производњу UAS са другим државама (0,167), ST₁ - Детаљни прописи за употребу UAS у смањењу ризика од катастрофа и управљању ванредним ситуацијама (0,138), WO₂ - Развој образовних програма у области примене UAS за смањење ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама (0,108), ST₂ - Примена нових технологија за побољшање безбедности и сигурности UAS (0,083), WT₂ - Популаризација UAS технологије у друштву (0,073) и WT₁ - Учешће UAS ентузијаста у напорима за смањење ризика

од катастрофа и управљање ванредним ситуацијама у координацији са државним органима које је регулисано прописима (0,058).

Стратегија WO₁ - ЕУ и GFDRR средства за производњу и набавку UAS намењених за смањење ризика од катастрофа и управљање ванредним ситуацијама представља најбоље рангирану стратегију за примену UAS у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама у Републици Србији. Применом ове стратегије држава може релативно брзо добити неопходне алате у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама. У случају да се одговарајућа технолошка решења не могу набавити из сопствених извора, држава би требало да се определи за набавку реномираних система из иностранства. Примена ове стратегије у великој мери јача способност државе да се носи са изазовима ванредних ситуација, а доведиће и до јачања њене технолошке базе. Стратегије SO₂ и SO₁ треба примењивати истовремено, јер имају готово сличан фактор тежине. Стратегија SO₂ - Регионални центар за смањење ризика од катастрофа и у управљање ванредним ситуацијама подржан од ЕУ, опремљен флотом UAS, омогућиће успостављање сарадње са суседним државама са којима делимо врло сличне ризике од катастрофа. Размена знања и информација, као и заједнички напор у правцу смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама, могу довести до сарадње у развоју нових UAS решења, што је суштина стратегије SO₁ - Заједнички развојни програми за производњу UAS са другим државама. При том би знање стечено спровођењем стратегије WO₁ могло да се користи за стварање нових UAS који у великој мери задовољавају специфичне потребе држава које учествују у њиховом развоју.

Даљим развојем употребе UAS за смањење ризика од катастрофа и управљање ванредним ситуацијама, постојећи правни оквир мораће да прође кроз одређене измене. Стратегија ST₁ - Детаљни прописи за употребу UAS у смањењу ризика од катастрофа и управљању ванредним ситуацијама морају успоставити равнотежу између тенденције побољшања рада државних органа и с друге стране, ефикасно минимизирати ризик за људе и њихову имовину који може да настане услед употребе UAS. Доношење одговарајућих прописа играће кључну улогу у покретању четири стратегије које ће следити: WO₂ - Развој образовних програма у области примене UAS за смањење ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама, ST₂ - Примена нових технологија за побољшање безбедности и сигурности UAS, WT₂ - Популаризација UAS технологије у друштву и WT₁ - Учешће UAS ентузијаста у напорима за смањење ризика од катастрофа и управљање ванредним ситуацијама у координацији са државним органима које је регулисано прописима. Усавршавање знања оператора, унапређење перформанси ваздухоплова као и употреба нових безбедносних система, као што

је геоограђивање (geofencing), допринеће даљем унапређењу безбедности током употребе UAS. Током ванредних ситуација, постоји могућност да појединци својим неодговорним руковањем беспилотним ваздухопловима угрозе напоре служби укључених у смањење ризика од катастрофа и управљање ванредним ситуацијама. Међутим, у околностима када службе за ванредне ситуације нису у стању да делују благовремено и када је сваки тренутак драгоцен, координирано деловање UAS ентузијаста на подручју захваћеним катастрофом може бити веома значајно.

5.2. SWOT-FAHP модел примене UAS за трансформацију градова у паметне градове: Студија случаја Београд

5.2.1. SWOT анализа за примену UAS за трансформацију градова у паметне градове: Студија случаја Београд

Снаге

Република Србија и град Београд имају образовану радну снагу која у великој мери задовољава потребе у погледу примене система беспилотних ваздухоплова у паметним градовима. Ово се искључиво не односи на компаније које су активно укључене у пројектовање и производњу система беспилотних ваздухоплова. Значајну улогу имају и компаније које их активно користе у свом пословању, као и научне установе које их користе у различитим истраживањима. Даље унапређење цивилних беспилотних ваздухоплова у Србији било би незамисливо без активне улоге образовних институција (Саобраћајни, Машински и Електротехнички факултет у Београду) које образују квалитетне кадрове за потребе ваздухопловне индустрије и који у потпуности могу да искористе потенцијал који UAS пружа као вид дисруптивне технологије (Serbian Development Agency, 2015).

Системи беспилотних ваздухоплова су вишенаменске платформе способне да обављају различите задатке. Беспилотни ваздухоплови се разликују у погледу величине, тежине, летних карактеристика и способности извођења операција у различитим окружењима (Hassanalian & Abdelkefi, 2017). Постоје два најчешћа типа беспилотних ваздухоплова који се данас користе у урбаном окружењу: UA са фиксним крилом и UA који поседује више ротора. Беспилотни ваздухоплови опремљени са више ротора имају могућности вертикалног полетања и слетања (VTOL), поседују могућност преласка из режима лебдења у режим хоризонталног лета и неупоредиво су агилнији у поређењу са ваздухопловима који поседују фиксна крила. С друге стране, беспилотни ваздухоплови са фиксним крилом имају већу аутономију лета и могу да понесу већи корисни терет, али неопходна им је полетно слетна стаза за извођење операција (Dündar, Bilici & Ünler, 2020; Tyau et al., 2017). Примена система беспилотних ваздухоплова у урбаном окружењу је веома захтеван задатак упркос чињеници да је реч о веома флексибилној и управљивој платформи. Проблем реализације мисија у окружењу пуном различитих покретних и стационарних препрека (градска инфраструктура, електрична мрежа, други ваздухоплови у урбаном ваздушном простору, итд.) могао би се решити брижљивим планирањем руте ваздухоплова (Zhao, Zhang & Zhao, 2020). Како би се достигао жељени ниво

безбедности UAS се може опремити са системом за избегавање судара у ваздуху (ACAS) којим располажу цивилни ваздухоплови и током истраживања дошло се до закључка да ће поменута употреба у будућности утицати на убрзани развој поменутих система за беспилотне ваздухоплове. Поменути модел примене такође пружа основу за дефинисање циљаног нивоа безбедности (TLOS) у погледу употребе UAS (Tomić et al., 2022). Способност ефикасног маневрисања у скученом урбаном окружењу, у непосредној близини или унутар урбаних структура, чине беспилотни ваздухоплов опремљен са више ротора (мултиротор UAV) погодном платформом за примену у паметним градовима за обављање различитих задатака.

Беспилотни ваздухоплови са више ротора имају неупоредиво једноставнији механизам намењен одржавању стабилност лета у поређењу са другим ваздухопловима. Системи беспилотних ваздухоплова су са аспекта потенцијалних ризика неспорно боље решење у односу на ваздухоплове са људском посадом будући да се њима управља даљински и у случају незгоде не постоји опасност по пилота који управља ваздухопловом (Chamoso et al., 2018). UAS убрзано преузимају примат у погледу обављања различитих комерцијалних послова у поређењу са авионима са људском посадом у бројним индустријским гранама (Rao, Gopi & Maione, 2016).

Један од главних разлога за употребу система беспилотних ваздухоплова осим њихове свестраности у погледу употребе је и чињеница да током реализације мисија имају ниске оперативне трошкове. Тако рецимо, UAS се може користити за добијање висококвалитетних слика путем својих сензора за само делић цене у поређењу са другим системима као што су то, на пример, авиони или сателити (Radoglou-Grammatikis et al., 2020).

Системи беспилотних ваздухоплова имају могућност да у виду корисног терета понесу широк спектар сензора различите намене. Тако рецимо, поменути сензори укључују мултиспектралне и хиперспектралне сензоре, камере које функционишу у видљивом делу спектра, термалне камере, ласерске скенере (LiDAR) и радаре са синтетичком апертуром (SAR) (Colomina & Molina, 2014). Бројни сензори за детекцију зрачења као што су Гајгер-Милеров (Geiger-Mueller) бројач, сцинтилациони детектори и полупроводнички детектори могу се користити за реализацију различитих радиолошких истраживања која се обављају уз употребу система беспилотних ваздухоплова (Lee & Kim, 2019). UAS могу бити опремљени широким спектром сензора који се могу користити за поуздано мерење квалитета ваздуха као што су: детектори кондезованих честица, аеросолни спектрометри, сензори температуре, сензори влажности ваздуха, сензори брзине ветра, уређаји за анализу гасова са ефектом стаклене баште (GGA),

CO₂ сензори, SO₂ сензори, сензори за праћење концентрације PM_{2,5} и PM₁₀ честица, итд. (Villa et al., 2016)

Систем беспилотног ваздухоплова као стандардни метод испоруке, допринео би у значајној мери смањењу емисије штетних гасова у урбаним срединама и заштити животне средине (Goodchild & Toy, 2018; Chiang et al., 2019). У области фотограметрије и даљинске детекције, UAS су се показали као еколошки прихватљиво решење, јер немају емисију гасова коју можемо довести у директну везу са ефектом стаклене баште (Park, Lee & Chon, 2019).

Системи беспилотних ваздухоплова се захваљујући широком спектру сензора могу користити како дању, тако и ноћу у комерцијалне сврхе у веома захтевном урбаном окружењу. Треба истаћи чињеницу да се извесне процедуре инспекције грађевинских објеката уз употребу UAS морају реализовати искључиво ноћу како би се постигла већа прецизност у погледу читавања резултата мерења (Rakha & Gorodetsky, 2018). Даљинска детекција градске осветљености уз помоћ система беспилотних ваздухоплова може се искористити у сврху одређивања степена људске активности у одређеној урбаној средини (Levin et al., 2020). UAS се такође могу користити током ноћних мисија за утврђивање нивоа негативног утицаја светлосног загађења на природне екосистеме (Guk & Levin, 2020).

Слабости

Недостатак финансијских средстава за набавку система беспилотних ваздухоплова може да представља озбиљну слабост на путу трансформације града Београда у правцу паметног града. UAS су у суштини нискобуџетни системи, али треба нагласити чињеницу да је таква тврдња исправна само када се ради о поређењу са другим решењима која се користе за сличне намене (сателит, авион или хеликоптер са људском посадом) и узевши у обзир околности њихове употребе (какву мисију UAS мора да спроводи, који сензори се инсталирају на ваздухоплов у виду корисног терета, врсту и величину подручја које истраживање обухвата и сл.). На пример, коришћење LiDAR сензора смештеног на беспилотни ваздухоплов је 10 до 20 пута скупље од употребе авиона са људском посадом опремљеног истим сензором (Risbøl & Gustavsen, 2018). Системи беспилотних ваздухоплова су такође скупо решење за фармере који поседују мале фарме (Michels, vonHobe & Musshoff, 2020), а већина фарми које се могу наћи у околини града Београда су заправо мале површине. У региону града Београда се налази 13.107 пољопривредних газдинстава површине испод 2 ha, 10.026 површине од 2,01 до 5 ha и 6.629 газдинстава које имају површину већу од 5 ha (Republički zavod za statistiku, 2019).

Један од разлога незаинтересованости за примену савремених (дисруптивних) технологија у трансформацији градова лежи у чињеници да се поменута технологија по први пут користи па се стога не могу јасно сагледати користи од њене употребе. Постоји страх у погледу употребе система беспилотних ваздухоплова од могућих последица услед губитка контроле над ваздухопловом услед квара. Вреди истаћи да је сваки концепт трансформације градова у паметне градове јединствен и да не даје одговоре на многа питања у погледу исплативости улагања у финансирање одређеног технолошког решења. Веома је важно да грађани врло брзо осете добробит од примене нове технологије, тако да технологија првенствено мора имати високу употребну вредност. Важно је обратити пажњу и фокусирати се на стварне проблеме људи и понудити високотехнолошка решења (укључујући системе беспилотних ваздухоплова) која решавају уочене проблеме.

Да би се реализовао пројекат трансформације града у паметан град уз помоћ система беспилотних ваздухоплова потребно је издвојити значајна средства првенствено за потребе изградње неопходне инфраструктуре. Неопходно је инвестирати у развој Система контроле летења за беспилотне ваздухоплове (Unmanned Traffic Management System - UTM) како би се омогућило ваздухопловима да безбедно и ефикасно обављају задатке у ваздушном простору, било да се ради о лету унутар видног поља (visual line-of-sight или VLOS) или о лету изван видног поља (beyond visual line-of-sight или BVLOS) на малим висинама (Syd Ali, 2019).

Систем беспилотног ваздухоплова користи две врсте бежичних комуникационих веза. UAS комуницира са земаљским чвориштима и контролном станицом користећи везу ваздух-земља (Air-to-Ground или A2G) и везу земља-ваздух (Ground-to-Air или G2A). A2G веза је резервисана за комуникацију од беспилотног ваздухоплова до земаљских чворишта и контролних станица. G2A веза укључује комуникацију од земаљских чворишта и контролних станица до беспилотног ваздухоплова. Постоји и такозвана веза ваздух-ваздух (Air-to-Air или A2A) која укључује комуникацију која се реализује између два или више беспилотна ваздухоплова (Liu et al., 2020; Yan et al., 2019).

Развој савремене 5G мреже која ради на фреквенцијама 6-24 GHz са брзином преноса података од 10 Gbps, може да обезбеди високу брзину преноса података и да побољша комуникацију са више беспилотних ваздухоплова истовремено (Al-Turjman et al., 2020). 5G мрежа може да се користи за технологије концепта Индустрије 4.0, које укључују: интернет ствари, аутономна возила, на пољу есенцијалних услуга неопходних за нормалан рад (mission-critical solutions), за рад са датотекама са 3D сликама, приватне мреже, роботiku у облаку и аутоматизацију

процеса, висококвалитетни видео надзор и аналитику, тактилни интернет, итд. Већина поменутих решења је уско повезана за области примене која укључују појам „паметан“, као што су паметан град, паметна производња, паметне услуге, паметна пољопривреда итд. Упркос неспорном напретку и бројним могућностима примене, мора се истаћи да су трошкови инфраструктуре за 5G мрежу неупоредиво већи у односу на трошкове инфраструктуре за старије технологије мобилних мрежа (Forge & Vu, 2020).

Интернет ствари (IoT) је један од главних модула структуре информационо-комуникационих технологија (ИКТ) паметних градова. Интеграција интернета ствари и сродних апликација које користе велике податке (Big Data) утиче на бројне аспекте паметних градова као што су: енергија, транспорт, мобилност, саобраћај, животна средина, итд. Технологија сензора способна за прикупљање и мерење података игра важну улогу у интернету ствари у урбаним срединама у контексту руковања подацима (Bibri, 2018).

Да би се смањило нежељено кашњење у погледу перформанси, као и потрошња електричне енергије од стране система, у паметним градовима се користи рачунарство у магли (Fog Computing) које представља везу између апликација за интернет ствари и сервера у облаку (Zahmatkesh & Al-Turjman, 2020; Naranjo et al., 2019). Једна од битних предности рачунарства у магли у поређењу са рачунарством у облаку (Cloud Computing) је близина крајњих уређаја укључујући између осталог системе беспилотних ваздухоплова и њихове сензоре (Bellendorf & Mann, 2020).

Постоје различите материјализације у погледу конфигурације напајања за системе беспилотних ваздухоплова и свака од њих има одређене предности и недостатке. Тако рецимо, извори енергије у виду гаснотурбинских мотора или мотора са унутрашњим сагоревањем (ICE) својим радом производе висок ниво буке и топлоте и имају висок ниво емисије загађујућих материја. Водоничке горивне ћелије, упркос својим предностима у односу на горе поменута решења, са друге стране изазивају одређену забринутост у вези са прекомерним генерисањем топлоте. Системи беспилотних ваздухоплова на соларни погон захтевају велику површину крила да би се ускладиштили соларни панели, што утиче у великој мери на њихову величину, комплексност и покретљивост. Та чињеница их чини неприкладним решењем у поређењу са малим UAS за употребу у урбаним срединама (Boukoberine, Zhou & Benbouzid, 2019). Системи беспилотних ваздухоплова са погоном на батерије имају недостатак који се првенствено манифестује у виду кратке аутономије лета. Постоје и решења која комбинују неколико различитих извора енергије у такозване „хибридне“ јединице за напајање (Pan, An &

Wen, 2019). За примену UAS у паметним градовима најповољније решење у овом тренутку подразумева електрични извор енергије у облику батерије (најчешће се користе литијум-јонске батерије).

Бука коју системи беспилотних ваздухоплова производе током лета или лебдења у урбаном окружењу могла би бити једна од препрека за шире прихватање UAS технологије у паметним градовима. Суштински, постоје два главна приступа за смањење нивоа буке коју системи беспилотних ваздухоплова производе у урбаном окружењу. Први, укључује технолошке промене на самој конструкцији UAS (на пример дизајн пропелера), а други приступ би подразумевао да се пажљиво бирају руте прелета кроз урбана подручја, што је могуће даље од људи (Watkins et al., 2020). Локације у непосредној близини саобраћајем закрчених улица могле би да се користе као коридор за лет UAS, јер бука коју генерише друмски саобраћај би могла осетно да прикрије буку која потиче од ваздухоплова (Torija, Li & Self, 2020).

У веома захтевном урбаном окружењу системи беспилотних ваздухоплова лете у непосредној близини зграда, док у неким сценаријима ваздухоплови су принуђени да уђу у унутрашњост зграде или неког другог објекта. У таквим околностима мали и лагани беспилотни ваздухоплови су подложни турбуленцији која може довести до скретања са жељене путање што може изазвати потенцијално веома опасне последице. Треба истаћи и чињеницу да под извесним околностима подаци прикупљени преко осетљивих сензора који се налазе на беспилотном ваздухоплову могу бити компромитовани (Watkins et al., 2020).

Близина зграда у урбаном подручју представља потенцијални проблем за системе беспилотних ваздухоплова опремљене пријемником глобалног навигационог сателитског система (GNSS). Постоји реална опасност губитка контакта са ваздухопловом који настаје као последица блокаде сателитског сигнала услед сложеног урбаног окружења и ефекта вишеструких путања (Zhang & Hsu, 2019). Ефекат вишеструке путање је грешка GNSS локализације проузрокована препрекама, дифракцијом и рефлексијом сателитског сигнала у урбаном окружењу (Zhang & Hsu, 2018).

Имплементација UAS технологије као део пројекта трансформације града у паметан град захтева извесни временски период за реализацију. За развој система беспилотних ваздухоплова и њихово тестирање са циљем стварања поузданог и ефикасног система потребан је дуги низ година. Следећи изазов представља имплементација једног таквог решења у захтевно окружење као што је то урбана средина. Београд је главни град Републике

Србије у коме живи више од милион и по становника и реално посматрано буџет за његову трансформацију мора бити висок, са великом вероватноћом да ће у неком тренутку током његове реализације доћи до проблема услед његове величине и комплексности. Пројекат трансформације града уз примену UAS технологије могао би се материјализовати кроз сукцесивни приступ корак по корак. UAS технологија сасвим сигурно не може решити све проблеме у погледу трансформације града у такозвани паметан град. Током трансформације дужна пажња мора да се посвети и реализацији бројних дигиталних агенди као што су 5G мрежа, велики подаци, ИКТ иновације и интернет ствари (Alaverdyan, Kučera & Horák, 2018). Многе од поменутих агенди паметног града су нераскидиво повезане и са политиком ЕУ. Тако рецимо, реализација 5G мреже у ЕУ се наметнула и као важно политичко питање. Будући да је Београд главни град Републике Србије, државе кандидата за чланство у ЕУ, концепту реализације паметног града се мора приступити изузетно пажљиво.

Шансе

Тренутно је негде око 80 градова у Европи (Барселона, Лондон, Лисабон, Милано, Манчестер итд.) обухваћено процесом трансформације у паметне градове. Ова динамика јасно указује како трансформација града отелотворена у форми технолошког напретка (стварање одрживих кућа и зграда, решења паметних мрежа, коришћење складишта енергије, употреба паметних електричних возила и револуционарне инфраструктуре за напајање енергијом, као и разних ИКТ платформи) може допринети бољитку читаве заједнице (Garrido-Marijuan, Pargova & Wilson, 2017).

Градови као што су Сан Франциско (San Francisco), Амстердам (Amsterdam), Сонгдо (Songdo), Масдар (Masdar) и Бризбејн (Brisbane) представљају пример добре праксе када су у питању базични елементи концептуалног оквира паметног попут технологије, заједнице и политике. У југоисточној Азији пројекти паметних градова су углавном пројекти изузетно великих размера, фокусирани на унапређење економије кроз бројне технолошке иновације. Насупрот томе у Европи, Северној Америци и Океанији пројекти паметних градова су у већини случајева пројекти релативно малих размера усмерени на побољшање квалитета живота у градовима (Yigitcanlar et al., 2019).

Системи беспилотних ваздухоплова су способни да обављају велики број различитих мисија и њихове импресивне карактеристике као што су мобилност, мале димензије и маса и могућност обављања бројних задатка уз употребу широког спектра сензора смештених на

летилице довеле су до повећаног интересовања за њихово истраживање и развој (Kanellakis & Nikolakopoulos, 2017). Технолошка еволуција и рапидни развој аеронаутичке технологије у бројним областима као што су: контрола лета беспилотног система и одређивање положаја ваздухоплова у простору, летне карактеристике ваздухоплова и способност комуникација довели су до напретка UAS индустрије на револуционаран начин и она се свакако може поредити са неким другим високим технологијама (мобилни телефони, интернет, итд.) које су данас саставни део човекове свакодневнице (Giones & Brem, 2017).

Horizon 2020 је представљао програм истраживања и иновација вредан 80 милиона евра намењен државама чланицама и земљама кандидатима за ЕУ, који је био доступан од 2014. до 2020. године. Циљ програма је био да се обезбеди економски раст кроз примену науке и технологије (European Commission, 2014). Њега је наследио програм Horizon Europe са предложеним буџетом од 100 милијарди евра издвојеним за период од 2021–2027. године. Horizon Europe је амбициозни програм који се састоји од три главна стуба: савремена наука, глобални изазови и европска индустријска конкурентност и иновативна Европа подржана акцијама осмишљеним за проширење учешћа и јачање европског истраживачког простора. У првом програму стратешког плана за Horizon Europe, Систем управљања саобраћајем дрoнова U-space (U-space drone traffic management system) се помиње као потенцијално изузетно важан истраживачки подухват (European Commission, 2019).

Системи беспилотних ваздухоплова представљају јефтино и нарасе интелигентно решење које има потенцијал да реши бројне изазове у будућим паметним градовима као што су: управљање саобраћајем, паметна сигурност, паметна безбедност, паметна брига итд. и да пружи сву неопходну помоћ како би се реализовали сви постављени циљеви паметних градова (Mohamed et al., 2020). Искуство стечено у цивилној примени UAS широм света детаљно је приказано у поглављу које се бави могућностима имплементације UAS решења за паметне градове.

Системи беспилотних ваздухоплова имају потенцијал да постану веома ефикасан алат у решавању бројних проблема изазваних темпом урбанизације и захваљујући својој универзалности имају могућност да интензивирају друштвени и економски развој. Узимајући у обзир резултате последња два пописа из 2002. и 2011. године, становништво града Београда је повећано са 1.576.124 на 1.659.440 становника (Republički zavod za statistiku, 2019). Последњих година приметан је тренд да грађани напуштају своја пребивалишта у мањим местима у Републици Србији и мигрирају у град Београд, док истовремено велики број житеља

Београда напушта град и државу и настањује се у другим државама света. Дугогодишња политика занемаривања регионалног развоја имала је за последицу интензивирање концентрације становништва у граду Београду. То је са једне стране резултирало прекомерном концентрацијом активности унутар града Београда, а са друге, израженим неуравнотеженим регионалним развојем унутар Републике Србије (Živanović et al., 2019).

У Београду је у току реализација бројних великих пројеката који су довели до стварања новог урбаног идентитета града. Бројне измене планске документације и недовршени урбанистички пројекти су у директној колизији са тенденцијама за даље ширење, што отежава дугорочно планирање развоја града (Arandelovic, Vukumirovic & Samardzic, 2017). Тренутно се у Београду реализује већи број пројеката: комплекс Београд на води, железничка станица Прокоп, нова аутобуска станица Блок 42, обилазница око Београда, терминали и контролни торањ аеродрома „Никола Тесла“, Београдски метро, итд.

Главни град Србије представља веома важно саобраћајно чвориште подједнако значајно за друмски, железнички, речни или ваздушни саобраћај. Београд се налази на раскрсници европских путева Е-70, Е-75 и Е-763. Железнички коридор који пролази кроз Београд повезује југоисточну Европу и Блиски исток са остатком европског континента. Река Дунав, као интегрални део канала Рајна-Мајна-Дунав повезује Северно море и Атлантски океан са Црним морем. Београд је у 2018. години имао 5.756 km путева од којих је 190 km државних путева I класе, 460 km државних путева II класе и 5.106 km општинских путева (Republički zavod za statistiku, 2019). Аеродром „Никола Тесла“ представља највећи аеродром у региону чији је промет у периоду јануар-септембар 2022. године износио 4.177.000 путника (Aerodrom Nikola Tesla, 2022). Београд има 25 km дугу градску железничку линију под називом БГ Воз са тунелима укупне дужине 7 km који се налазе на траси која повезује шест београдских општина (Jovanović, 2016).

Београд нема независан шински систем што представља изузетно велики проблем у настојању да се унапреди јавни превоз у граду (Šipetić, Savić & Furundžić, 2019). Београд карактеришу веома честе саобраћајне гужве због саобраћајница неодговарајуће пропусне моћи и високог степена коришћења моторних возила у граду (Jovanović, 2013). Премда ове две наведене чињенице суштински имају негативну конотацију у светлу нормалног функционисања града, уједно представљају и шансу за примену UAS технологије како би се њихов негативан утицај умањио.

Београд је из године у годину све популарнија туристичка дестинација. Током 2018. године регистроване су 1.160.582 туристичке посете, што представља значајан пораст у односу на 2010. годину када је главни град Републике Србије посетило 618.454 туриста. У 2018. години, од укупног броја туриста који су посетили град Београд, 971.942 су били туристи из иностранства, док су домаћи туристи чинили 188.640 посета (Sekretarijat za upravu - Sektor statistike, 2019). Једна од најпосећенијих туристичких локација у Београду је старо градско језгро које обухвата простор од Београдске тврђаве до цркве Светог Марка. Посетиоци су заинтересовани да посете главну пешачку деоницу Кнез Михаилову улицу, Београдску тврђаву, градску боемску четврт Скадарлија, Народну скупштину Републике Србије, Цркву Светог Марка, Храм Светог Саве, Музеј Николе Тесле, сплавове на реци Сави и др. (Budović & Ratkaј, 2018). У природне туристичке вредности Београда убрајају се вештачко језеро Ада Циганлија, обале Дунава и Саве, Велико ратно острво, планина Авала, итд.

У рубним деловима Београда заступљена је пољопривредна производња воћа, поврћа и житарица углавном на локалитетима Сланци, Овча и Обреновац и поменуте локације представљају значајна градска хортикултурна подручја (Marković et al., 2010). Као резултат урбане експанзије између 1980. и 2012. године, градско пољопривредно земљиште је смањено за 22.191 ha или чак за 96.802 ha према неким изворима (Zeković, Vujošević & Maričić, 2015). Подручје западно од центра града које обухвата градску општину Обреновац одржава континуитет производње житарица. Подручје источно од центра града које обухвата градску општину Гроцка је оријентисано на узгајање житарица, док је узгајање поврћа у порасту. Пољопривредно земљиште које се налази јужно од центра града, првенствено подручја локализована око Ибарске магистрале су оријентисане на узгајање житарица и поврћа, као и на производњу сточне хране (Sibinović, 2012). Искоришћена пољопривредна површина у 2018. години износила је 147.330 ha са 30.033 пољопривредних газдинстава (домаћинства). На коришћеним пољопривредним површинама у 2018. години доминирале су претежно житарице (7.765 ha), крмно биље (19.720 ha), индустријско биље (9.701 ha), као и воће и поврће и то претежно засади диња и јагода (3.896 ha) (Republički zavod za statistiku, 2019).

Системи беспилотних ваздухоплова се могу успешно користити за потребе мониторинга животне средине и вода и на тај начин се у великој мери могу смањити проблеми у погледу очувања животне средине који у великој мери оптерећују град Београд. Приметан је недостатак података о производњи, прикупљању и третману отпада у граду Београду. Постоји развијен систем сепарације отпада, али он не функционише на задовољавајући начин. Треба напоменути и да Београд нема санитарну депонију. У 2016. години само 75% домаћинства је

имало прикључак на канализациону мрежу, а свега 60% територије града је било покривено системом путем кога се одводе атмосферске воде (Pantić & Milijić, 2021). У Републици Србији се мање од 13% комуналних отпадних вода пречисти пре испуштања у животну средину. У главном граду Србије, Београду, канализација се испушта директно у реке Саву и Дунав без било каквог третмана (Kolarević, et al., 2021). Од укупно 30 изворишта регистрованих на територији града Београда, анализом воде на 23 изворишта регистроване су повећане количине нитрата као последица загађења чији узрочник су септичке јаме, стајско и вештачко ђубриво и узгој животиња (Salem Saleh O Aleja et al., 2021). Београд карактерише и индустрију која у великој мери загађује ваздух. Оно што додатно отежава ситуацију је слаба циркулација ваздуха, уз интензиван саобраћај који чине застарела возила покретана моторима са унутрашњим сагоревањем (Sawidis et al., 2011). У периоду од маја 2014. до маја 2015. године на територији града Београда мерене су концентрације веома штетног аеросола $PM_{2.5}$ и констатовано је да су дневне концентрације $PM_{2.5}$ веће од годишњих норми прописаних за квалитет ваздуха и у око 33% мерења ради се о узорцима прикупљеним искључиво током грејне сезоне (Todorović et al., 2020). Приликом мерења квалитета ваздуха у зимском периоду 2011. године на три локације где су мерени нивои SO_2 , NO_2 , PM_{10} , O_3 и CO , констатовано је да је ваздух лошег квалитета током више од 78% дана током којих је мерење спроведено (Ђурић & Vujić, 2020). У периоду од 2003. до 2007. и од 2011. до 2015. године концентрације PM_{10} честица су прелазиле дозвољену границу од $40 \mu g m^{-3}$ ЕУ стандарда за квалитет ваздуха (Air Quality Standards) од 37 до 151 пут годишње (Stojić et al., 2016).

Системи беспилотних ваздухоплова могу бити користан алат у Београду по питању јавне безбедности, у борби против тероризма и екстремизма, у очувању јавног реда и мира, по питању безбедности саобраћаја, у заштити живота и имовине, у случају елементарних непогода или техничко-технолошких несрећа, у области превенције ванредних ситуација и брзог реаговања у случају ванредних ситуација итд. Највећа техничко-технолошка несрећа која је задесила Београд у блиској прошлости, била је НАТО агресија на Савезну Републику Југославију 1999. године, када је уништен или оштећени велики број индустријских објеката како у граду, тако и у околним местима. Неки од најтеже оштећених објеката налазили су се у насељу Барич у општини Обреновац (фабрика толуен диизоцијаната и хемијска фабрика) и у граду Панчеву који се налази у непосредној близини Београда (петрохемијски комплекс, фабрика азотног ђубрива и рафинерија нафте). Као последица бомбардовања, велике количине разних полутаната су испуштене у ваздух или су исцуриле у земљиште и воду (Vukmirović et al., 2001).

Река Колубара је притока реке Саве, и она се улива у њу у београдској општини Обреновац. Слив реке Колубаре је подложен великим поплавама и у посматраном периоду од 1929. до 2013. године забележен је 121 бујични поплазни догађај. У мају 2014. године, река Колубара је поплавила 90% града Обреновца, узрокујући катастрофалну материјалну штету и губитак људских живота (Kostadinov et al., 2017). Топчидерска река чији је главни ток дужине 28,14 km налази се у централној зони града Београда и десна је притока реке Саве (Petrović, Kovačević-Majkić & Milošević, 2016). Слив Топчидерске реке је често захваћен јаким поплавама и у 34 таква догађаја, поред причињене материјалне штете, констатоване су повреде код 11 особа (Petrović, Kostadinov & Dragičević, 2014). На подручју града Београда у периоду од 2006. до 2010. године регистровано је 1.100 клизишта (Ђурић et al., 2019). 1922. године забележен је земљотрес магнитуде $M=6,1$ степени у насељу Лазаревац, јужној општини града Београда, која представља једно од сеизмички активних подручја у Републици Србији (Cvetković et al., 2019). Република Србија и град Београд налазе се на такозваној Балканској рути, којом мигранти из ратом захваћених подручја Азије и Африке покушавају да стигну до Западне Европе. Многи од њих, суочени са тешким положајем у коме се налазе, покушавају да на илегалан начин уђу на територију околних држава чланица ЕУ и често су жртве трговине људима (Bogusewicz, 2020). Србија је као и готове све државе света захваћена глобалном пандемијом вируса COVID-19. У граду Краљеву, у централној Србији, компанија Агро-дрон је употребила системе беспилотних ваздухоплова намењене пољопривреди за дезинфекцију јавних површина у центру града и поменута акција је реализована са великом прецизношћу (Krug Portal, 2020).

Претње

Република Србија је 23. децембра 2019. године донела нови сет прописа о беспилотним ваздухопловима (Direktorat civilnog vazduhoplovstva Republike Srbije, 2019). Ти прописи представљају корак напред у односу на стару регулативу која датира из децембра 2015. Будући да је Република Србија кандидат за чланство у ЕУ, било би за очекивати да се уложи додатни напори у погледу хармонизације прописа са добрим праксама из ЕУ. ЕУ је усвојила нови сет правила о дроновима који су ступили на снагу 1. јула 2020. и сва национална правила су замењена заједничком ЕУ регулативом (EASA, 2019). U-space сет прописа је потпуно нова услуга која зависи од обима дигитализације и аутоматизације функција и специфичних процедура и која ће омогућити сложене и безбедне операције дрона у ваздушном простору. Те операције ће подразумевати учешће великог броја система беспилотних ваздухоплова у свим класама ваздушног простора. U-space услуге ће се развијати кроз 4 фазе: U1 – Оснивачке

услуге (е-регистрација, е-идентификација и геофенсинг (geofencing)), U2 – Иницијалне услуге, подржавају безбедно управљање операцијама дрона у оквиру првог нивоа процедуралног интерфејса, везе са контролом ваздушног саобраћаја, као и непотпун спектар мисија изван видног поља (BVLOS), U3 – Напредне услуге, подразумевају операције у густо насељеном и сложенем окружењу укључујући могућности откривања и избегавања (нови типови мисија као што је урбана ваздушна мобилност), U4 – Комплетне услуге, интегрисани интерфејси са авионима са људском посадом и појава нових услуга (SESAR, 2017; SESAR, 2018). Република Србија мора пажљиво да проучи регулаторни оквир ЕУ у погледу система беспилотних ваздухоплова и да помно прати све измене постојећих прописа, посебно оне које се тичу U-space сета прописа.

Урбана ваздушна мобилност носи са собом велики број изазова када су у питању летови које обављају ваздухоплови са људском посадом и постоји потреба за континуираним унапређењем безбедности (Cokorilo, 2020). Ти изазови се подједнако односе и на системе беспилотних ваздухоплова. Мисије система беспилотних ваздухоплова се проширују на све комплекснија окружења са великим интензитетом ваздушног саобраћаја где беспилотни ваздухоплов мора да се креће веома брзо на изузетно малој висини. Те ситуације су рецимо типичне за хитне спасилачке мисије у којима учествују беспилотни ваздухоплови и у ситуацијама када беспилотни ваздухоплови лете у формацији (Xiang, Liu & Luo, 2016). Постоји забринутост да потенцијални квар на систему беспилотног ваздухоплова може да представља претњу људима или имовини на земљи или да систем може да представља опасност за друге ваздухоплове са којима дели исти ваздушни простор (Rosenfeld, 2019). Системи беспилотних ваздухоплова често представљају претњу комерцијалној авијацији и забележени су бројни инциденти када су контролори летења морали да преусмере или приземље комерцијалне авионе услед присуства других ваздухоплова у њиховој непосредној близини. Америчка савезна управа за цивилну авијацију (FAA) увела је два приступа за решавање ове ситуације. Први приступ подразумева интензивну едукацију оператера UAS, док други приступ има за циљ кажњавање власника и одузимање ваздухоплова од починиоца прекршаја. Треба напоменути да се све чешће користи и мера која је по својој природи технолошког карактера и укључује такозвано геоограђивање (geofencing), систем који спречава систем беспилотног ваздухоплова да лети у неовлашћеном ваздушном простору (Rao, Gori & Maione, 2016). Приликом употребе система беспилотног ваздухоплова увек постоји ризик да може доћи до директног судара беспилотног ваздухоплова, његовог корисног терета или погонске групе са другим објектом или особом. UAS који се налази ван контроле може значајно утицати на путању других ваздухоплова који се налазе у његовој близини

(Clarke & Bennett Moses, 2014). Евидентна је разлика у перцепцији ризика који потиче од примене система беспилотних ваздухоплова за доставу између урбаних и руралних средина. У урбаним срединама које одликује велика густина насељености и комплексна урбана инфраструктура преовладавају сигурносни разлози, будући да UAS у случају пада може да изазове материјалну штету или да повреди грађане на земљи. Насупрот овом ставу, у руралним областима, потенцијално нарушавање приватности од стране система беспилотног ваздухоплова представља главни извор забринутости (Yoo, Yu & Jung, 2018).

Системи беспилотних ваздухоплова који се користе било за комерцијалне или приватне потребе наоружани експлозивом могу бити предмет злоупотребе и постоји могућност напада на објекте који представљају тзв. критичну инфраструктуру (електране, постројења за дистрибуцију воде или електричне енергије и др.). Постоји и реална опасност да криминалци могу да отму комерцијални или приватни систем беспилотног ваздухоплова да би извршили кривична дела, или да тако дело почини лице без криминалне намере у циљу постизања неких личних циљева (Clarke, 2014). Системи беспилотних ваздухоплова су као сложени системи рањиви на злонамерне нападе. Најчешћи типови сајбер (cyber) напада на UAS су: Спуфинг (Spoofing) напади, DoS (Denial of Service) напади и електронско ометање, манипулисање кодом, инсајдерски напади, физички/електронски прекид комуникације, црвоточина (Wormhole), црна рупа (Blackhole), малвер (Malware), нежељена пошта, MITM, итд. (Al-Turjman et al., 2020). Глобални позициони систем (GPS) који пружа информације о прецизној локацији система беспилотног ваздухоплова је рањив на сајбер нападе помоћу спуфинг уређаја који могу да преузму у потпуности контролу над ваздухопловом (Feng et al., 2020). Осим GPS-а, други сензори попут сензора оптичког протока, жirosкопа и компаса могу бити на мети нападача, а један од начина да се заштити систем беспилотног ваздухоплова од ометања и спуфинга је постојање више сензора преко којих се добијају подаци. Још једна слаба тачка је комуникација између UAS и терминала на земљи, а ту се посебно издвајају Wi-Fi линкови (Zhi et al., 2020). Безбедносне претње у смислу криминалне злоупотребе података прикупљених путем система беспилотних ваздухоплова у окружењу паметних градова укључују: пресретање комуникације, уметање комуникације и ометање комуникације (Baig et al., 2017). Блокчејн (Blockchain) технологија могла би да буде од велике користи у намери да се UAS системи учине безбеднијим у будућности (Alladi et al., 2020).

Систем беспилотног ваздухоплова намењен за персоналну употребу опремљен камером може да се користи за снимање људи без њиховог знања чиме се нарушава њихова приватност (Watkins et al., 2020). Током употребе UAS у комерцијалне сврхе, за потребе доставе, постоји

забринутост да се ваздухоплов може користити за прикупљање података о кретању људи или за прикупљање података о њиховој имовини без њихове дозволе (Rosenfeld, 2019). Поверење је кључно за нове технологије и оно се може успоставити путем регулатива, али стандарди приватности морају да постану интегрални део технологије кроз њену материјализацију у облику хардверских и софтверских компоненти које су саставни део система беспилотних ваздухоплова (Nelson & Gorichanaz, 2019). Постојећи правни оквири САД, ЕУ и Велике Британије нису довољно ефикасни да се на одговарајући начин баве питањима приватности и етике у вези са злоупотребом UAS и морају се применити нови закони како би се приликом употребе UAS за потребе надзора избегла питања везана за етику (Finn & Wright, 2012).

Република Србија је током последњих двадесет година напредовала од планске економије ка слободној тржишној економији кроз низ структурних реформи (Radjenovic & Rakic, 2017). Земље Западног Балкана (укључујући Републику Србију) суочавају се са губитком радне снаге и знања релевантног за индустријске технологије, а процес реиндустријализације тече поприлично споро (Trlaković, Despotović & Ristić, 2018). Бруто домаћи производ (БДП) се сматра једним од најважнијих показатеља ефективне примене одговарајућих мера економске политике и економског раста земље (Vladušić, Živković & Pantić, 2020). Годишња стопа раста БДП-а у 2018. години износила је 4,4%, а БДП по глави становника Републике Србије у 2018. години износио је 7.246,7 US\$ (The World Bank, 2019). Ако узмемо у обзир просечну стопу раста БДП-а између 2001. и 2016. године, за свих шест држава Западног Балкана биће потребно око 60 година да се оствари пуна конвергенција са просечним животним стандардом ЕУ (Sanfey & Milatovic, 2018).

Република Србија је 2009. године поднела захтев за чланство у Европској унији (ЕУ). Три године касније, 2012. године Европски савет је Србији доделио статус земље кандидата, а 2014. године су почели приступни преговори (Neck & Weyerstrass, 2019). Процес приступања Републике Србије ЕУ подразумева испуњавање читавог низа услова који се могу груписати у две основне категорије, оне правне и оне политичке (Dimovski & Stanojević, 2019). Политика проширења ЕУ представља веома важан механизам који омогућава трансформацију земаља кандидата у земље чланице ЕУ кроз преговарачки процес. Успоравање процеса приступања држава Западног Балкана ЕУ резултат је: негативног искуства стеченог претходним проширењем ЕУ које се јавило као последица пријема појединих источноевропских земаља, промене става држава чланица према проширењу, као и економске и мигрантске кризе (Mišćević & Mrak, 2017). У периоду 2006-2015, Република Србија није успела да ухвати корак са свим суседним земљама чланицама ЕУ (Хрватска, Мађарска, Румунија, Бугарска и Грчка)

у погледу конкурентности привреде (Nedić et al., 2016). Успоравање или заустављање процеса придруживања без сумње није нешто позитивно и пожељно за српску привреду, као и за процес усвајања нових технологија.

Током агресије на СРЈ (Србија и Црна Гора), која је почела 24. марта 1999. године, војни системи беспилотних ваздухоплова су коришћени за извиђање, селекцију циљева, процену ситуације и ометање ПВО (Arbogast, 2000). Због њихове употребе током борбених дејстава, термин UAS је у српском друштву добио изузетно негативну конотацију. У октобру 2014. године, током утакмице између фудбалских репрезентација Србије и Албаније, над тереном је лебдео дрон са заставом на којој су приказани мотиви Велике Албаније. Утакмица је прекинута и на стадиону је ескалирало насиље (Djordjević & Pečić, 2018). Истовремено, у Србији постоји веома мало примера цивилне употребе UAS који доприносе развоју друштва, што ствара неверицу у јавности у погледу коришћења ове дисруптивне технологије.

Србија има изражене социо-економске разлике између различитих региона, у поређењу са другим европским земљама. Велики регионални центри привлаче у главном младу, радно способну популацију из неразвијених, руралних, рубних подручја јер пружају више могућности за запошљавање и бољи животни стандард. Услед великог одлива становништва, неразвијена подручја пате од неадекватне структуре радне снаге у погледу старости и образовања. То опет доводи до пада прихода запослених, велике незапослености и таква ситуација је покретачка снага и катализатор за даље миграције (Lukić & Anđelković Stoilković, 2017). Истовремено, велики број веома квалификованих и образованих појединаца напушта Србију што веома неповољно утиче на потенцијал људског капитала. У периоду 2012 - 2016. Републику Србију напустило је око 245.000 грађана, а економски мотиви су један од најважнијих фактора који изазивају интензиван одлив мозгова (Ivanov, 2019).

Табела 5.14. SWOT матрица Примена UAS за трансформацију градова у паметне градове:
Студија случаја Београд

Унутрашње	
Снаге	Слабости
S₁ Добро образована радна снага која задовољава захтеве примене UAS у паметним градовима S₂ Прилагодљивост и летне карактеристике UAS које доприносе примени у паметним градовима S₃ Сигурна замена за ваздухоплове са људском посадом S₄ UAS као јефтино решење за обављање задатака S₅ Способност UAS да носи широк спектар различитих сензора S₆ Ниска емисија гасова са ефектом стаклене баште S₇ Време оперативне употребе	W₁ Недостатак средстава за набавку UAS W₂ Недостатак интересовања за примену савремених технологија за ефикасну трансформацију града W₃ Високи трошкови инфраструктуре неопходне за примену UAS у паметним градовима W₄ Ограничење у погледу примене UAS за трансформацију паметних градова као последица пројектовања ваздухоплова W₅ Време потребно за имплементацију пројекта
Спољашње	
Шансе	Претње
O₁ Лекције научене из пројекта паметних градова реализованих широм света O₂ Убрзани развој UAS технологије O₃ Субвенције ЕУ за земље кандидате O₄ Значајно искуство стечено цивилном применом UAS широм света O₅ Раст градске популације O₆ Развој градске инфраструктуре O₇ Унапређење привредних активности града, здравља грађана, квалитета живота и њихове сигурности и безбедност	T₁ Законодавство T₂ Сигурносни проблеми у вези са употребом UAS у насељеним местима T₃ Безбедносни проблеми у вези са употребом UAS у насељеним местима T₄ Забринутост у вези са нарушавањем приватности у вези са употребом UAS у насељеним местима T₅ Економска ситуација и изгледи у Републици Србији T₆ Спор напредак у приступним преговорима са ЕУ T₇ Неповећење јавности T₈ Миграције међу високообразованим становништвом

5.2.2. Резултати предложеног SWOT-FAHP модела

Важно је истаћи чињеницу да су стејкхолдери (заинтересоване стране) или стручњаци, када говоримо о паметним градовима, грађани који долазе из различитих области људске делатности. Конкретно, на примеру трансформације Београда у паметан град, реч је о архитектама, политичарима, привредницима, државним службеницима, научницима, универзитетској заједници, менаџерима који раде у општинским службама, невладиним организацијама, уметницима, грађанима, закључно са људима који активно користе дронове у комерцијалне сврхе.

Корак 1. На основу детаљне анализе у вези са могућностима примене UAS за трансформацију града Београда у правцу паметног града, горе поменуте заинтересоване стране су дефинисале унутрашње факторе (снаге и слабости) и спољашње факторе (шансе и претње). Затим, у следећем кораку, након што је дефинисање SWOT фактора окончано, заинтересоване стране су приступиле дефинисању алтернативних стратегија, вођени односом који постоји између

SWOT фактора, односно потфактора који припадају одређеном SWOT фактору. У оквиру TOWS матрице могуће је дефинисати четири групе алтернативних стратегија: SO стратегије (max-max) које максимизирају снаге и шансе, WO стратегије (min-max) које минимизирају слабости и максимизирају шансе, ST стратегије (max-min) који максимизирају снаге и минимизирају претње и WT стратегије (min-min) које минимизирају и слабости и претње (Weihrich, 1982). TOWS матрица је представљена у Табели 5.15.

Табела 5.15. TOWS матрица Примена UAS за трансформацију градова у паметне градове:
Студија случаја Београд

		Унутрашње	
		Снаге	Слабости
		S₁ Добро образована радна снага која задовољава захтеве примене UAS у паметним градовима S₂ Прилагодљивост и летне карактеристике UAS које доприносе примени у паметним градовима S₃ Сигурна замена за ваздухоплове са људском посадом S₄ UAS као јефтино решење за обављање задатака S₅ Способност UAS да носи широк спектар различитих сензора S₆ Ниска емисија гасова са ефектом стаклене баште S₇ Време оперативне употребе	W₁ Недостатак средстава за набавку UAS W₂ Недостатак интересовања за примену савремених технологија за ефикасну трансформацију града W₃ Високи трошкови инфраструктуре неопходне за примену UAS у паметним градовима W₄ Ограничење у погледу примене UAS за трансформацију паметних градова као последица пројектовања ваздухоплова W₅ Време потребно за имплементацију пројекта
Спољашње	Шансе	SO₁ Дугорочна улагања у успостављање инфраструктуре за примену UAS у паметном граду SO₂ Потпуна интеграција напредне UAS технологије у паметне услуге и сервисе које су од суштинског значаја за грађане и градску управу	WO₁ Улагање у старт ап пројекте из области вештачке интелигенције и аутоматизације а које се тичу UAS технологије WO₂ Развој иновативних образовних програма који доприносе развоју паметних градова и UAS технологије
	Претње	ST₁ Прописи и закони који доприносе широј примени UAS у паметним градовима ST₂ Приступ који комбинује UAS са другим мање дисруптивним технолошким иницијативама за широку примену у паметном граду	WT₁ Подизање свести јавности о позитивном утицају примене UAS на друштво у паметном граду WT₂ Јавно-приватно партнерство у пројектима који укључују UAS технологије у паметном граду
	Шансе	O₁ Учење на примерима добре праксе реализованих пројеката паметних градова широм света O₂ Убрзани развој UAS технологије O₃ Субвенције ЕУ за земље кандидате O₄ Значајно искуство стечено цивилном применом UAS широм света O₅ Раст градске популације O₆ Развој градске инфраструктуре O₇ Унапређење привредних активности града, здравља грађана, квалитета живота и њихове сигурности и безбедност	
	Претње	T₁ Законодавство T₂ Сигурносни проблеми у вези са употребом UAS у насељеним местима T₃ Безбедносни проблеми у вези са употребом UAS у насељеним местима T₄ Забринутост у вези са нарушавањем приватности у вези са употребом UAS у насељеним местима T₅ Економска ситуација и изгледи у Републици Србији T₆ Спор напредак у приступним преговорима са ЕУ T₇ Неповерење јавности T₈ Миграције међу високообразованим становништвом	

Стратегија SO₁ Дугорочна улагања у успостављање инфраструктуре за примену UAS у паметном граду је последица међусобног односа потфактора S₁, S₂, S₃, S₄, и S₆ и потфактора O₁, O₃, O₅, O₆ и O₇.

Стратегија SO₂ Потпуна интеграција напредне UAS технологије у паметне услуге и сервисе које су од суштинског значаја за грађане и градску управу је последица међусобног односа потфактора S₂, S₃, S₄, S₅, S₆ и S₇ и потфактора O₄, O₅, O₆ и O₇.

Стратегија WO₁ Улагање у старт ап пројекте из области вештачке интелигенције и аутоматизације а које се тичу UAS технологије је последица међусобног односа потфактора W₁, W₃ и W₅ и потфактора O₁, O₂, O₃ и O₄.

Стратегија WO₂ Развој иновативних образовних програма који доприносе развоју паметних градова и UAS технологије је последица међусобног односа потфактора W₂ и W₄ и потфактора O₁, O₂, O₃ и O₄.

Стратегија ST₁ Прописи и закони који доприносе широј примени UAS у паметним градовима је последица међусобног односа потфактора S₂, S₃, S₄ и S₇ и потфактора T₁, T₂, T₃, T₄ и T₇.

Стратегија ST₂ Приступ који комбинује UAS са другим мање дисруптивним технолошким иницијативама за широку примену у паметном граду је последица међусобног односа потфактора S₂, S₄, S₅ и S₇ и потфактора T₅, T₆, T₇ и T₈.

Стратегија WT₁ Подизање свести јавности о позитивном утицају примене UAS на друштво у паметном граду је последица међусобног односа потфактора W₂ и W₃ и потфактора T₁, T₂, T₃, T₄ и T₇.

Стратегија WT₂ Јавно-приватно партнерство у пројектима који укључују UAS технологије у паметном граду је последица међусобног односа потфактора W₁, W₃ и W₅ и потфактора T₅ и T₈.

Корак 2. Фази АНР анализа је затим реализована постепеним увођењем процена заинтересованих страна коришћењем позитивних и позитивних реципрочних триангуларних фази бројева заснованих на Сатијевој скали (Табела 4.3). На овај начин се добија фази матрица приказана у Табели 5.16.

Табела 5.16. Поређење парова SWOT фактора према FАНР методологији

	Снаге (S)	Слабости (W)	Шансе (O)	Претње (T)	Значај SWOT фактора
Снаге (S)	(1,1,1)	(1,2,3)	(1/4,1/3,1/2)	(1/3,1/2,1)	0.194
Слабости (W)	(1/3,1/2,1)	(1,1,1)	(1/4,1/3,1/2)	(1/4,1/3,1/2)	0.119
Шансе (O)	(2,3,4)	(2,3,4)	(1,1,1)	(1,2,3)	0.387
Претње (T)	(1,2,3)	(2,3,4)	(1/3,1/2,1)	(1,1,1)	0.300

Корак 3. Користећи формуле 11-15, одређен је значај (тежина) међу SWOT факторима и резултати су унети у Табелу 4.4. Користећи ову процедуру, локалне тежине поткритеријума у односу на SWOT критеријуме су израчунате и резултати су унети у Табеле 5.17 - 5.20.

Табела 5.17. Локалне тежине и поређење парова поткритеријума за SWOT критеријум Снаге према FАНР методологији.

Снаге (S)	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	Локалне тежине
S ₁	(1,1,1)	(1/3,1/2,1)	(2,3,4)	(1,2,3)	(2,3,4)	(2,3,4)	(2,3,4)	0.210
S ₂	(1,2,3)	(1,1,1)	(2,3,4)	(1,2,3)	(1,2,3)	(3,4,5)	(2,3,4)	0.225
S ₃	(1/4,1/3,1/2)	(1/4,1/3,1/2)	(1,1,1)	(1/4,1/3,1/2)	(1/4,1/3,1/2)	(1,2,3)	(1/4,1/3,1/2)	0.071
S ₄	(1/3,1/2,1)	(1/3,1/2,1)	(2,3,4)	(1,1,1)	(1,2,3)	(2,3,4)	(2,3,4)	0.181
S ₅	(1/4,1/3,1/2)	(1/3,1/2,1)	(2,3,4)	(1/3,1/2,1)	(1,1,1)	(2,3,4)	(1,2,3)	0.149
S ₆	(1/4,1/3,1/2)	(1/5,1/4,1/3)	(1/3,1/2,1)	(1/4,1/3,1/2)	(1/4,1/3,1/2)	(1,1,1)	(1/3,1/2,1)	0.053
S ₇	(1/4,1/3,1/2)	(1/4,1/3,1/2)	(2,3,4)	(1/4,1/3,1/2)	(1/3,1/2,1)	(1,2,3)	(1,1,1)	0.110

Табела 5.18. Локалне тежине и поређење парова поткритеријума за SWOT критеријум Слабости према FАНР методологији.

Слабости (W)	W ₁	W ₂	W ₃	W ₄	W ₅	Локалне тежине
W ₁	(1,1,1)	(1/3,1/2,1)	(1/4,1/3,1/2)	(1,2,3)	(1,2,3)	0.178
W ₂	(1,2,3)	(1,1,1)	(1/3,1/2,1)	(1,2,3)	(2,3,4)	0.244
W ₃	(2,3,4)	(1,2,3)	(1,1,1)	(1,2,3)	(3,4,5)	0.322
W ₄	(1/3,1/2,1)	(1/3,1/2,1)	(1/3,1/2,1)	(1,1,1)	(2,3,4)	0.174
W ₅	(1/3,1/2,1)	(1/4,1/3,1/2)	(1/5,1/4,1/3)	(1/4,1/3,1/2)	(1,1,1)	0.082

Табела 5.19. Локалне тежине и поређење парова поткритеријума за SWOT критеријум Шансе према FAHP методологији.

Шансе (O)	O ₁	O ₂	O ₃	O ₄	O ₅	O ₆	O ₇	Локалне тежине
O ₁	(1,1,1)	(1,2,3)	(1/3,1/2,1)	(1,2,3)	(2,3,4)	(1,2,3)	(1/3,1/2,1)	0.162
O ₂	(1/3,1/2,1)	(1,1,1)	(1/3,1/2,1)	(1/4,1/3,1/2)	(1,2,3)	(1/3,1/2,1)	(1/4,1/3,1/2)	0.085
O ₃	(1,2,3)	(1,2,3)	(1,1,1)	(1,2,3)	(3,4,5)	(2,3,4)	(1,2,3)	0.221
O ₄	(1/3,1/2,1)	(2,3,4)	(1/3,1/2,1)	(1,1,1)	(2,3,4)	(1/3,1/2,1)	(1/3,1/2,1)	0.139
O ₅	(1/4,1/3,1/2)	(1/3,1/2,1)	(1/5,1/4,1/3)	(1/4,1/3,1/2)	(1,1,1)	(1/4,1/3,1/2)	(1/4,1/3,1/2)	0.052
O ₆	(1/3,1/2,1)	(1,2,3)	(1/4,1/3,1/2)	(1,2,3)	(2,3,4)	(1,1,1)	(1/4,1/3,1/2)	0.137
O ₇	(1,2,3)	(2,3,4)	(1/3,1/2,1)	(1,2,3)	(2,3,4)	(2,3,4)	(1,1,1)	0.204

Табела 5.20. Локалне тежине и поређење парова критеријума за SWOT критеријум Претње према FAHP методологији.

Претње (T)	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	Локалне тежине
T ₁	(1,1,1)	(1,2,3)	(3,4,5)	(3,4,5)	(2,3,4)	(3,4,5)	(1,2,3)	(4,5,6)	0.229
T ₂	(1/3,1/2,1)	(1,1,1)	(3,4,5)	(2,3,4)	(1/3,1/2,1)	(2,3,4)	(1,2,3)	(3,4,5)	0.173
T ₃	(1/5,1/4,1/3)	(1/5,1/4,1/3)	(1,1,1)	(1/4,1/3,1/2)	(1/5,1/4,1/3)	(1,2,3)	(1/4,1/3,1/2)	(2,3,4)	0.076
T ₄	(1/5,1/4,1/3)	(1/4,1/3,1/2)	(2,3,4)	(1,1,1)	(1/4,1/3,1/2)	(1,2,3)	(1/4,1/3,1/2)	(2,3,4)	0.100
T ₅	(1/4,1/3,1/2)	(1,2,3)	(3,4,5)	(2,3,4)	(1,1,1)	(2,3,4)	(1,2,3)	(3,4,5)	0.183
T ₆	(1/5,1/4,1/3)	(1/4,1/3,1/2)	(1/3,1/2,1)	(1/3,1/2,1)	(1/3,1/2,1)	(1,1,1)	(1/3,1/2,1)	(2,3,4)	0.070
T ₇	(1/3,1/2,1)	(1/3,1/2,1)	(2,3,4)	(2,3,4)	(1/3,1/2,1)	(1,2,3)	(1,1,1)	(2,3,4)	0.135
T ₈	(1/6,1/5,1/4)	(1/5,1/4,1/3)	(1/4,1/3,1/2)	(1/4,1/3,1/2)	(1/4,1/3,1/2)	(1/4,1/3,1/2)	(1/4,1/3,1/2)	(1,1,1)	0.033

Корак 4. Локални значај SWOT поткритеријума и глобални значај SWOT поткритеријума су сумирани у Табели 5.21.

Табела 5.21. Значај критеријума и поткритеријума SWOT анализе.

SWOT групе – критеријуми	Значај SWOT критеријума	SWOT поткритеријуми	Локални значај SWOT поткритеријума	Глобални значај SWOT поткритеријума
Снаге (S)	0.194	S ₁ - Добро образована радна снага која задовољава захтеве примене UAS у паметним градовима	0.210	0.041
		S ₂ - Прилагодљивост и летне карактеристике UAS које доприносе примени у паметним градовима	0.225	0.044
		S ₃ - Сигурна замена за ваздухоплове са људском посадом	0.071	0.014
		S ₄ - UAS као јефтино решење за обављање задатака	0.181	0.035
		S ₅ - Способност UAS да носи широк спектар различитих сензора	0.149	0.029
		S ₆ - Ниска емисија гасова са ефектом стаклене баште	0.053	0.010
		S ₇ - Време оперативне употребе	0.110	0.021
Слабости (W)	0.119	W ₁ - Недостатак средстава за набавку UAS	0.178	0.021
		W ₂ - Недостатак интересовања за примену савремених технологија за ефикасну трансформацију града	0.244	0.029
		W ₃ - Високи трошкови инфраструктуре неопходне за примену UAS у паметним градовима	0.322	0.038
		W ₄ - Ограничење у погледу примене UAS за трансформацију паметних градова као последица пројектовања ваздухоплова	0.174	0.021
		W ₅ - Време потребно за имплементацију пројекта	0.082	0.010
Шансе (O)	0.387	O ₁ - Учење на примерима добре праксе реализованих пројеката паметних градова широм света	0.162	0.063
		O ₂ - Убрзани развој UAS технологије	0.085	0.033
		O ₃ - Субвенције ЕУ за земље кандидате	0.221	0.085
		O ₄ - Значајно искуство стечено цивилном применом UAS широм света	0.139	0.054
		O ₅ - Раст градске популације	0.052	0.020
		O ₆ - Развој градске инфраструктуре	0.137	0.053
		O ₇ - Унапређење привредних активности града, здравља грађана, квалитета живота и њихове сигурности и безбедност	0.204	0.079
Претње (T)	0.300	T ₁ - Законодавство	0.229	0.069
		T ₂ - Сигурносни проблеми у вези са употребом UAS у насељеним местима	0.173	0.052
		T ₃ - Безбедносни проблеми у вези са употребом UAS у насељеним местима	0.076	0.023
		T ₄ - Забринутост у вези са нарушавањем приватности у вези са употребом UAS у насељеним местима	0.100	0.030
		T ₅ - Економска ситуација и изгледи у Републици Србији	0.183	0.055
		T ₆ - Спор напредак у приступним преговорима са ЕУ	0.070	0.021
		T ₇ - Неповећење јавности	0.135	0.040
		T ₈ - Миграције међу високообразованим становништвом	0.033	0.010

Добијени резултати показују важност SWOT критеријума следећим редоследом: O→T→S→W и важност SWOT поткритеријума следећим редом: W₃→T₁→S₂→O₃.

Корак 5. Приликом решавања сложених проблема, одлучивање се понекад заснива на лингвистичким терминима који представљају варијабле. Поменуте лингвистичке варијабле могу се квантификовати и изразити у облику фази бројева (Nguyen et al., 2015; Li et al., 2017). У Табели 5.22. приказане су лингвистичке скале за снаге, слабости, шансе и претње.

Табела 5.22. Лингвистичке скале за снаге, шансе, слабости и претње.

Лингвистичка скала за снаге и шансе	Лингвистичка скала за слабости и претње	Триангуларни фази бројеви	Најбољи учинак дефазификоване вредности (Best non-fuzzy performance - BNP)
VL – веома низак (very low)	VH – веома висок (very high)	(0.00, 10.0, 0.25)	0.12
L – низак (low)	H – висок (high)	(0.15, 0.30, 0.45)	0.30
M – средњи (medium)	M – средњи (medium)	(0.35, 0.50, 0.65)	0.50
H – висок (high)	L – низак (low)	(0.55, 0.70, 0.85)	0.70
VH – веома висок (very high)	VL – веома низак (very low)	(0.75, 0.90, 1.00)	0.88

При чему се најбољи учинак дефазификоване вредности (BNP) за триангуларне фази бројеве (l,m,u) израчунава на следећи начин (Rahimdel & Noferesti, 2020):

$$BNP = l + \frac{(u-l)+(m-l)}{3} \quad (25)$$

Заинтересоване стране су затим наставиле са евалуацијом предложених осам стратегија према 27 поткритеријума, на основу лингвистичке скале представљене у Табели 5.22. Резултати спроведене фази лингвистичке евалуације стратегија установљене на основу SWOT поткритеријума приказани су у Табели 5.23. и Табели 5.24. (Ou, Chou & Chang, 2009).

Табела 5.23. Фази лингвистичка евалуација стратегија заснована на SWOT поткритеријумима
(снаге и слабости)

Поткритеријуми снаге и слабости												
	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	W ₁	W ₂	W ₃	W ₄	W ₅
SO ₁	M	H	H	M	M	M	H	H	M	VH	L	H
SO ₂	H	VH	M	H	H	VH	VH	M	M	VH	H	VH
WO ₁	H	M	L	M	M	M	L	VH	H	H	H	M
WO ₂	H	L	L	L	M	M	VL	M	H	L	H	L
ST ₁	L	M	H	L	H	M	H	VL	L	VL	L	VL
ST ₂	M	VH	M	M	H	H	H	L	L	M	M	L
WT ₁	VL	L	M	VL	L	M	M	VL	M	VL	L	VL
WT ₂	M	M	VL	M	L	L	L	H	M	H	VL	H

Табела 5.24. Фази лингвистичка евалуација стратегија заснована на SWOT поткритеријумима
(шансе и претње)

Поткритеријуми шансе и претње															
	O ₁	O ₂	O ₃	O ₄	O ₅	O ₆	O ₇	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈
SO ₁	VH	H	H	M	H	VH	H	H	L	L	L	VH	H	M	M
SO ₂	H	M	M	H	M	H	VH	VH	H	M	M	H	M	H	H
WO ₁	L	M	H	M	L	M	H	VL	M	H	M	L	M	M	M
WO ₂	L	M	VL	M	L	M	M	VL	H	L	H	M	H	H	VH
ST ₁	VH	H	M	H	H	M	H	VH	H	L	M	VL	VL	H	VL
ST ₂	H	M	M	H	L	H	H	H	M	M	M	H	M	H	M
WT ₁	M	L	VL	M	M	L	M	VH	VH	H	VH	VL	M	VH	M
WT ₂	M	M	H	L	VL	M	M	M	L	VL	L	M	M	M	VL

Корак 6. На основу глобалног значаја SWOT поткритеријума представљеног у Табели 5.21. и фази лингвистичке евалуације стратегија засноване на SWOT поткритеријумима представљеним у Табели 5.23. и Табели 5.24. рангирање стратегија коришћењем FАНР методологије представљено је у Табели 5.25. и у Табели 5.26. (Dağdeviren & Yüksel, 2008).

Табела 5.25. Рангирање стратегија коришћењем FAHP методологије (SO₁, SO₂, WO₁ и WO₂)

Поткритеријум	Глобалне тежине (gw)	SO ₁			SO ₂			WO ₁			WO ₂		
		Лингвистичке оцене	BNP	gw x BNP	Лингвистичке оцене	BNP	gw x BNP	Лингвистичке оцене	BNP	gw x BNP	Лингвистичке оцене	BNP	gw x BNP
S ₁	0.041	M	0.50	0.020	H	0.70	0.029	H	0.70	0.029	H	0.70	0.029
S ₂	0.044	H	0.70	0.031	VH	0.88	0.039	M	0.50	0.022	L	0.30	0.013
S ₃	0.014	H	0.70	0.010	M	0.50	0.007	L	0.30	0.004	L	0.30	0.004
S ₄	0.035	M	0.50	0.018	H	0.70	0.024	M	0.50	0.018	L	0.30	0.010
S ₅	0.029	M	0.50	0.014	H	0.70	0.020	M	0.50	0.014	M	0.50	0.014
S ₆	0.010	M	0.50	0.005	VH	0.88	0.009	M	0.50	0.005	M	0.50	0.005
S ₇	0.021	H	0.70	0.015	VH	0.88	0.018	L	0.30	0.006	VL	0.12	0.002
W ₁	0.021	H	0.30	0.006	M	0.50	0.010	VH	0.12	0.002	M	0.50	0.010
W ₂	0.029	M	0.50	0.014	M	0.50	0.014	H	0.30	0.009	H	0.30	0.009
W ₃	0.038	VH	0.12	0.004	VH	0.12	0.004	H	0.30	0.011	L	0.70	0.027
W ₄	0.021	L	0.70	0.015	H	0.30	0.006	H	0.30	0.006	H	0.30	0.006
W ₅	0.010	H	0.70	0.007	VH	0.12	0.001	M	0.50	0.005	L	0.70	0.007
O ₁	0.063	VH	0.88	0.055	H	0.70	0.044	L	0.30	0.019	L	0.30	0.019
O ₂	0.033	H	0.70	0.023	M	0.50	0.016	M	0.50	0.016	M	0.50	0.016
O ₃	0.085	H	0.70	0.060	M	0.50	0.042	H	0.70	0.060	VL	0.12	0.010
O ₄	0.054	M	0.50	0.027	H	0.70	0.038	M	0.50	0.027	M	0.50	0.027
O ₅	0.020	H	0.70	0.014	M	0.50	0.010	L	0.30	0.006	L	0.30	0.006
O ₆	0.053	VH	0.88	0.047	H	0.70	0.037	M	0.50	0.026	M	0.50	0.026
O ₇	0.079	H	0.70	0.055	VH	0.88	0.070	H	0.70	0.055	M	0.50	0.040
T ₁	0.069	H	0.30	0.021	VH	0.12	0.008	VL	0.88	0.061	VL	0.88	0.061
T ₂	0.052	L	0.70	0.036	H	0.30	0.016	M	0.50	0.026	H	0.30	0.016
T ₃	0.023	L	0.70	0.016	M	0.50	0.012	H	0.30	0.007	L	0.70	0.016
T ₄	0.030	L	0.70	0.021	M	0.50	0.015	M	0.50	0.015	H	0.30	0.009
T ₅	0.055	VH	0.12	0.007	H	0.30	0.016	L	0.70	0.038	M	0.50	0.028
T ₆	0.021	H	0.30	0.006	M	0.50	0.010	M	0.50	0.010	H	0.30	0.006
T ₇	0.040	M	0.50	0.020	H	0.30	0.012	M	0.50	0.020	H	0.30	0.012
T ₈	0.010	M	0.50	0.005	H	0.30	0.003	M	0.50	0.005	VH	0.12	0.001
Σ		0.572			0.530			0.522			0.429		

Табела 5.26. Рангирање стратегија коришћењем FANP методологије (ST₁, ST₂, WT₁ и WT₂)

Поткритеријуми	Глобалне тежине (gw)	ST ₁			ST ₂			WT ₁			WT ₂		
		Лингвистичке оцене	BNP	gw x BNP	Лингвистичке оцене	BNP	gw x BNP	Лингвистичке оцене	BNP	gw x BNP	Лингвистичке оцене	BNP	gw x BNP
S ₁	0.041	L	0.30	0.012	M	0.50	0.020	VL	0.12	0.005	M	0.50	0.020
S ₂	0.044	M	0.50	0.022	VH	0.70	0.031	L	0.30	0.013	M	0.50	0.022
S ₃	0.014	H	0.70	0.010	M	0.50	0.007	M	0.50	0.007	VL	0.12	0.002
S ₄	0.035	L	0.30	0.010	M	0.50	0.018	VL	0.12	0.004	M	0.50	0.018
S ₅	0.029	H	0.70	0.020	H	0.70	0.020	L	0.30	0.009	L	0.30	0.009
S ₆	0.010	M	0.50	0.005	H	0.70	0.007	M	0.50	0.005	L	0.30	0.003
S ₇	0.021	H	0.70	0.015	H	0.70	0.015	M	0.50	0.010	L	0.30	0.006
W ₁	0.021	VL	0.88	0.018	L	0.70	0.015	VL	0.88	0.018	H	0.30	0.006
W ₂	0.029	L	0.70	0.020	L	0.70	0.020	M	0.50	0.014	M	0.50	0.014
W ₃	0.038	VL	0.88	0.033	M	0.50	0.019	VL	0.88	0.033	H	0.30	0.011
W ₄	0.021	L	0.70	0.015	M	0.50	0.010	L	0.70	0.015	VL	0.88	0.018
W ₅	0.010	VL	0.88	0.009	L	0.70	0.007	VL	0.88	0.009	H	0.30	0.003
O ₁	0.063	VH	0.88	0.055	H	0.70	0.044	M	0.50	0.032	M	0.50	0.032
O ₂	0.033	H	0.70	0.023	M	0.50	0.016	L	0.30	0.010	M	0.50	0.016
O ₃	0.085	M	0.50	0.042	M	0.50	0.042	VL	0.12	0.010	H	0.70	0.060
O ₄	0.054	H	0.70	0.038	H	0.70	0.038	M	0.50	0.027	L	0.30	0.016
O ₅	0.020	H	0.70	0.014	L	0.30	0.006	M	0.50	0.010	VL	0.12	0.002
O ₆	0.053	M	0.50	0.026	H	0.70	0.037	L	0.30	0.016	M	0.50	0.026
O ₇	0.079	H	0.70	0.055	H	0.70	0.055	M	0.50	0.040	M	0.50	0.040
T ₁	0.069	VH	0.12	0.008	H	0.30	0.021	VH	0.12	0.008	M	0.50	0.034
T ₂	0.052	H	0.30	0.016	M	0.50	0.026	VH	0.12	0.006	L	0.70	0.036
T ₃	0.023	L	0.70	0.016	M	0.50	0.012	H	0.30	0.007	VL	0.88	0.020
T ₄	0.030	M	0.50	0.015	M	0.50	0.015	VH	0.12	0.004	L	0.70	0.021
T ₅	0.055	VL	0.88	0.048	H	0.30	0.016	VL	0.88	0.048	M	0.50	0.028
T ₆	0.021	VL	0.88	0.018	M	0.50	0.010	M	0.50	0.010	M	0.50	0.010
T ₇	0.040	H	0.30	0.012	H	0.30	0.012	VH	0.12	0.005	M	0.50	0.020
T ₈	0.010	VL	0.88	0.009	M	0.50	0.005	M	0.50	0.005	VL	0.88	0.009
Σ			0.584			0.544			0.380			0.502	

Табела 5.27. даје преглед редоследа имплементације стратегије коришћењем FANP методологије.

Табела 5.27. Значај и рангирање стратегија према FAHP методологији.

FAHP		
Стратегија	gw x BNP	Рангирање
ST ₁ - Прописи и закони који доприносе широј примени UAS у паметним градовима	0.584	1
SO ₁ - Дугорочна улагања у успостављање инфраструктуре за примену UAS у паметном граду	0.572	2
ST ₂ - Приступ који комбинује UAS са другим мање дисруптивним технолошким иницијативама за широку примену у паметном граду	0.544	3
SO ₂ - Потпуна интеграција напредне UAS технологије у паметне услуге и сервисе које су од суштинског значаја за грађане и градску управу	0.530	4
WO ₁ - Улагање у старт ап пројекте из области вештачке интелигенције и аутоматизације а које се тичу UAS технологије	0.522	5
WT ₂ - Јавно-приватно партнерство у пројектима који укључују UAS технологије у паметном граду	0.502	6
WO ₂ - Развој иновативних образовних програма који доприносе развоју паметних градова и UAS технологије	0.429	7
WT ₁ - Подизање свести јавности о позитивном утицају примене UAS на друштво у паметном граду	0.380	8

5.2.3. Дискусија резултата

Применом SWOT-FAHP методологије добијени су следећи резултати у погледу приоритизације претходно дефинисаних стратегија (Табела 5.27):

$$ST_1 \rightarrow SO_1 \rightarrow ST_2 \rightarrow SO_2 \rightarrow WO_1 \rightarrow WT_2 \rightarrow WO_2 \rightarrow WT_1$$

Најбоље рангирана стратегија ST₁ подразумева прописе и законе који доприносе широј примени UAS у паметним градовима. Употреба система беспилотних ваздухоплова у урбаним срединама је изузетно сложена и подразумева не само велику концентрацију инфраструктуре, већ и летове који се одвијају у непосредној близини људи. Неопходно је прецизно дефинисати све правне аспекте примене UAS у урбаним срединама, што ће поставити темеље за њихову даљу употребу у циљу трансформације градова у такозване паметне градове. Ово је први и фундаментални корак који има за циљ стварање јасног регулаторног оквира за град Београд, као и дефинисање стратегија и индикатора који би служили за процену степена постигнуте дигиталне трансформације. Без имплементације ове стратегије, употреба дронова у урбаним срединама остала би спорадична и не бисмо могли да осетимо пуну корист коју ова дисруптивна технологија доноси са собом.

Одговарајући прописи и законска регулатива омогућиће следећу SO₁ стратегију која подразумева дугорочна улагања у успостављање инфраструктуре за примену UAS у паметном граду. Неопходно је створити услове за интеграцију система беспилотних ваздухоплова у урбану средину, која се заснива на успостављању одговарајуће инфраструктуре која ће искористити пун потенцијал који пружа поменута технологија. Наведена инфраструктура када

је у питању град Београд на почетку процеса трансформације не мора бити превише сложена. Ипак, како трансформација града буде напредовала, инфраструктурне потребе ће постајати све софистицираније. Важно је напоменути да би било пожељно да инфраструктура у почетку буде искључиво у јавном власништву.

Важно је напоменути да приликом трансформације градова у паметне градове није неопходно у потпуности зависити од напредних технологија. Постоји простор за коришћење постојећих мање дисруптивних решења у комбинацији са UAS технологијом како би се постигли најбољи могући резултати уз далеко мања финансијска улагања. То је суштина следеће стратегије ST₂ – Приступ који комбинује UAS са другим мање дисруптивним технолошким иницијативама за широку примену у паметном граду. Суштина примене система беспилотних ваздухоплова у трансформацији града Београда није коришћење дисруптивне технологије у сврху демонстрације степена технолошког развоја, већ фокусирање на стварне проблеме људи који се могу решити уз помоћ технологије. Постоји низ фактора који могу утицати на овај комбиновани приступ, почевши од недостатка финансијских средстава, па све до неодговарајуће градске инфраструктуре. На овај начин се може стећи драгоцено искуство у примени UAS технологије, што је веома важно за реализацију следеће стратегије.

Стратегија која би уследила SO₂ – Потпуна интеграција напредне UAS технологије у паметне услуге и сервисе које су од суштинског значаја за грађане и градску управу, подразумева фокусирање на свеобухватну и циљану трансформацију оних сегмената урбаног живота који су кључни за његов просперитет. Ова стратегија би подразумевала унапређење економских активности града, здравственог система, квалитета живота, сигурности и безбедности града. Чак и са повећаним степеном дигитализације, фокус мора остати на грађанима и њиховим потребама. Живот сваког појединачног грађанина мора се учинити лакшим, садржајнијим и сигурнијим и треба посветити дужну пажњу економском развоју урбаних целина које иду у корак са људским потребама.

Затим би уследила следећа стратегија WO₁ – Улагање у старт ап пројекте из области вештачке интелигенције и аутоматизације а које се тичу UAS технологије. Поменута интеграција не би нужно подразумевала коришћење решења која су настала у оквиру развоја система беспилотних ваздухоплова или пратеће инфраструктуре за трансформацију града у паметан град у Републици Србији. Временом би се створили услови да се, захваљујући стеченом искуству, домаће компаније интензивније укључе у реализацију пројеката из области примене UAS у трансформацији Београда у правцу паметног града.

Све наведене стратегије заснивале би се на инвестицијама које би долазиле из јавног сектора. Следећа стратегија WT₂ – Јавно-приватно партнерство у пројектима који укључују UAS технологије у паметном граду подразумева активније укључивање приватног сектора у партнерство са јавним сектором. Временом би се створили неопходни услови за стварање простора за активније ангажовање приватног сектора, чиме би се створили услови за неопходна улагања и обезбедио виши квалитет јавних услуга.

Уз значајну примену и искуство стечено током коришћења система беспилотних ваздухоплова у циљу трансформације града у паметан град, јасно ће се издвојити потреба за образованим кадровима који могу да унапреде како примену UAS технологије тако и унапређење услуга доступних грађанима. Поменуте тежње могу се реализовати кроз следећу стратегију WO₂ – Развој иновативних образовних програма који доприносе развоју паметних градова и UAS технологије. Образовани кадрови који су веома добро упознати са реализацијом трансформације традиционалних градова у такозване паметне градове могу бити од помоћи у даљој трансформацији не само градова у Републици Србији, већ и региона и целокупне државе.

Имплементација последње стратегије у низу WT₁ - Подизање свести јавности о позитивном утицају примене UAS на друштво у паметном граду може водити у правцу даље промоције примене система беспилотних ваздухоплова у трансформацији урбаних средина у Републици Србији. Поред Београда, главног града Републике Србије, постоје још два града која су добри кандидати за процес трансформације, Нови Сад и Ниш, чија је популација приближно иста и броји око 200.000 становника.

Веома важно је истаћи да је процес трансформације традиционалног града у правцу паметног града континуирани процес, а напор уложен у трансформацију не престаје оног тренутка када урбано окружење почињемо да посматрамо као паметан град. Стога, системе беспилотних ваздухоплова и друге високе технологије не треба посматрати као једнократни напор у правцу трансформације града и побољшању квалитета живота његових становника. Те технологије су ту да би остале, опстале и наставиле своју мисију и када град заживи као паметан град на добробит целокупне заједнице. Треба истаћи да је готово немогуће одредити тачан временски тренутак када су уложене активности у трансформацију урбаног окружења резултовале паметним градом, нити када тај процес можемо сматрати у потпуности окончаним. Један град не чини само инфраструктура оличена у зградама, трговима, булеварима, саобраћајницама, итд. Град чине првенствено његови житељи, њихова делатност, њихове потребе, њихова

тежња да се унапреди квалитет живота. Треба истаћи чињеницу да је овај други сегмент неупоредиво динамичнији и на том сегменту је далеко теже постићи постављене циљеве. Такође, треба истаћи да се концепт трансформације и развоја паметних градова у Републици Србији може проширити и пресликати и на регионе.

5.3. SWOT-АНР модел примене UAS за цивилну употребу у Републици Србији

5.3.1. SWOT анализа примене UAS за цивилну употребу у Републици Србији

Снаге

Република Србија располаже великим потенцијалом када су у питању предузећа која се баве производњом система беспилотних ваздухоплова намењених како за војну, тако и за цивилну примену. Поменута предузећа развијају више перспективних пројеката који се налазе у различитим фазама развоја. Произвођачи улажу велике напоре како би поменута решења нашла своју комерцијалну примену (Vojinović, 2021).

Србија има респектабилне истраживачке и пројектантске капацитете. Војнотехнички институт (ВТИ) је реномирана установа који се налази у саставу Министарства одбране Републике Србије. Институт је у власништву Владе Републике Србије и поседује „Design Organisation Approval Certificate RS.N.21J.001“, издат од Директората цивилног ваздухопловства Републике Србије. ВТИ располаже са 24 модерне лабораторије и већина њих превазилази војни значај (Vojnotehnički institut, n.d.). Постоје и значајни капацитети у ваздухопловној индустрији, као што је фабрика Утва - Авио Индустрија д.о.о. (сада део српске одбрамбене индустрије) који се могу користити и за производњу UAS намењених за цивилну употребу.

Знања стечена реализацијом војних пројеката могла би се успешно применити и за потребе развоја цивилних UAS. Српска одбрамбена индустрија тренутно развија неколико типова ваздухоплова који поред војне примене имају потенцијал и за комерцијалну употребу и могу се користити и за надзор саобраћајница, електроенергетских водова и нафтовода, шума и др. (Ministry of Defence, 2017).

Србија има образовану радну снагу. Једна од бројних катедри на Машинском факултету у Београду је Катедра за ваздухопловство. Катедра за ваздухопловство пружа квалитетно образовање студентима и припрема их за изазове савременог ваздухопловног инжењерства. Обавезни предмети обухватају: Примењену аеродинамику, Динамику лета, Структурну анализу, Пројектовање авиона, итд. Предмети су упоредиви са другим релевантним европским универзитетима и одсек улаже велике напоре да иде у корак са савременим трендовима у ваздухопловству (Faculty of Mechanical Engineering, 2018). Саобраћајни факултет Универзитета у Београду представља угледну образовну установу са најдужом традицијом у

наведеној области у Југоисточној Европи. У оквиру одсека Ваздушни саобраћај и транспорт постоје три катедре: катедра за аеродроме и безбедност ваздушне пловидбе, катедра за ваздухопловна превозна средства и катедра за експлоатацију ваздухоплова и планирање и организацију ваздушног превозења (Saobraćajni fakultet, n.d.).

Слабости

Велика препрека у напорима Републике Србије да успешно реализује сложене пројекте у области ваздухопловства је недостатак финансијских средстава. Веома је тешко за малу земљу као што је Република Србија да постигне економију обима производњом UAS искључиво за цивилну примену. Чак и у случају двојне примене система беспилотних ваздухоплова, производне серије ће и даље бити ограничене по обиму. Потенцијално решење је проналажење начина за привлачење страних инвестиција у сврху реализације перспективних пројеката. У индустрији која се бави UAS тешко је пласирати производ на тржишту који се није доказао током своје примене и који се не налази у оперативној употреби у земљи порекла. Ако држава располаже са малом флотом беспилотних ваздухоплова у оперативној употреби, то неће бити поуздан доказ да је одређени систем перспективан. То је уобичајена пракса и за војне и цивилне UAS пројекте и ситуација је утолико тежа уколико је нека држава релативно неискусна у овој области са превише добро позиционираних и јаких конкурената на тржишту.

Високи трошкови набавке UAS спречавају мала предузећа, пољопривреднике и друге да више користе системе беспилотних ваздухоплова у комерцијалне сврхе. Цена система је превисока за већину оних који би потенцијално имали највећу користи од њихове употребе. Скоро 47,2% газдинстава у Републици Србији је испод 2 ha и за те индивидуалне пољопривреднике коришћење дронова је веома скупо и недостижно. Поред тога, пољопривредна механизација у Србији је прилично застарела. Такво стање има за последицу то да ће пољопривредници приликом улагања у производњу, радије дати предност обнављању своје временске механизације, него набавци UAS. Просечна старост трактора у Републици Србији је 12 година, док она, рецимо за комбајн, износи 15 година (Environmental Protection Agency, 2007).

Недостатак специјализованих установа за обуку оператера UAS је значајан проблем не само у Србији, већ и у другим државама. Тренутно у Србији постоје доступни курсеви за летење дроновима, али само у некомерцијалне сврхе. Са све већим бројем типова беспилотних ваздухоплова у оперативној употреби, неопходно је уложити додатни напор у правцу унапређења процеса обуке. Некомерцијална, а посебно комерцијална употреба дронова је

веома захтевна за корисника и приоритет мора да буде квалитетна обука потенцијалних корисника система будући да се ради софистицираним решењима која деле ваздушни простор са другим ваздухопловима.

Даљи изазови за ширу употребу система беспилотних ваздухоплова у Републици Србији су оличени у погледу недостатка софтверских решења за аутономни лет и прикупљање података, као и обраду и анализу података. За сваки аспект реализације мисије, поред набавке новог система, комерцијални корисник мора да обезбеди одговарајуће софтверско решење за креирање плана лета, за мапирање области од интереса и за анализу резултата добијених од сензора ваздухоплова. Треба истаћи чињеницу да постоје различита софтверска решења за сваки аспект примене UAS упарена са различитим сензорима постављеним на ваздухоплову.

Постоји прилична доза неповерења према примени системи беспилотних ваздухоплова, у скоро свим областима релевантним за њихову комерцијалну употребу, а то је нарочито уочљиво у области пољопривреде. Тако рецимо, поједини агрономи су, донекле сумњичави према овој новој технологији јер сматрају да системи беспилотних ваздухоплова могу да их замене. Употреба дронова у пољопривреди доноси значајне уштеде у погледу времена, доприноси раном детектовању проблема, пружа увид у болести усева, као и присуство штеточина пре него што их људско око може идентификовати (Ђорђевић, 2016).

Шансе

Системи беспилотних ваздухоплова захваљујући својим карактеристикама имају изузетан потенцијал за примену у различитим областима људске делатности. У Табели 3.3. приказана је компилација научних радова фокусираних на неколико сегмената примене UAS за цивилне сврхе. Са напретком технологије који прожима сваки сегмент тог сложеног система, употреба UAS у будућности може да обухвати далеко већи број области и омогући реализацију неупоредиво комплекснијих мисија у односу на оне које се остварују данас.

Раст тржишта намењеног системима беспилотних ваздухоплова бележи континуирани раст. Тај раст се односи како на ваздухоплове који имају војну, тако и на ваздухоплове који имају искључиво цивилну примену. Реч је о једном динамичном тржишту које значајно доприноси и развоју и читавог низа других технологија, које су посредно или непосредно у вези са системима беспилотних ваздухоплова, о чему је било речи у Поглављу 1. Треба истаћи

чињеницу да упркос расту постоје и одређене баријере које лимитирају развој ове технологије и које се приликом планирања развоја овог сектора морају узети у обзир (Слика 1.1).

Доступност технологије има веома позитиван утицај на употребу система беспилотних ваздухоплова у Републици Србији у цивилне сврхе. Глобализација је избрисала многе баријере и створила велике могућности за све оне који су спремни да прихвате изазове нових технологија. Суштински се све своди на отвореност и промишљање на који начин дисруптивне технологије попут UAS могу да на најбољи начин допринесу развоју друштва. Најпопуларнији системи беспилотних ваздухоплова за комерцијалну употребу данас се производе у Кини. Кинеска компанија DJI (Dajiang Innovations) је глобални лидер када је у питању комерцијална употреба беспилотних ваздухоплова са скоро 70% удела на тржишту дронова. Међу компанијама које се баве производњом UAS за цивилно тржиште издвајају се: Zero Zero Robotics (China), 3D Robotics (USA), Yuneec (China), Parrot SA (France), Hubsan (China), и др. (Business Insider, 2020).

Развој нових UAS са домаћим знањем и радном снагом може само ојачати индустријску базу која је добра основа за будући развој. Технологије усвојене кроз развој различитих система беспилотних ваздухоплова од бројних приватних и државних компанија у активној сарадњи са образовним институцијама имаће позитиван утицај на друштво у целини. Сваки успешан пројекат у Републици Србији подстаћи ће не само развој нових система беспилотних ваздухоплова, већ и развој других технологија које су саставни део ове индустрије.

Без обзира колико су системи беспилотних ваздухоплова скупа решења за пољопривредног произвођача или за некога ко покреће ново предузеће, њихова екстензивна употреба ће се пре или касније исплатити. На пример, пољопривредник ће имати користи од бољег приноса усева без непотребне прекомерне употребе пестицида што усеве чини здравијим, а производњу економичнијом. Електродистрибуција и потрошачи ће имати користи од бољег стања далековода. UAS такође може бити веома корисно решење приликом истраживања потенцијалних клизишта у грађевинарству. Железничка инфраструктура у Србији је стара и у лошем стању, а у таквој ситуацији UAS може да буде користан алат за инспекцију и одржавање редовног саобраћаја. Ово су само неки од примера потенцијалних користи од употребе система беспилотних ваздухоплова базирано на радовима представљеним у Табели 3.3.

Истрајна посвећеност реализацији нових пројеката система беспилотних ваздухоплова у Републици Србији који су у фази развоја могла би да привуче инвеститоре из других земаља.

Страна улагања не морају бити директно повезана са производњом UAS. На пример, улагање у српске софтверске компаније или компаније које се баве производњом сензора такође може бити од користи за производњу или употребу система беспилотних ваздухоплова у Републици Србији.

Horizon 2020 је представљао веома амбициозан програм чија је намена била финансирање различитих научних истраживања и иновација у периоду од 2014. до 2020. године чији буџет је износио око 80 милијарди евра. (European Commission, 2014). Многе компаније које се баве системима беспилотних ваздухоплова су имале велику корист од поменутог програма. Поменути програм наслеђује амбициознији Horizon Europe програм чији буџет износи 95.5 милијарди евра и који почива на три главна стуба – извршност у науци, глобални изазови и индустријска конкурентност и иновативна Европа (European Commission, 2021).

Претње

Употреба UAS у цивилне сврхе је регулисана веома строгим прописима у скоро свакој држави на свету. Употреба система беспилотних ваздухоплова у Републици Србији регулисана је Правилником о беспилотним ваздухопловима који је донела Дирекција за цивилно ваздухопловство Републике Србије, јавна агенција чији је оснивач Влада републике Србије и у чијој надлежности је безбедност и обезбеђивање у цивилном ваздухопловству (Direktorat civilnog vazduhoplovstva Republike Srbije, 2019). Готово свака држава данас се суочава са великим изазовом на који начин ускладити растућу потребу за коришћењем система беспилотних ваздухоплова са предностима и бројним изазовима у погледу њихове употребе. Република Србија је држава кандидат за чланство у ЕУ, па ће бити више него пожељно да се пажљиво сагледају трендови у погледу употребе система беспилотних ваздухоплова и усклађености тих тенденција са законодавством у ЕУ. Постојање удружења попут Националног кластера беспилотних летелица и блиских сектора чији је циљ ширење свести о потенцијалним предностима коришћења беспилотних ваздухоплова и унапређење законске регулативе корак је у добром правцу (Nacionalni klaster bespilotnih letelica i bliskih sektora, n.d.).

Када се помене појам дрон или систем беспилотног ваздухоплова, средства јавног информисања у Републици Србији имају тенденцију да сензационалистички извештавају што код већина грађана Србије ствара негативну слику у погледу примене поменуте технологије. У већини чланака или извештаја у позитивном контексту се јављају извештаји који се тичу набавки система беспилотних ваздухоплова за потребе одбране земље, односно за потребе

опремања јединица Војске Србије. Поједине ситуације које су завредиле медијску пажњу, а где су дрoнови имали негативан наратив су апострофиране током докторске дисертације. Последњи догађај који је заокружио јавну сцену у Републици Србији је инцидент током кога је Војска Србије била принуђена да применом мера електронског ометања принудно приземљи комерцијални дрон у непосредној близини војних објеката гарнизона Рашка. Том догађају је претходила активност дрoнова у копненој зони безбедности и неовлашћени улазак ваздухоплова на територију Рашког, Топличког и Нишавског округа (Vojinović, 2022). Примери позитивне праксе када је реч о примени UAS технологије у цивилне сврхе су изузетно ретки и сведени су на специјализоване портале намењене љубитељима ваздухопловства. Због тога ће бити веома теже привући ширу подршку јавности за интензивну употребу дрoнова у цивилне сврхе у дужем временском периоду.

Системи беспилотних ваздухоплова могу потенцијално да представљају и велики безбедносни изазов. У појединим ситуацијама UAS могу озбиљно да угрозе нормално одвијање ваздушног саобраћаја. Приметни су такође и неки други безбедносни ризици и то: да могу да представљају опасност по људе на земљи, да постоји опасност од губитка контроле над ваздухопловом, да се могу током лета сударити са другим објектом, да постоји опасност од губитка контроле над ваздухопловом, да постоји опасност од преузимања ваздухоплова путем ометања фреквенције и др. (Rao, Gopi & Maione, 2016).

У свету постоји све већа забринутост око права на приватност (неовлашћено прикупљање информација о појединцима) на растућем тржишту система беспилотних ваздухоплова. Оператер система беспилотног ваздухоплова, локација на којој се прикупљају информације, планирана употреба система, обим његове употребе, употребљена технологија и лични подаци које прикупља ваздухоплов представљају факторе који се морају узети у обзир када постоји потреба да се преиспита њихов утицај на приватност, заштиту података и етички утицај. Дрoнови могу пружити информације о бројним аспектима приватности људи (Finn & Wright 2016).

Геополитичка ситуација у региону је такође један од фактора који може утицати на цивилну употребу система беспилотних ваздухоплова у Републици Србији. Замрзнути конфликт између Републике Србије и једнострано проглашене Републике Косово делује као фактор нестабилности у овом делу Југоисточне Европе. На Косову и Метохији је присутно је око 4.000 припадника НАТО пакта као део мисије КФОР-а (KFOR, n.d.). Неодговорна употреба система беспилотних ваздухоплова у јужном делу Србије у близини трупа КФОР-а у зони копнене

безбедности могла би се погрешно протумачити и потенцијално погоршати ионако компликовану ситуацију.

Табела 5.28. SWOT матрица примене UAS за цивилну употребу у Републици Србији

Унутрашње	
Снаге	Слабости
S ₁ Предузећа која се баве производњом UAS у Републици Србији S ₂ Установе за истраживање и развој S ₃ Знање стечено реализацијом војних пројеката S ₄ Образована радна снага	W ₁ Недостатак средстава за сопствени развој нових UAS W ₂ Висока набавна цена UAS W ₃ Недостатак установа за обуку UAS оператера W ₄ Недостатак софтверских решења за мапирање и обраду снимака W ₅ Неповећење према усвајању нових технологија
Спољашње	
Шансе	Претње
O ₁ Потенцијал UAS за цивилну употребу O ₂ Раст тржишта UAS намењених цивилној употреби O ₃ Распоживост технологије O ₄ Јачање индустријске базе коришћењем нових технологија O ₅ Профитабилност O ₆ Инострана улагања O ₇ ЕУ фондови	T ₁ Иззови у погледу законодавства T ₂ Неповећење јавности према употреби UAS T ₃ Безбедносни иззови у вези са коришћењем UAS T ₄ Забринутост у погледу приватности у вези са коришћењем UAS T ₅ Геополитичка ситуација у региону

5.3.2. Резултати предложеног SWOT-АНР модела

Након спровођења SWOT анализе приступа се дефинисању алтернативних стратегија коришћењем TOWS матрице (Табела 5.29).

Табела 5.29. TOWS матрица примене UAS за цивилну употребу у Републици Србији

		Унутрашње	
		Снаге	Слабости
		S₁ Предузећа која се баве производњом UAS у Републици Србији S₂ Установе за истраживање и развој S₃ Знање стечено реализацијом војних пројеката S₄ Образована радна снага	W₁ Недостатак средстава за сопствени развој нових UAS W₂ Висока набавна цена UAS W₃ Недостатак установа за обуку UAS оператера W₄ Недостатак софтверских решења за мапирање и обраду снимака W₅ Неповерење према усвајању нових технологија
Спољашње	Шансе	SO Стратегија SO₁ Спајање производних капацитета произвођача UAS у Србији SO₂ Заједнички развојни програми за производњу UAS са другим државама	WO Стратегија WO₁ ЕУ фондови за финансирање производње и набавку UAS WO₂ Стицање знања у погледу управљања UAS, мапирања и обраде снимака
	Претње	ST Стратегија ST₁ Законодавство које промовише комерцијалну употребу UAS уз поштрену контролу употребе у спортске и рекреативне сврхе ST₂ Ангажовање произвођача UAS на друштвено иновативним пројектима у Републици Србији	WT Стратегија WT₁ Подршка државних структура у погледу промоције могућности употребе UAS за цивилне сврхе
	O₁ Потенцијал UAS за цивилну употребу O₂ Раст тржишта UAS намењених цивилној употреби O₃ Распоживост технологије O₄ Јачање индустријске базе коришћењем нових технологија O₅ Профитабилност O₆ Инострана улагања O₇ ЕУ фондови		

Стратегија SO₁ Спајање производних капацитета произвођача UAS у Србији је последица међусобног односа потфактора S₁, S₂, S₃, и S₄ и потфактора O₁, O₂, O₄ и O₅.

Стратегија SO₂ Заједнички развојни програми за производњу UAS са другим државама је последица међусобног односа потфактора S₁, S₂, S₃ и S₄ и потфактора O₄, O₅, O₆ и O₇.

Стратегија WO₁ ЕУ фондови за финансирање производње и набавку UAS је последица међусобног односа потфактора W₁ и W₂ и потфактора O₁, O₂, O₆ и O₇.

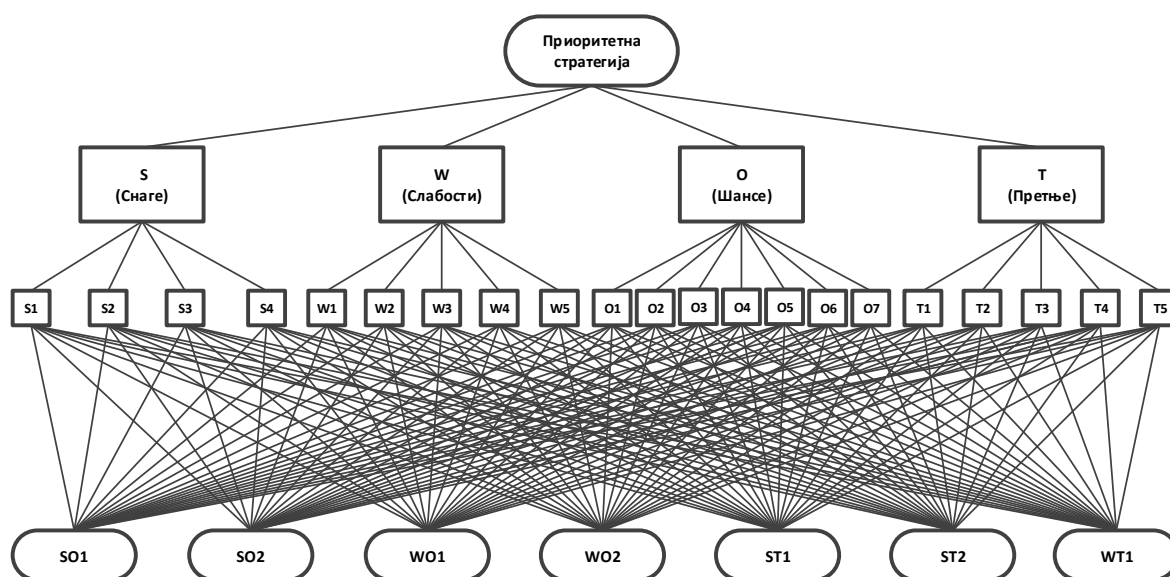
Стратегија WO₂ Стицање знања у погледу управљања UAS, мапирања и обраде снимака је последица међусобног односа потфактора W₃ и W₄ и потфактора O₃, O₆ и O₇.

Стратегија ST₁ Законодавство које промовише комерцијалну употребу UAS уз пооштрену контролу употребе у спортске и рекреативне сврхе је последица међусобног односа потфактора S₁ и S₄ и потфактора T₁, T₂, T₃, T₄ и T₅.

Стратегија ST₂ Ангажовање произвођача UAS на друштвено иновативним пројектима у Републици Србији је последица међусобног односа потфактора S₁, S₂, S₃ и S₄ и потфактора T₂, T₃ и T₄.

Стратегија WT₁ Подршка државних структура у погледу промоције могућности употребе UAS за цивилне сврхе је последица међусобног односа потфактора W₅ и потфактора T₁, T₂ и T₅.

На основу TOWS матрице формулисано је седам алтернативних стратегија: SO₁ - Спајање производних капацитета произвођача UAS у Србији, SO₂ - Заједнички развојни програми за производњу UAS са другим државама, WO₁ - ЕУ фондови за финансирање производње и набавку UAS, WO₂ - Стицање знања у погледу управљања UAS, мапирања и обраде снимака, ST₁ - Законодавство које промовише комерцијалну употребу UAS уз пооштрену контролу употребе у спортске и рекреативне сврхе, ST₂ - Ангажовање произвођача UAS на друштвено иновативним пројектима у Републици Србији и WT₁ - Подршка државних структура у погледу промоције могућности употребе UAS за цивилне сврхе (Табела 5.29) У следећем кораку дефинише се АНР хијерархијски модел за избор приоритетних стратегија примене UAS за цивилну употребу у Републици Србији (Слика 5.4). Овај модел обухвата три нивоа: Циљ (Приоритетна стратегија), ниво SWOT група-критеријума и поткритеријума и ниво алтернативних стратегија (Arsic, Nikolic & Zivkovic, 2017).



Слика 5.4. АНР модел за избор приоритетних стратегија примене UAS за цивилну употребу у Републици Србији

У следећем кораку одређује се значајности критеријума и поткритеријума уз примену АНР методе.

Табела 5.30. Поређење парова SWOT група

SWOT групе	Снаге (S)	Слабости (W)	Шансе (O)	Претње (T)	Значај SWOT фактора
Снаге (S)	1	1/2	1/3	2	0.169
Слабости (W)		1	1/2	2	0.261
Шансе (O)			1	3	0.451
Претње (T)				1	0.119
Степен конзистентности у односу на циљ: CR=0.03					

Из Табеле 5.30. тежина SWOT фактора је:

$$w_1 = \begin{bmatrix} S \\ W \\ O \\ T \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.169 \\ 0.261 \\ 0.451 \\ 0.119 \end{bmatrix} \quad (26)$$

Потом је одређен локални значај SWOT поткритеријума дефинисаних у Табели 5.29. и њихове вредности су дате у табелама 5.31 – 5.34.

Табела 5.31. Поређење парова SWOT поткритеријума – Снаге (S)

Снаге (S)	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	Локалне тежине
S ₁ Предузећа која се баве производњом UAS у Републици Србији	1	2	3	1/2	0.289
S ₂ Установе за истраживање и развој		1	3	1/2	0.205
S ₃ Знање стечено реализацијом војних пројеката			1	1/3	0.096
S ₄ Образована радна снага				1	0.409
Однос конзистентности у односу на циљ: CR = 0.05					

Табела 5.32. Поређење парова SWOT поткритеријума – Слабости (W)

Слабости (W)	W ₁	W ₂	W ₃	W ₄	W ₅	Локалне тежине
W ₁ Недостатак средстава за сопствени развој нових UAS	1	2	3	4	2	0.360
W ₂ Висока набавна цена UAS		1	3	3	2	0.262
W ₃ Недостатак установа за обуку UAS оператера			1	2	1/4	0.095
W ₄ Недостатак софтверских решења за мапирање и обраду снимака				1	1/3	0.070
W ₅ Неповећење према усвајању нових технологија					1	0.214
Однос конзистентности у односу на циљ: CR = 0.05						

Табела 5.33. Поређење парова SWOT поткритеријума – Шансе (O)

Шансе (O)	O ₁	O ₂	O ₃	O ₄	O ₅	O ₆	O ₇	Локалне тежине
O ₁ Потенцијал UAS за цивилну употребу	1	3	3	3	3	2	2	0.279
O ₂ Раст тржишта UAS намењених цивилној употреби		1	2	3	2	1/2	1/2	0.121
O ₃ Распоживост технологије			1	2	2	1/3	1/3	0.083
O ₄ Јачање индустријске базе коришћењем нових технологија				1	2	1/3	1/4	0.064
O ₅ Профитабилност					1	1/3	1/3	0.057
O ₆ Инострана улагања						1	1/2	0.174
O ₇ ЕУ фондови							1	0.222
Однос конзистентности у односу на циљ: CR = 0.04								

Табела 5.34. Поређење парова SWOT поткритеријума - Претње (T)

Претње (T)	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	Локалне тежине
T ₁ Изазови у погледу законодавства	1	2	3	3	4	0.387
T ₂ Неповећење јавности према употреби UAS		1	3	3	4	0.293
T ₃ Безбедносни изазови у вези са коришћењем UAS			1	2	3	0.151
T ₄ Забринутост у погледу приватности у вези са коришћењем UAS				1	2	0.104
T ₅ Геополитичка ситуација у региону					1	0.065
Однос конзистентности у односу на циљ: CR = 0.04						

У овом кораку је дефинисан глобални значај критеријума и поткритеријума SWOT анализе коришћењем АНР методе и резултати су приказани у Табели 5.35.

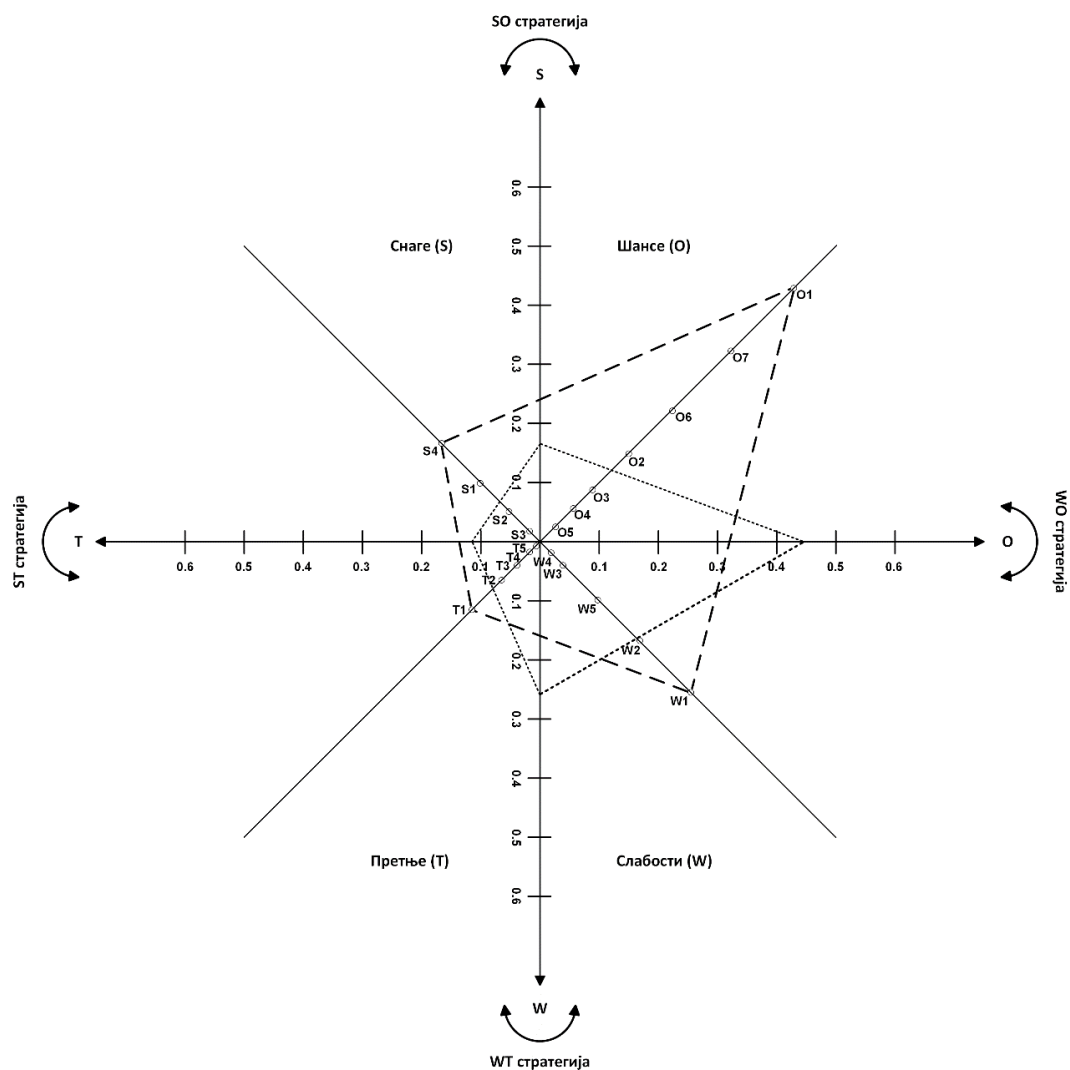
Табела 5.35. Локални и глобални значај критеријума и поткритеријума SWOT анализе

SWOT групе – критеријуми	Значајност SWOT критеријума	SWOT поткритеријуми	Локална значајност SWOT поткритеријума	Глобална значајност SWOT поткритеријума
Снаге (S)	0.169	S ₁ Предузећа која се баве производњом UAS у Републици Србији S ₂ Установе за истраживање и развој S ₃ Знање стечено реализацијом војних пројеката S ₄ Образована радна снага	0.289 0.205 0.096 0.409	0.049 0.035 0.016 0.069
Слабости (W)	0.261	W ₁ Недостатак средстава за сопствени развој нових UAS W ₂ Висока набавна цена UAS W ₃ Недостатак установа за обуку UAS оператора W ₄ Недостатак софтверских решења за мапирање и обраду снимака W ₅ Неповећење према усвајању нових технологија	0.360 0.262 0.095 0.070 0.214	0.094 0.068 0.025 0.018 0.056
Шансе (O)	0.451	O ₁ Потенцијал UAS за цивилну употребу O ₂ Раст тржишта UAS намењених цивилној употреби O ₃ Распоживост технологије O ₄ Јачање индустријске базе коришћењем нових технологија O ₅ Профитабилност O ₆ Инострана улагања O ₇ ЕУ фондови	0.279 0.121 0.083 0.064 0.057 0.174 0.222	0.126 0.055 0.037 0.029 0.026 0.078 0.100
Претње (T)	0.119	T ₁ Изазови у погледу законодавства T ₂ Неповећење јавности према употреби UAS T ₃ Безбедносни изазови у вези са коришћењем UAS T ₄ Забринутост у погледу приватности у вези са коришћењем UAS T ₅ Геополитичка ситуација у региону	0.387 0.293 0.151 0.104 0.065	0.046 0.035 0.018 0.012 0.008

Глобална значајност SWOT поткритеријума (Табела 5.35), може се представити у форми матрице:

$$W_2 = W_{\text{SWOT sub - factors (global)}} = \begin{bmatrix} 0.049 \\ 0.035 \\ 0.016 \\ 0.069 \\ 0.094 \\ 0.068 \\ 0.025 \\ 0.018 \\ 0.056 \\ 0.126 \\ 0.055 \\ 0.037 \\ 0.029 \\ 0.026 \\ 0.078 \\ 0.100 \\ 0.046 \\ 0.035 \\ 0.018 \\ 0.012 \\ 0.008 \end{bmatrix} \quad (27)$$

Графички приказ резултата поређења парова SWOT критеријума и поткритеријума на основу АНР методологије приказан је на Слици 5.5. Добијени резултати показују значај SWOT критеријума следећим редоследом: $O \rightarrow W \rightarrow S \rightarrow T$ и значај SWOT поткритеријума следећим редоследом: $O_1 \rightarrow W_1 \rightarrow S_4 \rightarrow T_1$.



Слика 5.5. Графички приказ резултата поређења парова SWOT критеријума и поткритеријума на основу АНР методологије

Тежине алтернативних стратегија у поређењу са SWOT поткритеријумима резултирају матрицом парова поређења:

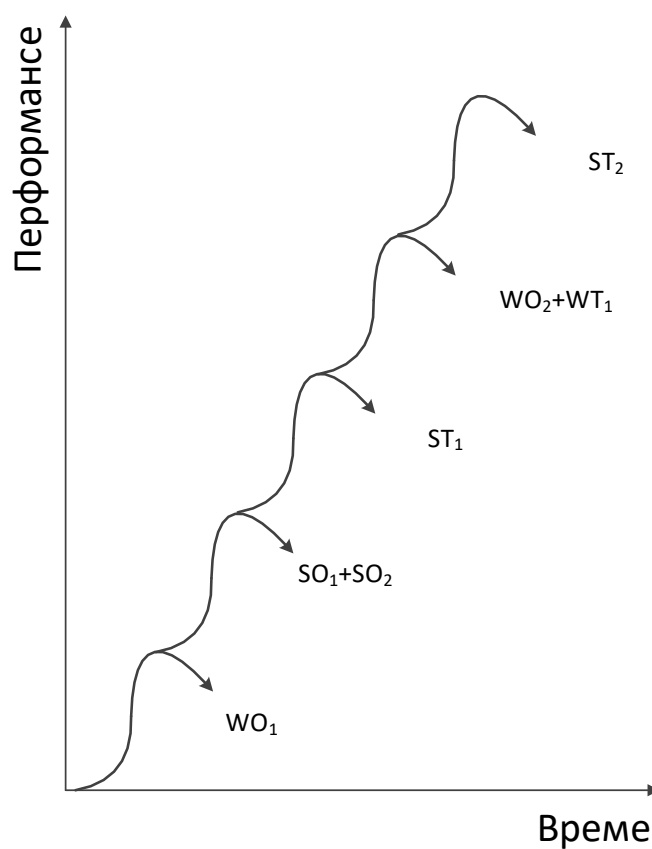
$$W_3 = \begin{bmatrix} 0.302 & 0.295 & 0.269 & 0.206 & 0.118 & 0.164 & 0.074 & 0.129 & 0.056 & 0.225 & 0.192 & 0.189 & 0.310 & 0.219 & 0.072 & 0.222 & 0.147 & 0.103 & 0.073 & 0.088 & 0.056 \\ 0.169 & 0.192 & 0.206 & 0.244 & 0.233 & 0.200 & 0.111 & 0.127 & 0.066 & 0.169 & 0.204 & 0.260 & 0.194 & 0.166 & 0.164 & 0.153 & 0.054 & 0.059 & 0.061 & 0.044 & 0.046 \\ 0.168 & 0.164 & 0.140 & 0.131 & 0.319 & 0.321 & 0.223 & 0.238 & 0.233 & 0.263 & 0.268 & 0.229 & 0.086 & 0.284 & 0.295 & 0.300 & 0.062 & 0.054 & 0.124 & 0.108 & 0.126 \\ 0.047 & 0.059 & 0.061 & 0.181 & 0.065 & 0.052 & 0.299 & 0.317 & 0.117 & 0.078 & 0.068 & 0.060 & 0.155 & 0.091 & 0.147 & 0.114 & 0.088 & 0.081 & 0.064 & 0.062 & 0.162 \\ 0.160 & 0.113 & 0.128 & 0.089 & 0.132 & 0.097 & 0.141 & 0.062 & 0.167 & 0.137 & 0.134 & 0.089 & 0.084 & 0.104 & 0.150 & 0.088 & 0.320 & 0.207 & 0.297 & 0.297 & 0.329 \\ 0.078 & 0.123 & 0.125 & 0.104 & 0.059 & 0.063 & 0.058 & 0.047 & 0.088 & 0.058 & 0.065 & 0.108 & 0.121 & 0.073 & 0.124 & 0.077 & 0.720 & 0.173 & 0.145 & 0.132 & 0.066 \\ 0.076 & 0.054 & 0.071 & 0.045 & 0.074 & 0.102 & 0.095 & 0.079 & 0.272 & 0.069 & 0.069 & 0.064 & 0.050 & 0.064 & 0.048 & 0.047 & 0.256 & 0.324 & 0.237 & 0.269 & 0.214 \end{bmatrix} \quad (28)$$

Укупни приоритет разматраних стратегија је дат следећом матрицом:

$$W_{\text{alternatives}} = \begin{bmatrix} S01 \\ S02 \\ W01 \\ W02 \\ ST1 \\ ST2 \\ WT1 \end{bmatrix} = W_3 \times W_{\text{SWOT sub-factors (global)}} = \begin{bmatrix} 0.176 \\ 0.168 \\ 0.228 \\ 0.103 \\ 0.139 \\ 0.086 \\ 0.100 \end{bmatrix} \quad (29)$$

Табела 5.36. Значајност и рангирање стратегија за примену UAS за цивилну употребу у Републици Србији према АНР методологији

АНР		
Стратегија	Тежине (W_j)	Ранг
WO ₁ ЕУ фондови за финансирање производње и набавку UAS	0.228	1
SO ₁ Спајање производних капацитета произвођача UAS у Србији	0.176	2
SO ₂ Заједнички развојни програми за производњу UAS са другим државама	0.168	3
ST ₁ Законодавство које промовише комерцијалну употребу UAS уз поштрену контролу употребе у спортске и рекреативне сврхе	0.139	4
WO ₂ Стицање знања у погледу управљања UAS, мапирања и обраде снимака	0.103	5
WT ₁ Подршка државних структура у погледу промоције могућности употребе UAS за цивилне сврхе	0.100	6
ST ₂ Ангажовање произвођача UAS на друштвено иновативним пројектима у Републици Србији	0.086	7



Слика 5.6. Временски оквир реализације предложених стратегија примене UAS за цивилну употребу у Републици Србији

5.3.3. Дискусија резултата

Резултати анализе, приказани у Табели 5.36. добијени су применом АНР методологије за приоритизацију стратегија примене UAS за цивилну употребу у Републици Србији, што резултира следећим редоследом стратегија:

$$WO_1 \rightarrow SO_1 \ \& \ SO_2 \rightarrow ST_1 \rightarrow WO_2 \ \& \ WT_1 \rightarrow ST_2$$

Редослед дефинисаних стратегија одређен је величином нормализованог фактора тежине W_i за: WO_1 ЕУ фондови за финансирање производње и набавку UAS (0,228), SO_1 - Спајање производних капацитета произвођача UAS у Србији (0,176), SO_2 - Заједнички развојни програми за производњу UAS са другим државама (0,168), ST_1 - Законодавство које промовише комерцијалну употребу UAS уз поштрену контролу употребе у спортске и рекреативне сврхе (0,139), WO_2 - Стицање знања у погледу управљања UAS, мапирања и обраде снимака (0,103), WT_1 - Подршка државних структура у погледу промоције могућности употребе UAS за цивилне сврхе (0,100) и ST_2 - Ангажовање произвођача UAS на друштвено иновативним пројектима у Републици Србији (0,086). Временски оквир реализације предложених стратегија примене UAS за цивилну употребу у Републици Србији приказан је на Слици 5.6.

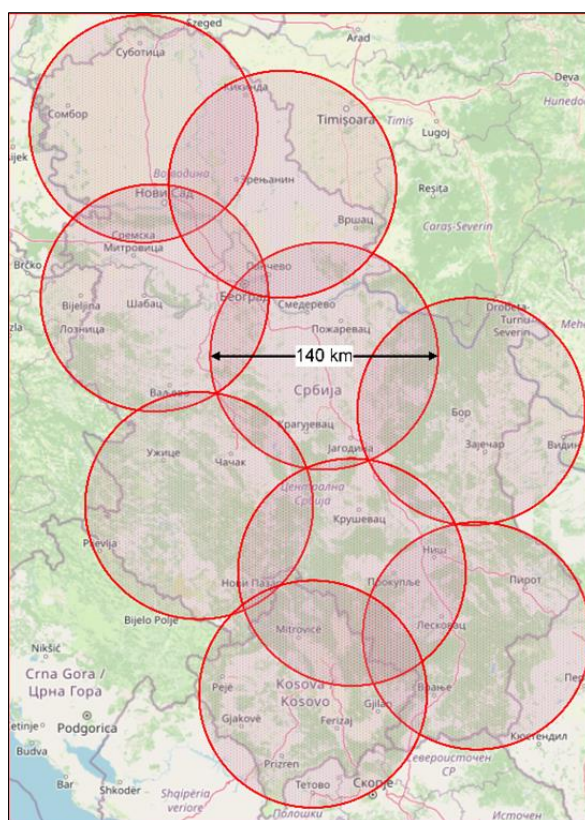
На основу добијених приоритета за дефинисане стратегије, првобитно стратегије SO_1 и SO_2 и WO_2 и WT_1 треба да се имплементирају истовремено, због приближних вредности добијених тежина. Давање приоритета стратегији ЕУ фондови за финансирање производње и набавку UAS (WO_1) је најбоље решење за развој овог сектора у Републици Србији. У Републици Србији постоје бројни концепти и идеје (неки од њих су заиста респектабилни за малу земљу у економској транзицији), али их је тешко реализовати у ситуацији када произвођачима и корисницима система беспилотних ваздухоплова за цивилну употребу недостају финансијска средства. Ова стратегија ће бити од велике користи за субјекте који се баве производњом система беспилотних ваздухоплова како би успели да доврше и тестирају своје концепте, као и да стекну драгоцено знање током фазе развоја ваздухоплова. Ако Република Србија буде успешна у привлачењу средстава путем ЕУ фондова, привредни субјекти који су корисници UAS технологије у комерцијалне сврхе унапредиће своје пословање и отворити врата ове технологије и за оне који нису у почетку сагледали њен значај. На пример, за већину фармера са застарелом механизацијом ово је можда једини начин да унапреде своје пословање и да инвестирају у технологију која ће побољшати њихову производњу.

Након врхунца стратегије WO₁, настаће услови за примену две нове стратегије: Спајање производних капацитета произвођача UAS у Србији (SO₁) и Заједнички развојни програми за производњу UAS са другим државама (SO₂) које би могле да се реализују истовремено. Знања стечена током реализације појединачних пројеката могу бити примењена у пракси и Република Србија ће бити у бољој позицији ако покуша да у сарадњи са неким другим земљама развије нове, далеко софистицираније системе беспилотних ваздухоплова. Корист од поменуте сарадње биће утолико значајнија ако су те земље на сличном нивоу стручности у погледу развоја UAS за цивилну употребу, или ако су заинтересоване да финансијски подрже пројекте које привреда Републике Србије може успешно да реализује на обострану корист. Да би се то постигло Србији је потребно знање као резултат спајања производних капацитета произвођача UAS у Србији и искуство као резултат финансијске подршке током реализације прве стратегије (WO₁).

Република Србија и њена индустрија система беспилотних ваздухоплова моћи ће да изабере најбољег партнера у реализацији нових UAS платформи захваљујући успешно материјализованим решењима и искуством стеченим током њиховог развоја. Са већим бројем пројеката који буду реализовани и са напретком у погледу стеченог знања биће неопходно спровести следећу стратегију у овој хијерархији која подразумева Законодавство које промовише комерцијалну употребу UAS уз поштрену контролу употребе у спортске и рекреативне сврхе (ST₁), чиме ће се створити нови правни оквир за цивилну употребу UAS у Републици Србији. Уколико Србија постане чланица ЕУ, или до тада буде на корак од ње, законска регулатива ЕУ ће у великој мери бити уграђена у национално законодавство, а уз то биће реализоване претходне три стратегије. Реално је за очекивати да ће до тог тренутка бити знатно више корисника система беспилотних ваздухоплова у Републици Србији и да ће држава бити принуђена да уложи више напора у хармонизацију стања у сопственом ваздушном простору који ће омогућити масовнију употребу UAS у цивилне сврхе

Следеће две стратегије могле би се реализовати истовремено: Стицање знања у погледу управљања UAS, мапирања и обраде снимака (WO₂) и Подршка државних структура у погледу промоције могућности употребе UAS за цивилне сврхе (WT₁). У том тренутку стечено знања и нова искуства ће довести до стварања престижних образовних институција које ће бити у могућности да школују квалитетан кадар за потребе реализације пројеката система беспилотних ваздухоплова. Широм употребом UAS технологије појавиће се неке специфичне потребе корисника, а софтверске компаније ће у сарадњи са корисницима UAS покушати да обезбеде најбоља могућа решења која одговарају њиховим потребама. Подршка владе

популяризацији UAS биће кључна за подстицање свих будућих напора. До тада ће већина грађана Србије беспилотне ваздухоплове сматрати саставним делом свакодневнице. Свака од ових фаза ће морати да обједини претходна знања из различитих фаза интеграције UAS у цивилни живот и да створи нека нова знања. За даље јачање те позиције биће неопходно реализовати следећу стратегију: Ангажовање произвођача UAS на друштвено иновативним пројектима у Републици Србији (ST₂) захваљујући којој ће целокупно друштво осетити корист од масовне употребе система беспилотних ваздухоплова. Реализацијом ове стратегије, стечена знања које ће се јавити као последица реализације поменутих друштвено иновативних пројеката користиће се за развој нових пројеката за цивилну употребу UAS. Примена предложених стратегија обезбедиће неопходан оквир за успешну примену система беспилотних ваздухоплова за цивилну употребу у Републици Србији за период од десет година. Најбољи пример могуће примене система беспилотних ваздухоплова у Републици Србији у цивилне сврхе на њеној целокупној територији би подразумевао примену HAPS платформи, односно такозваних псевдосателита, првенствено у комуникационе сврхе. На Слици 5.7. приказан је модел могуће покривености територије Републике Србије 5G сигналом уз помоћ 9 HAPS платформи базирано на подацима наведеним у потпоглављу 2.4.1.



Слика 5.7. Могући сценарио покривености Републике Србије 5G сигналом путем HAPS платформи (Мапа: OpenStreetMap; предлог модела: аутор рада)

Поглавље 6

ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

6.1. Закључак

Услед масовне примене у војне сврхе које траје дуги низ година, системи беспилотних ваздухоплова из визуре обичних грађана изазивају знатну количину скептицизма и доводе до моралних дилема. Постоји широка лепеза технолошких решења, која су део наше свакодневице, а која су произашла из војне примене, а при томе етичност њихове употребе нико не доводи у питање. UAS су, нажалост, тренутно изузетак од те праксе и због тога је веома важно да се непристрасно и објективно сагледају сви аспекти њихове могуће цивилне употребе. На пример, данас у доба друштвених мрежа и интернета непримерено је размишљати о UAS као о алату створеним само са једном сврхом, а то је да наруши нашу приватност. Данас у већој мери добровољно дајемо осетљиве личне податке, него што их било ко прикупља употребом било ког вида надзора.

Шира друштвена подршка је неопходна да би се допринело популаризацији UAS технологије, што би побудило интересовање грађанства за програме који се односе на употребу UAS технологије у цивилне сврхе. Едукација шире друштвене заједнице о могућностима њихове цивилне употребе може интензивирати њихову употребу у бројним областима људске делатности. Системи беспилотних ваздухоплова неће умањити значај традиционалних технологија у погледу технолошког напретка, али као део дисруптивне технологије учиниће тај напор неупоредиво ефикаснијим. Њихова примена ће омогућити и развој других технологија које су у непосредној вези са функционисањем UAS технологије. Знање и искуство стечено током развоја и активне употребе система беспилотних ваздухоплова имаће домино ефекат на друге аспекте друштва и отвориће врата за бројне области примене. Употреба UAS ће подстаћи развој привреде, отворити нова радна места и указаће се потреба за стицањем нових знања која се могу генерисати широм сарадњом индустрије и образовних институција. Ово је релативно нова технологија у смислу цивилне употребе и за цивилно тржиште система беспилотних ваздухоплова очекује се тренд брзог раста.

Више је него очигледно да када је реч о примени система беспилотних ваздухоплова за цивилну употребу, Република Србија заостаје за развијеним државама у свету. Утолико је улога заинтересованих страна током процеса планирања и доношења одлука које се тичу њихове масовне примене изузетно важна. Овде није реч о једној компанији или искључиво о једној области људске делатности. Број заинтересованих страна је велики и њихови интереси могу бити у колизији. Како би се успешно реализовао модел примене система беспилотних ваздухоплова са циљем подстицања технолошког развоја и просперитета града Београда и

Републике Србије и како би се у пракси отелотворио скоковит и свеобухватан развој друштва уз примену поменуте дисруптивне технологије неопходно је реализовати читав низ стратегија чији је редослед реализације последица брижљиве примене вишекритеријумских модела одлучивања како би се постигла хармонизација технолошког напретка на веома широкој области примене.

Приликом избора метода вишекритеријумског одлучивања за уочене проблемске ситуације руководило се конкретном облашћу примене система беспилотних ваздухоплова као и структуром одабраних заинтересованих страна и експерата. Методе вишекритеријумског одлучивања су коришћене у сврху квантификовања резултата до којих се дошло применом SWOT анализе, ради испитивања унутрашњих и спољашњих фактора, а све то у сврху генерисања адекватних стратегија уз помоћ TOWS матрице. SWOT-ANP модел је примењен у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама због комплексности које прати доношење одлука у поменутој области. SWOT-FAHP модел је примењен приликом трансформације градова у паметне градове услед чињенице да заинтересоване стране и експерти припадају различитим људским делатностима. Овом приликом је морала да се обради велика количина података будући да се ради о доношењу одлука које се тичу примене UAS у оквиру веома комплексног окружења. Баријере у оквиру поменуте области примене су најизраженије, а неопходна улагања у инфраструктуру највећа и условљена су бројним факторима. SWOT-ANP модел је коришћен на нивоу државе будући да се проблемска ситуација примене UAS технологије за поменути ниво доношења одлука може хијерархијски структурирати. Сваки од поменутих модела је показао очекиване резултате у зависности од специфичне области примене.

За потребе реализације истраживања у докторској дисертацији извршена је ситуациона (SWOT) анализа могуће примене UAS у различитим областима људске делатности и на различитим нивоима територијалне организације Републике Србије. У ту прилику коришћено је мишљење релевантних заинтересованих страна и експерата чије познавање проблема је меродавно за сваку разматрану област. SWOT анализа за примену UAS у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама у Републици Србији, SWOT анализа за примену UAS за трансформацију паметног града: студија случаја Београд и напослетку, SWOT анализа примене UAS за цивилну употребу у Републици Србији презентоване су у Поглављу 5. На основу извршених анализа утврђено је да системи беспилотних ваздухоплова имају велики потенцијал за употребу у различитим областима људске делатности у Републици Србији, да могу бити примењиви на различитим нивоима

територијалне организације Републике Србије и да ова дисруптивна технологија има велики утицај на технолошки развој и просперитет друштва у Републици Србији. На тај начин је потврђено гледиште полазне хипотезе X_0 – *Развијање модела за примену система беспилотних ваздухоплова (UAS) као вида дисруптивне технологије може да утиче на технолошки развој и просперитет града Београда и Републике Србије.*

У оквиру Поглавља 4. презентован је SWOT - ANP модел за утврђивање приоритета стратегија који се састоји од осам корака. Модел је презентован у форми дијаграма (Слика 4.3). У оквиру поменутог поглавља наведени су примери студија у којима се користи SWOT анализа као техника погодна за дефинисање стратегија у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама. Потом је дат преглед истраживања у којима се користи Аналитички мрежни процес (ANP) као облик MCDM у различитим фазама у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама. Напослетку, наведене су предности кобиновања SWOT анализе са различитим методама вишекритеријумског одлучивања (MCDM), односно конкретно са ANP методом, у сврху одабира најбоље стратегије за различите проблемске ситуације. Важан део модела је одговарајућа ситуациона (SWOT) анализа, представљена у Поглављу 5. која је сачињена уважавајући мишљења релевантних стручњака који су добри познаваоци материје која се тиче смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама у Републици Србији (Табела 5.1). Узета су у обзир сазнања оператора система беспилотних ваздухоплова и изван региона који су имали искуства у погледу управљања системима у случају катастрофа изазваних било природним ризицима, било техничко-технолошким несрећама. У моделу SWOT анализа је комбинована са Аналитичким мрежним процесом (ANP) чиме се створила могућност за доношење одлука у веома комплексном окружењу. На тај начин је потврђено становиште хипотезе X_1 – *Могуће је развити вишекритеријумски модел одлучивања у циљу приоритизације стратегија за употребу UAS у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама у Републици Србији.*

На основу поменутог предложеног модела у оквиру Поглавља 4, дефинисано је укупно осам стратегија за примену Примена UAS у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама у Републици Србији које су приказане у Табели 5.2. Применом хибридног SWOT-ANP модела одређен је значај и извршено је рангирање стратегија које је приказано у Табели 5.13. у оквиру Поглавља 5. Стратегија WO_1 - ЕУ и GFDRR средства за производњу и набавку UAS намењених за смањење ризика од катастрофа и управљање ванредним ситуацијама представља најбоље рангирану стратегију за примену система

беспилотних ваздухоплова у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама у Републици Србији и она се односи на механизме прибављања неопходних средстава за набавку ваздухоплова како од иностраних добављача, тако и за реализацију властитих програма производње беспилотних ваздухоплова. Реализацијом ове стратегије, која би омогућила Републици Србији да дође у посед савремених система као и да оснажи своју способност за реализацију сопствених пројеката отварају се врата за симултану реализацију две стратегије, SO₂ - Регионални центар за смањење ризика од катастрофа и управљање ванредним ситуацијама подржан од ЕУ, опремљен флотом UAS и SO₁ - Заједнички развојни програми за производњу UAS са другим државама. Реализацијом ових стратегија са једне стране подиже се степен спремности да се реагује благовремено како у земљи, тако и у региону у случају сценарија катастрофе, а са друге стране јача се сарадња са земљама у региону која ће резултовати заједничким развојним подухватима када су системи беспилотних ваздухоплова у питању. Са све динамичнијом применом система беспилотних ваздухоплова у Републици Србији у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама отворила би се врата за примену следеће стратегије ST₁ која подразумева доношење детаљних прописа за употребу UAS у смањењу ризика од катастрофа и управљању ванредним ситуацијама. Постојећи прописи у оквиру ове области су добри, али увек постоји простор за њихово даље унапређење. Баријере у погледу употребе UAS у виду прописа су далеко најслабије када је у питању ова област њихове примене. Постоји простор да се у складу са даљим развојем технологије и набавком нових софистицираних средстава са далеко већим могућностима законска регулатива измени како би била у складу са савременим технолошким трендовима. Потом би уследила стратегија WO₂ - Развој образовних програма у области примене UAS за смањење ризика од катастрофа и у управљања ванредним ситуацијама, где би се спровела неопходна додатна едукација свих који су укључени у ову област у складу са савременим трендовима развоја система као и у складу са стеченим искуствима током њихове активне примене. Потом би уследила стратегија ST₂ - Примена нових технологија за побољшање безбедности и сигурности UAS где би се искористила сва знања стечена успешном реализацијом програма који предвиђа претходна стратегија. Напослетку би се реализовале преостале две стратегије WT₂ - Популаризација UAS технологије у друштву и WT₁ - Учешће UAS ентузијаста у напорима за смањење ризика од катастрофа и управљање ванредним ситуацијама у координацији са државним органима које је регулисано прописима, чиме би се анимирала јавност за даљу популаризацију UAS система у погледу примене у другим областима људске делатности и евентуално учешће ентузијаста у напорима за отклањање последица катастрофа у координацији са надлежним органима и у складу са законским прописима. Овај след стратегија указује да је модел могућ, одржив и да доприноси

употреби система беспилотних ваздухоплова у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама у Републици Србији чиме је потврђена хипотеза X_2 - *На основу SWOT-ANP модела могуће је реализовати приоритизацију стратегија за примену UAS у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама у Републици Србији.*

У оквиру Поглавља 3. представљен је оквир који узима у обзир употребљивост и допринос UAS технологије за сваку од појединачних димензија паметног града (паметна економија, паметна управа, паметни људи, паметно окружење, паметно живљење и паметна мобилност). Поменути оквир је приказан у Табели 3.2. и изведен је из карактеристика паметних градова и њихових фактора који су предложили Giffinger и сарадници (2007) (Табела 3.1). У Поглављу 3. дати су бројни примери базирани на научној литератури на који начин се може применити UAS технологија у контексту поменутог модела. На овај начин је прихваћено становиште хипотезе X_3 - *Могуће је развити оквир за примену UAS у паметним градовима у контексту шест кључних карактеристика паметног града.*

У оквиру Поглавља 4. предложен је SWOT - FАNP модел одлучивања који се реализује кроз шест сукцесивних корака (фаза). У оквиру овог поглавља наведене су меродавне студије које се баве концептом паметних градова и у којима се као средство планирања користи SWOT анализа. Дат је и пример студија у којима се за превладавање различитих изазова у сложенем урбаном окружењу примењује фази АНР модел одлучивања. Ситуациона (SWOT) анализа (Слика 5.14), представљена у Поглављу 5. је реализована узимајући у обзир мишљења релевантних заинтересованих страна и експерата који долазе из различитих области људске делатности. За разлику од примене UAS у области смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама у Републици Србији где су заинтересоване стране и експерти уско повезани за ту област, стејхолдери и експерти од релевантне важности за трансформацију градова у паметне градове могу да обухватају широк дијапазон занимања. Вишекритеријумски модел комбинује SWOT анализу са фази АНР методом управо због разноликости заинтересованих страна и експерата који често нису у могућности да изразе свој суд у егзактним бројкама. Треба напоменути да је урбаном окружење изузетно комплексно што се у великој мери одражава и на процес доношења одлука. Сем тога FАNP је коришћен у бројним студијама које су се бавиле концептом паметних градова. Хибридни SWOT-FАNP модел се показао корисним за наведену проблемску ситуацију чиме је потврђена хипотеза X_4 - *Базирано на оквиру за примену UAS у паметним градовима могуће је развити вишекритеријумски модел*

одлучивања у циљу приоритизације стратегија за употребу UAS за трансформацију градова у паметне градове.

На основу SWOT-FAHP модела предложеног у Поглављу 4, дефинисано је укупно осам стратегија које се односе на примену UAS за трансформацију градова у паметне градове базирано на студији случаја Београда, главног града Републике Србије (Табела 5.15). У Табели 5.27. дат је преглед редоследа имплементације стратегија на основу дефинисаног модела. Највиши ранг има стратегија ST₁ која подразумева доношење прописа и закона који доприносе широј примени UAS у паметним градовима. Следећа стратегија SO₁ подразумева дугорочна улагања у успостављање инфраструктуре за примену UAS у паметном граду. Проблеми у законодавству, као и проблеми у вези са финансирањем пројекта трансформације, идентификовани су као главне препреке на путу трансформације. Употреба UAS технологије у урбаној средини носи са собом велике изазове јер не постоји сценарио који подразумева опсежнију континуирану интеракцију инфраструктуре, људи и ваздухоплова. Потом би уследила стратегија ST₂ која подразумева приступ где се UAS технологија комбинује са другим мање дисруптивним технолошким иницијативама за широку примену у паметном граду. Ова стратегија је такође изузетно важна јер јасно демонстрира нешто што не сме да се превиди приликом трансформације града. Фокус мора увек да буде усмерен на унапређење квалитета живота грађана, а не на пуку демонстрацију нивоа технолошког развоја. Не треба олако одбацивати и нека мање софистицирана решења која могу да коегзистирају са оним савременим. Суштина је у грађанима, њиховим стварним потребама и на трансформацији. Реализацијом поменуте стратегије стварају се услови за следећу стратегију SO₂ која има за циљ потпуну интеграцију напредне UAS технологије у паметне услуге и сервисе које су од суштинског значаја за грађане и градску управу. Опет је у фокусу грађанин и потреба да се унапреди квалитет његовог живота у урбаном окружењу. Системи беспилотних ваздухоплова приликом трансформације и након окончане трансформације града морају да представљају алат који ће имати велики утицај на све аспекте живота његових грађана. Наредна стратегија WO₁ има за циљ улагање у старт-ап пројекте из области вештачке интелигенције и аутоматизације а које се тичу UAS технологије. У фокусу је улагање у различите пројекте из области информационих технологија и високе технологије који посредно могу позитивно утицати на развој и имплементацију UAS технологије у градовима. У погледу имплементације UAS технологије у паметним градовима решавање проблема финансирања пројекта је од изузетног значаја. Следећа стратегија WT₂ која има за циљ јавно-приватно партнерство у пројектима који укључују UAS технологије у паметном граду може понудити одговор на поменути изазов који се тиче улагања. Веома је важно инсистирати на унапређењу образовног

процеса који могу допринети трансформацији урбаних средина. Од велике важности је такође стално осавремењивање програма који се баве развојем и применом UAS технологије. Све то нам омогућава наредна стратегија WO₂ која се односи на развој иновативних образовних програма који доприносе развоју паметних градова и UAS технологије. Реализацијом последње стратегије WT₁ која има за циљ подизање свести јавности о позитивном утицају примене UAS на друштво у паметним градовима заокружује се одрживост читавог модела и потврђује хипотеза X₅ - *На основу SWOT-FAHP модела могуће је реализовати приоритизацију стратегија које омогућају примену UAS за трансформацију градова у паметне градове на случају Београда, главног града Републике Србије.*

У оквиру Поглавља 4. предложен је хибридни SWOT-АНР модел за приоритизацију стратегија за примену система беспилотних ваздухоплова за цивилну употребу у Републици Србији. Поменути модел се састоји из 5 фаза које су представљене на Слици 4.4. У моделу се SWOT анализа у сврху квантификације комбинује са аналитичким хијерархијским процесом (АНР). Применом хибридног SWOT-АНР модела генерисано је седам стратегија чији је редослед имплементације приказан у Поглављу 5, Табела 5.36. Највећи ранг има стратегија WO₁ која подразумева прибављање средстава за финансирање производње и набавку система беспилотних ваздухоплова путем ЕУ фондова. Реализацијом ове стратегије стварају се предуслови за симултану реализацију стратегија SO₁ и SO₂. Поменуте стратегије подразумевају спајање производних капацитета произвођача UAS у Републици Србији и заједничке развојне програме за производњу UAS са другим државама. Суштина стратегија се огледа у начину на који се могу прибавити софистицирана системи беспилотних ваздухоплова за потребе Републике Србије. У сврху додатног уобличавања законодавства и прилагођавања истог новим системима неопходно је приступити реализацији следеће стратегије која подразумева измене у области законодавства које ће да промовишу комерцијалну употребу UAS уз пооштрену контролу употребе у спортске и рекреативне сврхе. Реализацијом ове стратегије стварају се предуслови за симултану реализацију стратегија WO₂ и WT₁. Суштина ових стратегија је стицање знања у погледу управљања системима беспилотних ваздухоплова, мапирања и обраде снимака и подршка државних структура у погледу промоције могућности употребе UAS за цивилне сврхе. Симултаном реализацијом ове две стратегије би се у великој мери створили услови за унапређење научно технолошког развоја Републике Србије. Реализацијом ове две стратегије створили би се услови за реализацију следеће стратегије ST₂ која подразумева ангажовање произвођача UAS на друштвено иновативним пројектима у Републици Србији која представља логички след претходне две стратегије и која би омогућила да се затвори круг свеобухватне трансформације друштва у Републици Србији уз помоћ UAS

технологије. Демонстрирани модел је потврдио став да UAS технологија утиче на технолошки развој и свеобухватну трансформацију Републике Србије чиме је доказана хипотеза H_6 - *Могуће је развити хибридни SWOT-AHP модел на основу којег је могуће реализовати приоритизацију стратегија за примену UAS за цивилну употребу у Републици Србији.*

Основни научни допринос ове дисертације подразумева могућност примене хибридног модела, SWOT анализе у комбинацији са методама вишекритеријумског одлучивања (MCDM) са циљем скоковите трансформације друштва и технолошког напретка масовном применом система беспилотних ваздухоплова као истакнутог представника дисруптивне технологије, чиме је остварен циљ дисертације.

Шири друштвени допринос дисертације се огледа у подизању свести, како међу креаторима политике тако и међу грађанима Републике Србије, о неопходности што масовније цивилне примене система беспилотних ваздухоплова у друштву. Циљ је да се реализује динамичан развој друштва заснован на масовној примени иновативних и дисруптивних технологија и чија трансформација у погледу динамике превазилази линерани ток.

Секундарни допринос ове дисертације се може посматрати вишедимензионално. Методологија која се користила у дисертацији, може послужити креаторима политике у Републици Србији као смерница за континуирани технолошки развој и напредак уз употребу било које друге дисруптивне технологије у различитим областима људске делатности.

Примена хибридног модела путем кога се материјализује масовна примена система беспилотних ваздухоплова у Републици Србији може да допринесе развоју других високих технологија које су директно или индиректно повезане са имплементацијом модела.

Развијени хибридни модел представља добру основу за примену система беспилотних ваздухоплова и у другим државама које карактеришу исти или слични социо-економски аспекти (са акцентом на регион Југоисточне Европе). Чињеница је да су могућности UAS технологије као и правци њеног даљег развоја универзалне, међутим, свака делатност, свака урбана целина, напослетку и свака држава имају своје специфичности.

У докторској дисертацији су апострофирани одређени негативни трендови са којима се суочава Република Србија и који имају утицај на свакодневни живот њених становника: изложености елементарним непогодама и техничко-технолошким несрећама, економски

проблеми државе у процесу транзиције, прекомерна урбанизација, еколошки проблеми, смањење броја становника, одлив мозгова, неповољна старосна структура становништва, неравномерни регионални развој, мигрантска криза, пандемија COVID-19 вируса, геополитичка ситуација у региону и др. Иако проблеми припадају различитим сферама утицаја (корпусима), заједнички именитељ за превладавање истих је масовна примена дисруптивних и иновативних технологија. Када се помиње примена дисруптивних технологија у тези су јасно и детаљно демонстриране могућности примене система беспилотних ваздухоплова. UAS се не сме уско посматрати као пример демонстратора нивоа достигнутог технолошког развоја. Заправо, кад се сагледа шири контекст, системи беспилотних ваздухоплова представљају технолошког покретача који подстиче развој читавог низа других високих технологија. У том контексту апострофирани су високе технологије које су у директној вези са материјализацијом система ваздухоплова: технологија сензора које ваздухоплов може да понесе у виду корисног терета (разне врсте камера, радара, детектора и др.), погонска група ваздухоплова (горивне хелије), навигациони уређаји на ваздухоплову и др. Упоредо са тим, постоје примери бројних технологија које су индиректно везане за употребу UAS система попут: рачунарства у облаку, сајбер физичких система, интернета ствари, великих база података, мрежа бежичних сензора, блокчејн технологије, 5G мреже и др. Намеће се питање како можемо замислити град или државу као физички потпуно дефинисан и заокружен простор без потпуне инволвираности UAS технологије? Брзе пруге, савремени аутопутеви, иновативни видови водног саобраћаја свакако представљају будућност, али опет сви напори у правцу прогреса ће бити заробљени у дводимензионалном простору. Системи беспилотних ваздухоплова су управо и настали са примарним циљем да се употпуни делимично неискоришћена димензија која се односи на ваздушни простор. Метафорички, ако посматрамо државу као живи организам, тренутно цивилни авио саобраћај и његови коридори су артерије. Да би организам функционисао у потпуности неопходне су вене и капилари, мањи крвни судови који дају живот свакој ћелији. Њих управо чине системи беспилотних ваздухоплова са могућношћу свестране примене у свим сферама живота.

Даља истраживања ће бити усмерена на модалитете масовне примене псеудо сателита који са даљим развојем технологије имају капацитет да као универзална вишенаменска платформа у блиској будућности у потпуности преузму примат у делу ваздушног простора (прецизније у стратосфери) и омогуће непрекидну покривеност сигналом циљаног дела територије са изузетном прецизношћу и са трошковима који су далеко нижи у односу на класичне сателите.

Поглавље 7

ЛИТЕРАТУРА

1. Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2017). Secular Stagnation? The Effect of Aging on Economic Growth in the Age of Automation. *American Economic Review*, 107(5), 174–179.
2. Achille, C., Adami, A., Chiarini, S., Cremonesi, S., Fassi, F., Fregonese, L., & Taffurelli, L. (2015). UAV-based photogrammetry and integrated technologies for architectural applications—methodological strategies for the after-quake survey of vertical structures in Mantua (Italy). *Sensors* (Switzerland), 15(7), 15520–15539. <https://doi.org/10.3390/s150715520>.
3. Adar, E., Karatop, B., İnce, M., & Bilgili, M. S. (2016). Comparison of methods for sustainable energy management with sewage sludge in Turkey based on SWOT-FAHP analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 62, 429–440. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.05.007>.
4. Aerodrom Nikola Tesla (2022). VINCI Airports – saobraćaj na dan 30. septembar 2022. godine. Saopštenje za medije. <https://www.beg.aero/sites/belgrade/files/pdf/vinci-22q3-lat.pdf>. Pristupljeno 11.12.2022.
5. AeroVironment (n.d.). High-Altitude Pseudo-Satellite. AeroVironment. <https://www.avinc.com/about/haps>. Pristupljeno 01.12.2021.
6. Agencija za zaštitu životne sredine. (2014). Serbia Floods 2014. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiw867EjPryAhVYhv0HHdGhBBkQFnoECAUQAQ&url=http%3A%2F%2Fwww.sepa.gov.rs%2Fdownload%2FSerbiaRNAreport_2014.pdf&usg=AOvVaw2wFsgW4hRnWjxk40de3-bJ. Pristupljeno 01.03.2019.
7. Agüera-Vega, F., Carvajal-Ramírez, F., Martínez-Carricondo, P., Sánchez-Hermosilla López, J., Mesas-Carrascosa, F. J., García-Ferrer, A., & Pérez-Porras, F. J. (2018). Reconstruction of extreme topography from UAV structure from motion photogrammetry. *Measurement*, 121, 127–138. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2018.02.062>
8. Ahad, M. A., Paiva, S., Tripathi, G., & Feroz, N. (2020). Enabling technologies and sustainable smart cities. *Sustainable Cities and Society*, 61. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102301>.
9. AIRBUS (n.d.). Zephyr. The first stratospheric UAS of its kind. <https://www.airbus.com/en/products-services/defence/uas/uas-solutions/zephyr>. Pristupljeno 01.12.2021.
10. Akande, A., Cabral, P., Gomes, P., & Casteleyn, S. (2019). The Lisbon ranking for smart sustainable cities in Europe. *Sustainable Cities and Society*, 44, 475–487. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.10.009>.
11. Alaverdyan, D., Kučera, F., & Horák, M. (2018). Implementation of the Smart City Concept in the Eu: Importance of Cluster Initiatives and Best Practice Cases. *International Journal of Entrepreneurial Knowledge*, 6(1), 30–51. <https://doi.org/10.2478/ijek-2018-0003>.
12. Albino, V., Berardi, U., & Dangelico, R. M. (2015). Smart Cities: Definitions, Dimensions, Performance, and Initiatives. *Journal of Urban Technology*, 22(1), 3–21. <https://doi.org/10.1080/10630732.2014.942092>.
13. Alejandro Cano, J., Salazar, F., Andrés Gómez-Montoya, R., & Cortés, P. (2021). Disruptive and Conventional Technologies for the Support of Logistics Processes: A Literature Review. *International Journal of Technology*, 12(3), 448–460.
14. Alicandro, M., & Rotilio, M. (2019). Uav Photogrammetry for Resilience Management in Reconstruction Plan of Urban Historical Centres After Seismic Events. A Case Study. *The*

- International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XLII-2-W11, 55–61. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W11-55-2019>
15. Al-Jameel, H. A. E., & Muzhar, R. R. (2020). Characteristics of On-street Parking On-street Parking in Al-Najaf City Urban Streets. *Transportation Research Procedia*, 45, 612–620. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.03.050>.
 16. Al-Jameel, H. A. E., Hasnawi, H. A. R., & Al-Jumaili, M. A. (2020). Investigating hospital parking demand characteristics in Iraq: Al-Sadar Hospital as case study. *IOP Conference Series: Materials Science & Engineering*, 737(1), 1. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/737/1/012124>.
 17. Aljehani, M., & Inoue, M. (2019). Safe map generation after a disaster, assisted by an unmanned aerial vehicle tracking system. *IEEJ Transactions on Electrical & Electronic Engineering*, 14(2), 271–282. <https://doi.org/10.1002/tee.22806>.
 18. Alladi, T., Chamola, V., Sahu, N., & Guizani, M. (2020). Applications of blockchain in unmanned aerial vehicles: A review. *Vehicular Communications*, 23. 100249. <https://doi.org/10.1016/j.vehcom.2020.100249>.
 19. Alexander, D.E. (2002). *Principles of emergency planning and management*, Terra and Oxford University Press.
 20. Allianz Global Corporate & Specialty. (2016). Rise of the Drones. Managing the Unique ‘Risks Associated with Unmanned Aircraft Systems. Allianz Global Corporate & Specialty. <https://www.agcs.allianz.com/content/dam/onemarketing/agcs/agcs/reports/AGCS-Riseofthedrones-report.pdf>. Pristupljeno 10.07.2018.
 21. Almagbile, A. (2019). Estimation of crowd density from UAVs images based on corner detection procedures and clustering analysis. *Geo-Spatial Information Science*, 22(1), 23. <https://doi.org/10.1080/10095020.2018.1539553>.
 22. Al-Refaie, A., Rawabdeh, I., Sy, E., & Alaween, W. (2016). Integration of SWOT and ANP for effective strategic planning in the cosmetic industry. *Advances in Production Engineering and Management*, 11(1), 29–37. <https://doi.org/10.14743/apem2016.1.209>.
 23. Al-Turjman, F., Abujubbeh, M., Malekloo, A., & Mostarda, L. (2020). UAVs assessment in software-defined IoT networks: An overview. *Computer Communications*, 150, 519–536. <https://doi.org/10.1016/j.comcom.2019.12.004>.
 24. Alvear, O., Zema, N. R., Natalizio, E., & Calafate, C. T. (2017). Using UAV-Based Systems to Monitor Air Pollution in Areas with Poor Accessibility. *Journal of Advanced Transportation*. vol. 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/8204353>.
 25. Anand, A., Winfred Rufuss, D. D., Rajkumar, V., & Suganthi, L. (2017). Evaluation of Sustainability Indicators in Smart Cities for India Using MCDM Approach. *Energy Procedia*, 141, 211–215. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.11.094>.
 26. Andrade, R. O., & Yoo, S. G. (2019). A Comprehensive Study of the Use of LoRa in the Development of Smart Cities. *Applied Sciences*, 9(22), 4753. <https://doi.org/10.3390/app9224753>.
 27. Andreani, S., Kalchschmidt, M., Pinto, R., & Sayegh, A. (2019). Reframing technologically enhanced urban scenarios: A design research model towards human centered smart cities. *Technological Forecasting & Social Change*, 142, 15–25. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.09.028>.
 28. Anjasni, B. (2013). SWOT Assesment of the Community Potency to Determine the Strategic Planning for Volcano Eruption Disaster Management (Case Study in Cangkringan,

- Yogyakarta Province). *Procedia Environmental Sciences*, 17, 337–343. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2013.02.046>.
29. Anweiler, S., & Piwowarski, D. (2017). Multicopter platform prototype for environmental monitoring. *Journal of Cleaner Production*, 155(Part 1), 204–211. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.132>.
 30. Aquino-Segarra, O. (2016). Drones: The Need for More Regulations. *Revista de Derecho Puertorriqueño*, 55(2), 335–353.
 31. Arandelovic, B., Vukmirovic, M., & Samardzic, N. (2017). Belgrade: Imaging the future and creating a European metropolis. *Cities*, 63, 1–19. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2016.12.010>.
 32. Arbogast, G. W. (2000). An Army View on Kosovo. *Aerospace Power Journal*, 14(1), 77–81. <http://ezproxy.nb.rs:2059/login.aspx?direct=true&db=f5h&AN=3129078&site=eds-live>. Pristupljeno 07.06.2020.
 33. Arsic, S., Nikolic, D., & Zivkovic, Z. (2017). Hybrid SWOT - ANP - FANP model for prioritization strategies of sustainable development of ecotourism in National Park Djerdap, Serbia. *Forest Policy and Economics*, 80, 11. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2017.02.003>.
 34. Arsić, S., Nikolić, D., Mihajlović, I., Fedajev, A., & Živković, Ž. (2018). A New Approach Within ANP-SWOT Framework for Prioritization of Ecosystem Management and Case Study of National Park Djerdap, Serbia. *Ecological Economics*, 146, 85–95. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.10.006>.
 35. Arum, S. C., Grace, D., & Mitchell, P. D. (2020). A review of wireless communication using high-altitude platforms for extended coverage and capacity. *Computer Communications*, 157, 232–256. <https://doi.org/10.1016/j.comcom.2020.04.020>.
 36. Arum, S.C., Grace, D., Mitchell, P.D., Morozs, N., & Zakaria, M.D. (2020). Energy management of solar-powered aircraft-based high altitude platform for wireless communications. *Electronics (Switzerland)*, 9(1). <https://doi.org/10.3390/electronics9010179>
 37. Asadzadeh, A., Kötter, T., & Zebardast, E. (2015). An augmented approach for measurement of disaster resilience using connective factor analysis and analytic network process (F'ANP) model. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 14(Part 4), 504–518. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2015.10.002>.
 38. Austin, R. (2010). *Unmanned Aircraft Systems: UAVS Design, Development and Deployment*. Wiley.
 39. Australian government. (2019). Remotely piloted aircraft systems - licensing and operations. [pdf] Australia: Australian government. Civil aviation safety authority. <https://www.casa.gov.au/files/101c01pdf>. Pristupljeno 12.07.2019.
 40. AUVSI. (2013). AUVSI Economic Report 2013. <https://www.auvsi.org/our-impact/economic-report>. Pristupljeno 24.01.2022.
 41. Avanzi, D. D. S., Foggatto, A., dos Santos, V. A., Deschamps, F., & de Freitas Rocha Loures, E. (2017). A framework for interoperability assessment in crisis management. *Journal of Industrial Information Integration*, 5, 26–38. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2017.02.004>.
 42. Azevedo, F., Dias, A., Almeida, J., Oliveira, A., Ferreira, A., Santos, T., Martins, A., & Silva, E. (2019). LiDAR-Based Real-Time Detection and Modeling of Power Lines for Unmanned Aerial Vehicles. *Sensors*, 19(8), 1812. <https://doi.org/10.3390/s19081812>.
 43. BAE Systems (n.d.). PHASA-35®. Solar-electric unmanned air vehicle with the potential to transform the air and space market. <https://www.baesystems.com/en/product/phasa-35>. Pristupljeno 01.12.2021.

44. Baig, Z. A., Szewczyk, P., Valli, C., Rabadia, P., Hannay, P., Chernyshev, M., Johnstone, M., Kerai, P., Ibrahim, A., Sansurooah, K., Syed, N., & Peacock, M. (2017). Future challenges for smart cities: Cyber-security and digital forensics. *Digital Investigation*, 22, 3–13. <https://doi.org/10.1016/j.diin.2017.06.015>.
45. Bakirman, T., Bayram, B., Akpınar, B., Karabulut, M. F., Bayrak, O. C., Yigitoglu, A., & Seker, D. Z. (2020). Implementation of ultra-light UAV systems for cultural heritage documentation. *Journal of Cultural Heritage*, 44, 174–184. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2020.01.006>.
46. Balasingam, M. (2017). Drones in medicine-The rise of the machines. *International Journal of Clinical Practice*, 71(9), 1–4. <https://doi.org/10.1111/ijcp.12989>.
47. Bandini, F., Sunding, T. P., Linde, J., Smith, O., Jensen, I. K., Köppl, C. J., Butts, M., & Bauer-Gottwein, P. (2020). Unmanned Aerial System (UAS) observations of water surface elevation in a small stream: Comparison of radar altimetry, LIDAR and photogrammetry techniques. *Remote Sensing of Environment*, 237. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.111487>.
48. Bang, S., Kim, H., & Kim, H. (2017). UAV-based automatic generation of high-resolution panorama at a construction site with a focus on preprocessing for image stitching. *Automation in Construction*, 84, 70–80. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.08.031>.
49. Bao, Z., Sha, J., Li, X., Hanchiso, T., & Shifaw, E. (2018). Monitoring of beach litter by automatic interpretation of unmanned aerial vehicle images using the segmentation threshold method. *Marine Pollution Bulletin*, 137, 388–398. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.08.009>.
50. Barmounakis, E., & Geroliminis, N. (2020). On the new era of urban traffic monitoring with massive drone data: The pNEUMA large-scale field experiment. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 111, 50–71. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2019.11.023>.
51. Barns, S. (2018). Smart cities and urban data platforms: Designing interfaces for smart governance. *City, Culture and Society*, 12, 5–12. <https://doi.org/10.1016/j.ccs.2017.09.006>.
52. Barrero, M. Á. F. (2018). Journalism and drones. Challenges and opportunities of the use of drones in news production. *Doxa Comunicación*, 26, 35. <http://ezproxy.nb.rs:2059/login.aspx?direct=true&db=edb&AN=134158470&site=eds-live>. Pristupljeno 01.05.2020.
53. Basu, A. (2019). Viability assessment of emerging smart urban para-transit solutions: Case of cab aggregators in Kolkata city, India. *Journal of Urban Management*, 8(3), 364–376. <https://doi.org/10.1016/j.jum.2019.01.002>.
54. Baycheva-Merger, T., & Wolfslehner, B. (2016). Evaluating the implementation of the Pan-European Criteria and indicators for sustainable forest management – A SWOT analysis. *Ecological Indicators*, 60, 1192–1199. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.09.009>.
55. Beck, Z., Teacy, W. T. L., Rogers, A., & Jennings, N. R. (2018). Collaborative online planning for automated victim search in disaster response. *Robotics and Autonomous Systems*, 100, 251–266. <https://doi.org/10.1016/j.robot.2017.09.014>.
56. Bellendorf, J., & Mann, Z. Á. (2020). Classification of optimization problems in fog computing. *Future Generation Computer Systems*, 107, 158–176. <https://doi.org/10.1016/j.future.2020.01.036>.
57. Benson, J., Hanlon, R., Schmale, D. G., Seifried, T. M., Baloh, P., Grothe, H., & Powers, C. W. (2019). Microorganisms collected from the surface of freshwater lakes using a drone water sampling system (DOWSE). *Water (Switzerland)*, 11(1). <https://doi.org/10.3390/w11010157>.

58. Berie, H. T., & Ingunn Burud. (2018). Application of unmanned aerial vehicles in earth resources monitoring: focus on evaluating potentials for forest monitoring in Ethiopia. *European Journal of Remote Sensing*, 51, 326–335. <https://doi.org/https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/22797254.2018.1432993>.
59. Bhushan, N. (2004). *Strategic decision making: applying the analytic hierarchy process*. Springer.
60. Bibri, S. E. (2018). The IoT for smart sustainable cities of the future: An analytical framework for sensor-based big data applications for environmental sustainability. *Sustainable Cities and Society*, 38, 230–253. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.12.034>.
61. Bioria, N. (2021). From smart to empathic cities. *Frontiers of Architectural Research*, 10(1), 3–16. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2020.10.001>.
62. Birtchnell, T., & Gibson, C. (2015). Less Talk More Drone: Social Research with UAVs. *Journal of Geography in Higher Education*, 39(1), 182–189. <https://doi.org/10.1080/03098265.2014.1003799>.
63. Bloomberg (2021). At 12.27% CAGR, Drone Market Size to hit USD 40.9 Bn in 2027, says Brandessence Market Research. https://www.bloomberg.com/press-releases/2021-09-21/at-12-27-cagr-drone-market-size-to-hit-usd-40-9-bn-in-2027-says-brandessence-market-research?utm_medium=cpc_search&utm_campaign=NB_ACQ_DSAXX_DSATESTTCPA_XX_EVG_XXXX_XXX_COALL_EN_EN_X_BLOM_GO_SE_XXX_XXXXXXXXXX&gclid=EAIaIQobChMI0tTSnM7b9QIVjo1oCR3kZQkHEAMYASAAEgIP7_D_BwE&gclid=aw.ds. Pristupljeno 10.01.2022.
64. Boeing (n.d.). Phantom Eye. An Eye in the Sky. <https://www.boeing.com/defense/phantom-eye/>. Pristupljeno 01.12.2021.
65. Bogucewicz, M. (2020). The consequences of the migration crisis on the Balkan route and human rights: The current situation and prospects in Serbia. *Eastern Review*, 9, 149–167. <https://doi.org/10.18778/1427-9657.09.10>.
66. Borkowski, G., & Młynarczyk, A. (2019). Remote sensing using unmanned aerial vehicles for tourist-recreation lake evaluation and development. *Quaestiones Geographicae*, 38(1), 5. <https://doi.org/10.2478/quageo-2019-0012>.
67. Bosh et al. (2017). CITYkeys indicators for smart city projects and smart cities. <http://nws.euocities.eu/MediaShell/media/CITYkeystheindicators.pdf>. Pristupljeno 01.11.2019.
68. Boucher, P. (2015). Domesticating the Drone: The Demilitarisation of Unmanned Aircraft for Civil Markets. *SCIENCE AND ENGINEERING ETHICS*, 21(6), 1393–1412. <https://doi.org/10.1007/s11948-014-9603-3>.
69. Boukoberine, M. N., Zhou, Z., & Benbouzid, M. (2019). A critical review on unmanned aerial vehicles power supply and energy management: Solutions, strategies, and prospects. *Applied Energy*, 255. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.113823>.
70. Boulos, K. M. N., & Geraghty, E. M. (2020). Geographical tracking and mapping of coronavirus disease COVID-19/severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) epidemic and associated events around the world: how 21st century GIS technologies are supporting the global fight against outbreaks and epidemics. *International Journal of Health Geographics*, 19(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s12942-020-00202-8>.
71. Boyle, M. J. (2020). *The Drone Age: How Drone Technology Will Change War and Peace*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780190635862.001.0001>

72. Braun, R., & Amorim, A. (2015). Rapid 'SWOT' Diagnosis Method for Conservation Areas. *Scottish Geographical Journal*, 131(1), 17–35. <https://doi.org/10.1080/14702541.2014.937910>.
73. Brovkina, O., Cienciala, E., Surový, P., & Janata, P. (2018). Unmanned aerial vehicles (UAV) for assessment of qualitative classification of Norway spruce in temperate forest stands. *Geo-Spatial Information Science*, 21(1), 12–20. <https://doi.org/10.1080/10095020.2017.1416994>.
74. Budović, A., & Ratkaj, I. (2018). Spatial behaviour of tourists in Belgrade. *University of Belgrade, Faculty of Geography*, 66-1, 71–87. <https://doi.org/10.5937/zrgfub1866071B>.
75. Buffi, G., Manciola, P., Grassi, S., Barberini, M., & Gambi, A. (2017). Survey of the Ridracoli Dam: UAV-based photogrammetry and traditional topographic techniques in the inspection of vertical structures. *Journal of the Association for Information Systems*, 18(11), 1562–1579. <https://doi.org/10.1080/19475705.2017.1362039>.
76. Burkert, F., & Butenuth, M. (2012). Complex Event Detection in Pedestrian Groups from Uavs. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 335. <https://doi.org/10.5194/isprsannals-I-3-335-2012>.
77. Business Insider. (2020). Here are the world's largest drone companies and manufacturers to watch. <https://www.businessinsider.com/drone-manufacturers-companies-invest-stocks>. Pristupljeno 20.12.2021.
78. Calabrese, A., Costa, R., Levialdi, N., & Menichini, T. (2019). Integrating sustainability into strategic decision-making: A fuzzy AHP method for the selection of relevant sustainability issues. *Technological Forecasting & Social Change*, 139, 155–168. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.11.005>.
79. Camboim, G. F., Zawislak, P. A., & Pufal, N. A. (2019). Driving elements to make cities smarter: Evidences from European projects. *Technological Forecasting & Social Change*, 142, 154–167. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.09.014>.
80. Cambridge Consultants (n.d.). The world's largest commercial airborne antenna. <https://www.cambridgeconsultants.com/case-studies/worlds-largest-commercial-airborne-antenna>. Pristupljeno 03.12.2021.
81. Campana, S. (2017). Drones in Archaeology. State-of-the-art and Future Perspectives. *Archaeological Prospection*, 24(4), 275. <https://doi.org/10.1002/arp.1569>.
82. Casado, M. R., Leinster, P., Irvine, T., Johnson, S., & Palma, M. (2018). The use of unmanned aerial vehicles to estimate direct tangible losses to residential properties from flood events: A case study of Cockermouth Following the Desmond Storm. *Remote Sensing*, 10(10), 1548. <https://doi.org/10.3390/rs10101548>.
83. Casagli, N., Frodella, W., Morelli, S., Tofani, V., Ciampalini, A., Intrieri, E., Raspini, F., Rossi, G., Tanteri, L., & Lu, P. (2017). Spaceborne, UAV and ground-based remote sensing techniques for landslide mapping, monitoring and early warning. *Geoenvironmental Disasters*, 4(1). <https://doi.org/10.1186/s40677-017-0073-1>.
84. Casiano Flores, C., Tan, E., & Cromptvoets, J. (2021). Governance assessment of UAV implementation in Kenyan land administration system. *Technology in Society*, 66. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101664>.
85. Catron, J., Stainback, G. A., Dwivedi, P., & Lhotka, J. M. (2013). Bioenergy development in Kentucky: a SWOT-ANP analysis. *Forest Policy and Economics*, 28, 38–43. <https://doi.org/https://www.sciencedirect.com/science/journal/13899341>.

86. Celik, M., & Topcu, Y. I. (2009). Use of an ANP to prioritize managerial responsibilities of maritime stakeholders in environmental incidents: An oil spill case. *Transportation research part D transport and environment*, 14(7), 502–506.
87. Chamata, J. E., & King, L. M. (2017). The Commercial Use of Drones in U.S. National Parks. *The International Technology Management Review*, 4, 158–164. <https://doi.org/10.2991/itmtr.2017.6.4.4>.
88. Chamoso, P., González-Briones, A., Rivas, A., Bueno De Mata, F., & Corchado, J. M. (2018). The Use of Drones in Spain: Towards a Platform for Controlling UAVs in Urban Environments. *Sensors*, 18(5). <https://doi.org/10.3390/s18051416>.
89. Chan, H. K., Sun, X., & Chung, S.-H. (2019). When should fuzzy analytic hierarchy process be used instead of analytic hierarchy process? *Decision Support Systems*, 125. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2019.113114>.
90. Chan, S.-L., Wey, W.-M., & Chang, P.-H. (2014). Establishing Disaster Resilience Indicators for Tan-sui River Basin in Taiwan. *Social Indicators Research*, 115(1), 387–418. <https://doi.org/10.1007/s11205-012-0225-3>.
91. Chang, A., Jung, J., Maeda, M. M., & Landivar, J. (2017). Crop height monitoring with digital imagery from Unmanned Aerial System (UAS). *Computers and Electronics in Agriculture*, 141, 232–237. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2017.07.008>.
92. Chang, D.-Y. (1996). Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*, 3, 649–655. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(95\)00300-2](https://doi.org/10.1016/0377-2217(95)00300-2).
93. Chang, Y. S., & Lee, H. J. (2018). Optimal delivery routing with wider drone-delivery areas along a shorter truck-route. *Expert Systems With Applications*, 104, 307–317. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2018.03.032>.
94. Chanthawong, A., & Dhakal, S. (2016). Stakeholders' perceptions on challenges and opportunities for biodiesel and bioethanol policy development in Thailand. *Energy Policy*, 91, 189–206. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.01.008>.
95. Chen, B., Mu, X., Chen, P., Wang, B., Choi, J., Park, H., Xu, S., Wu, Y., & Yang, H. (2021). Machine learning-based inversion of water quality parameters in typical reach of the urban river by UAV multispectral data. *Ecological Indicators*, 133. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.108434>.
96. Chen, J., Zheng, J., Lv, M., Gao, Y., Liu, H., Yan, B., & Hu, X. (2016). Damage Degree Evaluation of Earthquake Area Using UAV Aerial Image. *International Journal of Aerospace Engineering*. <https://doi.org/10.1155/2016/2052603>.
97. Chen, N., Chen, L., Ma, Y., & Chen, A. (2019). Regional disaster risk assessment of china based on self-organizing map: Clustering, visualization and ranking. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 33, 196–206. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2018.10.005>.
98. Chiang, W.-C., Li, Y., Shang, J., & Urban, T. L. (2019). Impact of drone delivery on sustainability and cost: Realizing the UAV potential through vehicle routing optimization. *Applied Energy*, 242, 1164–1175. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.03.117>.
99. Cho, H. S., & Woo, T. H. (2016). Mechanical analysis of flying robot for nuclear safety and security control by radiological monitoring. *Annals of Nuclear Energy*, 94, 138–143. <https://doi.org/10.1016/j.anucene.2016.03.004>.
100. Choi-Fitzpatrick, A. (2014). Drones for Good: Technological Innovations, Social Movements, and the State. *Journal of International Affairs*, 68(1), 19.

- <http://ezproxy.nb.rs:2059/login.aspx?direct=true&db=edsjrs&AN=edsjrs.24461704&site=eds-live>. Pristupljeno 03.11.2019.
101. Choo, Y., Kang, G., Kim, D., & Lee, S. (2018). A study on the evaluation of water-bloom using image processing. *Environmental Science and Pollution Research International*, 25(36), 36775–36780. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-3578-6>.
 102. Choosakun, A., & Yeom, C. (2021). Developing Evaluation Framework for Intelligent Transport System on Public Transportation in Bangkok Metropolitan Regions Using Fuzzy AHP. *Infrastructures*, 6(12), 182.
 103. Chowdhury, S., Emelogu, A., Marufuzzaman, M., Nurre, S. G., & Bian, L. (2017). Drones for disaster response and relief operations: A continuous approximation model. *International Journal of Production Economics*, 188, 167–184. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2017.03.024>
 104. Christensen, C. M. (1997). *The innovator's dilemma: when new technologies cause great firms to fail*. Harvard Business School Press.
 105. Civil Aviation Directorate of the Republic Serbia. (2019). Regulation on unmanned aircraft. http://cad.gov.rs/upload/Bespilotni%20vazduhoplovi/Pravilnik_o_bespilotnim_vazduhoplovima_Sl_glasnik_RS_broj_108-15-nova-eng.pdf. Pristupljeno 02.05.2020.
 106. Claesson, A., Bäckman, A., Ringh, M., Svensson, L., Nordberg, P., Djärv, T., & Hollenberg, J. (2017). Time to Delivery of an Automated External Defibrillator Using a Drone for Simulated Out-of-Hospital Cardiac Arrests vs Emergency Medical Services. *JAMA: Journal of the American Medical Association*, 317(22), 2332. <https://doi.org/10.1001/jama.2017.3957>.
 107. Clark, D. G., Ford, J. D., & Tabish, T. (2018). What role can unmanned aerial vehicles play in emergency response in the Arctic: A case study from Canada. *PLoS ONE*, 13(12), 1–16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0205299>.
 108. Clarke, R. (2014). Understanding the drone epidemic. *Computer Law & Security Review: The International Journal of Technology Law and Practice*, 30(3), 230–246. <https://doi.org/10.1016/j.clsr.2014.03.002>.
 109. Clarke, R., & Bennett Moses, L. (2014). The regulation of civilian drones' impacts on public safety. *Computer Law & Security Review: The International Journal of Technology Law and Practice*, 30(3), 263–285. <https://doi.org/10.1016/j.clsr.2014.03.007>.
 110. Colomina, I., & Molina, P. (2014). Unmanned aerial systems for photogrammetry and remote sensing: A review. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 92, 79–97. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2014.02.013>.
 111. Cokorilo, O. (2020). Urban Air Mobility: Safety Challenges. *Transportation Research Procedia*, 45, 21–29. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.02.058>.
 112. Comba, L., Gay, P., Primicerio, J., & Ricauda Aimonino, D. (2015). Vineyard detection from unmanned aerial systems images. *Computers and Electronics in Agriculture*, 114, 78–87. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2015.03.011>.
 113. Connor, D., Martin, P. G., & Scott, T. B. (2016). Airborne radiation mapping: overview and application of current and future aerial systems. *International Journal of Remote Sensing*, 37(24), 5953–5987.
 114. Cook, D. E., Strong, P. A., Garrett, S. A., & Marshall, R. E. (2013). A small unmanned aerial system (UAS) for coastal atmospheric research: Preliminary results from New Zealand.

- Journal of the Royal Society of New Zealand, 43(2), 108–115. <https://doi.org/10.1080/03036758.2012.695280>.
115. Coutinho, W. P., Battarra, M., & Fliege, J. (2018). The unmanned aerial vehicle routing and trajectory optimisation problem, a taxonomic review. *Computers & Industrial Engineering*, 120, 116–128. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.04.037>.
 116. Çuhadar I., & Dursun, M. (2016). Unmanned Air Vehicle System's Data Links. *Journal of Automation and Control Engineering*, Volume. 4, No. 3, pp. 189-193.
 117. Cvetković, V. M., Filipović, M., Gačić, J., Jakovljević, V., Ronan, K., Shaw, R., & Mano, R. (2019). Household earthquake preparedness in Serbia: A study of selected municipalities. *Acta Geographica Slovenica*, 59(2), 28–42. <https://doi.org/10.3986/AGS.5445>.
 118. D'Oliveira, F.A. de Melo, F. C. L. & Devezas, T.C. (2016). High-Altitude Platforms - Present Situation and Technology Trends. *Journal of Aerospace Technology and Management*, 8(3), 249–262. <https://doi.org/10.5028/jatm.v8i3.699>.
 119. Dağdeviren, M., & Yüksel, İ. (2008). Developing a fuzzy analytic hierarchy process (AHP) model for behavior-based safety management. *Information Sciences*, 178(6), 1717–1733. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2007.10.016>.
 120. Dano, U. L., Abdul-Lateef Balogun, Abdul-Nasir Matori, Khmaruzzaman Wan Yusouf, Abubakar, I. R., Mohamed, M. A. S., Aina, Y. A., & Biswajeet Pradhan. (2019). Flood susceptibility mapping using GIS-based analytic network process: a case study of Perlis, Malaysia. *Water*, 11(3), 615. <https://doi.org/https://www.mdpi.com/2073-4441/11/3/615/htm>.
 121. Darmawan, H., Walter, T. R., Brotopuspito, K. S., Subandriyo, & I Gusti Made Agung Nandaka. (2018). Morphological and structural changes at the Merapi lava dome monitored in 2012–15 using unmanned aerial vehicles (UAVs). *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 349, 256–267. <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2017.11.006>.
 122. Dasilva, J., Jiménez, R., Schiller, R., & Zivanovic González, S. (2017). Unmanned Aerial Vehicle-Based Automobile License Plate Recognition System for Institutional Parking Lots. *Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics*, 5, 39–43. <http://ezproxy.nb.rs:2059/login.aspx?direct=true&db=edsdoj&AN=edsdoj.8d16e35138834f1fb2191d90425ea716&site=eds-live>. Pristupljeno 12.11.2019.
 123. De Beni, E., Cantarero, M., & Messina, A. (2019). UAVs for volcano monitoring: A new approach applied on an active lava flow on Mt. Etna (Italy), during the 27 February–02 March 2017 eruption. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 369, 250–262. <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2018.12.001>.
 124. De Falco, S., Angelidou, M., & Addie, J.-P. D. (2019). From the “smart city” to the “smart metropolis”? Building resilience in the urban periphery. *European Urban & Regional Studies*, 26(2), 205. <https://doi.org/10.1177/0969776418783813>.
 125. De Freitas, A., Mihaylova, L., Gning, A., Angelova, D., & Kadirkamanathan, V. (2016). Autonomous crowds tracking with box particle filtering and convolution particle filtering. *Automatica*, 69, 380–394. <https://doi.org/10.1016/j.automatica.2016.03.009>.
 126. De Oliveira, D. C., & Wehrmeister, M. A. (2018). Using Deep Learning and Low-Cost RGB and Thermal Cameras to Detect Pedestrians in Aerial Images Captured by Multirotor UAV. *Sensors*, 7, 2244. <https://doi.org/10.3390/s18072244>.

127. DeMario, A., Lopez, P., Plewka, E., Wix, R., Xia, H., Zamora, E., Gessler, D., & Yalin, A. P. (2017). Water Plume Temperature Measurements by an Unmanned Aerial System (UAS). *Sensors*, (17)2, 306. <https://doi.org/10.3390/s17020306>.
128. Deng, L., Mao, Z., Li, X., Hu, Z., Duan, F., & Yan, Y. (2018). UAV-based multispectral remote sensing for precision agriculture: A comparison between different cameras. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 146, 124–136. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2018.09.008>.
129. Dering, G. M., Micklethwaite, S., Thiele, S. T., Vollgger, S. A., & Cruden, A. R. (2019). Review of drones, photogrammetry and emerging sensor technology for the study of dykes: Best practises and future potential. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 373, 148–166. <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2019.01.018>.
130. Deruyck, M., Wyckmans, J., Joseph, W., & Martens, L. (2018). Designing UAV-aided emergency networks for large-scale disaster scenarios. *Eurasip Journal on Wireless Communications and Networking*. 2018(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s13638-018-1091-8>.
131. Dhote, J., & Limbourg, S. (2020). Designing unmanned aerial vehicle networks for biological material transportation – The case of Brussels. *Computers & Industrial Engineering*, 148. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106652>.
132. Di Franco, S., & Salvatori, R. (2015). Current situation and needs in man-made and natech risks management using Earth Observation techniques. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 1, 72–84. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2015.06.004>.
133. Díaz-Vilariño, L., González-Jorge, H., Martínez-Sánchez, J., Bueno, M., & Arias, P. (2016). Determining the limits of unmanned aerial photogrammetry for the evaluation of road runoff. *Measurement*, 85, 132–141. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2016.02.030>.
134. Dieleman, H. (2017). Urban agriculture in Mexico City; balancing between ecological, economic, social and symbolic value. *Journal of Cleaner Production*, 163, 156–163. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.01.082>.
135. Dimitrijević, B., & Draganić, J. (2013). Vazdušni rat nad Srbijom 1999. Medija centar Odbrana. Beograd.
136. Dimovski D., & Stanojević J. (2019). Legal and economic conditions for the EU membership: Example of the Republic of Serbia. *Zbornik Radova: Pravni Fakultet u Novom Sadu*, 53(1), 177–194. <https://doi.org/10.5937/zrpfns53-21565>.
137. Ding, D., Wu, J., Zhu, S., Mu, Y., & Li, Y. (2021). Research on AHP-based fuzzy evaluation of urban green building planning. *Environmental Challenges*, 5. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100305>.
138. Dinhopl, A., & Gretzel, U. (2016). Selfie-taking as touristic looking. *Annals of Tourism Research*, 57, 126–139. <https://doi.org/10.1016/j.annals.2015.12.015>.
139. Direktorat civilnog vazduhoplovstva Republike Srbije. (2013). Uredba o klasama vazdušnog prostora Republike Srbije i uslovima za njihovo korišćenje. <http://cad.gov.rs/lat/strana/23331/propisi-za-operatera-bespilotnog-vazduhoplova>. Pristupljeno 04.03.2019.
140. Direktorat civilnog vazduhoplovstva Republike Srbije. (2019). Pravilnik o bespilotnim vazduhoplovima. <http://cad.gov.rs/upload/Propisi/2020/Pravilnik%20o%20bespilotnim%20vazduhoplovima.pdf>. Pristupljeno 01.05.2020.

141. Direktorat civilnog vazduhopovstva Republike Srbije (n.d.). <http://cad.gov.rs/lat/strana/16451/o-direktoratu>. Pristupljeno 01.12. 2021.
142. DJI (n.d.). Drone Rescues Around the World. <https://enterprise.dji.com/drone-rescue-map/#map2>. Pristupljeno 15.02.2022.
143. Đorđević, D. (2016). Dron za analizu i tretiranje poljoprivrednih polja – jedinstveno rešenje doktoranta ETF-a. Tangosix. <https://tangosix.rs/2016/22/01/dron-za-analizu-tretiranje-poljoprivrednih-polja-jedinstveno-resenje-doktoranta-etf/>. Pristupljeno 17.12.2021.
144. Djordjević, I., & Pekić, R. (2018). Is there space for the left? Football fans and political positioning in Serbia. *Soccer & Society*, 19(3), 355–372. <https://doi.org/10.1080/14660970.2017.1333678>.
145. Dominici, D., Alicandro, M., & Massimi, M. (2017). UAV photogrammetry in the post-earthquake scenario: case studies in L'Aquila. *Geomatics, Natural Hazards & Risk*, 8(1), 87–103. <https://doi.org/10.1080/19475705.2016.1176605>.
146. Donaire, J. A., Galí, N., & Gulisova, B. (2020). Tracking visitors in crowded spaces using zenith images: Drones and time-lapse. *Tourism Management Perspectives*, 35. <https://doi.org/10.1016/j.tmp.2020.100680>.
147. Drazic, D. M., Veselinovic, M. M., Rakonjac, L. B., Brasanac-Bosanac, L. B., Cule, N. M., Mitrovic, S. Z., & Bojovic, S. R. (2014). Geographic, landscape and other natural characteristics of belgrade as the basis for development of tourism. *European Journal of Geography*, 5(3), 96–122. <http://www.eurogeographyjournal.eu/articles/EJG050307.GEOGRAPHIC,%20LANDSCAPE%20AND%20OTHER%20NATURAL%20CHARACTERISTICS%20OF%20BELGRADE.pdf>. Pristupljeno 14.11.2019.
148. Drone Industry Insight. (2021). The Drone Market in 2021 and Beyond: 5 Key Takeaways. <https://droneii.com/the-drone-market-in-2021-and-beyond-5-key-takeaways>. Pristupljeno 02.01.2022.
149. Dündar, Ö., Bilici, M., & Ünler, T. (2020). Design and performance analyses of a fixed wing battery VTOL UAV. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 23(5), 1182–1193. <https://doi.org/10.1016/j.jestch.2020.02.002>.
150. Dupont, Q. F. M., Chua, D. K. H., Tashrif, A., & Abbott, E. L. S. (2017). Potential Applications of UAV along the Construction's Value Chain. *Procedia Engineering*, 182, 165–173. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.03.155>.
151. Đurić, M., & Vujović, D. (2020). Short-term forecasting of air pollution index in Belgrade, Serbia. *Meteorological Applications*, 27(5), 1–15. <https://doi.org/10.1002/met.1946>.
152. Đurić, U., Marjanović, M., Radić, Z., & Abolmasov, B. (2019). Machine learning based landslide assessment of the Belgrade metropolitan area: Pixel resolution effects and a cross-scaling concept. *Engineering Geology*, 256, 23–38. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2019.05.007>.
153. Dursun, M., & Çuhadar, İ. (2018). Risk based multi criteria decision making for secure image transfer between unmanned air vehicle and ground control station. *Reliability Engineering and System Safety*, 178, 31–39. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2018.05.011>.
154. EASA. (2019). Civil drones (Unmanned aircraft). <https://www.easa.europa.eu/easa-and-you/civil-drones-rpas#group-easa-downloads>. Pristupljeno 02.03.2020.

155. East-West Center (2020). Can Technology Offset the Effects of Population Aging on Economic Growth? New Report from the Asian Development Bank <https://www.eastwestcenter.org/publications/can-technology-offset-the-effects-population-aging-economic-growth-new-report-the-asian>. Pristupljeno 04.01.2022.
156. Eichleay, M., Evens, E., Stankevitz, K., & Parker, C. (2019). Using the Unmanned Aerial Vehicle Delivery Decision Tool to Consider Transporting Medical Supplies via Drone. *Global Health: Science & Practice*, 7(4), 500–506. <https://doi.org/10.9745/GHSP-D-19-00119>.
157. Elijah, T., Jamisola, R. S., Tjiparuro, Z., & Namoshe, M. (2021). A review on control and maneuvering of cooperative fixed-wing drones. *International Journal of Dynamics & Control*, 9(3), 1332–1349. <https://doi.org/10.1007/s40435-020-00710-2>.
158. Ellenberg, A., Kotsos, A., Moon, F., & Bartoli, I. (2016). Bridge deck delamination identification from unmanned aerial vehicle infrared imagery. *Automation in Construction*, 72(Part 2), 155–165. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2016.08.024>.
159. Environmental Protection Agency. (2007). Environment in Serbia: an indicator – based review. Environmental Protection Agency. http://www.sepa.gov.rs/download/Environment_in_Serbia_Full.pdf. Pristupljeno 16.12.2021.
160. Erdelj, M., Król, M., & Natalizio, E. (2017). Wireless Sensor Networks and Multi-UAV systems for natural disaster management. *Computer Networks*, 124, 72–86. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2017.05.021>.
161. Erenoglu, R. C., Akcay, O., & Erenoglu, O. (2017). An UAS-assisted multi-sensor approach for 3D modeling and reconstruction of cultural heritage site. *Journal of Cultural Heritage*, 26, 79–90. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2017.02.007>.
162. Erenoglu, R. C., Erenoglu, O., & Arslan, N. (2018). Accuracy Assessment of Low Cost UAV Based City Modelling for Urban Planning. *Tehnicki Vjesnik - Technical Gazette*, 6, 1708–1714. <https://doi.org/10.17559/TV-20170904202055>.
163. Esfahlani, S. S. (2019). Mixed reality and remote sensing application of unmanned aerial vehicle in fire and smoke detection. *Journal of Industrial Information Integration*, 15, 42–49. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2019.04.006>.
164. European Commission (2019). Orientations towards the first Strategic Plan for Horizon Europe, https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/research_and_innovation/strategy_on_research_and_innovation/documents/ec_rtd_orientations-he-strategic-plan_122019.pdf. Pristupljeno 04.02.2020.
165. European Commission, (2014). Horizon 2020. In Brief. https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/sites/horizon2020/files/H2020_inBrief_EN_FinalBAT.pdf. Pristupljeno 05.02.2020.
166. European commission. (2014). Instrument for Pre-Accession Assistance (IPA II). https://ec.europa.eu/neighbourhood-enlargement/sites/near/files/pdf/key_documents/2014/20140919-csp-serbia.pdf. Pristupljeno 20.04.2019.
167. European Commission (2021). Horizon Europe - Investing to shape our future https://research-and-innovation.ec.europa.eu/document/9224c3b4-f529-4b48-b21b-879c442002a2_en. Pristupljeno 10.08.2022.

168. European smart cities (n.d.). European smart cities. <http://www.smart-cities.eu/index.php?cid=-1&ver=4>. Pristupljeno 01.08.2022.
169. Expert Choice (n.d.). Pristupljeno 23.05.2021. <https://www.expertchoice.com/2021>
170. Faculty of Mechanical Engineering. (2018). Mechanical Engineering. Belgrade: Faculty of Mechanical Engineering. http://www.mas.bg.ac.rs/_media/eng/education/bsc/ub-fme-booklet.pdf. Pristupljeno 15.12.2021.
171. Fahlstrom, P. G., & Gleason, T. J. (2012). Introduction to UAV Systems, Fourth Edition. John Wiley & Sons, Ltd.
172. Faıçal, B. S., Freitas, H., Gomes, P. H., Mano, L. Y., Pessin, G., de Carvalho, A. C. P. L. F., Krishnamachari, B., & Ueyama, J. (2017). An adaptive approach for UAV-based pesticide spraying in dynamic environments. *Computers and Electronics in Agriculture*, 138, 210–223. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2017.04.011>.
173. FathiZahraei, M., Marthandan, G., Raman, M., & Asadi, A. (2015). Reducing risks in crisis management by GIS adoption. *Natural Hazards*, 76(1), 83. <https://doi.org/10.1007/s11069-014-1474-z>.
174. Fazelpoor, K., Yousefi, S., Martínez-Fernández, V., & García de Jalón, D. (2021). Geomorphological evolution along international riverine borders: The flow of the Aras River through Iran, Azerbaijan, and Armenia. *Journal of Environmental Management*, 290. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112599>.
175. Feng, X., & Li, P. (2019). A Tree Species Mapping Method from UAV Images over Urban Area Using Similarity in Tree-Crown Object Histograms. *Remote Sensing*, 17, 1982. <https://doi.org/10.3390/rs11171982>.
176. Feng, Z., Guan, N., Lv, M., Liu, W., Deng, Q., Liu, X., & Yi, W. (2020). Efficient drone hijacking detection using two-step GA-XGBoost. *Journal of Systems Architecture*, 103. <https://doi.org/10.1016/j.sysarc.2019.101694>.
177. Fernández-Guisuraga, J. M., Sanz-Ablanedo, E., Suárez-Seoane, S., & Calvo, L. (2018). Using unmanned aerial vehicles in postfire vegetation survey campaigns through large and heterogeneous areas: opportunities and challenges. *Sensors*, 18(2), 586. <https://doi.org/http://www.mdpi.com/1424-8220/18/2/586/htm>.
178. Field, S., Waite, M., & Wandsnider, L. (2017). The utility of UAVs for archaeological surface survey: A comparative study. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 13, 577–582. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2017.05.006>.
179. Finn, R. L., & Wright, D. (2012). Unmanned aircraft systems: Surveillance, ethics and privacy in civil applications. *Computer Law and Security Review: The International Journal of Technology and Practice*, 28(2), 184–194. <https://doi.org/10.1016/j.clsr.2012.01.005>.
180. Floreano, D., & Wood, R. J. (2015). Science, technology and the future of small autonomous drones. *Nature*, 521(7553), 460–466. <https://doi.org/10.1038/nature14542>.
181. Forge, S., & Vu, K. (2020). Forming a 5G strategy for developing countries: A note for policy makers, *Telecommunications Policy*, 44 (7), 101975, <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2020.101975>.
182. Fox, S. J. (2020). The “risk” of disruptive technology today (A case study of aviation – Enter the drone). *Technology in Society*, 62, N.PAG.
183. Freimuth, H., & Koenig, M. (2018). Planning and executing construction inspections with unmanned aerial vehicles. *Automation in Construction*, 96, 540–553. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.10.016>.

184. Gaitani, N., Burud, I., Thiis, T., & Santamouris, M. (2017). High-resolution spectral mapping of urban thermal properties with Unmanned Aerial Vehicles. *Building and Environment*, 121, 215–224. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.05.027>.
185. Garcia-Ayllon, S. (2018). Urban transformations as indicators of economic change in post-communist Eastern Europe: Territorial diagnosis through five case studies. *Habitat International*, 71, 29–37. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2017.11.004>.
186. García-Gutiérrez, A., Gonzalo, J., López, D., & Delgado, A. (2020). Stochastic design of high altitude propellers. *Aerospace Science and Technology*, 107. <https://doi.org/10.1016/j.ast.2020.106283>.
187. Garrido-Marijuan, A., Pargova, Y., and Wilson, C. (2017). The making of a smart city: best practices across Europe, European commission. https://smartcities-infosystem.eu/sites/default/files/document/the_making_of_a_smart_city_-_best_practices_across_europe.pdf. Pristupljeno 21.11.2019.
188. Gebrehiwot, A., Hashemi-Beni, L., Thompson, G., Kordjamshidi, P., & Langan, T. E. (2019). Deep convolutional neural network for flood extent mapping using unmanned aerial vehicles data. *Sensors*, 19(7), 1486. <https://doi.org/https://www.mdpi.com/1424-8220/19/7/1486/pdf>.
189. Gevaert, C. M., Sliuzas, R., Persello, C., & Vosselman, G. (2018). Evaluating the Societal Impact of Using Drones to Support Urban Upgrading Projects. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 7(3), 91. <https://doi.org/10.3390/ijgi7030091>.
190. GFDRR (n.d.). <https://www.gfdrr.org/sites/default/files/Serbia%20SOI.pdf>. Pristupljeno 01.05.2019.
191. Ghavami, S. M. (2019). Multi-criteria spatial decision support system for identifying strategic roads in disaster situations. *International Journal of Critical Infrastructure Protection*, 24, 23–36. <https://doi.org/10.1016/j.ijcip.2018.10.004>.
192. Gheisari, M., & Esmaeili, B. (2019). Applications and requirements of unmanned aerial systems (UASs) for construction safety. *Safety Science*, 118, 230–240. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.05.015>.
193. Giffinger, R., Fertner, C., Kramar, H., Kalasek, R., Pichler-Milanović, N., Meijers, E., (2007). Smart cities. Ranking of European medium-sized cities. http://www.smart-cities.eu/download/smart_cities_final_report.pdf. Pristupljeno 24.11.2019.
194. Giones, F., & Brem, A. (2017). From toys to tools: The co-evolution of technological and entrepreneurial developments in the drone industry. *Business Horizons*, 60(6), 875–884. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2017.08.001>.
195. Giordan, D., Hayakawa, Y., Nex, F., Remondino, F., & Tarolli, P. (2018). Review article: the use of remotely piloted aircraft systems (RPASs) for natural hazards monitoring and management. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 18, 1079–1096. <https://doi.org/10.5194/nhess-18-1079-2018>.
196. Giordan, D., Manconi, A., Remondino, F., & Nex, F. (2017). Use of unmanned aerial vehicles in monitoring application and management of natural hazards. *Geomatics, Natural Hazards & Risk*, 8(1), 1–4. <https://doi.org/10.1080/19475705.2017.1315619>.
197. Giurato, M., Gattazzo, P., & Lovera, M. (2019). UAV Lab: a multidisciplinary UAV design course. *IFAC PapersOnLine*, 52(12), 490–495. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.11.291>.

198. Giuseppe Salvo, Luigi Caruso, Alessandro Scordo, Giuseppe Guido, & Alessandro Vitale. (2017). Traffic data acquirement by unmanned aerial vehicle. *European Journal of Remote Sensing*, 50(1), 343–351. <https://doi.org/10.1080/22797254.2017.1328978>.
199. Golabi, M., Shavarani, S. M., & Izbirak, G. (2017). An edge-based stochastic facility location problem in UAV-supported humanitarian relief logistics: a case study of Tehran earthquake. *Natural Hazards*, 87(3), 1545–1565. <https://doi.org/10.1007/s11069-017-2832-4>.
200. Gomez, C., & Green, D. R. (2017). Small unmanned airborne systems to support oil and gas pipeline monitoring and mapping. *Arabian Journal of Geosciences*, 10(9), 1. <https://doi.org/10.1007/s12517-017-2989-x>.
201. Gonçalves, G., Andriolo, U., Pinto, L., & Bessa, F. (2020). Mapping marine litter using UAS on a beach-dune system: a multidisciplinary approach. *Science of the Total Environment*, 706. 135742. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135742>.
202. Gonzalo, J., López, D., Domínguez, D., García, A., & Escapa, A. (2018). On the capabilities and limitations of high altitude pseudo-satellites. *Progress in Aerospace Sciences*, 98, 37–56. <https://doi.org/10.1016/j.paerosci.2018.03.006>.
203. Goodchild, A., & Toy, J. (2018). Delivery by drone: An evaluation of unmanned aerial vehicle technology in reducing CO2 emissions in the delivery service industry. *Transportation Research Part D*, 61(Part A), 58–67. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2017.02.017>.
204. Goodman, W., & Minner, J. (2019). Will the urban agricultural revolution be vertical and soilless? A case study of controlled environment agriculture in New York City. *Land Use Policy*, 83, 160 – 173. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.12.038>.
205. Granshaw, S. I. (2018). RPV, UAV, UAS, RPAS ... or just drone? *Photogrammetric Record*, 33(162), 160. <https://doi.org/10.1111/phor.12244>.
206. Groselj, P., & Zadnik Stirn, L. (2015). The environmental management problem of Pohorje, Slovenia: A new group approach within ANP -- SWOT framework. *Journal of Environmental Management*, 161, 106–112. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.06.038>.
207. Grubestic, T. H., Wallace, D., Chamberlain, A. W., & Nelson, J. R. (2018). Using unmanned aerial systems (UAS) for remotely sensing physical disorder in neighborhoods. *Landscape & Urban Planning*, 169, 148–159. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2017.09.001>.
208. GSMA. (2021). High Altitude Platform Systems. Towers in the Skies. <https://www.gsma.com/futurenetworks/resources/high-altitude-platform-systems-haps-whitepaper-2021/>. Pristupljeno 05.12.2021.
209. Gu, X., Abdel-Aty, M., Xiang, Q., Cai, Q., & Yuan, J. (2019). Utilizing UAV video data for in-depth analysis of drivers' crash risk at interchange merging areas. *Accident Analysis & Prevention*, 123, 159–169. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2018.11.010>.
210. Guillier, F. (2017). French Insurance and Flood Risk: Assessing the Impact of Prevention Through the Rating of Action Programs for Flood Prevention. *International Journal of Disaster Risk Science*, 8(3), 284–295. <https://doi.org/10.1007/s13753-017-0140-y>.
211. Guk, E., & Levin, N. (2020). Analyzing spatial variability in night-time lights using a high spatial resolution color Jilin-1 image – Jerusalem as a case study. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 163, 121–136. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2020.02.016>.
212. Gusterson, H. (2016). *Drone. Remote Control Warfare*. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London, England.

213. Gutjahr, W. J., & Nolz, P. C. (2016). Multicriteria optimization in humanitarian aid. *European Journal of Operational Research*, 252(2), 351–366. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2015.12.035>.
214. Halili, Z. (2020). Identifying and ranking appropriate strategies for effective technology transfer in the automotive industry: Evidence from Iran. *Technology in Society*, 62. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101264>.
215. Hambling, D. (2022). Every. Single. Drone. Fighting In Russia's War Against Ukraine. *Popular Mechanics*. <https://www.popularmechanics.com/military/a40298287/drone-fighting-ukraine-war-russia/>. Pristupljeno 28.06.2022.
216. Hashem, I. A. T., Chang, V., Anuar, N. B., Adewole, K., Yaqoob, I., Gani, A., Ahmed, E., & Chiroma, H. (2016). The role of big data in smart city. *International Journal of Information Management*, 36(5), 748–758. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2016.05.002>.
217. Hassanalian, M., & Abdelkefi, A. (2017). Classifications, applications, and design challenges of drones: A review. *Progress in Aerospace Sciences*, 91, 99–131. <https://doi.org/10.1016/j.paerosci.2017.04.003>.
218. Hassler, S. C., & Baysal-Gurel, F. (2019). Unmanned Aircraft System (UAS) Technology and Applications in Agriculture. *Agronomy*, 10, 618. <https://doi.org/10.3390/agronomy9100618>.
219. Heaton, J., & Parlikad, A. K. (2019). A conceptual framework for the alignment of infrastructure assets to citizen requirements within a Smart Cities framework. *Cities*, 90, 32–41. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.01.041>.
220. Ho, C. C. (2011). Optimal evaluation of infectious medical waste disposal companies using the fuzzy analytic hierarchy process. *Waste Management*, 31(7), 1553–1559. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2011.02.020>.
221. Homainejad, N., & Rizos, C. (2015). Application of Multiple Categories of Unmanned Aircraft Systems (UAS) in Different Airspaces for Bushfire Monitoring and Response. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives* 40 (1W4): 55–60. doi: 10.5194/isprsarchives-XL-1-W4-55-2015.
222. Hong, J.-H., Shin, H.-S., & Tsourdos, A. (2019). A design of a short course with COTS UAV system for higher education students. *IFAC PapersOnLine*, 52(12), 466–471. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.11.287>.
223. Hopster, J. (2021). What are socially disruptive technologies? *Technology in Society*, 67. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101750>
224. House of Commons Foreign Affairs Committee. (2018). Global Britain and the Western Balkans. Tenth Report of Session 2017–19. <https://publications.parliament.uk/pa/cm201719/cmselect/cmfaaff/1013/1013.pdf>. Pristupljeno 22. 04. 2019.
225. Huang, T., Lan, L., Fang, X., An, P., Min, J., & Wang, F. (2015). Promises and Challenges of Big Data Computing in Health Sciences. *Big Data Research*, 2(1), 2–11. <https://doi.org/10.1016/j.bdr.2015.02.002>.
226. Huang, Y., Chen, Z., Yu, T., Huang, X., & Gu, X. (2018). Agricultural remote sensing big data: Management and applications. *Journal of Integrative Agriculture*, 17(9), 1915–1931. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(17\)61859-8](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(17)61859-8).
227. Hugenholtz, C. H., Whitehead, K., Brown, O. W., Barchyn, T. E., Moorman, B. J., LeClair, A., Riddell, K., & Hamilton, T. (2013). Geomorphological mapping with a small

- unmanned aircraft system (sUAS): Feature detection and accuracy assessment of a photogrammetrically-derived digital terrain model. *Geomorphology*, 194, 16–24. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2013.03.023>.
228. Huttunen, M. (2017, June 1). Unmanned, remotely piloted, or something else? Analysing the terminological dogfight. *Air and Space Law*, 42(3), 349–368.
 229. Ibanescu, B.-C., Banica, A., Eva, M., & Cehan, A. (2020). The Puzzling Concept of Smart City in Central and Eastern Europe: A Literature Review Designed for Policy Development. *Transylvanian Review of Administrative Sciences*, 61, 70. <https://doi.org/10.24193/tras.61E.4>.
 230. ICAO. (2011). Unmanned Aircraft Systems (UAS). ICAO (Cir 328), Canada: International civil aviation organization. https://www.icao.int/Meetings/UAS/Documents/Circular%20328_en.pdf. Pristupljeno 10.06.2018.
 231. ICARUS. (2014). European funded projects team up in response to the worst floods Bosnia-Herzegovina and Serbia have faced in 100 years. <http://www.fp7-icarus.eu/news/european-funded-projects-team-response-worst-floods-bosnia-herzegovina-and-serbia-have-faced-10>. Pristupljeno 02.05.2019.
 232. Iizuka, K., Itoh, M., Shiodera, S., Matsubara, T., Dohar, M., & Watanabe, K. (2018). Advantages of unmanned aerial vehicle (UAV) photogrammetry for landscape analysis compared with satellite data: a case study of postmining sites in Indonesia. *Cogent Geoscience*, 4, 1498180. <https://doi.org/http://www.tandfonline.com/loi/oage20>.
 233. Ilić, D., & Tomašević, V. (2021). The impact of the Nagorno-Karabakh conflict in 2020 on the perception of combat drones. *Serbian Journal of Engineering Management*, 6(1), 9–21.
 234. IMD (n.d.). Smart City Observatory. What makes a city liveable and smart? International Institute for Management Development. <https://www.imd.org/smart-city-observatory/home/>. Pristupljeno 01.07.2022.
 235. INFORM. (2021). INFORM Risk. Results and data. <https://drmkc.jrc.ec.europa.eu/inform-index/INFORM-Risk/Results-and-data/moduleId/1782/id/433/controller/Admin/action/Results>. Pristupljeno 12.09.2021.
 236. Isi Lab (n.d.). Smart Cities Index Report 2022. Smart Cities Index Report 2022. <https://smartcitiesindex.org/>. Pristupljeno 01.07.2022.
 237. Isibue, E. W., & Pingel, T. J. (2020). Unmanned aerial vehicle based measurement of urban forests. *Urban Forestry & Urban Greening*, 48. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2019.126574>.
 238. ITU. (1998). Operational and technical characteristics for a Terrestrial imt-2000 system using high altitude platform stations. International telecommunication union. Telecommunication development bureau. https://www.itu.int/ITU-D/study_groups/SGP_1998-2002/SG2/Documents/1998/049.pdf. Pristupljeno 20.08.2021.
 239. ITU. (2009). Characteristics of unmanned aircraft systems and spectrum requirements to support their safe operation in non-segregated airspace. ITU-R M.217. <https://www.itu.int/pub/R-REP-M.217-1-2009>. Pristupljeno 04.08.2021.
 240. ITU. (2014). Smart sustainable cities: An analysis of definitions. ITU-T Focus Group on Smart Sustainable Cities. Focus Group Technical Report. <https://www.itu.int/en/ITU->

241. Ivanov, I. (2019). Tax Incentives for Keeping and Attracting Highly Skilled Workers: The Case of Serbia. *Anali Pravnog Fakulteta u Beogradu*, 67(4), 173–199. <https://doi.org/10.5937/AnaliPFB1904173I>.
242. Jalil, B., Leone, G. R., Martinelli, M., Moroni, D., Pascali, M. A., & Berton, A. (2019). Fault Detection in Power Equipment via an Unmanned Aerial System Using Multi Modal Data. *SENSORS*, 19(13). <https://doi.org/10.3390/s19133014>.
243. Javaid, M., Haleem, A., Vaishya, R., Bahl, S., Suman, R., & Vaish, A. (2020). Industry 4.0 technologies and their applications in fighting COVID-19 pandemic. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*. 14(4), 419–422. <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2020.04.032>.
244. Jelenski, T., Dendys, M., Tomaszewska, B., & Pajak, L. (2022). The Potential of RES in the Reduction of Air Pollution: The SWOT Analysis of Smart Energy Management Solutions for Krakow Functional Area (KrOF). *ENERGIES*, 13(7). 1754. <https://doi.org/10.3390/en13071754>.
245. Jeong, H. Y., Song, B. D., & Lee, S. (2019). Truck-drone hybrid delivery routing: Payload-energy dependency and No-Fly zones. *International Journal of Production Economics*, 214, 220–233. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.01.010>.
246. Jiang, X., Fan, H., Zhang, Y., & Yuan, Z. (2018). Using interpretive structural modeling and fuzzy analytic network process to identify and allocate risks in Arctic shipping strategic alliance. *Polar Science*, 17, 83–93. <https://doi.org/10.1016/j.polar.2018.05.009>.
247. Jovanović, M. (2013). The challenges of the urban transport strategy of Belgrade. *Glasnik Srpskog Geografskog Društva*, 93(3), 35–44. <https://doi.org/10.2298/GSGD1303035J>
248. Jovanović, M. M. (2016). Belgrade's urban transport CO2 emissions from an international perspective. *Polish Journal of Environmental Studies*, 25(2), 635–646. <https://doi.org/10.15244/pjoes/61259>.
249. Jung, S., Cho, S., Lee, D., Lee, H., & Shim, D. H. (2017). A direct visual servoing-based framework for the 2016 IROS Autonomous Drone Racing Challenge. *Journal of Field Robotics*, 35(1), 146–166. <https://doi.org/10.1002/rob.21743>.
250. Jurevičius, R., Goranin, N., Janulevičius, J., Nugaras, J., Suzdalev, I., & Lapusinskij, A. (2019). Method for real time face recognition application in unmanned aerial vehicles. *Aviation*, 23(2), 65–70. <https://doi.org/10.3846/aviation.2019.10681>.
251. Kabir, G., & Lizu, A. (2016). Material selection for femoral component of total knee replacement integrating fuzzy AHP with PROMETHEE. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 30(6), 3481–3493. <https://doi.org/10.3233/IFS-162094>.
252. Kabra, G., Ramesh, A., & Arshinder, K. (2015). Identification and prioritization of coordination barriers in humanitarian supply chain management. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 13, 128–138. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2015.01.011>.
253. Kahraman, C., Demirel, N. Ç., & Demirel, T. (2007). Prioritization of e-Government strategies using a SWOT-AHP analysis: The case of Turkey. *European Journal of Information Systems*, 16(3), 284–298. <https://doi.org/10.1057/palgrave.ejis.3000679>.

254. Kajanus, M., Kangas, J., & Kurttila, M. (2004). The use of value focused thinking and the A'WOT hybrid method in tourism management. *Tourism Management*, 25(4), 499–506. [https://doi.org/10.1016/S0261-5177\(03\)00120-1](https://doi.org/10.1016/S0261-5177(03)00120-1).
255. Kamnik, R., Nekrep Perc, M., & Topolšek, D. (2020). Using the scanners and drone for comparison of point cloud accuracy at traffic accident analysis. *Accident Analysis and Prevention*, 135, 105391. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2019.105391>.
256. Kanellakis, C., & Nikolakopoulos, G. (2017). Survey on Computer Vision for UAVs: Current Developments and Trends. *Journal of Intelligent and Robotic Systems*, 87(1), 141–168. <https://doi.org/10.1007/s10846-017-0483-z>.
257. Kang, C. L., Cheng, Y., Wang, F., Zong, M. M., Luo, J., & Lei, J. Y. (2020). The Application of UAV Oblique Photogrammetry in Smart Tourism: A Case Study of Longji Terraced Scenic Spot in Guangxi Province. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 575. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-3-W10-575-2020>.
258. Kangas, J., Kajanus, M., Leskinen, P., & Kurttila, M. (2016). Incorporating Mcds and Voting into Swot - Basic Idea and Experiences. *Serbian Journal of Management*, 11(1), 1–13. <https://doi.org/10.5937/sjm11-9661>.
259. Karabulut Kurt, G., Khoshkholgh, M. G., Alfattani, S., Ibrahim, A., Darwish, T. S. J., Alam, M. S., Yanikomeroğlu, H., & Yongacoglu, A. (2021). A Vision and Framework for the High Altitude Platform Station (HAPS) Networks of the Future. *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, 23(2), 729–779.
260. Karakostas, I., Mademlis, I., Nikolaidis, N., & Pitas, I. (2020). Shot type constraints in UAV cinematography for autonomous target tracking. *Information Sciences*, 506, 273 – 294. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2019.08.011>.
261. Karimi, N., Sheshangosht, S., & Roozbahani, R. (2021). High-resolution monitoring of debris-covered glacier mass budget and flow velocity using repeated UAV photogrammetry in Iran. *Geomorphology*, 389. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2021.107855>.
262. Karma, S., Zorba, E., Pallis, G. C., Statheropoulos, G., Balta, I., Mikić, K., Vamvakari, J., Pappa, A., Chalaris, M., Xanthopoulos, G., & Statheropoulos, M. (2015). Use of unmanned vehicles in search and rescue operations in forest fires: Advantages and limitations observed in a field trial. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 13, 307–312. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2015.07.009>.
263. Keane, J. F., & Carr, S. S. (2013). A Brief History of Early Unmanned Aircraft. *Johns Hopkins Apl Technical Digest*, 32(3), 558–571.
264. KFOR (n.d.). NATO's Role in Kosovo. <https://jfcnaples.nato.int/kfor/about-us/welcome-to-kfor/natos-role-in-kosovo>. Pristupljeno 19.12.2021.
265. Khan, A. A., Shameem, M., Kumar, R. R., Hussain, S., & Yan, X. (2019). Fuzzy AHP based prioritization and taxonomy of software process improvement success factors in global software development. *Applied Soft Computing Journal*, 83, 105648. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2019.105648>.
266. Khan, M. A., Ectors, W., Bellemans, T., Ruichek, Y., Yasar, A.-H., Janssens, D., & Wets, G. (2018). Unmanned Aerial Vehicle-based Traffic Analysis: A Case Study to Analyze Traffic Streams at Urban Roundabouts. *Procedia Computer Science*, 130, 636–643. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.04.114>.

267. Khan, H. M., Iqbal, T., Yasin, S., Irfan, Kazmi, M., Fayaz, H., Mujtaba, M. A., Ali, C.H., Kalam, M. A., Soudagar, M. E. M., & Ullah, N. (2021). Production and utilization aspects of waste cooking oil based biodiesel in Pakistan. *Alexandria Engineering Journal*, 60(6), 5831–5849. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2021.04.043>.
268. Khashei-Siuki, A., Keshavarz, A., & Sharifan, H. (2020). Comparison of AHP and FAHP methods in determining suitable areas for drinking water harvesting in Birjand aquifer. *Iran. Groundwater for Sustainable Development*, 10, 100328. <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2019.100328>.
269. Kheybari, S., Rezaie, F. M., & Farazmand, H. (2020). Analytic network process: An overview of applications. *Applied Mathematics and Computation*, 367. <https://doi.org/10.1016/j.amc.2019.124780>.
270. Kiam, J. J., Besada-Portas, E., Schulte, A., & Colpaert, A. (2021). Hierarchical Mission Planning with a GA-Optimizer for Unmanned High Altitude Pseudo-Satellites. *Sensors* (14248220), 21(5), 1630. <https://doi.org/10.3390/s21051630>
271. Kim, J. (2022). Smart city trends: A focus on 5 countries and 15 companies. *Cities*, 123. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2021.103551>.
272. Kim, J., Lee, S., Ahn, H., Seo, D., Park, S., & Choi, C. (2013). Feasibility of employing a smartphone as the payload in a photogrammetric UAV system. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 79, 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2013.02.001>.
273. Klauser, F., & Pedrozo, S. (2017). Big data from the sky: popular perceptions of private drones in Switzerland. *Geographica Helvetica*, 72(2), 231–239. <https://doi.org/10.5194/gh-72-231-2017>.
274. Klimenko, N. (2016). Preliminary design of pseudo satellites: Basic methods and feasibility criteria. *Solar System Research*, 50(7), 523–532. <https://doi.org/10.1134/S0038094616070091>.
275. Klimkowska, A., Lee, I., & Choi, K. (2016). Possibilities of Uas for Maritime Monitoring. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences*, 41(B1), 885–891.
276. Koçak, S. T., & Yercan, F. (2021). Comparative cost-effectiveness analysis of Arctic and international shipping routes: A Fuzzy Analytic Hierarchy Process. *Transport Policy*, 114, 147–164. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2021.08.015>.
277. Kock, S. (2015). An overview of South African RPAS regulations. EE publishers, <http://www.ee.co.za/wp-content/uploads/2015/08/Sonet-Kock.pdf>. Pristupljeno 14.07.2018.
278. Kola-Bezka, M., Czupich, M., & Ignasiak-Szulc, A. (2016). Smart Cities in Central and Eastern Europe : Viable Future or Unfulfilled Dream? *Journal of International Studies*, 9(1), 76–87. <https://doi.org/10.14254/2071-8330.2016/9-1/6>.
279. Kolarević, S., Micsinai, A., Szántó-Egész, R., Lukács, A., Kračun-Kolarević, M., Lundy, L., Kirschner, A. K. T., Farnleitner, A. H., Djukic, A., Čolić, J., Nenin, T., Sunjog, K., & Paunović, M. (2021). Detection of SARS-CoV-2 RNA in the Danube River in Serbia associated with the discharge of untreated wastewaters. *The Science of the Total Environment*, 783, 146967. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146967>.
280. Konert, A., Smereka, J., & Szarpak, L. (2019). The Use of Drones in Emergency Medicine: Practical and Legal Aspects. *Emergency Medicine International*. 1–5. <https://doi.org/10.1155/2019/3589792>.

281. Kostadinov, S., Dragičević, S., Stefanović, T., Novković, I., & Petrović, A. (2017). Torrential flood prevention in the Kolubara river basin. *Journal of Mountain Science*, 14(11), 2230–2245. <https://doi.org/10.1007/s11629-017-4575-9>.
282. Kotler, P., Armstrong, G., Saunders, J., & Wong, V. (1998). *Principles of Marketing*, Second European Edition. Financial Times/ Prentice Hall.
283. Kou, G., Ergu, D., Peng, Y., & Shi, Y. (2013). *Data Processing for the AHP/ANP*. Springer Berlin Heidelberg.
284. Kramar, U., & Topolsek, D. (2018). Applications of Fuzzy Analytic Hierarchy Process in Urban Mobility System. *Tehnicki Vjesnik - Technical Gazette*, 5, 1553. <https://doi.org/10.17559/TV-20160927163837>.
285. Kramar, U., Dragan, D., & Topolšek, D. (2019). The holistic approach to urban mobility planning with a modified focus group, SWOT, and fuzzy analytical hierarchical process. *Sustainability (Switzerland)*, 11(23). <https://doi.org/10.3390/su11236599>.
286. Kreij, A., Scriffignano, J., Rosendahl, D., Nagel, T., & Ulm, S. (2018). Aboriginal stone-walled intertidal fishtrap morphology, function and chronology investigated with high-resolution close-range Unmanned Aerial Vehicle photogrammetry. *Journal of Archaeological Science*, 96, 148–161. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2018.05.012>.
287. Krug Portal. (2020). Prvi put u Srbiji: bespilotnom letelicom protiv Covid 19. <https://www.krug.rs/vesti/drustvo/5844-prvi-put-u-srbiji-bespilotnom-letelicom-protiv-covid-19-video.html>. Pristupljeno 21.05.2020.
288. Kubler, S., Robert, J., Le Traon, Y., Derigent, W., & Voisin, A. (2016). A state-of the-art survey & testbed of fuzzy AHP (FAHP) applications. *Expert Systems with Applications*, 65, 398–422. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2016.08.064>.
289. Kumar, A., Gupta, P. K., & Srivastava, A. (2020). A review of modern technologies for tackling COVID-19 pandemic. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, 14(4), 569–573. <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2020.05.008>.
290. Kummitha, R. K. R. (2020). Smart technologies for fighting pandemics: The techno- and human- driven approaches in controlling the virus transmission. *Government Information Quarterly*. 37(3), 101481. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2020.101481>.
291. Kurttila, M., Pesonen, M., Kangas, J., & Kajanus, M. (2000). Utilizing the analytic hierarchy process (AHP) in SWOT analysis - a hybrid method and its application to a forest-certification case. *Forest Policy and Economics*, 1, 41.
292. Kurvinen, K., Smolander, P., Pöllänen, R., Kuukankorpi, S., Kettunen, M., & Lyytinen, J. (2005). Design of a radiation surveillance unit for an unmanned aerial vehicle. *Journal of Environmental Radioactivity*, 81(1), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2004.10.009>.
293. Kuželka, K., & Surový, P. (2018). Automatic detection and quantification of wild game crop damage using an unmanned aerial vehicle (UAV) equipped with an optical sensor payload: a case study in wheat. *European Journal of Remote Sensing*, 51, 241–250. <https://doi.org/https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/22797254.2017.1419442>.
294. Lazzari, M., & Gioia, D. (n.d.). UAV images and historical aerial-photos for geomorphological analysis and hillslope evolution of the Uggiano medieval archaeological site (Basilicata, southern Italy). *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 8(1), 104–119. <https://doi.org/10.1080/19475705.2017.1310762>.

295. Lee, A. H. I., Chen, W.-C., & Chang, C.-J. (2008). A fuzzy AHP and BSC approach for evaluating performance of IT department in the manufacturing industry in Taiwan. *Expert Systems With Applications*, 34(1), 96–107. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2006.08.022>.
296. Lee, C., & Kim, H. R. (2019). Optimizing UAV-based radiation sensor systems for aerial surveys. *Journal of Environmental Radioactivity*, 204, 76–85. <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2019.04.002>.
297. Lee, S., & Walsh, P. (2011). SWOT and AHP hybrid model for sport marketing outsourcing using a case of intercollegiate sport. *Sport Management Review*, 14(4), 361–369. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2010.12.003>.
298. Lee, J., Kim, I., Kim, H., & Kang, J. (2021). SWOT-AHP analysis of the Korean satellite and space industry: Strategy recommendations for development. *Technological Forecasting & Social Change*, 164. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120515>.
299. Lee, Y., Kim, Y. J., & Lee, M. C. (2021). Improving public acceptance of H2 stations: SWOT-AHP analysis of South Korea. *International Journal of Hydrogen Energy*, 46(34), 17597–17607. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2021.02.182>
300. Leizer, G.K.K. (2018). Possible Areas of Application of Drones in Waste Management during Rail Accidents and Disasters. *Interdisciplinary Description of Complex Systems*, 16(3–A), 360–368. <https://doi.org/10.7906/indexs.16.3.8>.
301. Levin, N., Kyba, C. C. M., Zhang, Q., de Miguel, A. S., Roman, M. O., Li, X., Portnov, B. A., Molthan, A. L., Jechow, A., Miller, S. D., Wang, Z., Shrestha, R. M., & Elvidge, C. D. (2020). Remote sensing of night lights: A review and an outlook for the future. *Remote Sensing of Environment*, 237, 111443. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.111443>.
302. Li, B., Zhu, Y., Wang, Z., Li, C., Peng, Z.-R., & Ge, L. (2018). Use of multi-rotor unmanned aerial vehicles for radioactive source search. *Remote Sensing*, 10(5), 728 <https://doi.org/10.3390/rs10050728>.
303. Li, M., Porter, A. L., & Suominen, A. (2018). Insights into relationships between disruptive technology/innovation and emerging technology: A bibliometric perspective. *Technological Forecasting & Social Change*, 129, 285–296. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.09.032>.
304. Li, M., Zhen, L., Wang, S., Lv, W., & Qu, X. (2018). Unmanned aerial vehicle scheduling problem for traffic monitoring. *Computers & Industrial Engineering*, 122, 15–23. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.05.039>.
305. Li, W., Yu, S., Pei, H., Zhao, C., & Tian, B. (2017). A hybrid approach based on fuzzy AHP and 2-tuple fuzzy linguistic method for evaluation in-flight service quality. *Journal of Air Transport Management*, 60, 49–64. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2017.01.006>.
306. Li, X.-B., Wang, D.-S., Lu, Q.-C., Peng, Z.-R., Lu, S.-J., Li, B., & Li, C. (2017). Three-dimensional investigation of ozone pollution in the lower troposphere using an unmanned aerial vehicle platform. *Environmental Pollution*, 224, 107–116. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.01.064>
307. Li, Z., Zhang, X., Ma, Y., Feng, C., & Hajiyev, A. (2019). A multi-criteria decision making method for urban flood resilience evaluation with hybrid uncertainties. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 36. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2019.101140>.
308. Lim, C., & Maglio, P. P. (2018). Data-Driven Understanding of Smart Service Systems Through Text Mining. *Service Science*, 10(2), 154–180. <https://doi.org/10.1287/serv.2018.0208>.

309. Lim, C., Cho, G.-H., & Kim, J. (2021). Understanding the linkages of smart-city technologies and applications: Key lessons from a text mining approach and a call for future research. *Technological Forecasting & Social Change*, 170. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120893>.
310. Ling, G., & Draghic, N. (2019). Aerial drones for blood delivery. *Transfusion*, 59(S2), 1608–1611. <https://doi.org/10.1111/trf.15195>.
311. Liou, T.-S., & Wang, M.-J. J. (1992). Ranking fuzzy numbers with integral value. *Fuzzy Sets and Systems*, 50(3), 247–255. [https://doi.org/10.1016/0165-0114\(92\)90223-Q](https://doi.org/10.1016/0165-0114(92)90223-Q).
312. Liu, G., Zheng, S., Xu, P., & Zhuang, T. (2018). An ANP-SWOT approach for ESCOs industry strategies in Chinese building sectors. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 93, 90–99. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.03.090>.
313. Liu, Y., Dai, H.-N., Wang, Q., Shukla, M. K., & Imran, M. (2020). Unmanned aerial vehicle for internet of everything: Opportunities and challenges. *Computer Communications*, 155, 66–83. <https://doi.org/10.1016/j.comcom.2020.03.017>.
314. Liu, Y., Eckert, C. M., & Earl, C. (2020). A review of fuzzy AHP methods for decision-making with subjective judgements. *Expert Systems With Applications*, 161, 113738. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113738>.
315. Lo, H.-S., Wong, L.-C., Kwok, S.-H., Lee, Y.-K., Po, B. H.-K., Wong, C.-Y., Tam, N. F.-Y., & Cheung, S.-G. (2020). Field test of beach litter assessment by commercial aerial drone. *Marine Pollution Bulletin*, 151, 110823. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110823>.
316. Long, D., Rehm, P. J., & Ferguson, S. (2018). Benefits and challenges of using unmanned aerial systems in the monitoring of electrical distribution systems. *The Electricity Journal*, 31(2), 26–32. <https://doi.org/10.1016/j.tej.2018.02.004>.
317. López, S., Cervantes, J.-A., Cervantes, S., Molina, J., & Cervantes, F. (2020). The plausibility of using unmanned aerial vehicles as a serious game for dealing with attention deficit-hyperactivity disorder. *Cognitive Systems Research*, 59, 160–170. <https://doi.org/10.1016/j.cogsys.2019.09.013>.
318. Love, P. E. D., Matthews, J., & Zhou, J. (2020). Is it just too good to be true? Unearthing the benefits of disruptive technology. *International Journal of Information Management*, 52. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2020.102096>.
319. Lukić, T., Gavrilović, M. B., Marković, S. B., Komac, B., Zorn, M., Mladan, D., Đorđević, J., Milanović, M., Vasiljević, D. A., Vujičić, M. D., Kuzmanović, B., & Prentović, R. (2013). Classification of natural disasters between the legislation and application: experience of the Republic of Serbia. *Acta Geographica Slovenica*, 53(1), 150–164. <https://doi.org/10.3986/AGS53301>.
320. Lukić, V., & Anđelković Stoilković, M. (2017). Interrelation of spatial disparities in development and migration patterns in transition economy: Serbia – Case study. *Human Geographies: Journal of Studies and Research in Human Geography*, 11(1), 65–76. <https://doi.org/10.5719/hgeo.2017.111.4>.
321. Luu, C., von Meding, J., & Mojtahedi, M. (2019). Analyzing Vietnam's national disaster loss database for flood risk assessment using multiple linear regression-TOPSIS. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 40. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2019.101153>.

322. Ly, P. T. M., Lai, W.-H., Hsu, C.-W., & Shih, F.-Y. (2018). Fuzzy AHP analysis of Internet of Things (IoT) in enterprises. *Technological Forecasting & Social Change*, 136, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.08.016>.
323. Lygouras, E., Gasteratos, A., Tarchanidis, K., & Mitropoulos, A. (2018). ROLFER: A fully autonomous aerial rescue support system. *Microprocessors and Microsystems*, 61, 32–42. <https://doi.org/10.1016/j.micpro.2018.05.014>.
324. Lyon H., Inalhan G., Bourne D., & Tsourdos A. (2021). High-altitude UAS pseudo-satellites: architecture for end-to-end military communications. In: *AIAA SciTech Forum 2021*, 11-15 and 19-21 January 2021. https://dspace.lib.cranfield.ac.uk/bitstream/handle/1826/16272/High-altitude_UAS_pseudo-satellite-2021.pdf?sequence=4&isAllowed=y Pristupljeno 01.09.2021.
325. MacFarlane, J. W., Payton, O. D., Keatley, A. C., Scott, G. P. T., Pullin, H., Crane, R. A., Smilion, M., Popescu, I., Curlea, V., & Scott, T. B. (2014). Lightweight aerial vehicles for monitoring, assessment and mapping of radiation anomalies. *Journal of Environmental Radioactivity*, 136, 127–130. <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2014.05.008>.
326. Mademlis, I., Nikolaidis, N., Tefas, A., Pitas, I., Wagner, T., & Messina, A. (2019). Autonomous UAV Cinematography: A Tutorial and a Formalized Shot-Type Taxonomy. *ACM Computing Surveys*, 52(5), 1–33. <https://doi.org/10.1145/3347713>.
327. Madurai Elavarasan, R., & Pugazhendhi, R. (2020). Restructured society and environment: A review on potential technological strategies to control the COVID-19 pandemic. *Science of the Total Environment*. 725, 138858. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138858>.
328. Maimaitijiang, M., Ghulam, A., Sidike, P., Hartling, S., Maimaitiyiming, M., Peterson, K., Shavers, E., Fishman, J., Peterson, J., Kadam, S., Burken, J., & Fritschi, F. (2017). Unmanned Aerial System (UAS)-based phenotyping of soybean using multi-sensor data fusion and extreme learning machine. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 134, 43–58. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2017.10.011>.
329. Malandrino, F., Chiasserini, C.-F., Casetti, C., Chiaraviglio, L., & Senacheribbe, A. (2019). Planning UAV activities for efficient user coverage in disaster areas. *Ad Hoc Networks*, 89, 177–185. <https://doi.org/10.1016/j.adhoc.2019.04.001>.
330. Marek, L., Campbell, M., & Bui, L. (2017). Shaking for innovation: The (re)building of a (smart) city in a post disaster environment. *Cities*, 63, 41. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2016.12.013>.
331. Maria Mateos, R., Azanon, J. M., Roldan, F. J., Notti, D., Perez-Pena, V., Galve, J. P., Luis Perez-Garcia, J., Colomo, C. M., Gomez-Lopez, J. M., Montserrat, O., Devantery, N., Lamas-Fernandez, F., & Fernandez-Chacon, F. (2017). The combined use of PSInSAR and UAV photogrammetry techniques for the analysis of the kinematics of a coastal landslide affecting an urban area (SE Spain). *LANDSLIDES*, 14(2), 743–754. <https://doi.org/10.1007/s10346-016-0723-5>.
332. Marino, S., & Alvino, A. (2018). Detection of homogeneous wheat areas using multi-temporal UAS images and ground truth data analyzed by cluster analysis. *European Journal of Remote Sensing*, 51, 266–275. <https://doi.org/https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/22797254.2017.1422280>.
333. Marković, M., Cupać, S., Đurović, R., Milinović, J., & Kljajić, P. (2010). Assessment of Heavy Metal and Pesticide Levels in Soil and Plant Products from Agricultural Area of

- Belgrade, Serbia. *Archives of Environmental Contamination & Toxicology*, 58(2), 341–351. <https://doi.org/10.1007/s00244-009-9359-y>.
334. Marqués, P. (2017). *Advanced UAV Aerodynamics, Flight Stability and Control: An Introduction* in Marqués, P., & Da Ronch, A. (2017). *Advanced UAV Aerodynamics, Flight Stability and Control. Novel Concepts, Theory and Applications*. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA.
 335. Martin, C., Parkes, S., Zhang, Q., Zhang, X., McCabe, M. F., & Duarte, C. M. (2018). Use of unmanned aerial vehicles for efficient beach litter monitoring. *Marine Pollution Bulletin*, 131(Part A), 662–673. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.04.045>.
 336. Martin, P. G., Fardoulis, J. S., Payton, O. D., Scott, T. B., & Moore, J. (2016). Radiological assessment on interest areas on the sellafeld nuclear site via unmanned aerial vehicle. *Remote Sensing*, 8(11), 913. <https://doi.org/10.3390/rs8110913>.
 337. Martin, P. G., Payton, O. D., Fardoulis, J. S., Richards, D. A., & Scott, T. B. (2015). The use of unmanned aerial systems for the mapping of legacy uranium mines. *Journal of Environmental Radioactivity*, 143, 135–140. <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2015.02.004>
 338. Mattos, B. S. de. (2012). Open Source Philosophy and the Dawn of Aviation. *Journal of Aerospace Technology and Management*, 4(3), 355–379. <https://doi.org/10.5028/jatm.2012.04030812>.
 339. Mavroulis, S., Andreadakis, E., Spyrou, N.-I., Antoniou, V., Skourtsos, E., Papadimitriou, P., Kassaras, I., Kaviris, G., Tselentis, G.-A., Voulgaris, N., Carydis, P., & Lekkas, E. (2019). UAV and GIS based rapid earthquake-induced building damage assessment and methodology for EMS-98 isoseismal map drawing: The June 12, 2017 Mw 6.3 Lesvos (Northeastern Aegean, Greece) earthquake. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 37, 101169. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2019.101169>.
 340. McKinsey&Company (2017). Commercial drones are here: The future of unmanned aerial systems. <https://www.mckinsey.com/industries/travel-logistics-and-infrastructure/our-insights/commercial-drones-are-here-the-future-of-unmanned-aerial-systems>. Pristupljeno 14.02.2022.
 341. Melo, R. R. S. de, Costa, D. B., Álvares, J. S., & Irizarry, J. (2017). Applicability of unmanned aerial system (UAS) for safety inspection on construction sites. *Safety Science*, 98, 174–185. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2017.06.008>
 342. Mehmood, F., Hassannezhad, M., & Abbas, T. (2014). Analytical Investigation of Mobile NFC Adaption with SWOT-AHP Approach: A Case of Italian Telecom. *Procedia Technology*, 12, 535–541. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2013.12.526>.
 343. Meixner, O. (2009). Fuzzy ahp group decision analysis and its application for the evaluation of energy sources. *Proceedings ISAHP 2009*. http://www.isahp.org/2009Proceedings/Final_Papers/50_Meixner_Fuzzy_AHP_REV_FIN.pdf. Pristupljeno 30.12.2012.
 344. Messenger, M., & Silman, M. (2016). Unmanned aerial vehicles for the assessment and monitoring of environmental contamination: an example from coal ash spills. *Environmental Pollution*, 218, 889–894. <https://doi.org/http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749116307163>
 345. Michels, M., von Hobe, C.-F., & Musshoff, O. (2020). A trans-theoretical model for the adoption of drones by large-scale German farmers. *Journal of Rural Studies*, 75, 80–88. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2020.01.005>.

346. Miętkiewicz, R. (2021). LNG supplies' security with autonomous maritime systems at terminals' areas. *Safety Science*, 142. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105397>.
347. Milošević, I. (2017). *Praktikum iz strategijskog menadžmenta*. Bor: Tehnički fakultet u Boru.
348. Milošević, I., & Živković, Ž. (2021). *Strategijski menadžment*. Univerzitet u Beogradu, Tehnički fakultet u Boru, Bor.
349. Milošević, M. R., Milošević, D. M., Stević, D. M., & Stanojević, A. D. (2019). Smart City: Modeling Key Indicators in Serbia Using IT2FS. *Sustainability*, 11(13), 3536. <https://doi.org/10.3390/su11133536>.
350. Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede. (2012). Značajna poplavna područja za teritoriju Republike Srbije. <http://www.rdvode.gov.rs/doc/6.2.1%20Znacajna%20poplavna%20podrucja%20za%20teritoriju%20Republike%20Srbije.pdf>. Pristupljeno 01.03. 2019.
351. Ministarstvo unutrašnjih poslova Republike Srbije. (n.d.). Sektor za vanredne situacije. <http://www.mup.gov.rs/wps/portal/sr/sektori/Sektor%20za%20vanredne%20situacije>. Pristupljeno 11.04.2021.
352. Ministry of Defence. (2017). Defence Industry of Serbia. Medija Centar Odbrana.
353. Mirza, M. N., Qaisrani, I. H., Ali, L. A., & Naqvi, A. A. (2016). Unmanned Aerial Vehicles: A Revolution in the Making. *South Asian Studies*, 31(2), 625–638.
354. Mišćević, T., & Mrak, M. (2017). The EU Accession Process: Western Balkans vs EU-10. *Politicka Misao: Croatian Political Science Review*, 54(4), 185–204. <http://ezproxy.nb.rs:2059/login.aspx?direct=true&db=aph&AN=126901670&site=eds-live>. Pristupljeno 15.12.2019.
355. Moghadas, M., Asadzadeh, A., Vafeidis, A., Fekete, A., & Kötter, T. (2019). A multi-criteria approach for assessing urban flood resilience in Tehran, Iran. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 35. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2019.101069>
356. Mohamed, N., Al-Jaroodi, J., Jawhar, I., Idries, A., & Mohammed, F. (2020). Unmanned aerial vehicles applications in future smart cities. *Technological Forecasting & Social Change*, 153, 119293. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.05.004>.
357. Mohd Daud, S. M. S., Mohd Yusof, M. Y. P., Heo, C. C., Khoo, L. S., Chainchel Singh, M. K., Mahmood, M. S., & Nawawi, H. (2022). Applications of drone in disaster management: A scoping review. *Science & Justice*, 62(1), 30–42. <https://doi.org/10.1016/j.scijus.2021.11.002>.
358. Molina, P., Colomina, I., Vitoria, T., Silva, P. F., Skaloud, J., Kornus, W., Prades, R., & Aguilera, C. (2012). Searching Lost People with Uavs: The System and Results of the Close-Search Project. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XXXIX-B1, 441–446. <https://doi.org/10.5194/isprsarchives-XXXIX-B1-441-2012>.
359. Mondal, T., Bhattacharya, I., Pramanik, P., Boral, N., Roy, J., Saha, S., & Saha, S. (2018). A multi-criteria evaluation approach in navigation technique for micro-jet for damage & need assessment in disaster response scenarios. *Knowledge-Based Systems*, 162, 220–237. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2018.09.016>.
360. Moon, H., Martinez-Carranza, J., Cieslewski, T., Faessler, M., Falanga, D., Simovic, A., Scaramuzza, D., Li, S., Ozo, M., De Wagter, C., de Croon, G., Hwang, S., Jung, S., Shim, H., Kim, H., Park, M., Au, T.-C., & Kim, S. J. (2019). Challenges and implemented

- technologies used in autonomous drone racing. *Intelligent Service Robotics*, 12(2), 137–148. <https://doi.org/10.1007/s11370-018-00271-6>.
361. Morales, A. C., Paez, D., & Arango, C. (2015). Multi-Criteria Analysis of Uavs Regulations in 6 Countries Using the Analytical Hierarchical Process and Expert Knowledge. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XL-1-W4, 175–181. <https://doi.org/10.5194/isprsarchives-XL-1-W4-175-2015>.
 362. Moslem, S., & Duleba, S. (2019). Sustainable Urban Transport Development by Applying a Fuzzy-AHP Model: A Case Study from Mersin, Turkey. *Urban Science*, 3(2), 55. <https://doi.org/10.3390/urbansci3020055>.
 363. Mozas-Calvache, A. T., Pérez-García, J. L., Cardenal-Escarcena, F. J., Mata-Castro, E., & Delgado-García, J. (2012). Method for photogrammetric surveying of archaeological sites with light aerial platforms. *Journal of Archaeological Science*, 39(2), 521–530. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2011.10.007>.
 364. Munawar, H. S., Mojtahedi, M., Hammad, A. W. A., Kouzani, A., & Mahmud, M. A. P. (2022). Disruptive technologies as a solution for disaster risk management: a review. *Science of the Total Environment*, 806 (Part 3). <https://doi.org/https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969721064299>.
 365. Murray, C. C., & Chu, A. G. (2015). The flying sidekick traveling salesman problem: Optimization of drone-assisted parcel delivery. *Transportation Research Part C*, 54, 86–109. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2015.03.005>.
 366. Murray, C. C., & Raj, R. (2020). The multiple flying sidekicks traveling salesman problem: Parcel delivery with multiple drones. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 110, 368–398. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2019.11.003>.
 367. Muthusamy, M., Casado, M. R., Salmoral, G., Irvine, T., & Leinster, P. (2019). A remote sensing based integrated approach to quantify the impact of fluvial and pluvial flooding in an urban catchment. *Remote Sensing*, 11(5), 577. <https://doi.org/10.3390/rs11050577>.
 368. Na, J. (2016). The Yonmenkaigi System Method for Disaster Restoration of a Local Community in Korea. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 218, 76–84. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.04.011>.
 369. Nacionalni klaster bespilotnih letelica i bliskih sektora (n.d.) O klasteru. <https://www.bpl.rs/o-klasteru/>. Pristupljeno 19.12.2021.
 370. Nagaraj, S. V. (2020). Disruptive technologies that are likely to shape future jobs. *Procedia Computer Science*, 172, 502–504. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.05.164>.
 371. Nagatani, K., Kiribayashi, S., Yajima, R., Hada, Y., Izu, T., Zeniya, A., Kanai, H., Kanasaki, H., Minagawa, J., & Moriyama, Y. (2018). Micro-unmanned aerial vehicle-based volcano observation system for debris flow evacuation warning. *Journal of Field Robotics*, 35(8), 1222–1241. <https://doi.org/10.1002/rob.21834>.
 372. Naranjo, P. G. V., Pooranian, Z., Shojafar, M., Conti, M., & Buyya, R. (2019). FOCAN: A Fog-supported smart city network architecture for management of applications in the Internet of Everything environments. *Journal of Parallel and Distributed Computing*, 132, 274–283. <https://doi.org/10.1016/j.jpdc.2018.07.003>.
 373. Nazarko, J., Ej dys, J., Halicka, K., Magruk, A., Nazarko, Ł., & Skorek, A. (2017). Application of Enhanced SWOT Analysis in the Future-oriented Public Management of

- Technology. *Procedia Engineering*, 182, 482–490. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.03.140>.
374. Neck, R., & Weyerstrass, K. (2019). Macroeconomic Effects of Serbia's Integration in the EU and the Euro Area. *International Advances in Economic Research*, 25(3), 277–292. <https://doi.org/10.1007/s11294-019-09748-1>.
 375. Nedić, V., Lepojević, V., Despotović, D., & Cvetanović, D. (2016). Competitiveness of the Selected Balkan Countries in the Period 2006-2015. *Marketing (0354-3471)*, 47(4), 278–292. <https://doi.org/10.5937/markt1604278n>.
 376. Nedjati, A., Vizvari, B., & Izbirak, G. (2016). Post-earthquake response by small UAV helicopters. *Natural Hazards*, 80(3), 1669 - 1688. <https://doi.org/10.1007/s11069-015-2046-6>.
 377. Nelson, J., & Gorichanaz, T. (2019). Trust as an ethical value in emerging technology governance: The case of drone regulation. *Technology in Society*, 59. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2019.04.007>.
 378. Nguyen, H.-T., Md Dawal, S. Z., Nukman, Y., Aoyama, H., & Case, K. (2015). An Integrated Approach of Fuzzy Linguistic Preference Based AHP and Fuzzy COPRAS for Machine Tool Evaluation. *PLoS ONE*, 10(9), 1–24. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0133599>.
 379. Niedzielski, T., Szymanowski, M., Miziński, B., Spallek, W., Witek-Kasprzak, M., Ślopek, J., Kasprzak, M., Błaś, M., Sobik, M., Jancewicz, K., Borowicz, D., Remisz, J., Modzel, P., Męcina, K., & Leszczyński, L. (2019). Estimating snow water equivalent using unmanned aerial vehicles for determining snow-melt runoff. *Journal of Hydrology*, 578. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.124046>.
 380. Niedzielski, T., Szymanowski, M., Miziński, B., Spallek, W., Witek-Kasprzak, M., Ślopek, J., Kasprzak, M., Błaś, M., Sobik, M., Jancewicz, K., Borowicz, D., Remisz, J., Oettershagen, P., Stastny, T., Hinzmann, T., Rudin, K., Mantel, T., Melzer, A., Wawrzacz, B., Hitz, G., & Siegwart, R. (2018). Robotic technologies for solar-powered UAVs: Fully autonomous updraft-aware aerial sensing for multiday search-and-rescue missions. *Journal of Field Robotics*, 35(4), 612-640. <https://doi.org/10.1002/rob.21765>.
 381. Niemira, M. P., & Saaty, T. L. (2004). An Analytic Network Process model for financial-crisis forecasting. *International Journal of Forecasting*, 20(4), 573–587. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2003.09.013>.
 382. Ntalakas, A., Dimoulas, C. A., Kalliris, G., Veglis, A. (2017). Drone Journalism: Generating Immersive Experiences. *Journal of Media Critiques [JMC]* 3 (11), 187-199. <https://doi.org/10.17349/jmc117317>.
 383. Omar, T., & Nehdi, M. L. (2017). Remote sensing of concrete bridge decks using unmanned aerial vehicle infrared thermography. *Automation in Construction*, 83, 360–371. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.06.024>.
 384. OpenStreetMap (n.d.). <https://www.openstreetmap.org/#map=7/44.240/20.911>. Pristupljeno 14.12.2021.
 385. Otero, V., Van De Kerchove, R., Satyanarayana, B., Martínez-Espinosa, C., Fisol, M. A. B., Ibrahim, M. R. B., Sulong, I., Mohd-Lokman, H., Lucas, R., & Dahdouh-Guebas, F. (2018). Managing mangrove forests from the sky: Forest inventory using field data and Unmanned Aerial Vehicle (UAV) imagery in the Matang Mangrove Forest Reserve,

- peninsular Malaysia. *Forest Ecology and Management*, 411, 35–45. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.12.049>.
386. Ou, C.-W., Chou, S.-Y., & Chang, Y.-H. (2009). Using a strategy-aligned fuzzy competitive analysis approach for market segment evaluation and selection. *Expert Systems With Applications*, 36(1), 527–541. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2007.09.018>.
 387. Ozdemir, M. S., & Saaty, T. L. (2006). The unknown in decision making: What to do about it. *European Journal of Operational Research*, 174(1), 349–359. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2004.12.017>.
 388. Pan, Z. F., An, L., & Wen, C. Y. (2019). Recent advances in fuel cells based propulsion systems for unmanned aerial vehicles. *Applied Energy*, 240, 473–485. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.02.079>.
 389. Pantazi, X. E., Tamouridou, A. A., Alexandridis, T. K., Lagopodi, A. L., Kashefi, J., & Moshou, D. (2017). Evaluation of hierarchical self-organising maps for weed mapping using UAS multispectral imagery. *Computers and Electronics in Agriculture*, 139, 224–230. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2017.05.026>.
 390. Pantić, M., & Milijić, S. (2021). The European Green Capital Award—Is It a Dream or Reality for Belgrade (Serbia)? *Sustainability*, (2071-1050), 13(11), 6182. <https://doi.org/10.3390/su13116182>.
 391. Park, K., & Ewing, R. (2017). The usability of unmanned aerial vehicles (UAVs) for measuring park-based physical activity. *Landscape and Urban Planning*, 167, 157–164. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2017.06.010>.
 392. Park, K., Christensen, K., & Lee, D. (2020). Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) in Behavior Mapping: A Case Study of Neighborhood Parks. *Urban Forestry & Urban Greening*, 52, 126693. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126693>.
 393. Park, S., Lee, H., & Chon, J. (2019). Sustainable monitoring coverage of unmanned aerial vehicle photogrammetry according to wing type and image resolution. *Environmental Pollution*, 247, 340–348. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.08.050>.
 394. Pasolini, G., Toppan, P., Zabini, F., De Castro, C., & Andrisano, O. (2019). Design, Deployment and Evolution of Heterogeneous Smart Public Lighting Systems. *Applied Sciences*, (2076-3417), 9(16), 3281. <https://doi.org/10.3390/app9163281>.
 395. Patel, S. J., & Patel, C. R. (2020). A stakeholders perspective on improving barriers in implementation of public bicycle sharing system (PBSS). *Transportation Research Part A*, 138, 353–366. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2020.06.007>.
 396. Pecho, P., Bugaj, M., & Magdolenová, P. (2019). Unmanned aerial vehicle technology in the process of early fire localization of buildings. *Transportation Research Procedia*, 40, 461–468. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2019.07.067>.
 397. Pérez-Ortiz, M., Peña, J. M., Gutiérrez, P. A., Torres-Sánchez, J., Hervás-Martínez, C., & López-Granados, F. (2015). A semi-supervised system for weed mapping in sunflower crops using unmanned aerial vehicles and a crop row detection method. *Applied Soft Computing*, 37, 533–544. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2015.08.027>.
 398. Perz, R., & Wronowski, K. (2019). UAV application for precision agriculture. *Aircraft Engineering and Aerospace Technology*, 91(2):257–263. <https://doi.org/10.1108/AEAT-01-2018-0056>.

399. Peterson, M. E. (2006). The UAV and the Current and Future Regulatory Construct for Integration into the National Airspace System. *Journal of Air Law and Commerce*, 71(3), 521–614.
400. Petrović, A., Kostadinov, S., & Dragičević, S. (2014). The Inventory and Characterization of Torrential Flood Phenomenon in Serbia. *Polish Journal of Environmental Studies*, 23(3), 823–830.
401. Petrović, A., Kovačević-Majkić, J., & Milošević, M. (2016). Application of run-off model as a contribution to the torrential flood risk management in Topčiderska Reka watershed, Serbia. *Natural Hazards*, 82(3), 1743–1753. <https://doi.org/10.1007/s11069-016-2269-1>.
402. Phadermrod, B., Crowder, R. M., & Wills, G. B. (2019). Importance-Performance Analysis based SWOT analysis. *International Journal of Information Management*, 44, 194–203. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2016.03.009>.
403. Ponsiglione, A. M. , Amato, F., Romano, M., Improta, G., Cozzolino, S., & Russo, G. (2022). A Hybrid Analytic Hierarchy Process and Likert Scale Approach for the Quality Assessment of Medical Education Programs. *Mathematics*, 10(9). <https://doi.org/10.3390/math10091426>.
404. Półka, M., Ptak, S., & Kuziora, Ł. (2017). The Use of UAV's for Search and Rescue Operations. *Procedia Engineering*, 192, 748–752. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.06.129>.
405. Preethi Latha, T., Naga Sundari, K., Cherukuri, S., & Prasad, M. V. V. S. V. (2019). Remote Sensing Uav/Drone Technology as a Tool for Urban Development Measures in Aprda. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences*, XLII-2/W13, 525-529. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W13-525-2019>.
406. Project IKARUS. V 7.0. (n.d.). Project public report. <https://europa.eu/capacity4dev/file/29784/download?token=1NbRZQNf>. Pristupljeno 22.04.2019.
407. Prudden, S., Fisher, A., Marino, M., Mohamed, A., Watkins, S., & Wild, G. (2018). Measuring wind with Small Unmanned Aircraft Systems. *Journal of Wind Engineering & Industrial Aerodynamics*, 176, 197–210. <https://doi.org/10.1016/j.jweia.2018.03.029>.
408. Puliti, S., Ene, L. T., Gobakken, T., & Næset, E. (2017). Use of partial-coverage UAV data in sampling for large scale forest inventories. *Remote Sensing of Environment*, 194, 115–126. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.03.019>.
409. Punt, E. P., Geertman, S. C. M., Afrooz, A. E., Witte, P. A., & Pettit, C. J. (2020). Life is a scene and we are the actors: Assessing the usefulness of planning support theatres for smart city planning. *Computers, Environment and Urban Systems*, 82. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2020.101485>.
410. PwC. (n.d.). The impact of drones on the UK economy. <https://www.pwc.co.uk/issues/intelligent-digital/the-impact-of-drones-on-the-uk-economy.html>. Pristupljeno 25.01.2022.
411. PwC. (2016). Clarity from above. PwC global report on the commercial applications of drone technology. <https://www.pwc.pl/pl/pdf/clarity-from-above-pwc.pdf>. Pristupljeno 24.01.2022.

412. Qayyum, A., Malik, A. S., M. Saad, N., bin Abdullah, M. F., Iqbal, M., Rasheed, W., Bin Ab Abdullah, A. R., & Hj Jaafar, M. Y. (2017). Measuring height of high-voltage transmission poles using unmanned aerial vehicle (UAV) imagery. *Imaging Science Journal*, 65(3), 137–150. <https://doi.org/10.1080/13682199.2017.1299304>.
413. Qi, J., Song, D., Shang, H., Wang, N., Hua, C., Wu, C., Qi, X., & Han, J. (2016). Search and Rescue Rotary-Wing UAV and Its Application to the Lushan Ms 7.0 Earthquake. *Journal of Field Robotics*, 33(3), 290–321. <https://doi.org/10.1002/rob.21615>.
414. Rabta, B., Wankmüller, C., & Reiner, G. (2018). A drone fleet model for last-mile distribution in disaster relief operations. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 28, 107–112. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2018.02.020>.
415. Randelović, S. (2019). Osvrt 1. Uticaj snažnog demografskog pada na privredni rast u Srbiji i region. *FREN*. <https://fren.org.rs/wp-content/uploads/2019/10/Uticaj-sna%C5%BEnog-demografskog-pada-na-privredni-rast-u-Srbiji-i-regionu.pdf>. Pristupljeno 04.01.2022.
416. Radjenovic, T., & Rakic, B. (2017). Interdependence between level of financial system development and economic growth in Serbia. *Journal of Balkan & Near Eastern Studies*, 19(6), 645–665. <https://doi.org/10.1080/19448953.2017.1328896>.
417. Radoglou-Grammatikis, P., Sarigiannidis, P., Lagkas, T., & Moscholios, I. (2020). A compilation of UAV applications for precision agriculture. *Computer Networks*, 172. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2020.107148>.
418. Raeva, P. L., Šedina, J., & Dlesk, A. (2019). Monitoring of crop fields using multispectral and thermal imagery from UAV. *European Journal of Remote Sensing*, 52(Suppl. 1), 192–201. <https://doi.org/10.1080/22797254.2018.1527661>.
419. Rahimdel, M. J., & Noferesti, H. (2020). Investment preferences of Iran's mineral extraction sector with a focus on the productivity of the energy consumption, water and labor force. *Resources Policy*, 67. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101695>.
420. Rakha, T., & Gorodetsky, A. (2018). Review of Unmanned Aerial System (UAS) applications in the built environment: Towards automated building inspection procedures using drones. *Automation in Construction*, 93, 252–264. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.05.002>.
421. Ramík, J., & Korviny, P. (2010). Inconsistency of pair-wise comparison matrix with fuzzy elements based on geometric mean. *Fuzzy Sets and Systems*, 161(11), 1604–1613. <https://doi.org/10.1016/j.fss.2009.10.011>.
422. Rana, N. P., Luthra, S., Mangla, S. K., Islam, R., Roderick, S., & Dwivedi, Y. K. (2019). Barriers to the Development of Smart Cities in Indian Context. *Information Systems Frontiers*, 21(3), 503–525. <https://doi.org/10.1007/s10796-018-9873-4>.
423. Rao, B., Gopi, A. G., & Maione, R. (2016). The societal impact of commercial drones. *Technology in Society*, 45, 83–90. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2016.02.009>.
424. Rasmussen, J., Nielsen, J., Garcia, R. F., Christensen, S., Streibig, J. C., & Lotz, B. (2013). Potential uses of small unmanned aircraft systems (UAS) in weed research. *Weed Research*, 53(4), 242–248. <https://doi.org/10.1111/wre.12026>.
425. Reagan, D., Sabato, A., & Niezrecki, C. (2017). Feasibility of using digital image correlation for unmanned aerial vehicle structural health monitoring of bridges. *Structural Health Monitoring-An International Journal*, 17(5), 1056–1072. <https://doi.org/10.1177/1475921717735326>.

426. Rebelo, C., Rodrigues, A. M., & Tenedorio, J. A. (2019). Dasymetric Mapping Using UAV High Resolution 3D Data within Urban Areas. *Remote Sensing*, 14, 1716. <https://doi.org/10.3390/rs11141716>.
427. Regional Environmental Center for Central and Eastern Europe. (1999). Assessment of the Environmental Impact of Military Activities During the Yugoslavia Conflict. <https://reliefweb.int/report/albania/assessment-environmental-impact-military-activities-during-yugoslavia-conflict>. Pristupljeno 11.04.2019.
428. Reiss, M. L. L., Mendes, T. S. G., Andrade, M. R. M., Amory, A. M., de Lara, R., & Souza, S. F. (2019). RPAS in the Support for Photogrammetry Education: Cases in Topographic Mapping and Documentation of Historical Monuments. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences*, XLII-2/W13, 567. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W13-567-2019>.
429. Republika Srbija – Ministarstvo privred. (2021). Strategija industrijske politike Republike Srbije od 2021. do 2030. Godine. Nacrt. <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjI-P7Tk4L2AhXGhv0HHWU7CWI4ChAWegQIDRAB&url=https%3A%2F%2Fprivreda.gov.rs%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Fdocuments%2F2021-08%2FPredlog-Strategije-Industrijske-Politike.pdf&usg=AOvVaw2vFXnRyBWr6OJTLaCB61Pj> Pristupljeno 21.01.2022.
430. Republički zavod za statistiku. (2017). Statistički godišnjak Republike Srbije 2017. <http://pod2.stat.gov.rs/ObjavljenePublikacije/G2017/pdf/G20172022.pdf>. Pristupljeno 01.03.2019.
431. Republički zavod za statistiku. (2019). Statistički godišnjak Republike Srbije, 2019. <https://www.stat.gov.rs/en-us/publikacije/publication/?p=12102>. Pristupljeno 17.04.2020.
432. Republički zavod za statistiku. (2021a). Demografska statistika 2020. <https://www.stat.gov.rs/sr-latn/oblasti/stanovnistvo/demografski-indikatori/>. Pristupljeno 12.04.2022.
433. Republički zavod za statistiku. (2021b). Ekonomska kretanja u Republici Srbiji, 2021. <https://www.stat.gov.rs/vesti/20211230-ekonomska-kretanja-2021/>. Pristupljeno 12.04.2022.
434. Restas, A. (2018) Water Related Disaster Management Supported by Drone Applications. *World Journal of Engineering and Technology*. 6. 116-126.
435. Riguelle, S., Hébert, J., & Jourez, B. (2016). Integrated and systemic management of storm damage by the forest-based sector and public authorities. *Annals of Forest Science*, 73(3), 585–600. <https://doi.org/http://link.springer.com/article/10.1007/s13595-016-0566-1>
436. Risbøl, O., & Gustavsén, L. (2018). LiDAR from drones employed for mapping archaeology – Potential, benefits and challenges. *Archaeological Prospection*, 25(4), 329-338. <https://doi.org/10.1002/arp.1712>.
437. Roed-Larsen, S., & John, S. (2012). Modern accident investigation - Four major challenges. *Safety Science*, 50(6), 1392–1397. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2011.03.005>.
438. Rohi, G., Ejofodomi, O., & Ofualagba, G. (2020). Autonomous monitoring, analysis, and countering of air pollution using environmental drones. *Heliyon*, 6(1). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03252>.
439. Rosenfeld, A. (2019). Are drivers ready for traffic enforcement drones? *Accident Analysis and Prevention*, 122, 199–206. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2018.10.006>.

440. RTS. (2019). Civilna zaštita, zašto nas iskustvo ničemu nije naučilo. <http://www.rts.rs/page/stories/sr/story/125/drustvo/3469084/potrebno-unaprediti-sistem-civilne-zastite.html>. Pristupljeno 22.04.2019.
441. Rüdiger, J., Gutmann, A., Hoffmann, T., Tirpitz, J.-L., Bobrowski, N., Maarten De Moor, J., Liuzzo, M., & Ibarra, M. (2018). Implementation of electrochemical, optical and denuder-based sensors and sampling techniques on UAV for volcanic gas measurements: Examples from Masaya, Turrialba and Stromboli volcanoes. *Atmospheric Measurement Techniques*, 11(4), 2441–2457. <https://doi.org/10.5194/amt-11-2441-2018>.
442. Ruiz-Padillo, A., Pasqual, F. M., Larranaga Uriarte, A. M., & Cybis, H. B. B. (2018). Application of multi-criteria decision analysis methods for assessing walkability: A case study in Porto Alegre, Brazil. *Transportation Research Part D*, 63, 855–871. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2018.07.016>.
443. Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill, New York.
444. Saaty, T. (2004). Decision making — the Analytic Hierarchy and Network Processes (AHP/ANP). *Journal of Systems Science & Systems Engineering*, 13(1), 1–35. <https://doi.org/10.1007/s11518-006-0151-5>.
445. Saaty, T. L. (1986). Axiomatic Foundation of the Analytic Hierarchy Process. *Management Science*, 32(7), 841–855. <http://ezproxy.nb.rs:2059/login.aspx?direct=true&db=edsjsr&AN=edsjsr.2631765&site=eds-live>. Pristupljeno 23.10.2019.
446. Saaty, T. L. (1987). Decision making, new information, ranking and structure. *Mathematical Modelling*, 8, 125–132. [https://doi.org/10.1016/0270-0255\(87\)90555-0](https://doi.org/10.1016/0270-0255(87)90555-0).
447. Saaty, T. L., & Ozdemir, M. (2003). Negative priorities in the analytic hierarchy process. *Mathematical and Computer Modelling*, 37(9), 1063–1075. [https://doi.org/10.1016/S0895-7177\(03\)00118-3](https://doi.org/10.1016/S0895-7177(03)00118-3).
448. Saeed, A. S., Younes, A. B., Cai, C., & Cai, G. (2018). A survey of hybrid Unmanned Aerial Vehicles. *Progress in Aerospace Sciences*, 98, 91–105. <https://doi.org/10.1016/j.paerosci.2018.03.007>.
449. Šálek, O., Matolín, M., & Gryc, L. (2018). Mapping of radiation anomalies using UAV mini-airborne gamma-ray spectrometry. *Journal of Environmental Radioactivity*, 182, 101–107. <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2017.11.033>.
450. Salem Saleh O Aleja, Kurilić, S. M., Jokić, A., & Vrbanac, M. (2021). Main Characteristics of Spring Water on the Territory of Belgrade (Serbia). *Journal of Water Chemistry & Technology*, 43(1), 77–84.
451. Salvo, G., Caruso, L., & Scordo, A. (2014). Urban Traffic Analysis through an UAV. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 111, 1083–1091. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.143>.
452. Sanada, Y., Orita, T., & Torii, T. (2016). Temporal variation of dose rate distribution around the Fukushima Daiichi nuclear power station using unmanned helicopter. *Applied Radiation and Isotopes*, 118, 308–316. <https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2016.09.008>.
453. Sanada, Y., Urabe, Y., Sasaki, M., Ochi, K., & Torii, T. (2018). Evaluation of ecological half-life of dose rate based on airborne radiation monitoring following the Fukushima Dai-ichi nuclear power plant accident. *Journal of Environmental Radioactivity*, 192, 417–425. <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2018.07.016>.

454. Sánchez-García, J., Reina, D. G., & Toral, S. L. (2019). A distributed PSO-based exploration algorithm for a UAV network assisting a disaster scenario. *Future Generation Computer Systems-The International Journal of Escience*, 90, 129–148. <https://doi.org/10.1016/j.future.2018.07.048>.
455. Sanfey, P., & Milatovic, J. (2018). The Western Balkans in transition: diagnosing the constraints on the path to a sustainable market economy, EBRD. <https://www.ebrd.com/documents/eapa/western-balkans-summit-2018-diagnostic-paper.pdf>. Pristupljeno 27.11.2019.
456. Sankaran, S., Khot, L. R., Espinoza, C. Z., Jarolmasjed, S., Sathuvalli, V. R., Vandemark, G. J., Miklas, P. N., Carter, A. H., Pumphrey, M. O., Knowles, N. R., & Pavek, M. J. (2015). Low-altitude, high-resolution aerial imaging systems for row and field crop phenotyping: A review. *European Journal of Agronomy*, 70, 112–123. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2015.07.004>.
457. Saobraćajni fakultet (n.d.). Katedre. <https://www.sf.bg.ac.rs/index.php/sr-rs/2016-03-23-04-31-04>. Pristupljeno 29.11.2022.
458. Šarboh, S. (2010). The Patents of Nikola Tesla. *World Patent Information* 32 (4), 335–339. <https://doi.org/10.1016/j.wpi.2009.11.001>.
459. Sawidis, T., Breuste, J., Mitrovic, M., Pavlovic, P., & Tsigaridas, K. (2011). Trees as bioindicator of heavy metal pollution in three European cities. *Environmental Pollution*, 159(12), 3560–3570. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2011.08.008>.
460. SCEYE (n.d.). SCEYE. Stratospheric platforms to improve life on our planet. <https://www.sceye.com/>. Pristupljeno 01.12.2021.
461. Schlesinger, J. (2014). Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) and urban agriculture; potential for research and planning. *Urban Agriculture Magazine*, 28, 77–79. <http://ezproxy.nb.rs:2059/login.aspx?direct=true&db=lbh&AN=20153131339&site=eds-live>. Pristupljeno 16.09.2019.
462. Schmidt, R.-R., & Leitner, B. (2021). A collection of SWOT factors (strength, weaknesses, opportunities and threats) for hybrid energy networks. *Energy Reports*, 7, 55–61–61. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2021.09.040>.
463. Schuelke-Leech, B.-A. (2021). Disruptive technologies for a Green New Deal. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 21. <https://doi.org/10.1016/j.coesh.2021.100245>
464. Seguin, C., Blaquièrre, G., Loundou, A., Michelet, P., & Markarian, T. (2018). Unmanned aerial vehicles (drones) to prevent drowning. *Resuscitation*, 127, 63–67. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2018.04.005>.
465. Sekretarijat za upravu – Sektor statistike (2019). Statistički godišnjak Beograda 2018. Sekretarijat za upravu – Sektor statistike, Tiršova 1, Belgrade. https://zis.beograd.gov.rs/images/ZIS/Files/Godisnjak/Godisnjak_Arhiva/G_2018SE.zip Pristupljeno 17.03.2020.
466. Şen, C. G., & Çınar, G. (2010). Evaluation and pre-allocation of operators with multiple skills: A combined fuzzy AHP and max–min approach. *Expert Systems With Applications*, 37(3), 2043–2053. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2009.06.075>.
467. Sen, R., Eggers, W. D., & Kelkar, M. (2018). Building the smart city. Deloitte Center for Government Insights. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/public-sector/us-fed-building-the-smart-city.pdf>. Pristupljeno 11.12.2019.

468. Senthilnath, J., Kandukuri, M., Dokania, A., & Ramesh, K. N. (2017). Application of UAV imaging platform for vegetation analysis based on spectral-spatial methods. *Computers and Electronics in Agriculture*, 140, 8–24. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2017.05.027>
469. Serbian Development Agency (2015). Serbian Aerospace Industry. <https://ras.gov.rs/uploads/2016/02/serbian-aerospace-industry-2015.pdf>. Pristupljeno 14.09.2019.
470. SESAR (2016). European Drones Outlook Study. Unlocking the value for Europe. https://www.sesarju.eu/sites/default/files/documents/reports/European_Drones_Outlook_Study_2016.pdf. Pristupljeno 05.12.2019.
471. SESAR (2017). U-space. Blueprint. <https://www.sesarju.eu/sites/default/files/documents/reports/U-space%20Blueprint%20brochure%20final.PDF>. Pristupljeno 17.07.2019.
472. SESAR (2018). European ATM Master Plan - Roadmap for the safe integration of drones into all classes of airspace. <https://www.sesarju.eu/sites/default/files/documents/reports/European%20ATM%20Master%20Plan%20Drone%20roadmap.pdf>. Pristupljeno 24.11.2019.
473. Sevkli, M., Uysal, O., Oztekin, A., Torlak, G., Turkyilmaz, A., & Delen, D. (2012). Development of a fuzzy ANP based SWOT analysis for the airline industry in Turkey. *Expert Systems with Applications*, 39(1), 14–24. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.06.047>.
474. Shah, M. A. R., Rahman, A., & Chowdhury, S. H. (2017). Sustainability assessment of flood mitigation projects: An innovative decision support framework. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 23, 53–61. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2017.04.006>.
475. Sharifi, A. (2019). A critical review of selected smart city assessment tools and indicator sets. *Journal of Cleaner Production*, 233, 1269–1283. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.172>.
476. Shen, K., Li, W., Pei, Z., Fei, W., Sun, G., Zhang, X., Chen, X., & Ma, S. (2015). Crop Area Estimation from UAV Transect and MSR Image Data Using Spatial Sampling Method. *Procedia Environmental Sciences*, 26, 95–100. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2015.05.007>.
477. Shibata, Y., Kanazawa, N., Konishi, M., Hoshino, K., Ohta, Y., & Nagate, A. (2020). System Design of Gigabit HAPS Mobile Communications. *IEEE Access*, 8, 157995–158007. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3019820>.
478. Shinno, H., Yoshioka, H., Marpaung, S., & Hachiga, S. (2006). Quantitative SWOT analysis on global competitiveness of machine tool industry. *Journal of Engineering Design*, 17(3), 251–258. <https://doi.org/10.1080/09544820500275180>.
479. Shrestha, R. K., Alavalapati, J. R., & Kalmbacher, R. S. (2004). Exploring the potential for silvopasture adoption in south-central Florida: an application of SWOT–AHP method. *Agricultural Systems*, 81(3), 185–199. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2003.09.004>
480. Shukla, A., & Karki, H. (2016). Application of robotics in onshore oil and gas industry—A review Part I. Robotics and Autonomous Systems, 75(Part B), 490–507. <https://doi.org/10.1016/j.robot.2015.09.012>.
481. Si, S., Zahra, S. A., Wu, X., & Jeng, D. J.-F. (2020). Disruptive innovation and entrepreneurship in emerging economics. *Journal of Engineering and Technology Management*, 58. <https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2020.101601>.

482. Sibinović, M. (2012). Structural changes in the rural planting areas of Belgrade region. *Glasnik Srpskog Geografskog Društva*, 92(2), 111–132. <https://doi.org/10.2298/GSGD1202111S>.
483. Siebert, S., & Teizer, J. (2014). Mobile 3D mapping for surveying earthwork projects using an Unmanned Aerial Vehicle (UAV) system. *Automation in Construction*, 41, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2014.01.004>.
484. Sigalat-Signes, E., Calvo-Palomares, R., Roig-Merino, B., & García-Adán, I. (2020). Transition towards a tourist innovation model: The smart tourism destination: Reality or territorial marketing? *Journal of Innovation & Knowledge*, 5(2), 96–104. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2019.06.002>.
485. Sikora-Fernandez, D. (2018). Smarter cities in post-socialist country: Example of Poland. *Cities*, 78, 52–59. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2018.03.011>.
486. Silva, L. de O., Bandeira, R. A. de M., & Campos, V. B. G. (2019). Proposal to planning facility location using UAV and geographic information systems in a post-disaster scenario. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 36, 101080. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2019.101080>.
487. Silvagni, M., Tonoli, A., Zenerino, E., & Chiaberge, M. (2017). Multipurpose UAV for search and rescue operations in mountain avalanche events. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 8(1), 18–33. <https://doi.org/10.1080/19475705.2016.1238852>.
488. Simic Milas, A., Sousa, J. J., Warner, T. A., Teodoro, A. C., Peres, E., Gonçalves, J. A., Delgado Garcia, J., Bento, R., Phinn, S., & Woodget, A. (2018). Unmanned Aerial Systems (UAS) for environmental applications special issue preface. *International Journal of Remote Sensing*, 39(15/16), 4845–4851. <https://doi.org/10.1080/01431161.2018.1491518>.
489. Sinha, A., Tsourdos, A., & White, B. (2009). Monitoring the Dispersion of a Contaminant Cloud in an Urban Region by a Swarm of UAV Sensors. *IFAC Proceedings Volumes*, 42(22), 7–12. <https://doi.org/10.3182/20091006-3-US-4006.00002>.
490. Šipetić, N., Savić, M., & Furundžić, D. (2019). The invisible metro system: The case study of the Belgrade metro system planning. *Tunnelling and Underground Space Technology Incorporating Trenchless Technology Research*, 83, 485–497. <https://doi.org/10.1016/j.tust.2018.08.012>.
491. Skorupka, D., Duchaczek, A., & Waniewska, A. (2017). Optimisation of the Choice of Uav Intended to Control the Implementation of Construction Projects and Works Using the Ahp Method. *Technical Transactions / Czasopismo Techniczne*, 9, 117–125.
492. Skrzypietz, T. (2012). Unmanned Aircraft Systems for Civilian Missions. Brandenburg Institute for Society and Security, https://www.bigs-potsdam.org/images/Policy%20Paper/PolicyPaper-No.1_Civil-Use-of-UAS_Bildschirmversion%20interaktiv.pdf. Pristupljeno 24.12.2018.
493. Sloggett, D. R. (2014). *Drone warfare : the development of unmanned aerial conflict*. Barnsley: Pen and Sword.
494. Službeni glasnik Republike Srbije (2018). Zakon o smanjenju rizika od katastrofa i upravljanju vanrednim situacijama. 87/2018. <https://www.pravno-informacioni-sistem.rs/SlGlasnikPortal/eli/rep/sgrs/skupstina/zakon/2018/87/1/reg>. Pristupljeno 01.03.2019.

495. Soltani, A., & Marandi E. Z. (2011). Hospital Site Selection Using Two-Stage Fuzzy Multi-Criteria Decision Making Process. *Journal of Urban and Environmental Engineering*, 5(1), 32. <https://doi.org/10.4090/juee.2011.v5n1.032043>.
496. Somsuk, N., & Laosirihongthong, T. (2014). A fuzzy AHP to prioritize enabling factors for strategic management of university business incubators: Resource-based view. *Technological Forecasting & Social Change*, 85, 198–210. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2013.08.007>.
497. Souza, C. H. W. de, Lamparelli, R. A. C., Rocha, J. V., & Magalhães, P. S. G. (2017). Mapping skips in sugarcane fields using object-based analysis of unmanned aerial vehicle (UAV) images. *Computers and Electronics in Agriculture*, 143, 49–56. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2017.10.006>.
498. Srdjevic, Z., Lakicevic, M., & Srdjevic, B. (2013). Approach of decision making based on the analytic hierarchy process for urban landscape management. *Environmental Management*, 51(3), 777–785. <https://doi.org/https://rd.springer.com/article/10.1007/s00267-012-9990-7>
499. Stacchini, A., Guizzardi, A., & Mariotti, A. (2022). Smoothing down arbitrariness in planning: From SWOT to participatory decision making. *Land Use Policy*, 119, 106213. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106213>.
500. Starr, M., Joshi, O., Will, R. E., & Zou, C. B. (2019). Perceptions regarding active management of the Cross-timbers forest resources of Oklahoma, Texas, and Kansas: A SWOT-ANP analysis. *Land Use Policy*, 81, 523–530. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.11.004>.
501. Stek, T. D. (2016). Drones over Mediterranean landscapes. The potential of small UAV's (drones) for site detection and heritage management in archaeological survey projects: A case study from Le Pianelle in the Tappino Valley, Molise (Italy). *Journal of Cultural Heritage*, 22, 1066–1071. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2016.06.006>.
502. Stojić, A., Stojić, S. S., Reljin, I., Čabarkapa, M., Šoštarić, A., Perišić, M., & Mijić, Z. (2016). Comprehensive analysis of PM10 in Belgrade urban area on the basis of long-term measurements. *Environmental Science and Pollution Research International*, 11, 10722–10732. <https://doi.org/10.1007/s11356-016-6266-4>.
503. Suman, M. N. H., Chyon, F. A., & Ahmmed, M. S. (2020). Business strategy in Bangladesh—Electric vehicle SWOT-AHP analysis: Case study. *International Journal of Engineering Business Management*, 12. <https://doi.org/10.1177/1847979020941487>.
504. Sun, H., Cheng, X., & Dai, M. (2016). Regional flood disaster resilience evaluation based on analytic network process: a case study of the Chaohu Lake Basin, Anhui Province, China. *Natural Hazards*, 82(1), 39–58. <https://doi.org/10.1007/s11069-016-2178-3>.
505. SuperDecision (n.d.). About SuperDecisions. Pristupljeno 14.05.2021. <http://www.superdecisions.com/about/>
506. Sutherakul, C., Kronprasert, N., Kaewmorachoen, M., & Pichayapan, P. (2017). Application of Unmanned Aerial Vehicles to Pedestrian Traffic Monitoring and Management for Shopping Streets. *Transportation Research Procedia*, 25, 1717–1734. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.131>.
507. Syd Ali, B. (2019). Traffic management for drones flying in the city. *International Journal of Critical Infrastructure Protection*, 26, 100310. <https://doi.org/10.1016/j.ijcip.2019.100310>.

508. Sylvester, G. (2018). *E-Agriculture in Action: Drones for Agriculture*. Bangkok: Food and Agriculture Organization of the United Nations and International Telecommunication Union. <http://www.fao.org/3/I8494EN/i8494en.pdf>. Pristupljeno 11.07.2018.
509. Szabó, A. (2016). GNU Radio Based Testbed (GRaTe-BED) for Evaluating the Communication Link of Unmanned Aerial Systems. *Acta Universitatis Sapientiae Electrical and Mechanical Engineering*, 8(1), 5-18.
510. Szikora Veronika, & Szilagyi Gabor. (2017). New dangerous practice on the horizon? Legal aspects of drone usage. *Zbornik Radova: Pravni Fakultet u Novom Sadu*, 51(2), 499–519.
511. Szulc, J., & Piekarczyk, A. (2022). Diagnostics and technical condition assessment of large-panel residential buildings in Poland. *Journal of Building Engineering*, 50. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2022.104144>.
512. Tadić, S., Kovač, M., & Čokorilo, O. (2021). The Application of Drones in City Logistics Concepts. *Promet (Zagreb)*, 33(3), 451–462. <https://doi.org/10.7307/ptt.v33i3.3721>
513. Tagabe, P. M. (2021). Economy-wide impact of drones. *Infrastructure*. <https://infrastructuremagazine.com.au/2021/02/10/economy-wide-impact-of-drones/>. Pristupljeno 26.01.2022.
514. Tang, X.-B., Meng, J., Wang, P., Cao, Y., Huang, X., Wen, L.-S., & Chen, D. (2016). Simulated minimum detectable activity concentration (MDAC) for a real-time UAV airborne radioactivity monitoring system with HPGe and LaBr3 detectors. *Radiation Measurements*, 85, 126–133. <https://doi.org/10.1016/j.radmeas.2015.12.031>.
515. Tang, Y., Hou, C. J., Luo, S. M., Lin, J. T., Yang, Z., & Huang, W. F. (2018). Effects of operation height and tree shape on droplet deposition in citrus trees using an unmanned aerial vehicle. *Computers and Electronics in Agriculture*, 148, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.02.026>.
516. Tanzi, T. J., Chandra, M., Isnard, J., Camara, D., Sebastien, O., & Harivelo, F. (2016). Towards “Drone-Borne” Disaster Management: Future Application Scenarios. *ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences*, 3(8), 181–189.
517. Tatum, M. C., & Liu, J. (2017). Unmanned Aircraft System Applications in Construction. *Procedia Engineering*, 196, 167–175. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.07.187>.
518. Tedim, F., Leone, V., & Xanthopoulos, G. (2016). A wildfire risk management concept based on a social-ecological approach in the European Union: Fire Smart Territory. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 18, 138–153. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2016.06.005>.
519. Terryn, L., Calders, K., Bartholomeus, H., Bartolo, R. E., Brede, B., D’hont, B., Disney, M., Herold, M., Lau, A., Shenkin, A., Whiteside, T. G., Wilkes, P., & Verbeeck, H. (2022). Quantifying tropical forest structure through terrestrial and UAV laser scanning fusion in Australian rainforests. *Remote Sensing of Environment*, 271. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2022.112912>.
520. THALES (n.d.) Thales Alenia Space and Thales sign concept study contract with French defense procurement agency for a Stratobus type platform. <https://www.thalesgroup.com/en/worldwide/space/press-release/thales-alenia-space-and-thales-sign-concept-study-contract-french>. Pristupljeno 01.12.2021.

521. The Development Agency of Serbia. (2015). Serbian Aerospace Industry. <https://ras.gov.rs/uploads/2016/02/serbian-aerospace-industry-2015.pdf>. Pristupljeno 11.04.2019.
522. The Engineer. (2020). Airborne antenna developed to beam 5G from the stratosphere. <https://www.theengineer.co.uk/airborne-antenna-5g-from-the-stratosphere/>. Pristupljeno 03.12.2021.
523. The World Bank (2019). <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD.ZG?locations=RS>. Pristupljeno 02.02.2020.
524. The World Bank (2019). <https://data.worldbank.org/country/serbia>. Pristupljeno 02.02.2020.
525. The World Bank (2020). Serbia Overview. Retrieved from: www.worldbank.org/en/country/serbia/overview#3. Pristupljeno 28.01.2020.
526. Tikanmäki, I., Tuohimaa, T., & Rajamäki, J. (2011). How and why unmanned aircraft Vehicles can improve real-time awareness? *International Journal of Circuits, Systems and Signal Processing*, 5(5), 469–477.
527. Tirnanić, S. (2001). *Bespilotne letelice*. Beograd: Vojnoizdavački zavod.
528. Todorović, M. N., Radenković, M. B., Onjia, A. E., & Ignjatović, L. M. (2020). Characterization of PM 2.5 sources in a Belgrade suburban area: a multi-scale receptor-oriented approach. *Environmental Science and Pollution Research International*, 27(33), 41717–41730. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10129-z>.
529. Tomić, L., Čokorilo, O., Macura, D. (2020). Runway pavement inspections using drone – safety issues and associated risks. *International Journal for Traffic and Transport Engineering*, 2020, 10(3), 278 – 285. [http://dx.doi.org/10.7708/ijtte.2020.10\(3\).02](http://dx.doi.org/10.7708/ijtte.2020.10(3).02).
530. Tomić, L., Čokorilo, O., Vasov, L., & Stojiljković, B. (2022). ACAS installation on unmanned aerial vehicles: effectiveness and safety issues. *Aircraft Engineering & Aerospace Technology*, 94(8), 1252–1262. <https://doi.org/10.1108/AEAT-10-2021-0313>.
531. Topaloglu, M., Yarkin, F., & Kaya, T. (2018). Solid waste collection system selection for smart cities based on a type-2 fuzzy multi-criteria decision technique. *Soft Computing*, 22(15), 4879–4890. <https://doi.org/10.1007/s00500-018-3232-8>.
532. Torija, A. J., Li, Z., & Self, R. H. (2020). Effects of a hovering unmanned aerial vehicle on urban soundscapes perception. *Transportation Research Part D*, 78, 102195. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2019.11.024>.
533. Torkabadi, A. M., & Mayorga, R. V. (2018). Evaluation of pull production control strategies under uncertainty: An integrated fuzzy AHP-TOPSIS approach. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 11(1), 161–184. <https://doi.org/10.3926/jiem.2528>.
534. Trlaković, J., Despotović, D., & Ristić, L. (2018). Impact of technology-intensive exports on GDP of Western Balkan Countries. *Journal of Policy Modeling*, 40(5), 1038–1049. <https://doi.org/10.1016/j.jpolmod.2018.01.006>.
535. Tuna, G., Nefzi, B., & Conte, G. (2014). Unmanned aerial vehicle-aided communications system for disaster recovery. *Journal of Network & Computer Applications*, 41, 27–36. <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2013.10.002>.
536. Turner, R. M., MacLaughlin, M. M., & Iverson, S. R. (2020). Identifying and mapping potentially adverse discontinuities in underground excavations using thermal and

- multispectral UAV imagery. *Engineering Geology*, 266, 105470. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2019.105470>.
537. Tyan, M., Nguyen, N. V., Kim, S., & Lee, J.-W. (2017). Comprehensive preliminary sizing/resizing method for a fixed wing – VTOL electric UAV. *Aerospace Science and Technology*, 71, 30–41. <https://doi.org/10.1016/j.ast.2017.09.008>.
 538. U.S. Department of Transportation. (2013). Unmanned Aircraft System (UAS) Service Demand 2015-2035: Literature Review and Projections of Future Usage. Cambridge: U.S. Department of Transportation, <https://publicintelligence.net/usaf-uas-service-demand/>. Pristupljeno 09.07. 2018.
 539. Udeanu, G., Dobrescu, A., & Oltean, M. (2016). Unmanned Aerial Vehicle in Military Operations. *Proceedings of the Scientific Conference AFASES*, 1, 199–205.
 540. Ullah, S., Kim, K.-I., Kim, K. H., Imran, M., Khan, P., Tovar, E., & Ali, F. (2019). UAV-enabled healthcare architecture: Issues and challenges. *Future Generation Computer Systems*, 97, 425–432. <https://doi.org/10.1016/j.future.2019.01.028>.
 541. Ulloa, C., Nuñez, J. M., Lin, C., & Rey, G. (2018). AHP-based design method of a lightweight, portable and flexible air-based PV-T module for UAV shelter hangars. *Renewable Energy*, 123, 767–780. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.02.099>.
 542. UNEP & UNCHS. (1999). The Kosovo Conflict, Consequences for the Environment & Human Settlements. <https://postconflict.unep.ch/publications/finalreport.pdf>. Pristupljeno 02.03.2019.
 543. USDA. (2017). Wildland Fire Agencies and FAA Remind Public. United States Department of Agriculture. San Juan National Forest. <https://www.fs.usda.gov/detail/sanjuan/news-events/?cid=FSEPRD549668>. Pristupljeno 26.04.2019.
 544. Vale, A., Ventura, R., & Carvalho, P. (2017). Application of unmanned aerial vehicles for radiological inspection. *Fusion Engineering and Design*, 124, 492–495. <https://doi.org/10.1016/j.fusengdes.2017.06.002>.
 545. Vallance, C. (2022a). Ukraine sent dozens of 'dronations' to build army of drones. BBC News. <https://www.bbc.com/news/technology-62048403>. Pristupljeno 10.07.2022.
 546. Vallance, C. (2022b). Chinese drone firm DJI pauses operations in Russia and Ukraine. BBC News. <https://www.bbc.co.uk/news/technology-61179022>. Pristupljeno 10.07.2022.
 547. Valkaniotis, S., Papathanassiou, G., & Ganas, A. (2018). Mapping an earthquake-induced landslide based on UAV imagery; case study of the 2015 Okeanos landslide, Lefkada, Greece. *Engineering Geology*, 245, 141–152. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2018.08.010>.
 548. Van Laarhoven, P. J. M., & Pedrycz, W. (1983). A fuzzy extension of Saaty's priority theory. *Fuzzy Sets and Systems*, 11(1–3), 229–241. [https://doi.org/10.1016/S0165-0114\(83\)80082-7](https://doi.org/10.1016/S0165-0114(83)80082-7).
 549. Verschuur, J., Koks, E. E., Haque, A., & Hall, J. W. (2020). Prioritising resilience policies to reduce welfare losses from natural disasters: A case study for coastal Bangladesh. *Global Environmental Change*, 65. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2020.102179>.
 550. Verykokou, S., Ioannidis, C., Athanasiou, G., Doulamis, N., & Amditis, A. (2018). 3D reconstruction of disaster scenes for urban search and rescue. *Multimedia Tools & Applications*, 77(8), 9691–9717. <https://doi.org/10.1007/s11042-017-5450-y>.
 551. Victor V. Klemas. (2015). Coastal and Environmental Remote Sensing from Unmanned Aerial Vehicles: An Overview. *Journal of Coastal Research*, 31(5), 1260–1267.

552. Villa, T. F., Gonzalez, F., Miljievic, B., Ristovski, Z. D., & Morawska, L. (2016). An Overview of Small Unmanned Aerial Vehicles for Air Quality Measurements: Present Applications and Future Prospectives. *Sensors*, 16(7). <https://doi.org/10.3390/s16071072>.
553. Villasenor, J. (2013). Observations from above: unmanned aircraft systems and privacy. *Harvard Journal of Law & Public Policy*, 36 (2): 457–517. https://www.harvard-jlpp.com/wp-content/uploads/sites/21/2013/04/36_2_457_Villasenor.pdf. Pristupljeno 30.12.2018.
554. Vladušić, L., Živković, A., & Pantić, N. (2020). Macroeconomic Analysis of GDP and Employment in EU Countries. *Ekonomika*, 66(1), 65–76. <https://doi.org/10.5937/ekonomika2001065V>.
555. Vlahovic, N., Knezevic, B., & Batalic, P. (2016). Implementing Delivery Drones in Logistics Business Process: Case of Pharmaceutical Industry. *International Journal of Social, Behavioral, Educational, Economic, Business and Industrial Engineering*, 10 (12), 4026 - 4031. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1129680>.
556. Vodák, J., Šulyová, D., Kubina, M., Taeihagh, A., & De Jong, M. (2021). Advanced Technologies and Their Use in Smart City Management. *Sustainability* (2071-1050), 13(10), 5746. <https://doi.org/10.3390/su13105746>.
557. Vojinović, P. (2021). Prvi let bespilotne letelice NT161 Composite Technology Teama na Lisičjem Jarku: Kompozitni Nikola Tesla spreman za nadgledanje Kopnene zone bezbednosti. *Tango six*. <https://tangosix.rs/2021/18/02/ekskluzivno-prvi-let-bespilotne-letelice-nt161-composite-technology-teama-na-lisicjem-jarku-kompozitni-nikola-tesla-spreman-za-nadgledanje-kopnene-zone-bezbednosti/>. Pristupljeno 04.12.2021.
558. Vojinović, P. (2022). Vojska Srbije prinudno prizemljila „komercijalni dron“ na jugu Srbije: Sa kojim anti-dron sistemima trenutno raspolaže Vojska Srbije? *Tango Six*. <https://tangosix.rs/2022/03/11/vojska-srbije-prinudno-prizemljila-komercijalni-dron-na-jugu-srbije-sa-kojim-anti-dron-sistemima-trenutno-raspolaze-vojska-srbije/>. Pristupljeno 10.11.2022.
559. Vojnotehnički institut (n.d.). O nama. <http://www.vti.mod.gov.rs/index.php?view=aboutus>. Pristupljeno 06.12.2021.
560. Vona, M., Cascini, G., Mastroberti, M., Murgante, B., & Nolè, G. (2017). Characterization of URM buildings and evaluation of damages in a historical center for the seismic risk mitigation and emergency management. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 24, 251–263. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2017.05.008>
561. Vukmirovic, Z. B., Unkasevic, M., Lazic, L., & Tomic, I. (2001). Regional air pollution caused by a simultaneous destruction of major industrial sources in a war zone. The case of April Serbia in 1999. *Atmospheric Environment*, 15, 2773–2782. [https://doi.org/10.1016/S1352-2310\(00\)00530-6](https://doi.org/10.1016/S1352-2310(00)00530-6).
562. Wang, L., Chen, F., & Yin, H. (2016). Detecting and tracking vehicles in traffic by unmanned aerial vehicles. *Automation in Construction*, 72(Part 3), 294–308. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2016.05.008>.
563. Wang, Q., Lin, J., Zhou, K., Fan, J., & Kwan, M.-P. (2020). Does urbanization lead to less residential energy consumption? A comparative study of 136 countries. *Energy*, 202. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.117765>.

564. Wang, X., Li, C., Yang, C., Shang, J., Zhang, B., & Ke, X. (2017). Strategic choices of China's new energy vehicle industry: An analysis based on ANP and SWOT. *Energies*, 10(4), 537. <https://doi.org/10.3390/en10040537>.
565. Wang, Y.-M., Luo, Y., & Hua, Z. (2008). On the extent analysis method for fuzzy AHP and its applications. *European Journal of Operational Research*, 186(2), 735–747. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2007.01.050>.
566. Wang, X., Wang, Y., Zhou, C., Yin, L., & Feng, X. (2021). Urban forest monitoring based on multiple features at the single tree scale by UAV. *Urban Forestry & Urban Greening*, 58. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126958>.
567. Warembourg, C., Berger-González, M., Alvarez, D., Maximiano Sousa, F., López Hernández, A., Roquel, P., Eyerman, J., Benner, M., & Dürr, S. (2020). Estimation of free-roaming domestic dog population size: Investigation of three methods including an Unmanned Aerial Vehicle (UAV) based approach. *PLoS ONE*, 15(4), 1–24. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0225022>.
568. Wästfelt, A., & Zhang, Q. (2016). Reclaiming localisation for revitalising agriculture: A case study of peri-urban agricultural change in Gothenburg, Sweden. *Journal of Rural Studies*, 47(Part A), 172–185. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2016.07.013>.
569. Watkins, S., Burry, J., Mohamed, A., Marino, M., Prudden, S., Fisher, A., Kloet, N., Jakobi, T., & Clothier, R. (2020). Ten questions concerning the use of drones in urban environments. *Building and Environment*, 167. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.106458>.
570. Watts, A.C., Ambrosia, V.G., & Hinkley, E.A. (2012). Unmanned aircraft systems in remote sensing and scientific research: Classification and considerations of use. *Remote Sensing*, 4(6), 1671–1692. <https://doi.org/10.3390/rs4061671>.
571. Webster, C., Westoby, M., Rutter, N., & Jonas, T. (2018). Three-dimensional thermal characterization of forest canopies using UAV photogrammetry. *Remote Sensing of Environment*, 209, 835–847. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.09.033>.
572. Weihrich, H. (1982). The TOWS Matrix -- A Tool for Situational Analysis. *Long Range Planning*, 15(2), 54–66. [https://doi.org/10.1016/0024-6301\(82\)90120-0](https://doi.org/10.1016/0024-6301(82)90120-0).
573. West, J. P., & Bowman, J. S. (2016). The Domestic Use of Drones: An Ethical Analysis of Surveillance Issues. *Public Administration Review*, 76(4), 649–659. <https://doi.org/10.1111/puar.12506>.
574. Whittle, R. (2015). *Predator: The Secret Origins of the Drone Revolution*. Henry Holt and Company. New York.
575. Widiawan, A. K., & Tafazolli, R. (2007). High Altitude Platform Station (HAPS): A review of new infrastructure development for future wireless communications. *Wireless Personal Communications*, 42(3), 387–404. <https://doi.org/10.1007/s11277-006-9184-9>.
576. Williams, R. S. et al. (2008). Aerospace medicine issues in unique aircraft types. in: J. R. Davis et al. ed. 2008. *Fundamentals of Aerospace Medicine*, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. Ch. 27.
577. Wind, Y., & Saaty, T. L. (1980). Marketing Applications of the Analytic Hierarchy Process. *Management Science*, 26(7), 641. <http://ezproxy.nb.rs:2059/login.aspx?direct=true&db=edsjsr&AN=edsjsr.2630699&site=eds-live>. Pristupljeno 14.06.2019.

578. World Economic Forum. (2019). Global Competitiveness Report 2019. <https://www.weforum.org/reports?query=Global+competitiveness+report>. Pristupljeno 12.01.2022.
579. Wu, B., Xie, L., Hu, H., Zhu, Q., & Yau, E. (2018). Integration of aerial oblique imagery and terrestrial imagery for optimized 3D modeling in urban areas. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 139, 119–132. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2018.03.004>.
580. Wu, Y., & Low, K. H. (2021). Discrete space-based route planning for rotary-wing UAV formation in urban environments. *ISA Transactions*. <https://doi.org/10.1016/j.isatra.2021.12.043>
581. Xiang, J., Liu, Y., & Luo, Z. (2016). Flight safety measurements of UAVs in congested airspace. *Chinese Journal of Aeronautics*, 29(5), 1355–1366. <https://doi.org/10.1016/j.cja.2016.08.017>.
582. Xu, Z., Yang, J., Peng, C., Wu, Y., Jiang, X., Li, R., Zheng, Y., Gao, Y., Liu, S., & Tian, B. (2014). Development of an UAS for post-earthquake disaster surveying and its application in Ms7.0 Lushan Earthquake, Sichuan, China. *Computers and Geosciences*, 68, 22–30. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2014.04.001>.
583. Xue, X., Lan, Y., Sun, Z., Chang, C., & Hoffmann, W. C. (2016). Develop an unmanned aerial vehicle based automatic aerial spraying system. *Computers and Electronics in Agriculture*, 128, 58–66. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2016.07.022>.
584. Yan, C., Yu, L., Zhang, J., & Wang, J. (2019). A Comprehensive Survey on UAV Communication Channel Modeling. *IEEE ACCESS*, 7, 107769–107792. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2933173>.
585. Yan, J., Xia, F., & Bao, H. X. H. (2015). Strategic planning framework for land consolidation in China: A top-level design based on SWOT analysis. *Habitat International*, 48, 46–54. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2015.03.001>.
586. Yanmaz, E., Yahyanejad, S., Rinner, B., Hellwagner, H., & Bettstetter, C. (2018). Drone networks: Communications, coordination, and sensing. *Ad Hoc Networks*, 68, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.adhoc.2017.09.001>.
587. Yeom, S., & Cho, I.-J. (2019). Detection and tracking of moving pedestrians with a small unmanned aerial vehicle. *Applied Sciences (Switzerland)*, 9(16), 3359. <https://doi.org/10.3390/app9163359>.
588. Yigitcanlar, T., Han, H., Kamruzzaman, M., Ioppolo, G., & Sabatini-Marques, J. (2019). The making of smart cities: Are Songdo, Masdar, Amsterdam, San Francisco and Brisbane the best we could build? *Land Use Policy*, 88, 104187. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104187>.
589. Yigitcanlar, T., Kamruzzaman, M., Foth, M., Sabatini-Marques, J., da Costa, E., & Ioppolo, G. (2019). Can cities become smart without being sustainable? A systematic review of the literature. *Sustainable Cities and Society*, 45, 348–365. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.11.033>.
590. Yoo, W., Yu, E., & Jung, J. (2018). Drone delivery: Factors affecting the public's attitude and intention to adopt. *Telematics and Informatics*, 35(6), 1687–1700. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2018.04.014>.
591. Yu, Q., Xiao, N., Yang, S., & Han, S. (2017). Deworming of stray dogs and wild canines with praziquantel-laced baits delivered by an unmanned aerial vehicle in areas highly

- endemic for echinococcosis in China. *Infectious Diseases of Poverty*, 6, 117. <https://doi.org/10.1186/s40249-017-0329-8>.
592. Yu, V. F., & Dat, L. Q. (2014). An improved ranking method for fuzzy numbers with integral values. *Applied Soft Computing Journal*, 14(Part C), 603–608. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2013.10.012>.
 593. Yuan, C., Liu, Z., & Zhang, Y. (2017). Aerial Images-Based Forest Fire Detection for Firefighting Using Optical Remote Sensing Techniques and Unmanned Aerial Vehicles. *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, 88(2–4), 635–654. <https://doi.org/10.1007/s10846-016-0464-7>.
 594. Yuksel, I., & Dagdeviren, M. (2007). Using the analytic network process (ANP) in a SWOT analysis - A case study for a textile firm. *Information Sciences*, 177(16), 3364–3382. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2007.01.001>.
 595. Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8(3), 338–353. [https://doi.org/10.1016/S0019-9958\(65\)90241-X](https://doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X).
 596. Zahmatkesh, H., & Al-Turjman, F. (2020). Fog computing for sustainable smart cities in the IoT era: Caching techniques and enabling technologies - an overview. *Sustainable Cities and Society*, 59, 102139. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102139>.
 597. Zaloga, S. J. (2008). *Unmanned Aerial Vehicles: Robotic Air Warfare 1917-2007*. Oxford: Osprey Publishing.
 598. Zarco-Tejada, P. J., González-Dugo, V., & Berni, J. A. J. (2012). Fluorescence, temperature and narrow-band indices acquired from a UAV platform for water stress detection using a micro-hyperspectral imager and a thermal camera. *Remote Sensing of Environment*, 117, 322–337. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2011.10.007>.
 599. Zeković, S., Vujošević, M., & Maričić, T. (2015). Spatial regularization, planning instruments and urban land market in a post-socialist society: The case of Belgrade. *Habitat International*, 48, 65–78. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2015.03.010>.
 600. Zeng, C., Richardson, M., & King, D. J. (2017). The impacts of environmental variables on water reflectance measured using a lightweight unmanned aerial vehicle (UAV)-based spectrometer system. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 130, 217–230. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2017.06.004>.
 601. Zhang, G., & Hsu, L.-T. (2018). Intelligent GNSS/INS integrated navigation system for a commercial UAV flight control system. *Aerospace Science and Technology*, 80, 368–380. <https://doi.org/10.1016/j.ast.2018.07.026>.
 602. Zhang, G., & Hsu, L.-T. (2019). A New Path Planning Algorithm Using a GNSS Localization Error Map for UAVs in an Urban Area. *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, 94(1), 219–235. <https://doi.org/10.1007/s10846-018-0894-5>.
 603. Zhang, J., Hu, J., Lian, J., Fan, Z., Ouyang, X., & Ye, W. (2016). Seeing the forest from drones: Testing the potential of lightweight drones as a tool for long-term forest monitoring. *Biological Conservation*, 198, 60–69. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.03.027>
 604. Zhang, M., Zhou, J., Sudduth, K. A., & Kitchen, N. R. (2020). Estimation of maize yield and effects of variable-rate nitrogen application using UAV-based RGB imagery. *Biosystems Engineering*, 189, 24–35. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2019.11.001>.

605. Zhang, Y., Liu, F., Gu, Z., Chen, Z., Shi, Y., & Li, A. (2019). Research on Smart City Evaluation Based on Hierarchy of Needs. *Procedia Computer Science*, 162, 467–474. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.12.012>.
606. Zhao, X., Zhang, Y., & Zhao, B. (2020). Robust path planning for avoiding obstacles using time-environment dynamic map. *Measurement & Control* (0020-2940), 53(1/2), 214–221. <https://doi.org/10.1177/0020294019847704>.
607. Zhi, Y., Fu, Z., Sun, X., & Yu, J. (2020). Security and Privacy Issues of UAV: A Survey. *Mobile Networks & Applications*, 25(1), 95–101. <https://doi.org/10.1007/s11036-018-1193-x>.
608. Zhou, J., Pavek, M. J., Shelton, S. C., Holden, Z. J., & Sankaran, S. (2016). Aerial multispectral imaging for crop hail damage assessment in potato. *Computers and Electronics in Agriculture*, 127, 406–412. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2016.06.019>.
609. Zhou, L., Meng, R., Tan, Y., Lv, Z., Zhao, Y., Xu, B., & Zhao, F. (2022). Comparison of UAV-based LiDAR and digital aerial photogrammetry for measuring crown-level canopy height in the urban environment. *Urban Forestry & Urban Greening*, 69. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2022.127489>.
610. Zhu, J., Chen, S., Tu, W., & Sun, K. (2019). Tracking and Simulating Pedestrian Movements at Intersections Using Unmanned Aerial Vehicles. *Remote Sensing*, 8, 925. <https://doi.org/10.3390/rs11080925>.
611. Zhu, K., Zhao, S.-Y., Yang, S., Liang, C., & Gu, D. (2016). Where is the way for rare earth industry of China: An analysis via ANP-SWOT approach. *Resources Policy*, 49, 349–357. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2016.07.003>.
612. Zhu, S., Li, D., & Feng, H. (2019). Is smart city resilient? Evidence from China. *Sustainable Cities and Society*, 50. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101636>.
613. Zoraja Sara D., & Netjasov Feđa T. (2021). The concept of drone operations in the urban areas. *Tehnika*, 76(3), 345–351. <https://doi.org/10.5937/tehnika2103345Z>.
614. Živanović, Z., Tošić, B., Nikolić, T., & Gatarić, D. (2019). Urban System in Serbia—The Factor in the Planning of Balanced Regional Development. *Sustainability* (2071-1050), 11(15), 4168. <https://doi.org/10.3390/su11154168>.
615. Živković, Ž., & Nikolić, Đ. (2016). Osnove matematičke škole strategijskog menadžmenta. *Bor*, p.182.
616. Živković, Ž., Nikolić, D., Djordjević, P., Mihajlović, I., & Savić, M. (2015). Analytical network process in the framework of swot analysis for strategic decision making (Case study: Technical faculty in Bor, University of Belgrade, Serbia). *Acta Polytechnica Hungarica*, 12(7), 199–216. <https://doi.org/10.12700/APH.12.7.2015.7.12>.
617. Юн, Г. М., & Мединський, Д. В. (2017). Застосування безпілотних літальних апаратів у сільському господарстві (Ukrainian). *Science-Based Technologies* 36 (4), 335–341. <http://dx.doi.org/10.18372/2310-5461.36.12232>.

Поглавље 8

БИОГРАФИЈА И ПРИЛОЗИ

8.1. Биографија

Дамир Илић рођен је у Београду 22. 4. 1970. године. I београдску гимназију завршио је 1989. године. Вишу грађевинско-геодетску школу завршио је 2000. године и стекао звање *Инжењер грађевинарства*. Основне академске студије на студијском програму *Инжењерски менаџмент*, на Факултету за инжењерски менаџмент у Београду завршио је 2014. године и стекао академско звање *Дипломирани инжењер менаџмента*. Мастер академске студије на студијском програму *Управљање пројектима* на Факултету за инжењерски менаџмент завршио је 2015. године и стекао академско звање *Мастер инжењер менаџмента*.

Од 2014. године запослен је Факултету за инжењерски менаџмент у Београду, као сарадник у настави на предметима *Основе ИКТ (ОАС)* и *Анализа и дизајн информационих система (ОАС)*, а од 2016. године као асистент на предметима *Анализа и дизајн информационих система (ОАС)*, *Инжењеринг пословних процеса (ОАС)*, *Пројекти ЕУ (ОАС)*, *Основе ИКТ (ОАС)*, *Менаџмент операција (ОАС)*, *Базе података (ОАС)*, *Рачунарске мреже (ОАС)* и *ИКТ у управљању пројектима (МАС)*.

Члан је организационог одбора међународне научно-стручне конференције CIBЕК (2018-2019) и технички уредник часописа *Serbian Journal of Engineering Management (M52)*.

Аутор је и коаутор више радова објављених у домаћим и страним часописима и већег броја радова у зборницима националних и међународних научних скупова. Коаутор је уџбеника *Основе информационо комуникационих технологија (2017)* и *Основе информационо комуникационих технологија (2021)*, измењено и допуњено издање.

8.2. Прилози

Прилог 1

Изјава о ауторству

Име и презиме аутора Дамир Илић

Број индекса 5/2016

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

ИНТЕГРИСАНИ МОДЕЛ ЗА ПРИОРИТИЗАЦИЈУ СТРАТЕГИЈА ИМПЛЕМЕНТАЦИЈЕ СИСТЕМА БЕСПИЛОТНИХ

ВАЗДУХОПЛОВА У СВРХУ ТЕХНОЛОШКОГ РАЗВОЈА У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ

- резултат сопственог истраживачког рада;
- да дисертација у целини ни у деловима није била предложена за стицање друге дипломе према студијским програмима других високошколских установа;
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио/ла интелектуалну својину других лица.

Потпис аутора

У Бору, _____

**Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског
рада**

Име и презиме аутора Дамир Илић

Број индекса 5/2016

Студијски програм Инжењерски менаџмент

Наслов рада ИНТЕГРИСАНИ МОДЕЛ ЗА ПРИОРИТИЗАЦИЈУ СТРАТЕГИЈА ИМПЛЕМЕНТАЦИЈЕ СИСТЕМА БЕСПИЛОТНИХ

ВАЗДУХОПЛОВА У СВРХУ ТЕХНОЛОШКОГ РАЗВОЈА У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ

Ментор Проф. др Исидора Милошевић

Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла ради похрањивања у **Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског назива доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

Потпис аутора

У Бору, _____

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

ИНТЕГРИСАНИ МОДЕЛ ЗА ПРИОРИТИЗАЦИЈУ СТРАТЕГИЈА ИМПЛЕМЕНТАЦИЈЕ СИСТЕМА БЕСПИЛОТНИХ

ВАЗДУХОПЛОВА У СВРХУ ТЕХНОЛОШКОГ РАЗВОЈА У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду и доступну у отвореном приступу могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство (CC BY)
2. Ауторство – некомерцијално (CC BY-NC)
3. Ауторство – некомерцијално – без прерада (CC BY-NC-ND)
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима (CC BY-NC-SA)
5. Ауторство – без прерада (CC BY-ND)
6. Ауторство – делити под истим условима (CC BY-SA)

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци. Кратак опис лиценци је саставни део ове изјаве).

Потпис аутора

У Бору, _____

1. **Ауторство.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.

2. **Ауторство – некомерцијално.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.

3. **Ауторство – некомерцијално – без прерада.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.

4. **Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.

5. **Ауторство – без прерада.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.

6. **Ауторство – делити под истим условима.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.