

ТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ У БОРУ

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
Веће научних области техничких наука

(Број захтева)

(Датум)

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације

Молимо да, сходно члану 45. став 5. тачка 3. Статута Универзитета у Београду (“Гласник Универзитета” број 131/06), дате сагласност на предлог теме докторске дисертације:

РАЗВОЈ МОДЕЛА ЗА ОПТИМИЗАЦИЈУ ЕМИСИЈЕ ПОЛУТАНАТА НАСТАЛИХ У ПРОЦЕСУ САГОРЕВАЊА И ДЕТОНАЦИЈЕ УБОЈНИХ СРЕДСТАВА

НАУЧНА ОБЛАСТ: **Инжењерски менаџмент**

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног од родитеља и презиме кандидата: **Небојша (Добривоје) Вучићевић**
2. Назив и седиште факултета на коме је стекао високо образовање: **Војна академија Београд**
3. Година дипломирања: **2005.**
4. Назив магистарске тезе кандидата:
5. Назив факултета на коме је магистарска теза одбрањена:
6. Година одбране магистарске тезе:

Обавештавамо вас да је НАСТАВНО-НАУЧНО ВЕЋЕ ТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БОРУ на седници одржаној **27.10.2022.** размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Дејан Таникић

Прилог:

1. Предлог теме докторске дисертације са образложењем.
2. Акт надлежног тела факултета о подобности теме за израду докторске дисертације.

Универзитет у Београду
Технички факултет у Бору
Број: VI/4-1-13
Бор, 28. 10. 2022. године

На основу члана 49. Статута Техничког факултета у Бору, Наставно научно веће Факултета на седници одржаној 27. 10. 2022. године, донело је

О Д Л У К У

I Прихвата се предлог о испуњености услова и о научној заснованости теме докторске дисертације кандидата **Небојше Вучићевића**, дипл. инж. хем. технол. - мастер, студента докторских академских студија студијског програма Инжењерски менаџмент.

II Именованом се одобрава израда докторске дисертације под називом: **„РАЗВОЈ МОДЕЛА ЗА ОПТИМИЗАЦИЈУ ЕМИСИЈЕ ПОЛУТАНАТА НАСТАЛИХ У ПРОЦЕСУ САГОРЕВАЊА И ДЕТОНАЦИЈЕ УБОЈНИХ СРЕДСТАВА“**.

III За ментора се именује **др Милован Вуковић**, редовни професор, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору.

IV Одлуку доставити надлежном Већу научне области Универзитета у Београду, ради давања сагласности на одлуку о прихватању теме и одређивању ментора.

Доставити:

- ВНО Универзитет у Београду
- именованом
- студентској служби
- архиви

ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО-НАУЧНОГ ВЕЋА

декан

Проф. др Дејан Таникић

Универзитет у Београду

ТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ У БОРУ

Наставно-научном већу

Предмет: **Извештај комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације кандидата Небојше Вучићевића, дипломираног инжењера хемијске технологије**

Одлуком Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору, бр. VI/4-38-11, а на седници од 14. септембра 2022. године, именовани смо за чланове комисије за оцену научне заснованости пријављене теме докторске дисертације кандидата Небојше Вучићевића под називом: ***РАЗВОЈ МОДЕЛА ЗА ОПТИМИЗАЦИЈУ ЕМИСИЈЕ ПОЛУТАНАТА НАСТАЛИХ У ПРОЦЕСУ САГОРЕВАЊА И ДЕТОНАЦИЈЕ УБОЈНИХ СРЕДСТАВА***. Предложена тема спада у научно поље Техничко-технолошких наука и припада научној области Инжењерски менаџмент за коју је Технички факултет у Бору акредитовао студијске програме на сва три нивоа студија. На основу разматрања расположивог материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

1.1. Биографски подаци

Кандидат **Небојша Вучићевић** је рођен 13. маја 1981. у Београду. Основну школу „Коста Ђукић” у Младеновцу завршио је као одличан ученик, као и гимназију „Гимназија Младеновац“ у Младеновцу. Кандидат је завршио Војно-техничку академију, смер Хемијска технологија (2005). Стекао је звање дипломираног инжењера хемијске технологије одбраном дипломског рада под називом „Пренос детонације међу ускладиштеним убојним средствима“ под менторством проф. др Раденка Димитријевића.

Кандидат је током основних студија био је стипендиста Министарства одбране. Награђен је као један од најбољих студената генерације Војно-техничке академије у Србији.

По завршетку основних студија (у трајању од 10 семестара) кандидат је био ангажован као стручни члан комисија у анализи патената и експертизама утврђивања чињеница и околности настанка експлозије у урбаним срединама током ратних дешавања 90-тих година и акцидентата насталих током ремонта убојних средстава у Техничком ремонтном

заводу Крагујевац и производње у предузећу наменске индустрије „Милан Благојевић” у Лучанима.

Кандидат Небојша Вучићевић је уписао докторске академске студије на Техничком факултету у Бору на студијском програму Инжењерски менаџмент (2015).

На докторским студијама Техничког факултета у Бору, Универзитета у Београду, измирио је све испитне обавезе са просечном оценом (9,11). Кандидат Вучићевић је објавио научне и стручне радове у међународним и домаћим часописима, а учествовао је и на међународним конференцијама. Израдио је више од 100 елабората завршног испитивања наоружања и војне опреме као руководилац радног тима и преко 50 елабората завршног испитивања као стручни члан радног тима.

Радно искуство почео је да стиче као самостални истраживач у Техничком опитном центру у Београду, где се бави испитивањем наоружања и војне опреме за потребе Војске Србије и Министарства одбране, када се активно бавио питањем развоја и опремања Војске Србије. Своју каријеру наставља као виши и водећи истраживач, након чега га Технички опитни центар именује за начелника одељења и начелника Сектора за наоружање све до 2019. године.

Након Техничког опитног центра своју каријеру наставља као инспектор за заштиту од пожара и експлозије, пиротехничку безбедност и рад са убојним средствима у Инспекторату одбране Министарства одбране у Београду.

Члан је Института за стандардизацију Србије и Савеза инжењера наменске индустрије у Републици Србији.

Кандидат Небојша Вучићевић поседује сертификате о европској дозволи за рад са рачунарима по модулима (ECDL, European Computer Driving Licence) и о знању енглеског језика.

1.2. Стечено научно-истраживачко искуство

Кандидат Небојша Вучићевић је свој дипломски рад под називом „Пренос детонације међу ускладиштеним убојним средствима“ одбранио 2005. године у року Војно-техничкој академији у Београду на смеру Хемијска технологија.

У току докторских студија на студијском програму Инжењерски менаџмент кандидат Небојша Вучићевић је положио следеће испите:

1. Методологија научно-истраживачког рада	(10)
2. Управљање пословним процесима	(6)
3. Систем квалитета	(10)
4. Технологија и иновације	(9)
5. Квантитативне методе	(8)
6. Докторска дисертација – дефинисање теме	(9)
7. Докторска дисертација – Студијски истраживачки рад 1	(10)
8. Докторска дисертација – Студијски истраживачки рад 2	(10)
9. Докторска дисертација – Студијски истраживачки рад 3	(10)

Кандидат Н. Вучићевић је током досадашњег научно-истраживачког рада саопштавао резултате истраживања на научним конференцијама националног и међународног значаја, које су се бавиле актуелним проблемима из технологије производње и инжењерског менаџмента.

Кандидат се у склопу својих докторских истраживања бави питањима загађења животне средине, емисије полутаната у ваздуху, еколошког менаџмента; посебно проблемом емисије полутаната током процеса сагоревања и детонације убојних средстава.

Аутор је или коаутор неколико радова саопштених на националним и међународним конференцијама, као и једног рада који је прихваћен и објављен у часопису међународног значаја са импакт фактором - *Environmental Protection Engineering*.

1.2.1. Списак саопштених и објављених радова

Рад објављен у међународном часопису са SCI листе, у оквиру категорије M20:

N. Vučićević, M. Vuković, M. Papić, Open burning and open detonation of explosives: Prediction of pollutant emissions, *Environmental protection engineering*, 48(1): 23-34, 2022. DOI: 10.37190/epe220102 ISSN:0324/8828. IF (2020)=0,977 M23 Engineering, Environmental 52/54. M23

Радови саопштени на међународним научним конференцијама у оквиру категорије значаја, M30:

N. Vučićević, Investigation of detonation transfer by explosion of munition depots, New Trends in Research of Energetic Materials (NTREM), 14th Seminar, 9 Pardubice April 13-15, 2011, pages 997-1003. M33

N. Vučićević, G. Vučićević, Menadžment inovacijama kroz primenu teorije pouzdanosti u donošenju odluke, 21. Medjunarodna konferencija „Upravljanje kvalitetom i pouzdanoscu”, (2018) i 9. Medjunarodna konferencija „Life cycle Engineering and Management”, 28-29 Jun, „Istraživački centar”, Чачак, ICDQM (2018). M33

P. Stojisavljević, V. Stojisavljević, N. Vučićević, D. Stojanović, „Ispitivanje detekcije i identifikacije visokotoksičnih i industrijskih toksičnih materija u laboratorijskim uslovima”, 2. Simpozijum o posledicama bombardovanja osiromasenim uranijumom, maj, „Istraživački centar” Чачак, ICDQM (2018). M33

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Комисија констатује, на основу претходно изложених чињеница, да кандидат Небојша Вучићевић испуњава све формалне, законске и суштинске услове неопходне за рад на изради докторске дисертације, као и научно-стручну усмереност из области којој припада предложена тема (инжењерски менаџмент), те се оцењује подобним за радна предложеној

теми. Овај закључак Комисија изводи на основу чињенице да је кандидат 2005. године одбранио дипломски рад на студијском програму Хемијска технологија на Војно-техничкој академији у Београду, Универзитета одбране, те да је, потом, уписао докторске студије на Техничком факултету у Бору Универзитета у Београду на студијском програму Инжењерски менаџмент.

Напоследку, садржина саопштених и објављених радова сведочи о опредељености кандидата ка области инжењерског менаџмента у оквиру које је и тема пријављене докторске дисертације.

2. ПРЕДМЕТ И ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

2.1. Предмет истраживања

Квалитет живота на планети Земљи превасходно зависи од квалитета животне средине и начина на који се човек односи према њој. Стање животне средине изражава се различитим показатељима квалитет три неодвојиве целине, то јест ваздуха, воде и земљишта. Да би се остварио крајње жељени циљ очувања и побољшања квалитета животне средине потребно је активно учешће и глобални допринос на светском нивоу. У овој докторској дисертацији биће, путем нумеричке анализе параметара загађујућих супстанци у ваздуху, извршена оптимизација емисије полутаната насталих у процесу сагоревања и детонације убојних средстава (УБС). Процес оптимизације биће спроведен у три корака применом:

- нумеричке анализе параметара;
- предвиђања емисије и загађења ваздуха полутантима насталим у различитим фазама животног циклуса; те
- упоредне анализе резултата добијених применом софтверских пакета ALOHA и ADORA за предвиђање емисије полутаната и измерених параметара у лабораторијским и полигонским условима, ради утврђивања прецизности и тачности одређивања нивоа концентрације и зона дисперзије загађујућих полутаната.

Директивом Европске уније и Женевском конвенцијом испостављена је бројним емитерима обавеза предвиђања емисија полутаната за више година унапред. Тиме изналагање модела предвиђања емисије загађујућих супстанци постаје неопходност. Циљ предвиђања је континуирано или сегментно праћење параметара након извршавања различитих процеса током животног циклуса како би се предузеле адекватне мере за смањење или потпуно неутралисање негативног утицаја.

Загађење ваздуха настаје под утицајем емисије загађујућих супстанци из разних извора; почев од индустријских процеса, термоенергетских постројења, саобраћаја, пољопривредних активности, па до сагоревања фосилних горива у приватним домовима. Бројни полутанти доспевају у ваздух и услед емисије супстанци насталих у процесу сагоревања и детонације током производње убојних средстава у наменској индустрији, складиштима Војске Србије и полигонима наменске индустрије и Војске Србије. Емисијом полутаната у ваздух не настаје само загађење ваздуха већ се доприноси и климатским променама, односно глобалном загревању.

Предмет ове дисертације је отуда развој модела за оптимизацију емисије бројних полутаната који настају у процесу сагоревања и детонације УБС. Међу њима су: угљен диоксид, угљен моноксид, азотни оксиди, амонијак, сумпор диоксид, угљен-дисулфид жива, амонијак, хлороводонична киселина, хафнијум, формалдехид, ацетонитрил, ацеталдехид, бензен, етилбензен, ацеталдехид, ацетонитрил, ацетофенон, бензен, берилијум, хлорометан, етилбензен, етен, формалдехид, метилен хлорид, 2-метилнафтален, нафтален, нитроглицерин, тешки метали и диоксини.

Приликом развоја модела оптимизације узети су у обзир као улазне независне променљиве: нето количина експлозивне материје, температура, влажност, брзина ветра, агрегатно стање експлозивне материје или погонског горива и излазне зависне променљиве нелинеарно повезане емисије различитих полутаната, њихових концентрација, те зона дисперзије као резултат моделовања фактора емисије који утичу на предвиђање загађујућих материја.

Загађење ваздуха је највише изражен и доминантан у најразвијеним земљама, али сагледавањем параметара последњих година долази се до чињенице да је огроман раст загађења погодио и земље у развоју због нагомилавања убојних средстава која су претрпела удес, механичка оштећења, имала отказ функције на циљу или су убојна средства на крају животног циклуса.

2.2. Карактеристике убојних средстава и локације

Стање и микроклиматски услови су најважнији параметри у процени приоритетних УБС за уништење, узимајући у обзир вероватноћу нежељених ефеката приликом детонације. Као последица отказа функције на циљу, УБС могу бити у армираном или полуармираном положају, на површини земље, у земљи или води изложена атмосферским утицајима, представљају опасност јер су небезбедна за употребу, транспорт и манипулацију. Поред наведеног треба извршити анализу локације на којем се налази УБС:

- погонима за производњу и ремонт УБС,
- погонима за производњу експлозивних материја и пиротехничких смеша,
- полигони за уништавање УБС,
- полигони за испитивање УБС,
- стрелишта,
- полигони за обуку и
- локације загађене НУС после ратних дејстава или обуке.

2.3. Методе уништавања убојних средстава

Развијене земље света примењују најекономичније, софистициране и еколошки прихватљиве методе и технике демилитаризације, односно уништавања УБС. Слабије развијене и неразвијене државе, с друге стране, користе најједноставније технике, са неприхватљивом емисијом полутаната у животну средину. Методе уништавања могуће је сврстати у три основне групе:

- класичне методе;
- допунске методе и
- експерименталне методе.

Најједноставнија и економски најприхватљивија метода уништавања је спаљивање и детонација на отвореном простору, али због еколошки неприхватљивих емисија у неким земљама су забрањене (Mitchell et al., 1997).

Еколошки прихватљиве алтернативне методе уништавања представљају спаљивање и детонација у детонационој комори. Приликом доношења одлуке о избору методе уништавања морају се сагледати аспекти безбедности, логистичке подршке и економије. Сагледавају се у том смислу следећи критеријуми:

1. Технологија мора да обезбеди потпуну уништење муниције, експлозивних материја и пиротехничких компоненти,
2. Емисија продуката не сме имати неприхватљиве последице на животну средину и мора обезбедити безбедност за људе и околину уз обавезну мерење стања емисије,
3. Технологија мора бити економски оправдана са минималном потрошњом енергије и минималним отпадом,
4. Комбинацијом технологија мора се обезбедити уништење више врста УБС и
5. У случајевима када је небезбедна било каква манипулација и транспорт УБС, потребно је уништавање извршити безбедно на лицу места.

Применом савремених технологија и конструкционих једињења може се обезбедити безбедно, економично, једноставно и еколошки прихватљиво уништавање.

2.4. Анализа утицаја на животну средину

Применом методе уништавања спаљивањем и детонацијом на отвореном простору, могу се јавити последице по животну средину због ослобађања тешких метала као што су: олово, антимон и баријум, затим токсичних гасова у продуктима сагоревања, односно детонације и то: HCl , CO , NO , NO_2 и HCN , који загађују животну средину. Количина емисије продуката сагоревања и детонације варира у распону од 30 до 45 mol/kg. Упоредивањем савремених метода са методом сагоревања и детонације на отвореном,

утврђено је да емисија токсичних азотних оксида и угљен монооксида већа и до десет пута (*Handbook on the Management of Munitions Response Actions*, 2005).

Сагледавајући све факторе утицаја не може се извести закључак да људство које живи близу места уништавања изложено повећаном ризику оболења од канцерогених болести и тровање тешким металима. На ризик по здравље и животну средину додатно утичу и састојци експлозивних материја и хемијски компоненти, укључујући олово, живу и остале примесе које настају приликом уништавања.

Мерење загађења ваздуха при различитим методама уништавања, приказани су у Табели 1. Вредности приказане у Табели 1 указују на то да ниједна метода не испуњава прописане стандарде Европске уније за заштиту животне средине, пре свега због емисије азотних гасова. Додавањем одређених примеса током процеса уништавања, као што је на пример уреа, могу се испунити услови стандарда.

Табела 1. Просечне количине продуката при уништавању експлозивних материја по килограму експлозивне материје, [g/kg] (Mader, 1998)

Продукти	Сагоревањ е на отвореном	Детонациј а на отвореном	Затворена детонациј а	Затворено спаљивање TNT	Затворено спаљивање TNT + уреа
CO	2,46	34,04	0	1,26	2,30
NO _x	5,41	10,82	7,912	69,03	3,50
Ситне честице	56	26	1,3	0,208	0,056
Угљоводониц и	0,03	0,18		$0,1 \cdot 10^{-3}$	$0,06 \cdot 10^{-3}$
SO ₂	- ^б			$0,11 \cdot 10^{-3}$	$0,07 \cdot 10^{-3}$
Hg				$0,06 \cdot 10^{-3}$	$0,05 \cdot 10^{-3}$
NH ₃				$18,1 \cdot 10^{-3}$	5,135
HCl	- ^б			$3,9 \cdot 10^{-3}$	$4,8 \cdot 10^{-3}$
HF				$0,3 \cdot 10^{-3}$	$0,3 \cdot 10^{-3}$
Тешки метали	- ^б			$0,2 \cdot 10^{-3}$	$0,1 \cdot 10^{-3}$
Диоксини				$0,5 \cdot 10^{-3}$	$0,4 \cdot 10^{-3}$

2.5. Верзије модела оптимизације

Коришћење модела је разнолико, зато што неки истраживачи не мере пораст и узгон облака, други мере хемијски састава док трећи токсичну дисперзију. На основу претходно наведеног, направљене су различите верзије. Хемијске реакције у облацима које су настале под утицајем пожара, или експлозије, одвијају се на сличан начин. Предмет анализе су само хемијске детонације пуњења приближно до 1000 kg експлозивне материје, у САД на

полигону Dugway Proving Grounds или DPG, тестови по 10 kg експлозивне материје у Невади (Watkins et al., 2000).

Узимајући у обзир количине експлозивних материја детонираних у једном тренутку, параметре околине, влажност, те надморску висину, могу се одредити динамика, састав облака и приноси производа реакције. Резултати мерења, доступни на основу анализе литературних података, приказани су у Табели 2. Проценат предвиђања је одличан јер је 26 од 28 предвиђања дало одличне параметре. У Табели 2 су такође приказана и поређења са осталим прихватљивим моделима и дата упоредна одступања као што је модел ALOHA. За разлику од модела ADORA, модел ALOHA користи полуемпиријске формуле пораста облака и константан проток количине продуката емисије. Поједностављење модела доводи до извесних недостатака као што су:

- Уколико се сложена реакција са компонентама и фазама поједностави у неколико корака није познат обим реакције и врсте које су токсичне;
- Предвиђање производа реакције, не узимајући у обзир брзину увлачења спољњег ваздуха и температуру облака;
- Занемарује се динамика узгонског облака већ се прихвата теорија тренутног ослобађања топлоте; те
- Кључни рецептор може бити близу места ослобађања да облак пролази поред пре завршетка реакције и занемаривање токсичних материја кретањем облака.

Табела 2. Поређење параметара модела ADORA и ALOHA на полигонима Америчке војске *Dugway Proving Grounds* (Johnson, 1992)

Експлозив	Извор података	CO ₂	CO	NO	NO ₂	CH ₄	TNMH	C ₆ H ₆
RDX	Мерење на терену	570	31	0,9	0,6	1,2	1,3	0,069
	ADORA	590	13	0,91	0,7	1,7	2,2	0,076
	ALOHA	E/A=1,5	520	46	0	0	0,01	0
		E/A=1,0	590	3,2	0	0	0	0
TNT	Мерење на терену	1280	49	1,4	1,4	1,5	2,1	0,1
	ADORA	1260	58	2	1,2	1	0,85	0,14
	ALOHA	E/A=0,43	920	280	0	0	0,19	0
		E/A=0,25	1360	0	0,03	0	0	0
Композиција В	Мерење на терену	870	31	0,8	1	0,6	1,2	0,062
	ADORA	980	48	1,7	1	1,7	2,3	0,18
	ALOHA	E/A=0,67	750	97	0	0	0	0
		E/A=0,43	900	0	0,01	0	0	0
Експлозив Д	Мерење на терену	990	53	0,9	1,1	2,4	2	0,11
	ADORA	840	140	0,9	0,8	2	2,1	0,13

2.6. Методологија

За предвиђање емисије загађујућих материја у ваздуху у овој дисертацији биће увршћен и модел за емисију возила у функцији моделирања саобраћајних токова у уличној мрежи. У овој докторској дисертацији се приступ моделовању предвиђања емисије полутаната темељи на примени вишекритеријумске анализе, где ће бити узети у обзир различити, већ моменутни фактори, оји утичу на динамику емисије загађујућих супстанци из УБС. У овом истраживању биће праћене концентрације бројних загађујућих супстанци међу којима су: угљен моноксид, угљен диоксид, метан, бензен, неметанска испарљива органска једињења, азотни оксиди и гасови стаклене баште.

Основни циљ ове дисертације је израда модела за предвиђање емисије загађујућих супстанци ради одрживог управљања УБС у различитим фазама њиховог животног циклуса; посебно када се ради о њиховом уништавању сагоревањем и детонацијом. Систематичност рада се огледа у сагледавању тренутних емисија и предвиђању емисија загађености у наредном периоду на микро нивоу, односно полигонима одабраним за уништавање УБС. У раду ће бити детаљно објашњен принцип моделовања, предвиђање и симулација модела у реалним условима.

Применом вишекритеријумске анализе у сврху сагледавања различитих критеријума – *Multi Criteria Decision Making* (MCDM) – развијене су бројне методе. У предметној дисертацији биће коришћене нумеричке анализе за оптимизацију резултата добијених симулацијом реалне ситуације према задатим хипотезама у софтверским пакетима ADORA и ALOHA и реално измерених резултата у лабораторијама и полигонима за уништавање убојних средстава.

Вишекритеријумском анализом биће обухваћени кључни параметри емисије у ваздуху под истим условима испитивања, добијених наведеним методама. На основу тога биће изведен закључак о прецизности и тачности добијених резултата, поређењем реално измерених параметара у планираним (контролисаним) условима активирања и уништавања.

Поред оптимизације фактора емисије који утичу на предвиђање емисије услед сагоревања и детонације убојних средстава биће обављено и анкетирање припадника предузећа наменске индустрије за производњу убојних средстава на задату тему са стручног аспекта и аспекта спровођења мера за смањење утицаја или неутрализације ефеката у реалним ситуацијама. Анкетирањем ће бити, водећи рачуна о заступљености запослених према степену степену стручне, више од 30% запослених лица.

Доношењем међународних обавезујућих прописа о обавезним активностима држава потписница и мреже станица за мерење параметара емисије загађујућих супстанци, које утичу на глобално загревање, здравље људи, начин живота и одрживост животне средине, направљени су потребни кораци који доводе до решења, односно до начина за превазилажење проблема загађења ваздуха и животне средине. Тема докторске дисертације ће бити дефинисана под називом:

Да би се могли реализовати остали глобални и интересни циљеви, мора се пре свега решити круцијални проблем опстанка човечанства и живота на земљи, а то је проблем загађења ваздуха, односно животне средине. Проблем ће увек егзистирати, али ће се моћи контролисати и држати у границама дозвољеног уколико се поштују све мере за смањење, односно елиминисање претходно направљених погрешних поступака. Смањење емисије

подразумева корекцију начина рада и живота, односно уопште свести човека на ниво који обезбеђује одрживи развој.

Природа је створила и подарила човеку много ресурса који су му били на располагању вековима и деценијама у новијој историји. Неки ресурси су обновљиви, неки нису. Али неусклађеност потреба са модерним животом, технологијама, стварањем вештачких ресурса који су контрапродуктивни очувању природних ресурса, доприносе еколошкој кризи.

Индустрија мора бити конципирана на тај начин да сваки нови производ, роба или услуга буде конструисана и произведена на еколошки прихватљив начин, узимајући у обзир да и рециклажа мора бити еколошки прихватљива и финансиски прихватљива уз минимално трошење ресурса. Политика привреде у Републици Србији мора да тежи ка што чистијој технологији, односно технологији која је прихватљива са аспекта заштите животне средине или у супротном ћемо добити контрапродуктиван рад индустријског развоја и заштите животне средине. То се односи и на дневне активности и специфичне активности Војске Србије. У оквиру ове докторске дисертације је тежиште на анализи војног сектора као емитера полутаната насталих у активностима са запаљивим и експлозивним аматеријама.

Да би се остварио крајњи циљ (смањење нивоа загађења ваздуха или где је то могуће и елиминисање) неопходно је подизање еколошке свест људи на потребан ниво. То се може постићи организацијом едукативне наставе, преко средстава јавног информисања, регионалних менаџера животне средине или инспектора за заштиту животне средине.

2.7. Циљеви истраживања

Циљ ове докторске дисертације је сагледавање негативног утицаја продуката насталих услед експлозије или детонације експлозивних материја или убојних средстава, током животног циклуса. Метода уништавања на отвореном простору процесом сагоревања или детонације убојних средстава не подразумева само контролисано активирање на полигонима за уништавање убојних средстава и експлозивних материја, већ и акциденте који настају из разноразних разлога у фабричким постројењима и складишним просторима. Највећи обим и ефекат негативног утицаја настаје услед акцидената у фабричким постројењима, складиштима муниције и полигонима за уништавање убојних средстава, јер су присутне максимално дозвољене нето количине експлозива, што је и предуслов за испитивање екстремних околности у студији случаја.

Негативне последице биће сагледане преко утицаја на животну средину, без ефеката разорне моћи ударног таласа. Предмет докторске дисертације је студија случаја акцидента у фабричким постројењима предузећа Компанија „Слобода” а.д. Чачак и складишту убојних средстава „Луњевица” код Горњег Милановца са максимално дозвољеним нето количина експлозива, путем нумеричке анализе у софтверском пакету ALOHA. Нумеричком анализом биће направљен прорачун домета и негативних ефеката продуката

услед сагоревања и детонације са приказом руже ефеката и зона утицаја и концентрацијама продуката у односу на епицентар експлозије.

Поред наведених студија случаја, путем нумеричке анализе и максимално дозвољених нето количина експлозива по објектима, постројењима технолошким линијама и операцијама, биће урађен прорачун и приказ ефеката у случају акцидента услед поремећаја регулаторног тока технолошког процеса. Ефекти би требало да прикажу зоне утицаја високе концентрације, средње и мале концентрације продуката, домет распрострања продуката концентрације и јачину ударног таласа, односно надпритиска.

Утицај интензитета ударног таласа биће анализиран са аспекта могућности разарања баријере између погона и технолошких целина, ради утврђивања могућности преноса и прихватања детонације са једне на другу технолошку операцију.

Утврђивање концентрације продуката, негативни ефекти и домет распрострања облака након сагоревања и детонације се може вршити применом различитих софтвера ради обраде података. У овом раду спровешће се и упоредна анализа постојећих софтверских пакета попут софтверског пакета ALOHA и ADORA, како би се утврдила прецизност, тачност, поузданост и могућност предвиђања и моделовања симулирањем реалних услова. Моделовање штетних утицаја експлозивних материја и убојних средстава при сагоревању и детонацији на отвореном простору биће усмерено на анализу студија случаја ефеката емисије продуката у ваздуху.

2.8. Преглед владајућих ставова и схватања у литератури у подручју истраживања са наводом литературе која је консултована

Истраживања у области емисије полутаната приликом процеса сагоревања и детонације убојних средстава, која укључују и штетне последице по животну средину имају значајну улогу у процени ефеката, смањења или неутралисања емисије убојних средстава током животног циклуса. Бројна истраживања у разним земљама света анализирају различите чиниоце прихватања методе за уништавање убојних средстава и моделовање емисије. Нека од њих, која су подстакла ово истраживање, наведена су у наставку овог извештаја:

[1] Abdul-Karim, N., Blackman, C.S., Gill P. P., Karu, K., 2016. The spatial distribution patterns of condensed phase post-blast explosive residues formed during detonation, J. Hazard. Materials 316, pp. 204–213. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2016.04.081.

[2] Aloha 2013 (Areal Locations of Hazardous Atmospheres), 5.4.4, Technical Dokumentation.

[3] Ahrens C.D., 2003. Meteorology Today: An Introduction to Weather, Climate and the Environment, 7th ed. Brooks/Cole/Thomson Learning Inc., Pacific Grove, California.

[4] Akhavan, J., 2006. The Chemistry of Explosives, 2nd Edition, The Royal Society of Chemistry, Cambridge CB40WF, UK.

[5] Anđelković-Lukić, M., 2009. Sinteza i fizičko-hemijske karakteristike eksploziva HNIW (CL-20), Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier, Vol. 57, No. 2, pp. 86–94, Ministarstvo odbrane Republike Srbije, Beograd.

[6] Appel, K. et al. 2000. Sandia National Laboratories (SNL).

- [7] Artiola, J.F., Brusseau, M.L., and Pepper I.L., 2004. Environmental Monitoring and Characterization. Academic Press, San Diego.
- [8] Aurell, J., Gullett, B. K., Pressley C., Tabor, D.G., Gribble, R. D., 2011. Aerostat-lofted instrument and sampling method for determination of emissions from open area sources, *Chemosphere*, 85, pp. 806–811. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2011.06.075.
- [9] Aurell, J., Gullett, B. K., Tabor, D., Williams, R. K., Mitchell, W., Kemme, M. R., 2014. Aerostat-based sampling of emissions from open burning and open detonation of military ordnance, *Journal of Hazardous Materials*, October.
- [10] Aurell, J., Gullett, B. K., Tabor, D., Williams, R. K., Mitchell W., Kemme M. R., 2015. Aerostat-based sampling of emissions from open burning and open detonation of military ordnance, *Journal Hazard Materials*, 284, 108–120. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2014.10.029.
- [11] Bajcetic, R., Srdjevic, B., 2007. Visekriterijumska analiza varijanti rekonstrukcije regionalnog vodozahvatnog sistema metodom Promethee, *Vodoprivreda* 0350-0519, pp. 149-162.
- [12] Barry, R., Chorley, R., 2003. *Atmosphere, Weather and Climate*, New York, Routledge.
- [13] Baum, H.R., McGratten, K.B., and Rehm, R.G., 1996. Numerical simulation of smoke plumes from large oil fires, *Atmospheric Environment*, 30 (24): pp. 4125-4136,
- [14] Beckstead, M.W., Puduppakkam, K., Thakre, P., Yang, V., 2007. Modeling of Combustion and Ignition of Solid-Propellants Ingredients, *Progress in Energy and Combustion Science* 33, pp. 497-551,
- [15] Bencetić-Klaić, Z., 2003. *Prodor stratosferskog ozona u donje slojeve atmosfere*. Zagreb: Prirodno-matematički fakultet, Geofizički odsjek.
- [16] Benini, L. et al., 2015. Rumunska Kompanija U.M.SADU.
- [17] Blomqvist, P., Emissions from Fires: Consequences for Human Safety and the Environment, PhD Thesis, Department of Fire Safety Engineering, Lund Institute of Technology, Lund University, Lund 2005. FIRE SAFETY SCIENCE-PROCEEDINGS OF THE ELEVENTH INTERNATIONAL SYMPOSIUM pp. 1457-1468 COPYRIGHT © 2014 INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR FIRE SAFETY SCIENCE/ DOI: 10.3801/IAFSS.FSS. 11-1457, 1467.
- [18] Brasseur, G., Solomon, S., 2005. *Aeronomy of the Middle Atmosphere*, NewYork: Springer.
- [19] Bulajić, S., Lalić, B., 2018. Vodič kroz metrologiju i fiziku atmosfere za srednjoškolce i bruoše, *Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu*.
- [20] Cai, W., Thakre, P., Yang, V., (2008.), A Model of AP/HTPB Composite Propellant Combustion in Rocket-Motor Environments, *Combust. Sci and Tech.*, 180: pp. 2143-2169.
- [21] Chao, Y., Lui, W., Chen, Y., Chen, W., Zhao, L., Ding, Q., 2016. Structure, variation and co-occur-rence of soil microbial communities in abandoned sites of a rare earth elements mine, *Environ SciTecnol.* 50 pp. 11481 – 11490.
- [22] Chen, W., Chao, C., Nee, J., 2011. Rayleigh lidar temperature measurements in the upper troposphere and lower stratosphere, *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, Vol. 66, Issue 1, pp 39-49.
- [23] Conkling, J.A., Mocella Ch.J., 2010. *Chemistry of Pyrotechnics, Basic Principles and Theory*, 2nd Edition, CRC Pres, Taylor & Francis Group.
- [24] Cooper, P.W., 1996. *Explosives Engineering*, Wiley-VCH.
- [25] Čenas, N., Nemeivaite-Čenienė, A., Marozienė, A., Šarlavskas, J., Vilutiene, V., Baublys, J., 2007. Explosives Toxic Enviromental pollutants: The level of contamination, toxicity, and its mechanisms.

- [26] Duijm, J. N., Markert F., 2002. Assessment of technologies for disposing explosive waste, *Journal of Hazardous Materials*, Vol. 90, pp. 137–153..
- [27] Dukić, D., 1981. Univerzitet u Beogradu, Geografski fakultet, Beograd.
- [28] Djebbri N., Rouainia, M., 2018. Prediction of industrial pollution by radial basis function networks, *Environ. Prot. Eng.*, 44 (3) 153-164. DOI: 10.31190/epe 180311.
- [29] Djurica, A., 1983. *Pirotehnička i inicijalna sredstva*, Vojnoizdavački Zavod, Beograd.
- [30] Federff, B..T. and Sheffield, O.E., 1960. *Encyclopedia of Explosives and Related Items*, Vol 1-10, Picatinny Arsenal, Dover.
- [31] Fereira, C., Ribeiro, J., Clift, R., Freire, F., 2015. A Circular Economy Approach to Military Munitions: Valorization of Energetic material from Ammunition Disposal through Incorporation in Civil Explosives.
- [32] Fickett, W., 2020. *Introduction to Detonation Theory*, University of California Press, Ca.
- [33] Fingas, M.F., 1995. The Newfoundland Offshore Burn Experiment- NOBE, *Proceedings of the 1995 International Oil Spill Conference*, pp. 123-132, Publication 4620, American Petroleum Institute.
- [34] Fordham, S., 1980. *High Explosives and Propellants*, Second Edition, Formerly Nobel's Explosives Co. Ltd, Pergamon Press, Oxford.
- [35] Gerber, P. E., 2015. The Stratosphere and its Coupling to the Troposphere and Beyond. *Encyclopedia of Applied and Computational Mathematics*, Springer, in review.
- [36] Glavatović, B., 2005. *Osnovi Geonauke*.
- [37] GLOBE, 2003. *Meteorološka mjerenja, II dio. The Global Learning and Observations to Benefit the Environment*.
- [38] *Handbook on the Management of Munitions Response Actions*, United States Environmental Protection Agency, Washington, 2005.
- [39] Hooda., P.S., 2010. *Introduction, Trace Elements in Soil*, John Wiley & Sons, Ltd, pp. 1-8.
- [40] Huijbregts, M. M. C. et al., 2010. EST44 SI.
- [41] Hyronimus, F., 1971. *AMC Pamphlet: Engineering design handbook – Explosives series properties of explosives of military interest*, Headquarters, United States army materiel command, Washington. D. C.
- [42] Ineichen, H., Berger, B., 2004. *Pyrotechnics in Fireworks*, Schweizerische Chemische Gesellschaft, *Chimia* 58, 369-373.
- [43] Jacobson, M., 2005. *Fundamentals of Atmospheric Modelling*, Cambridge University Press.
- [44] Johnson, M., 1992. *Development of Methodology and Technology for Identifying and Quantifying Emission Products from Open Burning and Open Detonation Thermal Treatment Methods*, Volume 2, Part A, Report No. ADA250736, Headquarters U.S. Army Armament, Munitions and Chemical Command.
- [45] Johnson, M., 1992. *U.S. development of methodology and technology for identifying and quantifying emission products from open burning and open detonation thermal treatment methods*. Field Test Series A, B, and C, Vol. 1, Test Summary. Final Report AD-A250735, Rock Island, IL, Maintenance Management Division, Demilitarization and Technology Branch.
- [46] Kabata-Pendias, A., Mukherjee, A.B., 2007. *Trace Elements from Soil to Human*, Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.
- [47] Karim, N., Blackman, Ch. S., Gill, Ph. P., Karu, K., 2016. The spatial distribution patterns of condensed phase post-blast explosive residues formed during detonation, *Journal of Hazardus Materials*, 316, pp. 204-213.

- [48] Kim, E.Y., Kim, Y.K., 2004. Predicting Online Purchase Intentions for Clothing Products. *European Journal of Marketing*, 38, 883-897.
- [49] Kinney, F. G., Graham, K. J., 1985. Explosives Shocks in Air.
- [50] Klaine, S.J., Alvarez, P.J.J., Batley, G.E., Fernandes, T.F., Handy, R.D., Lyon, D.Y., et al., 2008. Nanomaterials in the environment: behavior, fate, bioavailability, and effects, *Environ. Toxicol. Chem.* 271825-1851.

2.9. Директиве, Правилници и Уредбе Републике Србије које се тичу проблематике експлозивних материја:

- Закон о експлозивним материјама, запаљивим течностима и гасовима („Сл. гласник СРС”, бр. 44/77, 45/85 и 18/89 и „Сл. гласник РС”, бр. 53/93, 67/93 и 48/94 и „Сл. лист СФРЈ”, бр. 30/91);
- Правилник о заштити на раду при изради експлозива и барута и манипулисању експлозивима и барутима („Сл. лист СФРЈ”, бр. 55/69);
- Закон о промету експлозивних материја („Сл. лист СФРЈ”, бр. 30/85, 6/89 и 53/91 и „Сл. лист СРЈ”, бр. 24/94, 28/96 и 68/02 и „Сл. лист РС”, бр. 101/05-др. закон) и
- Закон о транспорту опасне робе („Сл. гласник РС”, бр. 104/16, 83/18, 95/18-др. закон и 10/19-др. закон).

Прописи и регулативе из области технологије производње, манипулације, транспорта, складиштења и уништавања убојних средстава и експлозивних материја:

- прописи Министарства одбране и Војске Србије, су следећи:
 - ✓ Упутство за рад складишта убојних средстава, ТУ-V, 5105 из 2002. године;
 - ✓ Делаборација муниције, Техничка управа за народну одбрану, И бр. 1833-1 од 23.09.1976. године;
 - ✓ Упутство за уништавање експлозивних материја и убојних средстава, интерни пропис Министарства одбране и Војске Србије;
 - ✓ Упутство за проналажење неексплодираних убојних средстава, инерни пропис, Министарства одбране и Војске Србије;
 - ✓ Прописи о квалитету производа за експлозивне материје и убојна средства и
 - ✓ Стандарди одбране Републике Србије за експлозивне материје и убојна средства.
- регулатива коју је израдило предузеће „Слобода” а.д. Чачак, је следећа:
 - ✓ Елаборати о технолошком поступку при истраживању и развоју експлозивних материја и убојних средстава, интерни поступак са заштитом интелектуалне својине и технологије производње;
 - ✓ Процедуре и технолошки поступци при производњи експлозивних материја и убојних средстава, интерне процедуре и прописи са заштитом интелектуалне својима;
 - ✓ Процедуре и технолошки поступци при лабораторији експлозивних материја и убојних средстава, интерне процедуре и прописи са заштитом интелектуалне својима;

- ✓ Процедуре и технолошки поступци при испитивању експлозивних материја и убојних средстава, интерне процедуре и прописи са заштитом интелектуалне својима;
- ✓ Процедуре и технолошки поступци при делаборацији експлозивних материја и убојних средстава, интерне процедуре и прописи са заштитом интелектуалне својима и
- ✓ Процедуре и технолошки поступци при уништавању експлозивних материја и убојних средстава. интерне процедуре и прописи са заштитом интелектуалне својима.

2.10. Најзначајнија научна литература коришћена за дефинисање теме докторске дисертације

Посебна пажња је посвећена анализи метода које се користе у моделовању емисије полутаната приликом сагоревања и детонације убојних средстава и примене софтверске нумеричке анализе за утврђивање нивоа тачности резултата поређењем различитих метода са мерењима у реалним условима. С обзиром на то да се у изради дисертације планира рангирање рангирање новоа тачности методе и концентрације полутаната по зонама емисије, обављена је упоредна анализа параметара у истим условима мерења.

- [1] Kovačević, V., Mladenović-Kljajić, B., 2004. Geografija, Udžbenik za prvi razred Gimnazije.
- [2] Kubota, N., 2007. Propellants and Explosives, Second Completely Revised and Extended Edition, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim,
- [3] Lalić, B., Ejscinger, J., Dalamatra, A., Orlandini, S., Firanj-Sremac, A., Paher, B., 2021. Метеорологија и климатологија за агрономе, Poljoprivredni fakultet Novi Sad, Univerzitet Novi Sad, pp 75.
- [4] Laursen, K.K., 1992. Emission factors for particles, elemental carbon, and trace gases from the Kuwaiti oil fires, Journal of Geophysical research, Vol. 97, No. D13, pp. 14, 497.
- [5] Mackay, T. et al., 2006. Physical-Chemical properties and Environmental Fate for Organic Chemicals.
- [6] Mader, C. L., 1998. Numerical modeling of Explosives and Propellants, CRC Press, New York.
- [7] Mader L.Ch., 2008. Numerical modeling explosives and propellants.
- [8] Maier R.M., Pepper I.L., and Gerba C.P. 2000. A Textbook of Environmental Microbiology. Academic Press, San Diego, California.
- [9] Maksimovic, P.V., 1985. Eksplozivne materije, Vojnoizdavački zavod Beograd.
- [10] Marinković J., 1959. Baruti i eksplozivi, Vojno delo, Beograd.
- [11] McGratten, K.B., Putori, A.D., Twilley, W.H., and Evans, D.D., 1993. Smoke Plume Trajectory of In Situ Burning of Crude Oil in Alaska, Technical Report NISTIP 5273, NIST, Gaithersburg, Maryland.
- [12] McNesby, R. et al., 2010. No. 3:2008cv00449-Document 151, N.D.Fla.
- [13] Meyer R., Köher J., Homburg A., 2007. Explosives, Sixth, Completely Revised Edition”, Wiley-VCH Verlag GmbH, Weinheim, ISBN 978-3-527-31656-4.
- [14] Mendis, P., Ngo, T., 2003. Vulnerability assessment of concrete tall buildings subjected to extreme loading conditions.
- [15] Mihailović D., 2017. Meteorologija za studente poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu.

- [16] Mijanović, M., Primjena Xi – kvadrat testa u socioloskim istrazivanjima, (Nikšić: Filozofski fakultet Nikšić, Luča X/1, 1993., pp. 185-189.
- [17] Mitchell W. J., Suggs J. C., 1998., Emission factors for the disposal of energetic materials by open burning and open detonation (OB/OD), U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, EPA/600/R-98/103 (NTIS PB99-102105).
- [18] Mitchell, J.W. et al., 1997. Improving the Enviromental safety of munitions disposal by OB and OD, Proceedings of the Fifth Global Demilitarization Symposium and Exhibition, Reno, NV, May.
- [19] Mitchell, W.J., Suggs, J. C., 1998. Emission factors for the disposal of energetic materials by open burning and open detonation (OB/OD), EPA Raport-EPA/600/R-98/103.
- [20] Mohan, R., Walton, H. A., Thomson, D., Webster, H., Wilkinson, P., Grundy, C., Murray, V., Leonardi, G., 2012. The Buncefield Oil Depot Fire of 2005: Potential Air-Pollution Health Impacts Under Alternative Meteorological Scenarios, PLoS currents 4.
- [21] Moussa, N.A., Deverakonda, V.V., 2014. Prediction of toxic emissions from chemical fire and explosion, Fire safety science-proceedings of the eleventh -international symposium pp. 1457-1468.
- [22] Moussa, N.A., Deverakonda, V.V., 2014. Predistion of toxic emissions from chemical fire and explosion. Fire safety science, Proc. 11th International Symposium, 1457-1468. DOI: 10.3801/IAFSS.
- [23] Moussa, N. A., Masonjones, M.C. and Zhang, X.J., 1998. Accurate Prediction of Emission Factors by ADORA, Presented at the 1998. Global Demilitarization Symposium and Exhibition in Coeur D’Alene, Idaho, May 11-14.
- [24] Moussa N. A., Zhang X.J., Groszmann D.E., Beach A.B., Noland R.B., 1995. Reacting Puff Rise, Safety and Environmental Protection Subcommittee Joint Meeting, Tampa, Florida.
- [25] Muthurajan, H., Ghee. H., 2008. Software development for the detonation product analysis of high energetic materials – Part I, Central european journal of energetic materials, 5 (3-4), 19-35, ISSN 1733-7178.
- [26] National Academies of Sciences, Engeneeeering and Medicine, 2019. Alternatives for the Demilitarization of Conventional Munitions, The National Academies Press, Eashington DOI: 10.17226/25140.
- [27] Orbović, N., 2020. Uvod u eksplozivne materije, KIZ „Centar”, Beograd.
- [28] Pacyna, J., 2011. Environmental emissions of selected persistent organic pollutants, in: Quante, M., Ebinghaus, R., Flöser, G., (Eds.), Persistent Pollution –Past, Present and Future: School of Environmental Research –Organized by Helmholtz-Zentrum Geesthacht, Springer Berlin Heidelberg, Berlin Heidelberg, pp. 49-56.
- [29] Pepper I.L., Gerba C.P., and Brusseau M.L., 1996. Pollution Science. Academic Press, San Diego, California.
- [30] Petersen, K. E., and Markert, F., 1991. Assessment of fires in chemical warehouses. An overview of the TOXFIRE project, Risø National Laboratory, Roskilde, Denmark Risø-R-932(EN).
- [31] Póstaí, M., Buseck, P. 2010. Nature and Climate Effects of Individual Tropospheric Aerosol Particles, Annual Review of Earth and Planetary Sciences, Vol. 38, pp 17-43.
- [32] Rajković, B., Mesinger, F., Mikrometeorologija, 2002. Univerzitet u Beogradu.
- [33] Rosenbaum, S. et al. 2008. USEtox – The UNEP-SETAC toxicity model: recommended characterization factors for human toxicity and freshwater ecotoxicity in Life Cycle Impact Assesment.

- [34] Rotariu, I. L. et al., 2015. Rumunska Kompanija U.M.SADU.
- [35] SALW ammunition destruction-environmental releases from open burning (OB) and open detonation (OD) events, SEESAC, Belgrade 2004.
- [36] Schlatter, W. T., 2009. Atmospheric Composition and Vertical Structure. Boulder, CO: National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA).
- [37] Sektor za Kopnenu vojsku, Uprava atomsko biološko hemijske odbrane, I br. 18-8 od 14.04.2004. godine.
- [38] Smith, S. et al., 2004. Unit Root Test Results.
- [39] Stalveski, M., 2004. Zemlja, URL: <http://static.astronomija.co.rs>.
- [40] Stojanović, V., Pavić, D., Pantelić M., 2014. Geografija životne sredine, Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno matematički fakultet, Novi Sad.
- [41] Sutton, G., Biblarz, O., 2001. Rocket Propulsion Elements, Seventh Edition, John Wiley & Sons, Inc..
- [42] Teipel, U., 2005. Energetic Materials, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim.
- [43] Thomaidi, V.S., Stasinakis, A.S., Borova, V.L., Thomaidis, N.S., 2016. Assessing the risk associated with the presence of emerging organic contaminants in sludge-amended soil: a country-level analysis, *Sci. Total Environ.* pp. 280-288, pp. 548-549.
- [44] Tsuji, Sh. et al., 2008. High resolution record of Quaternary explosive volcanism recorded in fluvio-lacustrine sediments of the Uwa basin, southwest Japan.
- [45] University Cooperation for Atmospheric Research, Office for Interdisciplinary Studies, Boulder Colorado. EPA, 2005.
- [46] Uputstvo za skladištenje, 2002. UbS, TU-V, 5105, Beograd.
- [47] US EPA, Air Emission Measurement Center (EMC), Method 3A. Determination of oxygen and carbon dioxide concentrations in emissions from stationary sources (instrumental analyzer procedure), 2017.
- [48] Via, S. M., Zinnert, J. C., 2016. Impacts of explosive compounds on vegetation: A need for community scale investigations.
- [49] Walton, W.D., 1994 „Smoke measurements using a helicopter transported sampling package,” *Proceedings of the 17th Arctic and Marine Oil Spill Program (AMOP) Technical Seminar*, pp. 735-764. Environment Canada, Emergencies Science Division, Ottawa, Ontario, Canada.
- [50] Watkins, B. E. et al., 2000., „Phase III Demonstrations Detonations of Conventional Weapons: 155 mm High Explosive M107 Projectiles”, Prepared for the Defense Ammunition Center under the DoD/DoE Joint Demilitarization Technology Program.
- [51] Watts, R.J., Hazardous Wastes, sources, pathways, receptors, Wiley, New York 1998. DOI: 10.1002/ep.670200405.
- [52] WHO (World Health Organization), 2003. Health Risks of Persistent Organic Pollutants from Long-Range Transboundary Air Pollution. No. E78963.
- [53] Wingborg, N., 2004. Improving the Mechanical Properties of Composite Rocket Propellants, KTH, Fibre and Polymer Technology Stockholm.
- [54] Yan, Q., Zhu, A., Pang, H., Xiao, 2013. Theoretical studies on the unimolecular decomposition of nitroglycerin, *Journal of Molecular Modeling* 19(4).
- [55] Yuen, W., Johnsen D. L., Koloutsou-Vakakis, S., Rood, M. J., Kim, B. J., Kemme, M. R., 2014. Open burning and open detonation PM10 mass emission factor measurements with optical remote sensing, *Journal Air. Waste. Manage.*, 64 (2), pp. 227–234. DOI: 10.1080/10962247.2013.851045.,

- [56] Zeng, T., Yang, R., Tng, J.Li.W., Li, D., 2019. Thermal Decomposition Mechanism of Nitroglycerin by ReaxFF Reactive Molecular Dynamics Simulations.
Извори са интернета:
- [57] <http://cameochemicals.noaa.gov/>
- [58] <http://en.chembase.cn/molecule-128271.html>
- [59] <https://sites.google.com/site/energeticchemical/> CL-20 – HNIW
- [60] <https://sites.google.com/site/energeticchemical/HNS>
- [61] <https://sites.google.com/site/energeticchemical/nitroceculose>
- [62] <https://sites.google.com/site/energeticchemical/nitroglicerine>
- [63] <https://sites.google.com/site/energeticchemical/pentaeritritol-tetranitrate>
- [64] <https://sites.google.com/site/energeticchemical/tetrazene>
- [65] <http://sniper-weapon.ru/snajper/225-vzryvchatye-veshchestva>
- [66] www.apriori-nauka.ru
- [67] www.epa.gov.
- [68] www.chemdoodle.com
- [69] www.csb.gov/on-first-anniversary-of-investigation-board-releases-data-on-167-seriousreactive-incidents/
- [70] www.indiamart.com/proddetail/lead-azide-4067076048.html
- [71] www.physics.kg.ac.rs
- [72] www.powerlabs.org/chemlabs/lead_styphnate.htm
- [73] www.powerlabs.org/chemlabs/lead_tirrezorcinate.htm
- [74] www.researchgate.net/figure/236049206_fig3_Figure-2-Scheme2Structure-of-tetryl-and-its-degradation-products-N-methylpicram
- [75] www.revolvy.com/topic/NGV1&item_type=topic
- [76] www.revolvy.com/topic/HMX-1&item_type=topic
- [77] www.tesla.pmf.ni.ac.rs
- [78] www.trivenichemicals.com/explosives-chemicals.html
- [79] www.wonderworksonline.com

3. ПОЛАЗНЕ ХИПОТЕЗЕ

Прегледом релевантне литературе и анализом резултата претходних истраживања из ове области, дефинисан је предмет истраживања из кога су постављене полазне хипотезе како би се остварили циљеви истраживања. Моделовањем зона дејства и ефеката, према доступним подацима, утврђено је да највећи утицај на нивое емисије имају нето количина убојних средстава, хемијски састава, атмосферски услови, стварајући негативне ефекте на животну средину. Утицај емисије се манифестује кроз све целине животне средине, воду, земљу и ваздух.

Праћењем емисије полутаната у ваздух у овој дисертацији биће извршене нумеричке анализе кричних ситуација са максимално могућом нето количином убојних средстава која се може иницирати истовремено. Имајући претходно речено у виду, формулисане су почетне хипотезе (претпоставке) које треба током рада на дисертацији доказати.

На основу предмета и циља истраживања, уважавајући до сада постигнуте резултате мерења и доприноса области квалитета и загађења ваздуха, а у циљу успешног проналажења решења и корекционих предлога мера, испитаће се истинитост неколико

хипотеза о корелацији емисије полутаната и могућности предвиђања у наредном периоду, у складу са претходним наводима:

Хипотеза 1 (X1): *Вредности нивоа концентрације продуката емисије су веће на отвореном него у затвореном простору.*

Хипотеза 2 (X2): *Вредности нивоа концентрације продуката емисије опадају с порастом удаљености од центра експлозије.*

Хипотеза 3 (X3): *Вредности нивоа концентрације продуката емисије зависе од инициране нето количине експлозивне материје.*

Хипотеза 4 (X4): *Вредности нивоа концентрације продуката емисије су највеће у првих 60 минута од тренутка иницијације експлозивне материје.*

Хипотеза 5 (X5): *Вредности нивоа концентрације продуката емисије, зависе од хемијског састава, масеног односа једињења, врсте, типа експлозивне материје.*

Хипотеза 6 (X6): *Вредности прорачуна нивоа концентрације продуката и моделовање кључних фактора емисије продуката експлозивне материја, применом метода ALOHA и ADORA, не одступају од измерених вредности у лабораторијским или полигонским условима.*

Хипотеза 7 (X7): *Нема одступања у степену прецизности и тачности прорачуна и моделовања применом методе ALOHA или ADORA.*

Хипотеза 8 (X8): *Одступање прорачунате вредности нивоа продуката емисије је идентично за све анализиране продукте и не прелази 20% у односу на измерене вредности параметара емисије у лабораторијским и полигонским испитивањима.*

Хипотеза 9 (X9): *Зоне дисперзије продуката зависе од хемијског састава, врсте, типа експлозивних материја, с једне, и придржавања мера током одвијања технолошких процеса рада.*

Квалитет технолошких мера, по питању безбедности операција са повећаним ризиком по здравље људи и животну средину, односи се на придржавање максимално дозвољених нето количина по операцијама и препознавање група опасности и компатибилности, растојања у технолошком процесу, међумагацинског растојања, заштитних насипа, типа објеката и микроклиматских услова у технолошким процесима рада, приручним магацинима или складиштима сировина, односно готових производа.

Хипотеза 10 (X10): *Ниво оспособљености стручних лица запослених у Компанији „Слобода” а.д. Чачак из познавања експлозивних материја, са аспекта емисије продуката у животну средину, у корелацији је са познавања превентивних мера и евентуалног корективног поступања у циљу смањења или неутралисања емисије продуката у животну средину у технолошким процесима рада или samozапаљења услед деградације елемената.*

4. НАУЧНЕ МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА

У циљу реализације постављених циљева истраживања, обраде података и доказивања формулисаних хипотеза, у докторској дисертацији биће коришћене методе које припадају и квантитативном и квалитативном стилу истраживања.

Анализа хемијског састава, нето количина експлозивне материје, концентрације полутаната, техничко-технолошких аспеката сагоревања и детонације убојних средстава подразумева примену како експерименталног метода (у циљу утврђивања односа нето количине и хемијског састава експлозивне материје кроз карактеризацију физичко-хемијских особина полутаната и прецизно одређених нивоа концентрације), тако и примену нумеричких метода приликом утврђивања оптимизације емисије. Са технолошког становишта најзначајнији су параметри: хемијски састав, масени удео, нето количина експлозивне материје, метео услови, запремина облоге и хемијски састав облоге и физичко хемијске карактеристике експлозивне материје. Од физичко-хемијских параметара биће праћени: рН, електропроводљивост, укупна тврдоћа, стална тврдоћа, садржај угљен монооксида, угљен диоксида, азотних оксида, бензен, метана, неметанска испарљива органска једињења, магнезијума, алуминијума и сулфата.

Избор специфичних метода истраживања је условљен, првенствено, чињеницом да постоје најмање три корака која су неопходна за праћење емисије полутаната насталих у процесу сагоревања и детонације УБС:

- редовно и континуирано праћење задатих параметара,
- анализа, синтеза и разврставање добијених података и
- нумеричко моделовање нивоа емисије полутаната коришћењем примењених и усвојених метода за предвиђање емисије и измерених резултата на терену у реалном времену.

У складу са дефинисаним предметом истраживања, неопходно је користити и следеће специфичне методе, прикладне за истраживање питања судбине полутаната насталих у различитим фазама жувотног циклуса убојних средстава:

- вишекритеријумске анализа и обрада података и измерених резултата на основу одређених параметара емисије у процесу сагоревања и детонације убојних средстава,
- нумеричко моделовање у циљу добијања корелационих зависности масеног односа, нето количине експлозивне материје и нивоа концентрације полутаната у атмосфери,
- нумеричко моделовање добијених резултата путем софтверских пакета ALOHA ADORA, утврђивање одступања резултата добијених предвиђањем од измерених вредности, у циљу утврђивања оптималне методе и моделовања оптималних услова

за смањење емисије или неутралисања полутаната након процеса сагоревања детонације убојних.

У истраживању биће примењен и метод испитивања применом анкетирања на стручна лица запослена у предузећу наменске индустрије Слобода а.д. Чачак. Анкетирање је извршено према степену стручне спреме запослених лица, из садржаја стручне оспособљености познавања експлозивних материја и технолошких процеса са освртом на емисију и заштиту животне средине и садржаја познавања поступака и мера за поступања услед акцидента у технолошком процесу или складишном простору. Крајњи резултат анкете је утврђен ниво стручне компететности лица у познавању технолошког процеса и утицај на животну средину као и познавање превентивних поступака за поступање у случају акцидента.

5. ОЧЕКИВАНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

Припрема Републике Србије за учлањење у Европску унију (ЕУ) подразумева, међу осталим задацима, упознавање и усвајање и примену националног законодавства са европским директивама у домену заштите животне средине. Утицај сваког извора загађења је значајан у смислу кумулативног утицаја на животну средину и поступање у циљу превентивног деловања и корекције нивоа емисије је преко потребно.

Одрживост развоја са аспекта заштите радне и животне околине је предуслов развоја и технолошког напретка. Смањење или неутрализација емисије мора бити основ будућих пројеката развоја и пројеката управљања отпадом са акцентом на коришћењу еколошки оптималних сировина које ће имати минимални могући утицај на животни средину током животног циклуса било ког средства, а у конкретном случају убојних средстава.

Имајући у виду претходно речено, очекивани научни допринос огледао би се у следећем:

- креирање оптималног нумеричког модела фактора емисије приликом процеса сагоревања и детонације убојних средстава на основу одређених корелационих зависности између различитих метода за предвиђање емисије и измерених параметара емисије на терену;
- процена тачности, односно одступања софтверских пакета од измерених вредности емисионих параметара у лабораторији и на терену и изналагање оптималне методе за прорачун емисије полутаната услед сагоревања и детонације убојних средстава;
- стварање оригиналног интегралног модела који описује и објашњава процес усвајања методологије на основу корелације између нивоа емисије, односно

концентрације параметара, нето количине и хемијског састава експлозивне материје.

6. ПЛАН ИСТРАЖИВАЊА И СТРУКТУРА РАДА

6.1. План истраживања

План истраживања, који одређује ток рада на припреми дисертације, састоји се од следећих фаза:

- проучавање релевантних литературних извора;
- прикупљање података о различитим показатељима сагоревања и детонације убојних средстава;
- прикупљање осталих релевантних података неопходних за ово истраживање (подаци о атмосфери, метеоролошки подаци, подаци о убојним средствима и њиховим физичко хемијским карактеристикама, подаци о нумеричким методама за предвиђање емисије полутаната, законодавство које регулише заштиту животне средине током животног циклуса убојних услед процеса сагоревања и детонације и подаци о измереним резултати емисије полутаната);
- нумеричка анализа и разврставање добијених података у складу са параметрима добијених упоредном анализом предвиђених (на основу математичког модела) и измерених резултата са дефинисањем одступања од измерених вредности;
- креирање вишекритеријумског модела за рангирање најповољнијих метода за прорачун и предвиђање емисије полутаната, нелинеарном дисперзијом у атмосфери;
- анкетање запослених лица у предзећу наменске индустрије Команија „Слобода” а.д. Чачак, како би се стекао увид у њихове стручну оспособљеност лица за предвиђање емисије полутаната у технолошким процесима рада и акцидентних ситуација са познавањем превентивних мера за смањење или неутрализацију радног и животног простора услед удеса;
- предлагање мера чије спровођење и примена може довести до смањење емисије и чијом применом можемо смањити нивое емисије, до момента увођења и освајања нових експлозивних материја и технологија производње и уништавања.

6.2. Структура рада

У садржају докторске дисертације биће заступљене следеће тематске целине:

1. УВОД
2. КОНЦЕПТ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ
3. ЗАГАЂЕЊЕ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ
4. УБОЈНА СРЕДСТВА И ЕКСПЛОЗИВНЕ МАТЕРИЈЕ
5. ЕКСПЛОЗИВНЕ МАТЕРИЈЕ КАО ЗАГАЂИВАЧИ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ
6. ЕКОЛОШКИ АСПЕКТИ ПРОЦЕСА ДЕМИЛИТАРИЗАЦИЈЕ И УНИШТАВАЊА УБОЈНИХ СРЕДСТАВА И НЕЕКСПЛОДИРАНИХ УБОЈНИХ СРЕДСТАВА
7. ФИЗИЧКО-ХЕМИЈСКИ ПРОЦЕСИ ЕКСПЛОЗИВНИХ МАТЕРИЈА
8. МЕТОДОЛОШКИ ОКВИР
9. ПРОПИСИ КОЈИ РЕГУЛИШУ ПРОИЗВОДЊУ, МАНИПУЛАЦИЈУ, ТРАНСПОРТ, СКЛАДИШТЕЊЕ И УНИШТАВАЊЕ УБОЈНИХ СРЕДСТАВА И ЕКСПЛОЗИВНИХ МАТЕРИЈА
10. ДЕГРАДАЦИЈЕ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ У РАЗЛИЧИТИМ ФАЗАМА ЖИВОТНОГ ЦИКЛУСА
11. МОДЕЛОВАЊЕ ЕМИСИЈЕ ПРОДУКАТА ПРИИКОМ САГОРЕВАЊА ИЛИ ДЕТОНАЦИЈЕ ЕКСПЛОЗИВНИХ МАТЕРИЈА ИЛИ УБОЈНИХ СРЕДСТАВА ПРИМЕНОМ НУМЕРИЧКЕ АНАЛИЗЕ И СОФТВЕРА ЗА СИМУЛАЦИЈУ ЕФЕКТА УДАРНОГ ТАЛАСА И ДИСПЕРЗИЈУ ОБЛАКА
12. ВРСТЕ ИЗВОРА ОПАСНОСТИ И ОСНОВНИ ПОДАЦИ ПОТРЕБНИ ЗА ПРОЦЕНУ УГРОЖЕНОСТИ ЕМИСИЈЕ УСЛЕД ХЕМИЈСКЕ ЕКСПЛОЗИЈЕ
13. УЗОРАК ИСПИТИВАЊА ЗАПОСЛЕНИХ
14. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА МОДЕЛОВАЊА УПОРЕДНОМ АНАЛИЗОМ СОФТВЕРСКИХ АПЛИКАЦИЈА „ADORA” И „ALONA” И ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИХ МЕРЕЊА
15. ПОДРУЧЈЕ ИСТРАЖИВАЊА
16. РАЗВОЈ СТРАТЕГИЈСКОГ ПЛАНА ЗА СМАЊЕЊЕ ЕМИСИЈЕ ПОЛУТАНАТА ПРИЛИКОМ УНИШТАВАЊА И УПОТРЕБЕ УБОЈНИХ СРЕДСТАВА НА ТЕРИТОРИЈИ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ
17. ЗАКЉУЧАК
18. ЛИТЕРАТУРА
19. ПУБЛИКАЦИЈЕ КОЈЕ СУ ПРОИЗАШЛЕ КАО РЕЗУЛТАТ РАДА НА ПРЕДМЕТУ И ПОДРУЧЈУ ИСТРАЖИВАЊА
20. БИОГРАФИЈА
21. ПРИЛОЗИ

7. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу анализе пријаве и образложења предложене теме докторске дисертације Комисија за оцену научне заснованости теме докторске дисертације кандидата **Небојше Вучићевића, дипломираног инжењера хемијске технологије**, закључује да кандидат испуњава све законске и суштинске услове за израду предложене докторске дисертације. Пријављена тема по предмету истраживања, циљевима, садржају и очекиваним научним доприносима представља значајно подручје истраживања и као таква може бити предмет докторске дисертације. Такође, предложена тема одговара научном пољу техничких наука, научне области Инжењерски менаџмент, на акредитованим докторским студијама Техничког факултета у Бору.

Комисија предлаже Наставно-научном већу Техничког факултета у Бору да се кандидату **Небојши Вучићевићу** одобри израда докторске дисертације под називом: ***РАЗВОЈ МОДЕЛА ЗА ОПТИМИЗАЦИЈУ ЕМИСИЈЕ ПОЛУТАНАТА НАСТАЛИХ У ПРОЦЕСУ САГОРЕВАЊА И ДЕТОНАЦИЈЕ УБОЈНИХ СРЕДСТАВА***. Такође, Комисија предлаже да се за ментора именује **проф. др Милован Вуковић**, редовни професор Техничког факултета у Бору, који спуњава све Законом предвиђене услове.

У Бору, септембра 2022. године

КОМИСИЈА

1. **Др Милован Вуковић, редовни професор**
Технички факултет у Бору Универзитета у Београду

2. **Др Предраг Ђорђевић, ванредни професор**
Технички факултет у Бору Универзитета у Београду

3. **Др Милош Папић, ванредни професор**
Факултет техничких наука у Чачку Универзитета у Крагујевцу

Додатак уз образац 1.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

За кандидата: Вучићевић Небојша

Име и презиме ментора: Милован Вуковић

Звање: редовни професор

Списак радова који квалификују ментора завођење докторске дисертација:

-
1. Babić G., **Vuković M.**, Voza D., Takić Lj., Mladenović-Ranisavljević I. (2019). Assessing Surface Water Quality in the Serbian Part of the Tisa River Basin, *Pol. J. Environ. Stud.*, Vol. 28, No. 6, pp. 4073-4085. ISSN: 1230-1485; **IF (2018) = 1,186 (M23)**.
 2. Đorđević D.B., **Vuković M.**, Urošević S., Štrbac N., Vuković A. (2019). Studying the corporate social responsibility in apparel and textile industry, *Industria textila*, Vol. 70, No. 4, pp. 336-341. ISSN: 1222-5347; **IF (2018) = 0,504 (M23)**.
 3. Dragović Nj., **Vuković M.**, Riznić D. (2019). Potentials and Prospects for Implementation of Renewable Energy Sources in Serbia, *Thermal Science*, Vol. 23, No. 58, pp.:2895-2907. ISSN: 2334-7163; **IF (2018) = 1,541 (M22)**.
 4. Voza D., **Vuković M.** (2018). The assessment and prediction of temporal variations in surface water quality – a case study. *Environmental Monitoring and Assessment*, Vol. 190, No 7, p. 434 (1-16). ISSN 0167-6369; **IF (2018) = 2,198 (M22)**.
 5. Urošević S., **Vuković M.**, Pejčić B., Štrbac N. (2018). Mining-metallurgical sources of pollution in Eastern Serbia and environmental consciousness. *Revista Internacional de Contaminacion Ambiental*, Vol. 34, No 1, pp. 103-115. ISSN 0188-4999; **IF (2017) = 0,267 (M23)**.
 6. Voza D., **Vuković M.**, Nikolić Đ., Takić Lj. (2015). Application of multivariate statistical techniques in the water assessment of the Danube River, Serbia. *Archives of Environmental Protection*, Vol. 41, No 4, pp. 96-103. ISSN 2083-4772; **IF (2015) = 0,919 (M23)**.
 7. Voza D., **Vuković M.**, Takić Lj., Arsić M. (2015). Spatial and seasonal variations in the water quality of the Morava River System, Serbia. *Fresenius Environmental Bulletin*, Vol. 24, No 3B, pp. 1119-1130. ISSN 1018-4619; **IF (2015) = 0,372 (M23)**.
 8. Papić M., **Vuković M.** (2015). Multivariate analysis of contamination of alluvial soils with heavy metals in Čačak, Serbia. *Romanian Journal of Physics*, Vol. 60, No 7-8, pp. 1151-1162. ISSN: 1221-146X; **IF (2015) = 1,398 (M22)**.
 9. **Vuković M.**, Štrbac N., Sokić M., Grekulović V., Cvetkovski V. (2014). Bioleaching of polymetallic sulphide concentrate using thermophilic bacteria. *Hemijska industrija*, Vol. 68, No 5, pp. 575-583. ISSN 0367-598X. **IF (2014) = 0,364 (M23)**.
 10. Ilić I., **Vuković M.**, Štrbac N., Urošević S. (2014). Applying GIS to Control Air Pollutants. *Polish Journal of Environmental Studies*, Vol. 23, No 5, pp. 1849-1860. ISSN 1230-1485; **IF (2014) = 0,871 (M23)**.
 11. **Vuković M.**, Voza D., Štrbac N., Takić Lj. (2014). Cooperation over International Water Resources: a Case from the Danube River Basin. *Sociologia*, Vol. 46, No 3, pp. 320-342. ISSN 0049-1225; **IF (2014) = 0,200 (M23)**.
 12. Papić M., **Vuković M.**, Bikit I., Mrđa D., Forkapić S., Bikit K., Nikolić Đ. (2014). Multi-Criteria Analysis of Soil Radioactivity in Čačak Basin, Serbia. *Romanian Journal of Physics*, Vol. 59, No. 5-6, pp. 846-861. ISSN 1221-146X; **IF (2013) = 0,933 (M23)**.

13. Stanković Z.D., Cvetkovski V., Grekulović V.J., **Vuković M.**, Ivanov S. (2013). The effect of tellurium presence in anodic copper on kinetics and mechanism of anodic dissolution and cathodic deposition of copper. *Int. J. of Electrochem. Sci.*, Vol. 8, No 5, pp. 7274-7283. ISSN 1452-3981; **IF (2013) = 2,209 (M22)**.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Дејан Таникић