

**УНИВЕРЗИТЕТ У БАЊОЈ ЛУЦИ
ТЕХНОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ****ИЗВЈЕШТАЈ**

о оцјени подобности теме и кандидата за израду докторске тезе

ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ

Одлуком Наставно-научног вијећа Технолошког факултета Универзитета у Бањој Луци број: 15/3.1928-10.1/15 од 15.10.2015. године именована је Комисија за оцјену подобности теме „Оптимизација сакупљања комуналног отпада на регионалном нивоу“ и кандидата мр Саше Дуновића, дипл.инж.технол. за израду докторске тезе (у даљем тексту: Комисија) у саставу:

1. Др Љиљана Вукић, ванредни професор, Технолошки факултет Универзитета у Бањој Луци, ужа научна област Еколошко инжењерство, председник,
2. Др Даворин Бајић, доцент, Природно-математички факултет Универзитета у Бањој Луци, ужа научна област Географски информациони системи, Просторно планирање, члан
3. Др Мирјана Ристић, редовни професор, Технолошко-металуршки факултет, Универзитета у Београду, ужа научна област Инжењерство у заштити животне средине, члан,
4. Др Горан Трбић, ванредни професор, Природно-математички факултет Универзитета у Бањој Луци, ужа научна област Физичка географија, члан
5. Др Саша Папуга, доцент, Технолошки факултет Универзитета у Бањој Луци, ужа научна област Еколошко инжењерство, члан.

Након што је прегледала и проучила Пријаву теме за израду докторске дисертације, биографију и библиографију кандидата мр Саше Дуновића, дипл.инж.технологије, Комисија подноси Наставно-научном вијећу Технолошког факултета Универзитета у Бањој Луци и Сенату Универзитета у Бањој Луци сљедећи:

**ИЗВЈЕШТАЈ
О ОЦЈЕНИ ПОДОБНОСТИ ТЕМЕ И КАНДИДАТА
ЗА ИЗРАДУ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ**

1. БИОГРАФСКИ ПОДАЦИ, НАУЧНА И СТРУЧНА ДЈЕЛАТНОСТ КАНДИДАТА

Мр Саша Дуновић рођен је 15.05.1979. године у Кључу, гдје је завршио основну школу. Крајем 1995. године сели се у Приједор гдје је 1998. године завршио Гимназију, а Технолошки факултет у Бањалуци завршио је 2005. године. Магистарски рад под називом "Вишекритеријумска анализа отпада и депонијских локација у општини Рибник са циљем дефинисања правилног управљања депонијама" одбранио је 20.06.2014. године на Технолошком факултету у Бањалуци.

Кандидат посједује и *Certificate of Completion GIS essentials curriculum* издат од стране QGIS Academy, DelMar College, Texas за континуирану едукацију у трајању од 150 часова.

Од августа 2005. године до данас ради у Институту за грађевинарство «ИГ» д.о.о. Бања Лука на пословима стручног сарадника за заштиту животне средине. Како се ради о научно-истраживачком Институту, кандидат у истом има избор у истраживачко звање „истраживач сарадник“.

Више пута је боравио у иностранству ради специјализације или упознавања нових технологија из области заштите животне средине. Аутор је већег броја стручних и научних радова из области заштите животне средине. Учествовао је у двије јавне кампање јачања јавне свијести и позитивних промјена у перцепцији управљања отпадом у Републици Српској на којима је радио од осмишљавања садржаја, припреме публикација до вођења округлих столова и семинара посвећеним проблематици управљања комуналним отпадом на регионалном нивоу. Такође, кандидат је и аутор великог броја Студија утицаја на животну средину, Планава прилагођавања, елабората, мјерења и анализа квалитета ваздуха, отпада, отпадних вода и буке.

У свом досадашњем раду кандидат је усавршио рад са великим бројем рачунарских програма, како са стандардним канцеларијским пакетима, тако и са високософистицираним програмима за заштиту животне средине, моделеовања, просторну дистрибуцију података, даљинска истраживања (QGIS, ArcGIS, Microsoft Office, LibreOffice, Inkscape, Auto Cad, PchMet). Такође, посједује следеће лиценце, сертификате и увјерења:

- Лиценца за извођење и надзор над извођењем радова, технолошка фаза, Министарство за просторно уређење, грађевинарство и екологију РС, број 15-361-468/10,
- Лиценца за израду техничке документације, технолошка фаза код пројектовања објеката и надзор над извођењем радова, Министарство за просторно уређење, грађевинарство и екологију РС, број 15-361-468/10,
- Увјерење о положеном стручном испиту из области технологије, Савез инжењера и техничара Србије,
- Сертификат Међународне Асоцијације за чврсти отпад којим се доказује успјешно завршен workshop „Landfill management efficiency: Energy and economy perspective – Efficient collection, separation and municipal waste transportation“,
- Сертификат American Quality and Environmental Group којим се доказује успјешно завршен IPC QMS Lead Auditor Training Course (ISO 9001:2000).

Кандидат је члан је следећих удружења и асоцијација:

- Национална асоцијација за управљање чврстим отпадом у БиХ (БАСВА);
- Удружења инжењера технологије Републике Српске;

БИБЛИОГРАФИЈА

Магистарски рад

- *Вишекритеријумска анализа отпада и депонијских локација у општини Рибник са циљем дефинисања правилног управљања депонијама*, Универзитет у Бањој Луци, Технолошки факултет, 2014.

Научни радови

- **S. Dunovic, Lj. Vukic, G. Trbic: A method for optimizing collection, transfer and transport routs of waste using OSGeo software, 3rd International conference on Sustainable Solid Waste Management, Tinos Island, Greece, 2015.** (Рад предложен од Научног комитета за објаву у часопису *Waste Management & Research*, IF = 1,297)
- **С. Дуновић, Љ. Вукић, Г. Трбић: Идентификација депонија отпада на неповољним локацијама помоћу ГИСа – примјер општине Рибник**, Гласник Географског Друштва Републике Српске - Хералд, 18 (2014) 153–166;
- **С. Дуновић, Љ. Вукић и С. Цукут: Вишекритеријумска анализа локације депоније отпада у општини Рибник**, Међународни научни скуп Х Савјетовање хемичара технолога и еколога РС, зборник радова, Бања Лука, 15. и 16. новембар 2013., стр. 632– 640;
- Н. Кнежевић, С. Цукут, С. Дуновић, Б. Ивић: *Очекивани утицаји на квалитет површинских вода током изградње и експлоатације аутопута Е661, дионица Маховљани – Градишка*, Journal of Road and Traffic Engineering., 0478-9733 (2012) 13-16;
- **С. Дуновић, З. Поповић, Д. ДрЉача: Оцјена рада енергетског постројења у фабрици папира „Енергоблок СХП Целех. Бања Лука**, Друштво хемичара и технолога Републике Српске Технолошки факултет (2007) 59-66.

Стручни радови

- **С. Дуновић, С. Цукут, Н. Кнежевић: Продужетак вијека депоније чврстог комуналног отпада регије Приједор издвајањем секундарних сировина прије депоновања отпада**, зборник радова, XIV YUCORR Међународна конференција – сарадња истраживача различитих струка на подручју корозије, заштите материјала и животне средине, Савез инжењера Србије за заштиту материјала, Тара, (2012) 341-350.

- С. Дуновић, С. Цукут, Н. Кнежевић: *Могућност третмана гудрона спаљивањем у цементним пећима*. Зборник радова, II Међународни конгрес „Инжењерство, екологија и материјали у процесној индустрији“, Технолошки факултет Зворник, Зворник (2011.).
- С. Цукут, Н. Кнежевић, С. Дуновић, В. Комленић, В. Лазић, Д. Н. Маркетић, Ж. Ш. Пешић: *Израда ГИС базе података дивљих и локалних депонија на подручју регије Бањалука*, 6. Зборник радова. Симпозијум Рециклажне технологије и одрживи развој, Технички факултет Бор, Соко Бања (2011) 386-390..
- С. Цукут, С. Дуновић, Н. Кнежевић, В. Коменић, Б. Ивић, В. Лазић, Д. Пешевић: *Управљање медицинским отпадом*, Зборник радова, XII YUCORR, Међународна конференција – сарадња истраживача различитих струка на подручју корозије, заштите материјала и животне средине, Савез инжењера Србије за заштиту материјала, Тара (2010) 101.
- А. Лукач, Д. Н. Маркић, Ж. Ш. Пешић, В. Лазић, С. Цукут, С. Дуновић: *Одлагање отпада на полу-аеробној депонији-Фукуока метода*, Зборник радова, XIII YUCORR Међународна конференција – сарадња истраживача различитих струка на подручју корозије, заштите материјала и животне средине, Савез инжењера Србије за заштиту материјала, Тара (2011) 285-289.
- Н. Кнежевић, С. Цукут, С. Дуновић: *Мембрански поступци пречишћавања проциједних вода са депонија комуналног отпада*, Journal of Engineering & Processing Managemnet, An International Journal, ISSN 1840-4774, (2012) 151-160.
- С. Цукут, Н. Кнежевић, С. Дуновић, В. Лазић: *Пречишћавање проциједног филтрата из регионалне санитарне депоније „Можура“*, Опитина Бар, Црна Гора, Зборник радова, XIV YUCORR Међународна конференција – сарадња истраживача различитих струка на подручју корозије, заштите материјала и животне средине, Савез инжењера Србије за заштиту материјала, Тара, (2012) 364-372.
- С. Цукут, С. Дуновић, Н. Кнежевић, В. Лазић, Д. Н. Маркић, Ж. Ш. Пешић: *Анализа квалитета ваздуха на подручју Града Бања Лука у 2010. Години*. Зборник радова, XIII YUCORR Међународна конференција – сарадња истраживача различитих струка на подручју корозије, заштите материјала и животне средине, Савез инжењера Србије за заштиту материјала, Тара (2011) 223-230.
- Ж. Ш. Пешић, Д. Н. Маркић, В. Лазић, С. Дуновић: *Мониторинг укупних лебдећих честица на бањалучкој депонији*, Зборник радова 6. Симпозијум Рециклажне технологије и одрживи развој, Технички факултет Бор, Соко Бања (2011) 381-385.
- Н. Кнежевић, С. Цукут, С. Дуновић, В. Лазић: *Анализа квалитета воде ријеке Врбас на подручју града Бањалуке у склопу израде локалног еколошког акционог плана (ЛЕАП)*, Зборник радова, XI YUCORR, Међународна конференција сарадња истраживача различитих струка на подручју корозије, заштите материјала и животне средине, Савез инжењера Србије за заштиту

материјала, Тара (2009) 208-214..

- N. Knežević, S. Cukut, S. Dunovic, V. Komlenic. V. Lazic: *Analyses of air quality in the region of city of Banjaluka*, Proceedings, 2nd Symposium of chemistry and Environment, Chemical Society of Montenegro, Bar (2009) 122-128.

Учешће у научно-истраживачким пројектима

- *Израда ГИС базе података, дивљих и неуређених локалних депонија, на територији Републике Српске*, Институт за грађевинарство “ИГ” д.о.о. Бања Лука, финансиран од стране Фонда за заштиту животне средине РС, 2010-2011. год.
- *Анализа морфолошког састава отпада и елементарна анализа појединих компоненти отпада приједорске, бањалучке и зворничке регије*, Министарство науке и технологије Републике Српске, 2010. – 2011. године.
- *Хемијско и електрохемијско издвајање тешких метала из електролита и отпадних вода који садрже комплексанте*, Министарство науке и технологије Републике Српске, 2011. године.

2. ЗНАЧАЈ И НАУЧНИ ДОПРИНОС ИСТРАЖИВАЊА

а) Значај истраживања

Управљање комуналним отпадом је неминовност, као што је и његово настајање. Изградња постројења за третман или депоновање отпада захтијева велика финансијска улагања. Због тога је *Стратегијом управљања чврстим отпадом у Босни и Херцеговини* [1] предвиђено успостављање регионалног система управљања отпадом. Стратегијом је предвиђено формирање регија од више сусједних општина и градова који би сами за себе, унутар регије, уредили систем управљања отпадом. Ово је подразумевјевало да општине и градови једне регије у међусобном договору изнађу рјешење за организовање таквог система, уважавајући чињеницу да управљање отпадом обухвата и уско је повезано са свим аспектима природног и изграђеног окружења неког подручја и може снажно утицати на његов развој [2].

У регијама у којима је дошло до реализације овог концепта углавном је формирано заједничко предузеће, које је било носилац даљних активности око обезбјеђења финансијских средстава и изградње једне заједничке, регионалне, санитарне депоније. У таквој ситуацији, увијек се поставља питање и истовремено појављује проблем на чијој територији ће регионална депонија бити изграђена. Ово је оправдано питање, с обзиром да су општине и градови који немају депонију на својој територији изложени великим трошковима који настају као посљедица сакупљања и транспорта отпада до саме депоније.

У процесу избора локације регионалне депоније често одлучујући утицај имају политички фактори, занемарујући техничке нормативе и анализе које се раде код избора локације за нову санитарну депонију. Тако се занемарују, или уопште не раде анализе удаљености општинских центара или центара за сакупљање отпада са одређеног простора.

Мотивација локалних власти кроз спровођење локалних планова управљања је од виталног значаја у оквиру побољшања прикупљања и транспорта отпада [3]. Међутим, општине и градови, који немају регионалну депонију на својој територији, принуђени су да на различите начине смање трошкове транспорта отпада до депоније. Тада се најчешће прибјегава одлагању на старе углавном неодговарајуће, општинске депоније или се окрећу изградњи станица за трансфер у којима се отпад пребацује из мањих возила за сакупљање отпада у већа возила за транспорт до регионалне депоније.

Међутим, и позиције трансфер станица, као и њихов број, унутар једне општине, бирају се произвољно, без јасних критеријума о њиховом реалном броју у односу на крајње удаљености регионалне депоније или зоне у којим се отпад прикупља.

Одредба *Стратегије управљања чврстим отпадом у Босни и Херцеговини*, којом се предвиђа могућност изградње и ентитетских депонија, додатно компликује рјешења, јер се према овом концепту граничне општине једног ентитета удружују са општинама матичног ентитета, без обзира што су територијално много ближе планираној регионалној депонији у сусједном ентитету.

Према овом концепту принцип мањих транспортних удаљености потпуно губи смисао због политичких одлука. Посљедица тога је да су те граничне општине изложене много већим трошковима транспорта отпада него што би реално требале бити. Наиме, доказано је да имплементација заједничке инфраструктуре за управљање отпадом, а не појединачних у изолованим објектима, постаје најисплативија у пракси [4].

Према наведеном, јасно је да овакав ентитетски концепт регионализације система управљања чврстим отпадом у Босни и Херцеговини, нема будућности и да ће морати бити напуштен. У таквој ситуацији, принцип минималних транспортних удаљености добиће поново заслужени значај, према којем ће се формирање регија и избор локација регионалних депонија заснивати на детаљним анализама удаљености између различитих функционалних елемената у једном *Интегрисаном систему управљања комуналним отпадом*.

Поред наведених проблема око изградње и функционисања депонија на регионалном, постоје и бројни проблеми у функционисању система сакупљања отпада на општинском нивоу. Прије свега у већини општина и градова Босне и Херцеговине није успостављен систем сакупљања и одвожења отпада на цијелој територији тих општина, тако да одређени проценат становништва нема ту услугу. У дијеловима општина и градова на чијој територији овај систем и постоји, углавном је неефикасан и није заснован на анализама фреквенције пуњења посуда са отпадом и оптимизацији путања којима се крећу возила за сакупљање отпада [5].

Дакле, постојећа возила за сакупљање отпада се користе нерационално, уз велику потрошњу горива и велику фреквенцију у појединим урбаним дијеловима градова. Такође, комунална предузећа, због недостатка новца, нису у стању да за процесе сакупљања и транспорта отпада користе одговарајућу механизацију, већ се углавном иста возила користе за све наведене операције.

Имајући све претходно у виду, истраживање у овој дисертацији ће се усмјерити на оптимизацију трошкова сакупљања и транспорта отпада, као најскупљих функционалних елемената у *Систему интегрисаног управљања комуналним отпадом*, кориштењем рачунарских модела.

Исто тако, циљ је да се примијени и тестира једна нова, иновативна методологија заснована на *Географским Информационим Системима* (ГИС) и рачунарским програмима који се развијају под окриљем фондације OSGeo.

Истраживања би се провела у двије регије Републике Српске: Бања Лука и Мркоњић Град, односно регије које су *Просторним Планом Републике Српске* [6] дефинисане као двије, од укупно осам у Републици Српској, у којима је планиран регионални концепт управљања комуналним отпадом. У регији Бања Лука, планирани регионални концепт је остварен и примјењује се већ десет година, док у регији Мркоњић Град тек треба да се реализује.

Истраживањем ће се добити експериментални подаци који ће бити поређени са реалним подацима из регије Бања Лука, као и са подацима модела заснованим на планским активностима у регији Мркоњић Град.

Добијени резултати би требали указати на разлике у већ реализованом и планираном регионалном концепту у односу на оптималан модел. Стога, циљ истраживања је и да се моделовањем добијених резултата за транспортне удаљености у ове двије регије, оцијени постојећи и планирани регионални концепт управљања комуналним отпадом и да се предложи одређена побољшања.

Генерално гледајући, добијени резултати би требали допринијети промоцији употребе географских информационих система у процесу доношења одлука у систему управљања комуналним отпадом, те стварању нових и побољшању већ постојећих метода, уз још ужу интеракцију с рачунарским техникама, ради стварања што квалитетнијих програма заснованих на тим методама.

Резултати истраживања би требали омогућити квалитетне приједлоге за најповољније локације за регионалне санитарне депоније у ове двије регије, оптималне трасе за транспорт отпада до њих и локације за претоварне станице у оквирима општина једне регије. Све ово би дало подлоге за доношење добрих одлука у имплементацији регионалног концепта управљања комуналним отпадом у ове двије регије.

б) Преглед истраживања

У последње вријеме све је више истраживања у области управљања општинским отпадом усмјерено на повећање ефикасности и економичности цјелокупног процеса.

Много аутора базирало је своја истраживања на повећању ефикасности процеса сакупљања и транспорта отпада, јер је установљено да је ово и најскупљи дио цјелокупног процеса управљања отпадом. Трошкови процеса сакупљања и транспорта отпада, досежу чак 85% цјелокупног система [7,8]. Оптимизација путања за сакупљање отпада постаје компонента којом се могу највише умањити трошкови [9,10].

Реализација ових процеса са малим трошковима је веома важна, нарочито у земљама у развоју и често једина могућност унапрјеђења која се може остварити у временски одређеном року [11]. На овом нивоу централна питања оптимизације су: проблем рутирања кретања возила за превоз отпада (што је у директној вези са проблемом креирања рејона) и одређивање мјеста за прикупљање отпада [12].

Паралелно са истраживањем оптималних метода и путања за сакупљање отпада, доста истраживања је базирано и на оптимизацији транспортне удаљености сакупљеног отпада до локација коначног збрињавања или одлагања отпада. Та истраживања упућују на то да се једнака пажња у процесу оптимизације треба посветити како процесу сакупљања, тако и процесу транспорта отпада до дефинисане локације.

Eisted, Larsen, and Christensen [13] радили су истраживање са циљем процјене емисије гасова стаклене баште из процеса сакупљања, трансфера и транспорта отпада и дошли су до закључка да су емисије ових гасова релативно мале из процеса сакупљања и трансфера у односу на емисије из процеса транспорта отпада до локација коначне обраде или одлагања. Исти аутори закључили су да се смањење емисија гасова стаклене баште може остварити избором одговарајућих транспортних средстава и оптимизацијом транспортних удаљености.

Да су највеће емисије загађујућих материја, па и гасова стаклене баште, у процесима транспорта или сакупљања отпада у руралним регијама, у којима возила за сакупљање прелазе велике удаљености, потврђују и истраживања проведена у Данској. Мјерећи потрошњу дизел горива у 14 различитих сценарија сакупљања отпада *Larsen et al.* [14] су дошли до закључка да је најмања потрошња горива уочена у сценаријима сакупљања отпада у градским насељима, док је највећа у руралним подручјима (због великих удаљености и мале количине отпада која се сакупи по једном стајању). Исти аутори су означили да се сакупљање отпада у градским насељима (у којима су мале удаљености између заустављања и сакупљања релативно велике количине отпада) чини најрационалнијом формом сакупљања отпада, као и да је евидентна међусобна повезаност потрошње горива и количине отпада, односно густине насељености неког подручја.

Рјешење проблема транспортне удаљености и трошкова у регионалном систему управљања отпадом, једним дијелом се може потражити у избору оптималне локације регионалне депоније, односно регионалног центра за управљање отпадом.

Међутим, велики број и хетерогеност локацијских фактора јасно указује да су локацијски проблеми интердисциплинарног карактера и да често захтијевају примјену комплексних процедура при избору рјешења. Оптимизацијски модели локације користе се у ситуацијама када је потребно изабрати најбоље рјешење у односу на функцију циља [15].

Сви до сада развијени модели могу се подијелити у двије групе: класични и хеуристички модели. Примјена класичних модела је ограничена на мањи број једноставнијих проблема који захтијевају многа поједностављења и претпоставке.

У поређењу са класичним, хеуристички приступ за рјешавање проблема избора локације пуно је флексибилнији, с аспекта трошкова ефикаснији и практичнији за рјешавање комплексних проблема, па се углавном користи за рјешавање вишекритеријумских оптимизацијских проблема транспорта. Нпр. за дефинисање локације терминала интермодалног транспорта користе се следеће технике: fuzzy логика, метода PROMETHEE itd. [16]. Најчешће кориштени алати вишекритеријумског доношења одлука су: *Аналитичко-Хијерархијски Процес (АНП)*, те ELECTRE и PROMETHEE методе [17].

Исто тако, код избора локације нове депоније отпада, потребно је тежити равнотежи општих супротности између економских, друштвених и еколошких интереса који се појављују на потенцијалним локацијама, како би се задовољили дугорочни циљеви и потребе обухваћених насеља, регије па и шире [18]. Како се ради о великом броју критеријума, различитих тежинских фактора, које је потребно уважити, неопходно је поступак избора нове локације провести методом вишекритеријумске анализе уз примјену одговарајућих критеријума и ограничења по којима ће се извршити рангирање потенцијалних локација, те изабрати најпогоднија. Употреба вишекритеријумске анализе омогућава испитивање већег броја могућих рјешења у процесу избора локације санитарне регионалне депоније, уз истовремено укључивање значајног броја релевантних критеријума, и циљева који често могу бити у супротности [19].

Истраживањем проблема избора локације нове депоније бавили су се многи аутори, али се у последње вријеме већина истраживања свела на доношење одлука комбинацијом неке од метода вишекритеријумског одлучивања (MCDA) са ГИС-ом.

Demesouka et al. [20] су дали користан преглед вишекритеријумског просторног система за подршку одлучивању (MC-SDSS), који је настао као интеграција ГИС и MCDA метода и његову примјену у разним другим студијама случаја. Такође, *Khan and Samadder* [10] су дали преглед могуће примјене ГИС-а у управљању општинским отпадом, са детаљним прегледом метода које се користе за избор локација депонија и могућности примјене комбинација ГИС и MCDA метода. Ова два осебујна подручја истраживања могу имати користи један од другог.

Са једне стране, ГИС технике и поступци имају важну улогу у анализи проблема просторних одлука, јер је ГИС често препознат као просторни систем за подршку одлучивању. Са друге стране, MCDA нуди богату колекцију техника и поступака за структурирање проблема одлучивања, пројектовања, вредновања и истицања алтернативне одлуке. ГИС-МЦДА се може схватити као процес који претвара и спаја географске (просторне) податке и вриједносне критеријуме код добијања информација за доношење одлука [21].

Због своје комплементарности, методе вишекритеријумске анализе интегрисане у ГИС могу пружити одговарајућу манипулацију и презентацију података с досљедним рангирањем на основу разних фактора који могу утицати на анализе [22].

За доношење најбоље компромисне одлуке за локацију нове депоније отпада, у обзир се узимају бројни критеријуми као што су: критеријуми везани за околину, политику, финансијски и економски критеријуми, геолошки, хидролошки и хидрогеолошки критеријуми, топографски критеријуми и др.

Међутим, положај депоније у односу на извор отпада, односно положај депоније унутар регије из које се допрема отпад, као један од битних критеријума са становишта транспортне удаљености и трошкова, вреднује се веома ријетко или никако.

Милошевић и Науновић [23], у мултикритеријумској анализи избора локације нове депоније отпада, вреднују овај критеријум поред тридесет других критеријума, док многи други, овоме посвећују мању пажњу. Сврставањем овог критеријума у групу критеријума који имају велики значај за избор локације нове депоније, може се значајно утицати на проблем транспортне удаљености и транспортних трошкова у регионалном систему управљања отпадом.

Други дио рјешења проблема транспортне удаљености и транспортних трошкова у регионалном систему управљања отпадом, може се тражити у оптимизацији путања до локације регионалне депоније, односно регионалног центра за управљање отпадом.

Географски информациони систем (ГИС) је важан алат за рјешавање проблема транспорта отпада од мјеста сакупљања до одлагалишта отпада, са циљем минимизирања трошкова [8]. ГИС све више постаје централни елемент за координацију, планирање и управљање транспортним системима, а у комбинацији са техникама оптимизације путања може да се користи за побољшање транзитног планирања у урбаним срединама [24]. ГИС има могућност да комбинацијом просторних података (мапе, авио и сателитски снимци) са квантитативним, квалитативним и описним подацима омогући велики број просторних упита и анализа [25, 10].

Примјеном *ГИС технологија* на оптимизацију путања за сакупљање отпада, може се остварити сљедеће: редукција броја посуда за одлагање отпада; смањена путања сакупљања отпада, потребно вријеме за сакупљање и повезани оперативни трошкови попут: накнаде за раднике, потрошње горива, амортизације возила [26].

Ghose et al. [7], користећи *ArcGIS Network Analyst*, успјели су минимизирати транспортну удаљеност и трошкове транспорта до депоније отпада у граду Ансасол, Индиа. За оптимизацију су кориштени подаци о густини насељености, количинама отпада, саобраћајној мрежи, врсти возила за сакупљање, итд.

Karadimas et al. [24] су описали, имплементирали и упоредили два алгоритамска рјешења за идентификацију оптималних путања за сакупљање и транспорт отпада, *ArcGIS Network Analyst* и *Ant Colony System (ACS)*. И један и други метод је заснован на геореференцираној просторној бази података подржаној од стране ГИС-а. У оба случаја ГИС узима у обзир све потребне параметре за сакупљање отпада (позиције отпада, саобраћајну мрежу и саобраћајно оптерећење, врсте и капацитет возила за сакупљање, итд), те омогућава корисницима израду модела реалних саобраћајних услова и различитих сценарија.

Са истим циљем, смањења емисије загађења, *Apaydin and Gonullu* [27] развили су модел најкраће путање – *MapInfo*, користећи GIS softwer. Помоћу овог softwera, успјели су развити модел који израчунава оптималне путање за сакупљање отпада, које су краће и до 44,3% у односу на постојеће путање. Самим тим, добили су путање којима се најбрже сакупи отпад и емитују најмање количине загађујућих материја. Исти аутори су радили истраживање процјене времена сакупљања у зависности од кориштене путање, густине насељености, те броја и величине посуда за одлагање отпада. Ако је познат број и положај посуда за одлагање отпада, потребно вријеме за њихово пражњење, задржавање на семафорима и саобраћајним гужвама, могуће је процијенити потребно вријеме за сакупљање и оптимизовати путање сакупљања [11].

Bing et al. [28] радили су истраживања сакупљања отпадне пластике, која се у конкретном случају сакупља истим путањама као и остали отпад, а са циљем редизајна постојећих путања и дефинисањем нових са становишта еко-ефикасности. Представили су проблем сакупљања као проблем навигације возила, а користили су *A tabu search heuristic metod* [29] за унапрјеђење путања возила, док су за калкулације стварних удаљености између локација користили *MapPoint*. Овим истраживањем аутори су доказали да се примјеном представљене методологије могу унаприједити путање сакупљања отпада са становишта еко-ефикасности.

Милош Војиновић et al. [12] су на примјеру ЈКП Медиана у Нишу примијенили систем за надзор возног парка као компоненте информационог система (а чији је један дио и ГИС) за рјешење проблема рутирања кретања возила за превоз отпада. Успостављање оваквог начина рада је омогућило праћење експлоатације система за прикупљање и превоз отпада и анализу резултата рада, од којих је може издвојити уштеда од око 9,6% у количини потрошеног горива.

Оптимизација и одлучивање у планирању саобраћаја је била тема великог дијела истраживања. *Бојан Ковачић* је истраживао вишекритеријумско одлучивање у саобраћају у оквиру магистарског рада, чији резултати су потврдили да су саобраћајни проблеми углавном лоше структурирани (вишеатрибутни), те да се нарочита пажња посвећује прецизном и конзистентном дефинисању скупа свих алтернатива, анализирању одговарајуће преференцијске структуре, како би се што квалитетније и поузданије могло изнаћи најбоље практично рјешење. Анализа великог броја критеријума и услова и њиховог утицаја је веома компликована, због чега вишекритеријумско одлучивање добија додатни потицај за стварање нових и побољшање већ постојећих метода и још ужу интеракцију с рачунарством, ради стварања што квалитетнијих интерактивних рачунарских програма заснованих на тим методама [30].

Рајковић и Стакић [31] истраживали су могућности примјене математичког модела за вишекритеријумску оптимизацију контејнерског транспорта, са основним циљем тражења најбољег рјешења из низа доступних рјешења у смислу више усвојених критеријума: минималног транзитног времена, најнижих транспортних трошкова и минималне емисије гасова приликом превоза контејнера од Шангаја до Београда.

Том приликом су развили мултиобјектни оптимизациони модел, програмиран у MATLAB-у, који приказује оптимални пут за увоз контејнера у Србију. Развијени математички модел даје могућност посматрања читавог опсега рјешења, као и могућност њиховог рангирања, чијим се одабиром врши једноставна селекција групе

најприхватљивијих рјешења, посматрајући истовремено минимизацију транзитног времена, транспортних трошкова и емисије гасова [31, 32].

Из наведеног прегледа, може се закључити да се за оптимизацију путања за сакупљање, трансфер и транспорт отпада користе бројне методе. Дио тих метода се користи у комбинацији са ГИС-ом, као што су: *ArcGIS Network Analyst*, *MapInfo*, *MapPoint*, док се друге користе као математички алгоритми за прорачуне и квантитативно вредновање појединих рјешења.

Методе које се користе у комбинацији са ГИС-ом, углавном су комерцијална, рачунарска, програмска рјешења, која због своје цијене често нису доступна ширем кругу корисника. Другу групу метода, доступних математичких алгоритама, због своје комплексности, употребљава мали број корисника. Интеграција доступних математичких алгоритама са бесплатним ГИС програмима је подручје у којем се требају израдити модели, који ће се моћи лакше примијенити у пракси.

Преглед досадашњих публикација релевантних за предложену тему дисертације:

- [1] Стратегија управљања чврстим отпадом у Босни и Херцеговини, АЕА Technology Environment, (2000).
- [2] Malamis, D., V. Panaretou, K. Moustakas, and M. Loizidou: Implementation and evaluation of an integrated management scheme for MSW in Pyrgos & Panormos communities in Tinos Island, Greece, 3rd International conference on Sustainable Solid Waste Management, Tinos Island, Greece, 2015.
- [3] Liu, F., Z. Wen, and Y. Xu: A dual-uncertainty-based chance-constrained model for municipal solid waste management, *Applied Mathematical Modelling*, 37 (22) (2013) 9147–9159.
- [4] Kontopoulos, G.: The challenge of composting from commingled municipal solid waste: Environmental benefit – economic cost under recession conditions, presented at the Composting and Alternative Waste Management in Local Governments, Athens, 2014.
- [5] Dunovic, S., Lj. Vukic, and Goran Trbic: A method for optimizing collection, transfer and transport routes of waste using OSGeo software, 3rd International conference on Sustainable Solid Waste Management, Tinos Island, Greece, 2015.
- [6] Измјене и допуне Просторног плана Републике Српске до 2025. године, Нови урбанистички завод Републике Српске, Влада Републике Српске, 2014.
- [7] Ghose, M. K., A. K. Dikshit, and S. K. Sharma: A GIS based transportation model for solid waste disposal-a case study on Asansol municipality, *Waste Management*, 26 (11) (2006) 1287–1293.
- [8] Ohri A. and P. K. Singh: GIS based secondary storage and transportation system planning for municipal solid waste, 1 (2010) 108–130.
- [9] Kanchanabhan, T., J. Abbas Mohaideen, S. Srinivasan, and V. L. Kalyana Sundaram: Optimum municipal solid waste collection using geographical information system (GIS) and vehicle tracking for Pallavapuram municipality, *Waste Management & Research*, 29 (3) (2011) 323–339.
- [10] Khan, D. and S. R. Samadder: Municipal solid waste management using Geographical Information System aided methods: A mini review, *Waste Management & Research*, 32 (11) (2014) 1049–1062,
- [11] Araydin, O. and M. T. Gonullu: Route time estimation of solid waste collection vehicles based on population density, *Global NEST Journal*, 13, (2) (2011) 162–169.
- [12] Војиновић, М., Ж. Цвијетиновић, М. Ђокић, и А. Обрадовић: Примена система за

надзор возног парка у компанијама које управљају отпадом – пример ЈКП Медиана Ниш, Ка Одрживом Транспорту, Асоцијација Руководилаца Транспорта, (2013) 71–84.

[13] Eisted, R., A.W. Larsen, and T. H. Christensen: Collection, transfer and transport of waste: accounting of greenhouse gases and global warming contribution, *Waste Management & Research*, 27 (8) (2009) 738–745.

[14] Larsen, A. W., M. Vrgoc, T. H. Christensen, and P. Lieberknecht: Diesel consumption in waste collection and transport and its environmental significance, *Waste Management & Research*, 27 (7) (2009) 652–659.

[15] Млинарић, Т. Ј.: Робно транспортни центри: Факултет прометних знаности, Загреб (2015).

[16] Млинарић, Т. Ј.: Робно транспортни центри: Факултет прометних знаности, Загреб (2013).

[17] Achilles, C., N. Moussiopoulos, A. Karagiannidis, G. Baniyas, and G. Perkoulidis: The use of multi-criteria decision analysis to tackle waste management problems: a literature review, *Waste Management & Research*, 31 (2) (2013) 115–129.

[18] Маргета, Ј. и Г. Прскало: Избор локације за санитарно одлагалиште, *Грађевинар*, 58 (2006) 997–1008.

[19] Зеленовић В. Т.: Примена ГИС-а, аналитичког хијерархијског процеса и фуззу логике при избору локација регионалних депонија и трансфер станица. Дисертација, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, 2011.

[20] Demesouka, O. E., A. P. Vavatsikos, and K. P. Anagnostopoulos: GIS-based multicriteria municipal solid waste landfill suitability analysis: a review of the methodologies performed and criteria implemented, *Waste management & research: the journal of the International Solid Wastes and Public Cleansing Association, ISWA*, 32 (4) (2014) 270–296.

[21] Malczewski, J.: Multiple Criteria Decision Analysis and Geographic Information Systems, in *Trends in multiple criteria decision analysis*, Springer, New York (2010).

[22] Zelenović V. T., Z. Srdjević, R. Bajčetić, and M. V. Miloradov: GIS and the analytic hierarchy process for regional landfill site selection in transitional countries: a case study from Serbia, *Environmental Management*, 49 (82) (2012) 445–458.

[23] Milosevic, I. and Z. Naunovic: The application of a multi-parameter analysis in choosing the location of a new solid waste landfill in Serbia, *Waste management & research: the journal of the International Solid Wastes and Public Cleansing Association, ISWA*, 31 (10) (2013) 1019–1027.

[24] Karadimas, N. V., N. Doukas, M. Kolokathi, and G. Defteraiou: Routing Optimization Heuristics Algorithms for Urban Solid Waste Transportation Management, *WSEAS Transactions on Computers*, 7 (12) (2008) 2022–2031.

[25] Al-Hanbali, A.: Using GIS-Based Weighted Linear Combination Analysis and Remote Sensing Techniques to Select Optimum Solid Waste Disposal Sites within Mafrag City, *Journal of Geographic Information System*, 3 (4) (2011) 267–278.

[26] Zamorano, M., E. Molero, A. Grindlay, M. L. Rodríguez, A. Hurtado, and F. J. Calvo: A planning scenario for the application of geographical information systems in municipal waste collection: A case of Churriana de la Vega (Granada, Spain), *Resources, Conservation and Recycling*, 54 (2) (2009) 123–133.

[27] Apaydin, O. and M. T. Gonullu: Emission control with route optimization in solid waste collection process: A case study, *Sadhana*, 33 (2) (2008) 71–82.

[28] Bing, X., M. de Keizer, J. M. Bloemhof-Ruwaard, and J. G. A. J. van der Vorst: Vehicle routing for the eco-efficient collection of household plastic waste, *Waste Management & Research*, 34 (4) (2014) 719–729.

- [29] Glover, F.: Future paths for integer programming and links to artificial intelligence, *Computers & Operations Research*, 13 (5) (1986) 533–549.
- [30] Ковачић, Б.: Вишекритеријско одлучивање у промету, Свеучилиште у Загребу, Факултет прометних знаности, Загреб, 2004.
- [31] Рајковић, Р. и Ђ. Стакић: Примена математичког модела: вишекритеријумска оптимизација у контејнерском транспорту, В Симпозијум математика и примене, зборник радова, Београд, 2014.
- [32] Rajkovic, R., N. Zrnic, and Ђ. Stakic: Application of Mathematical Model for Container Transport Flow of Goods: From Far East to Serbia, *International Conference on Industrial Logistics, Proceeding, Brač*, 2014.
- [33] Митровић, М.: Географски Информациони Систем, ИНФО, 26 (2009) 3–8.
- [34] QGIS. Open Source Geospatial Foundation (OSGeo).
- [35] PostgreSQL. The PostgreSQL Global Development Group.
- [36] PostGIS. Open Source Geospatial Foundation (OSGeo).
- [37] pgRouting. Open Source Geospatial Foundation (OSGeo).
- [38] Дуновић, С., Љ. Вукић и Г. Трбић: Идентификација депонија отпада на неповољним локацијама помоћу ГИСа – примјер општине Рибник, Гласник Географског Друштва Републике Српске - Хералд, 18 (2014) 153–166.
- [39] Дуновић, С.: Вишекритеријумска анализа отпада и депонијских локација у општини Рибник са циљем дефинисања правилног управљања депонијама. Магистарски рад, Универзитет у Бањој Луци, Технолошки факултет, Бања Лука, 2014.
- [40] Smith, G.: PostgreSQL 9.0 high performance accelerate your PostgreSQL system and avoid the common pitfalls that can slow it down. Packt Publishing, Birmingham (2010).
- [41] Obe, R.: PostGIS in action. Manning Pearson Education, Greenwich, London (2011).
- [42] Corti, P., PostGIS 2.0 Cookbook. Packt Publishing, Birmingham (2014).
- [43] Dijkstra, E. W.: A note on two problems in connexion with graphs, *Numerische Mathematlk*, 1 (1) (1959) 269–271.
- [44] Mehlhorn, K. and P. Sanders: Algorithms and Data Structures, Springer Berlin Heidelberg, (2008).
- [45] Edelsbrunner, H., D. Kirkpatrick and R. Seidel, On the shape of a set of points in the plane, *IEEE Transactions on Information Theory*, 29 (4) (1983) 551–559.
- [46] Hart, P. E., N. J. Nilsson, and B. Raphael, A Formal Basis for the Heuristic Determination of Minimum Cost Paths, *IEEE Transactions on Systems Science and Cybernetics*, 4 (2) (1968) 100–107.

в) Радна хипотеза са циљем истраживања

Сагледавајући тренутно стање управљања комуналним отпадом у Босни и Херцеговини, може се закључити да постоје бројни проблеми који се морају рјешавати у што скоријем периоду, како би се цјелокупан систем унаприједио и његово функционисање поставило на принципе ефикасности и економичности.

Велики број проблема у овом систему је повезан са великим трошковима који настају углавном у процесу сакупљања, трансфера и транспорта отпада. У оваквој ситуацији поставља се питање: да ли се оптимизацијом транспортних удаљености између мјеста настанка отпада и потенцијалних регионалних депонија, претоварних станица, као и путања возила за сакупљање отпада могу остварити одређени напредици?

Постављена питања, циљеви и одабрани приступи рјешавања проблема неефикасности и неекономичности сакупљања и транспорта отпада одредили су основну, радну и неколико полазних научних хипотеза ове докторске дисертације:

- Како трошкови сакупљања и транспорта отпада представљају најзначајније трошкове у цјелокупном систему управљања отпадом, оптимизацијом транспортне удаљености између мјеста настанка отпада, станица за трансфер и потенцијалних регионалних депонија, као и путања возила за транспорт отпада, могу се остварити значајне користи, материјалне и нематеријалне природе;
- Примјеном математичких алгоритама *driving distance i alpha shape* из програма pgRouting, могуће је за више општина једне регије одредити заједнички простор који је транспортно приближно једнако удаљен од њихових центара. Поред транспортне удаљености, као критеријума за одређивање заједничког простора, могуће је узети у обзир вријеме транспорта или друге параметре карактеристичне за транспорт. На овај начин одређени заједнички простор више општина једне регије постаје оптималан за изградњу регионалне депоније. Урађене анализе могу се користити и за корекције већ предложених граница појединих регија;
- Примјеном истог алгорита могуће је у односу на позицију регионалне депоније и области у којима се сакупља отпад, идентификовати простор који је са становишта транспортних трошкова оптималан за изградњу станица за трансфер.

г) Материјал и метод рада

Као материјал за истраживања користиће се прикупљени подаци о начину транспорта отпада и транспортним удаљеностима из двије регије: регије Бања Лука и регије Мркоњић Град.



Слика 1 Регије Бања Луке и Мркоњић Града [6]

Поред ових, базних података за анализу и дискусију, биће припремљени и бројни просторни подаци везани за ове двије регије. Просторни подаци, на којима ће се заснивати већина истраживања су мреже саобраћајница ових регија, а биће припремљени екстракцијом из базе података пројекта *Open Street Map*. Поред мреже саобраћајница, за потребе истраживања, биће сакупљени и припремљени и други подаци, као што су: подаци који се односе на природне и вјештачке карактеристике простора ове двије регије, подаци који се односе на механизацију за сакупљање, трансфер и транспорт отпада, те на количину отпада, број становника итд., у овим регијама.

Како Географски Информациони Системи (ГИС) представљају скуп база података, софтвера и хардвера, који пружају могућност управљања просторним подацима, исти ће бити кориштени у овом раду. То је значајан алат за унос, чување, уређивање, анализирање и приказивање великог броја просторних података, те се може користити за лакше просторно планирање и доношење важних одлука [33]. ГИС је до сада кориштен успјешно у различитим аспектима управљања комуналним отпадом, укључујући избор локација депонија и оптимизацију сакупљања отпада и његовог транспорта [10].

У конкретном случају, као алат за прикупљање, складиштење и обраду података користиће се QGIS [34], али и други рачунарски програми, као што су PostgreSQL [35] за формирање база података, PostGIS [36] за омогућавање просторне компоненте базе података и pgRouting [37], који представља скуп математичких алгоритама за анализе прикупљених података.

Обједињујући све податке и рачунарске програме настаће јединствен ГИС пројекат. ГИС пројекат је пројекат вишеструких слојева својствених података који пружа читав низ могућности за анализе помоћу различитих алата доступних у ГИС-у [38].

Већина података прикупљена у ГИС-у просторно је индексирана, и подацима је могуће управљати великим бројем поступака, како би се одговорило на упите о просторним ентитетима који се налазе у базама података. Основне карактеристике ГИС-а представљају могућност формирања великих база гео просторних података и могућност дијелења и размјене података са другим ГИС системима [39].

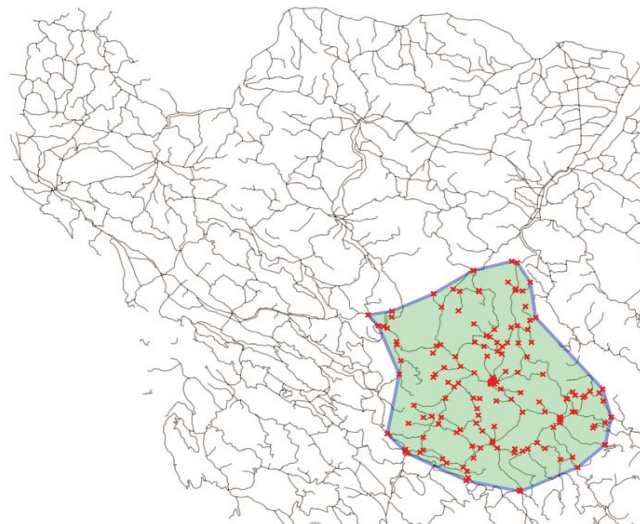
Прикупљени подаци биће обједињени у једну базу података у програму PostgreSQL. PostgreSQL је систем за управљање објектно релацијским базама података [40]. Да би било могуће креирати базу података у коју је могуће похранити велики број просторних података, истој ће бити додате функционалности које су карактеристичне за други програм, PostGIS. PostGIS је бесплатан и open source (FOSS) програм који просторно омогућује PostgreSQL систем за управљање објектно релацијским базама података [41].

Када се обезбједе подаци о мрежи саобраћајница и одговарајући ГИС модули који се баве мрежним анализама улази се у припрему за фазу оптимизације [22]. Као модул који се бави мрежним анализама, у овом раду користиће се програм pgRouting. То је посебна екстензија програма PostGIS која омогућава истраживање мрежних структура [42]. То је програм који садржи велики број хеуристичких алгоритама за анализе мрежа саобраћајница, графова и слично.

Да би се могле извести различите анализе, помоћу функција овог програма, мрежи саобраћајница истраживаног простора, након основних припрема, биће одређена топологија. Тек након овако припремљених података, на њима ће се моћи изводити различити експерименти.

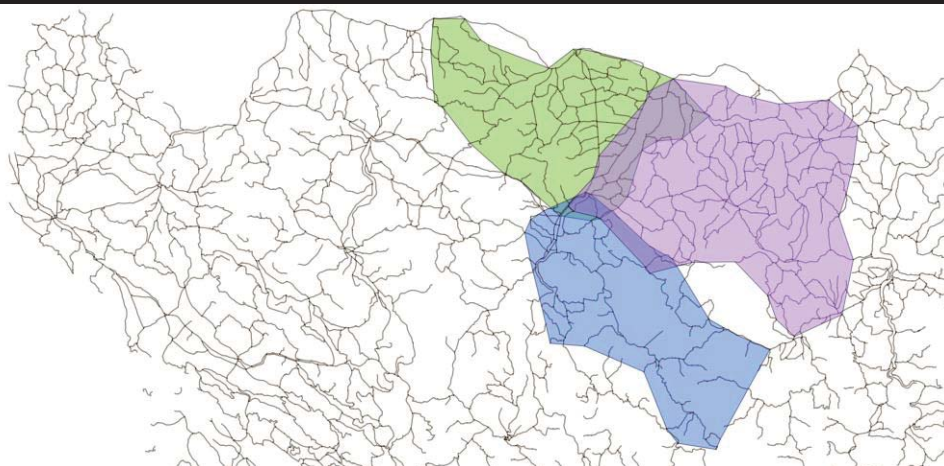
За потребе дефинисања простора око одређене тачке у простору, а који представља доступност за одређену вриједност времена, дужине пута, трошка, и сл., биће употребљена функција *driving distance*, једна од бројних функција програма *pgRouting*. Ова функција, помоћу Dijkstra алгоритма [43] израчунава најкраћу удаљеност дуж саобраћајница до више тачака које представљају одређене чворове на саобраћајницама. За дату почетну тачку у једној мрежи, као што је мрежа саобраћајница, алгоритам налази најкраће путање између почетне и свих осталих тачака те мреже [44]. Функција коју алгоритам узима приликом израчуна најкраће удаљености од почетне тачке може бити различита (брзина, дужина, трошкови, итд).

Кориштењем друге *pgRouting* функције, *Alpha shape* [45], претходно, за одређен критеријум (нпр. дужина пута), дефинисане доступне тачке, биће повезане у полигон.



Слика 2 Илустрација повезивања крајњих доступних тачака у полигон функцијом *Alpha shape*

Више овако добијених полигона, за различите функције и различите почетне тачке, представљају одређени простор чијом се комбинацијом може извести више различитих експеримента у циљу проналаска оптималне локације, локације која би подједнако била удаљена од више различитих почетних тачака. Центри градова једне регије биће постављене као почетне тачке, за које ће се одређивати доступна удаљеност у зависности од дужине, времена и трошкова транспорта отпада. Нпр, узевши три почетне тачке, центре градова Котор Варош, Прњавор и Градишка, а за функцију, доступност у дужини од 40 километара, може се добити следећи приказ.



Слика 3 Илустрација доступност од центра Градишке, Прњавора и Котор Вароши за пређени пут у дужини од 40 км

Из овако добијеног приказа може се уочити мала површина на којој се преклапају сва три полигона, а која је саобраћајно, подједнако удаљена од сва три општинска центра.

У раду ће бити дефинисани простори око сваког општинског центра, обје регије, а који ће представљати доступност у зависности од дужине пута од 20, 25, 30, 35 и 40 километара, затим доступност у зависности од времена, тј. брзине возње и доступност у зависности од различитих вриједности трошкова транспорта.

На овај начин добиће се велика количина података који ће бити дискутовани и на основу којих ће се моћи извести закључци о оптималној локацији регионалне санитарне депоније са становишта удаљености, времена и трошкова транспорта отпада из сваке општине једне регије. Уколико се покаже да једна или више општина једне регије сувише удаљена од потенцијалне оптималне локације регионалне депоније, биће размотрена могућност изградње трансфер станица, као и њихова потенцијална локација.

Упоредо са одређивањем крајњих тачака доступности од почетне тачке, употребом других алгоритама, као што су: алгоритам А* за одређивање најкраћег пута између два чвора графа, а који је један од фундаменталних и најпопуларнијих алгоритама вјештачке интелигенције и који су први описали Peter Hart, Nils Nilsson and Bertram Raphael [46], или kDijkstra алгоритма за дефинисање путања по систему од једног до многих, биће одређене најкраће путање од почетне до крајњих тачака подручја доступности. На исти начин биће одређени најкраћи путеви до оптималне локације регионалне депоније из свих општина те регије. Истраживањем ће добијени резултати бити поређени са стварним подацима са терена.

У регији Бања Лука већ је остварен регионални концепт управљања отпадом и примјењује се скоро десет година, а изграђена је и регионална депонија на коју се транспортује отпад из осам општина ове регије. Депонија ове регије је изграђена на постојећој, више од 30 година старој депонији, претварањем исте у регионалну, санитарну депонију, без проведених анализа које су својствене избору локација за нове депоније отпада. Исто тако, нису рађене анализе транспортних удаљености од извора отпада, тј. општина ове регије.

Међутим, захваљујући имплементираним регионалним концептима управљања отпадом у овој регији, постоје конкретни подаци о транспорту отпада, а који ће за потребе овог рада бити прикупљени, анализирани и поређени са подацима који ће бити добијени рачунарским моделовањем.

За регију Мркоњић Града, постоје планови за изградњу регионалне депоније, као и приближна локација исте. Иста је ситуација и у три кантона/жупаније Федерације Босне и Херцеговине, Унско-Сански, Средње-босански кантон и Херцег-Босанка жупанија, а који граниче са регијом Мркоњић Града. Подаци добијени моделовањем оптималне локације регионалне депоније за регију Мркоњић Града, биће поређени и дискутовани и у односу на постојеће планове у ова три сусједна кантона/жупаније. Укључивањем у разматрање и општина из Федерације Босне и Херцеговине, има за циљ оцјену оправданости планова да регија Мркоњић Града, као и сваки од сусједних кантона/жупанија има своју регионалну/кантоналну/жупанијску депонију, без обзира на број становника и географске карактеристике истих.

Закључци дискусије о подацима из регије Бања Лука, у којој је остварен регионални концепт управљања отпадом и Мркоњић Града, у којој тек треба да се оствари, имаће двосмјеран учинак на управљање комуналним отпадом у њима: у регији Мркоњић Града, моделовањем добијени подаци о оптималним транспортним трасама и оптималним локацијама за регионалну депонију, моћи ће бити кориговани искуственим бољим рјешењима из регије Бања Лука, док ће се добијени подаци из регије Мркоњић Град моћи искористити за унапрјеђење постојећег регионалног система у регији Бања Лука.

д) Научни допринос истраживања

У процесу избора локације регионалне депоније често се занемарују технички нормативи и анализе које се раде код избора локације за нову санитарну депонију. У случајевима када се раде анализе удаљености општинских центара или центара за сакупљање отпада са одређеног простора, користе се различите математичке методе у комбинацији са ГИС-ом, али су то углавном комерцијална, рачунарска, програмска рјешења, која због своје цијене често нису доступна ширем кругу корисника.

Допринос ове дисертације огледа се у формирању, примијени и тестирању једне нове, иновативне методологије заснована на Географским Информационим Системима (ГИС) и рачунарским програмима који се развијају под окриљем фондације OSGeo, тј. интеграција доступних математичких алгоритама са бесплатним ГИС програмима чиме ће се добити методологија, која ће се моћи лакше примијенити у пракси.

Генерално гледајући, добијени резултати би требали допринијети промоцији употребе географских информационих система у процесу доношења одлука у систему управљања комуналним отпадом, те стварању нових и побољшању већ постојећих метода, уз још ужу интеракцију с рачунарским техникама, ради стварања што квалитетнијих програма заснованих на тим методама.

Биографски подаци, научна и стручна дјелатност предложеног ментора:

Др Љиљана Вукић, ванредни професор Технолошког факултета Универзитета у Бањој Луци, ужа научна област Еколошко инжењерство.

Др Љиљана Вукић рођена је у Бањалуци, гдје је завршила основну школу и Гимназију, а потом је 1973. уписала Технолошки факултет у Бањој Луци. Дипломирала је на Хемијско-технолошком одсјеку, 1977. године. Након тога, 1980. запослила се у УНИЦЕП - *Институт за научно-истраживачки рад, развој и пројектовање.*

Магистрирала је 1990. године на Технолошком факултету Свеучилишта у Загребу, из области Хемијског инжењерства, смјер Технолошки процеси и заштита околине, са темом магистарског рада *Обрада алкалних отпадних вода од производње вискозног влакна.*

Марта 1995. године запослила се на Технолошком факултету у Бањој Луци као виши асистент на предметима *Неорганска хемијска технологија* и *Заштита околине од загађења у хемијској индустрији.*

Докторску дисертацију под насловом *Кондиционирање отпадних вода кожарске индустрије за биолошку обраду уз могућност рекулперације хрома*, одбранила је на Технолошком факултету Универзитета у Бањој Луци 2004. године и тиме стекла научни степен доктора техничких наука из области хемијског инжењерства.

У новембру 2004. на Технолошком факултету изабрана у звање доцента, а у децембру 2009. у звање ванредног професора на ужој научној области Реакцијско инжењерство, а избор је касније еквиваленцијом преименован на у.н.о. Еколошко инжењерство у оквиру научних поља Хемијско инжењерство.

Током свог педагошког рада у звању ванредног професора повјерена јој је настава на више факултета Универзитета у Бањој Луци: на Технолошком, Природно-математичком и Машинском факултету.

Била је ментор једне докторске дисертације и једног магистарског рада, као и члан комисије за одбрану 2 дисертације и 8 магистарских радова. Била је ментор и великог броја завршних радова 1. циклуса студија.

Током свог рада у Институту и на Технолошком факултету учествовала је у 19 научно-истраживачких пројеката међународног и националног значаја као координатор или члан тима. У оквиру тога боравила је на универзитетима у Генту (Белгија), Грацу и Барселони.

Објавила је два универзитетска уџбеника, научну монографију националног значаја и поглавље у научној монографији међународног значаја.

Аутор и коаутор је око 60 научних и стручних радова објављених у научним часописима међународног и националног значаја, те научних радова изложених на научним скуповима националног и међународног значаја.

Главни и одговорни уредник је научног часописа *Гласник хемичара, технолога и еколога РС*, који је према критеријумима Министарства науке и технологије РС сврстан у 1. категорију. Три пута је била предсједник Организационог одбора научног скупа са међународним учешћем *Савјетовање хемичара, технолога и еколога РС*. Више пута је била рецензент радова у часописима међународног и националног значаја, као и радова изложених на научним скуповима.

Већ трећи мандат обавља функцију продекана за НИР на Технолошком факултету, а члан је и *Одбора за животну средину, просторно планирање и одрживи развој*, Одјелења природно-математичких наука при Академији наука и умјетности Републике Српске, те Друштва инжењера технологије РС.

Биографски подаци, научна и стручна дјелатност предложеног коментора:

Др Даворин Бајић, доцент на Природно-математичком факултету Универзитета у Бањој Луци, ужа научна област Географски информациони системи.

Др Даворин Бајић рођен је 1976. године у Високом, гдје је завршио основну школу. Средњу електротехничку школу завршио је 1994. године у Бијељини, а потом је 1996. уписао Природно-математички факултет у Бањој Луци. Дипломирао је на Одсјеку за географију, 2000. године. У току студија, као посебним признањима за постигнути успјех, награђен је са двије награде: награда из Фонда Миленка С. Филиповића коју даје Одсек за географију ПМФ-а у Бањој Луци и «Златном плакетом» коју додјељује Универзитет у Бањој Луци.

Марта 2001. године запослио се на Природно-математичком факултету у Бањој Луци као асистент на предметима *Привредна географија 1* и *Привредна географија 2*.

Магистрирао је 2005. године на Географском факултету Универзитета у Београду из области Економске географије, са темом магистарског рада *Друмски саобраћајни систем као фактор просторно-функционалне организације Републике Српске*.

Након одбране магистарског рада исте године је изабран у вишег асистента из области *Друштвена географија*, а потом 2009. године и у вишег асистента на ужој научној области *Просторно планирање*.

Докторску дисертацију под насловом *Улога саобраћајног система у функцији развоја привреде бањалучке регије*, одбранио је на Природно-математичком факултету Универзитета у Бањој Луци 2011. године и тиме стекао научни степен доктора географских наука.

У децембру 2011. на Природно-математичком факултету изабран је у звање доцента на ужој научној области Географски информациони системи.

Током свог педагошког рада у звању доцента повјерена му је настава из предмета Прометно-географска основа уређења простора и заштите околиша, на докторском студију Географске основе планирања у околишу, који се реализује на Факултету природословно-математичких и одгојних знаности Свеучилишта у Мостару. Ментор је једног мастер рада и већег броја дипломских радова на 1. циклусу студија.

Током свог научно-истраживачког рада учествовао је у 16 научно-истраживачких пројеката међународног и националног значаја, као координатор или као члан тима. Објавио је практикум за универзитетски ниво, три уџбеника за средњу школу и поглавља у двије научне монографије.

Аутор и коаутор је 17 научних и стручних радова објављених у научним часописима међународног и националног значаја, те научних радова изложених на научним скуповима националног и међународног значаја. Више пута је био рецензент радова у часописима међународног и националног значаја, као и радова изложених на научним скуповима.

Члан је и *Одбора за животну средину, просторно планирање и одрживи развој*, Одјелења природно-математичких наука при Академији наука и умјетности Републике Српске, те Удружења просторних планера у РС, Географског друштва РС, предсједник Центра за климатска истраживања.

3. ОЦЈЕНА И ПРИЈЕДЛОГ

На основу увида у приложену документацију, рад и биографију кандидата са списком објављених радова, Комисија за оцјену подобности теме и кандидата за израду докторске дисертације под насловом „Оптимизација сакупљања комуналног отпада на регионалном нивоу“ констатује сљедеће:

- 1) Кандидат Саша Дуновић има академски степен магистра техничких наука и објављен већи број научних и стручних радова из уже научне области еколошко инжењерство у референтним часописима и публикацијама. Кандидат је учествовао у више истраживачких и едукативних пројеката у овој научној области, и испуњава прописане академске услове за израду докторске дисертације;
- 2) Комисија констатује да постоји научна утемељеност и актуелност предложене теме. Кандидат би могао дати значајан допринос теоретском и практичном сагледавању доступних и нових метода оптимизације сакупљања отпада на регионалном нивоу;
- 3) Комисија констатује да је као подлога пријављене теме, предложена актуелна и релевантна литература и да су предложене методе истраживања адекватно одабране.

На основу наведеног, Комисија за оцјену подобности теме под називом „Оптимизација сакупљања комуналног отпада на регионалном нивоу“ кандидата мр Саше Дуновића даје потврдно мишљење о кандидату и о предложеној теми. Комисија сматра да је предложена тема докторске дисертације научно заснована и актуелна и да ће проведено истраживање и очекивани резултати представљати оригинални научни допринос научној мисли и пракси.

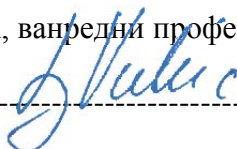
Комисија предлаже Сенату Универзитета у Бањој Луци, а путем Наставно-научног вијећа Технолошког факултета Универзитета у Бањој Луци, да кандидату мр Саше Дуновићу, одобри израду докторске дисертације под називом „Оптимизација сакупљања комуналног отпада на регионалном нивоу“.

За ментора предметне докторске тезе Комисија предлаже др Љиљану Вукић, ванредног професора Технолошког факултета, Универзитета у Бањој Луци. Како планирана теза и методе рада обухватају више различитих научних дисциплина, од управљања комуналним отпадом до рачунарских, географских информационих система, Комисија предлаже и др Даворина Бајића, доцента Природно-математичког факултета, Универзитета у Бањој Луци, за коментора.

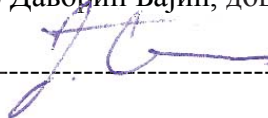
Бања Лука, 20.10.2015. године

ПОТПИС ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ:

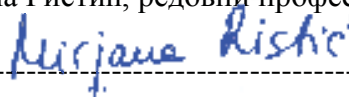
Др Љиљана Вукић, ванредни професор, предсједник;



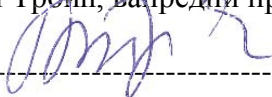
Др Даворин Бајић, доцент, члан;



Др Мирјана Ристић, редовни професор, члан;



Др Горан Трбић, ванредни професор, члан;



Др Саша Папуга, доцент, члан

