

## ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Нови Сад, 10.07.2018.

## ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

**-обавезна садржина- свака рубрика мора бити попуњена**

(сви подаци уписују се у одговарајућу рубрику, а назив и место рубрике не могу се мењати или изоставити)

<b>I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ</b>
<p>1. Датум и орган који је именовao комисију 31.05.2018. године, декан Факултета техничких наука је донео решење број 012-72 / 04 - 2016 о именовању комисије.</p> <p>2. Састав комисије са назнаком имена и презимена сваког члана, звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање, датума избора у звање и назив факултета, установе у којој је члан комисије запослен:</p> <p>1. Др Дејан Убавин, ванредни професор – председник, Инжењерство заштите животне средине, 12.07.2017. год., Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука.</p> <p>2. Др Бранка Гвозденац Урошевић, ванредни професор – члан, Енергетика у машинству, 17.11.2017. год., Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука.</p> <p>3. Др Александар Анђелковић, доцент – члан, Термоенергетика и термотехника, 25.09.2015. год., Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука.</p> <p>4. Др Александар Јововић, редовни професор, Процесна техника, 17.10.2012. год., Машински факултет у Београду.</p> <p>5. Др Горан Вујић, редовни професор – ментор, Инжењерство заштите животне средине, 15.10.2017. год., Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука.</p>
<b>II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ</b>
<p>1. Име, име једног родитеља, презиме: Никола, Митко, Цолев</p> <p>2. Датум рођења, општина, држава: 14.11.1979., Нови Сад, Србија</p> <p>3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив Факултет техничких наука, Машинство смер Топлотна техника, дипломирани машински инжењер</p> <p>4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија 2014., Инжењерство заштите животне средине</p> <p>5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране: Факултет техничких наука, „Директиве ЕУ и одрживи развој енергетике у зградарству“, Машинство смер Топлотна техника – Управљање енергијом у индустрији – магистар наука, 04.07.2014. године</p> <p>6. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука: Машинство смер Топлотна техника – Управљање енергијом у индустрији</p>
<b>III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:</b>
<p><b>Модел енергетског искоришћења депонијског гаса на депонијама са рецикулацијом концентрата и процедурне воде</b></p>

#### IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Навести кратак садржај са знаком броја страна, поглавља, слика, шема, графикана и сл.

Докторска дисертација кандидата је изложена у 9 поглавља, на 162 стране и садржи 150 референци, 19 табела и 83 слика и графикана. Структура рада је следећа:

1. Увод
2. Преглед досадашњих истраживања
3. Анализа технологија енергетског искоришћења депонијског гаса
4. Опис одабраног постројења, поставка експеримента и анализа добијених резултата
5. Моделовање продукције депонијског гаса применом математичких модела
6. Анализа утицајних параметара на продукцију депонијског гаса
7. Примена рецикулације са аспекта енергетског искоришћења депонијског гаса
8. Завршне напомене и закључци
9. Литература

У првом поглављу, **Увод**, након уводних напомена и дефинисања основних појмова у вези са темом рада, дефинисани су предмет и проблеми истраживања, потребе за истраживањем, истраживачки циљеви и задаци, коришћене методе и хипотезе истраживања са кратким приказом рада.

У другом поглављу, **Преглед досадашњих истраживања**, дат је приказ радова из стручне научне литературе који су, као значајнији, обрађени од стране кандидата приликом израде докторске дисертације, од спроведених лабораторијских истраживања, преко истраживања на депонијама реалних размера, примене рецикулације на овим депонијама и утицајима депонија на околину са аспектом на емисије метана праћено кроз ефикасност прикупљања и одбегле емисије са депонија.

У оквиру трећег поглавља, **Анализа технологија енергетског искоришћења депонијског гаса**, дат је преглед и опис технологија и постројења у којима је депонијски гас нашао примену и ефикасно се користи годинама уназад за производњу енергије, као и приказ технологија у развоју. Размотрени су утицајни параметри за избор одговарајуће технологије енергетског искоришћења, као и они који утичу на саму реализацију и изводљивост оваквих пројеката.

Четврто поглавље, **Опис одабраног постројења, поставка експеримента и анализа добијених резултата**, даје кратак опис депоније и њених карактеристика са системима који су најзначајнији за предметно истраживање и анализу. Описана је методологија рада на експерименталном истраживању са схематски приказаним и описаним мерним местима и циљевима мерења, подељених по групама. Након завршених мерења следи детаљна анализа добијених резултата, паралелно са консултовањем стручне литературе, како би се дошло до одговарајућих закључака. Отварају се и додатна питања, која проистичу из експерименталних мерења на конкретној депонији, а на чији одговор треба да се дође даљом нумеричком анализом.

У петом поглављу, **Моделовање продукције депонијског гаса применом математичких модела**, дат је кратак опис модела кроз одговарајуће инжењерске софтвере, који се најчешће користе у пракси за предикцију количина генерисаног депонијског гаса уз анализу осетљивости основних утицајних параметара на добијене резултате, при чему се акценат даје на падавинама, сходно климатским условима. Резултати добијени моделовањем се међусобно пореде по моделима и са стварним вредностима добијеним мерењима на депонији на основу чега следи анализа резултата.

Шесто поглавље, **Анализа утицајних параметара на продукцију депонијског гаса**, као најобимније, разматра релевантне параметре који могу да имају значајнији утицај на продукцију депонијског гаса, базирајући се у великој мери на пажљивој анализи претходно прикупљених и сређених података на бази мерења. Да би се подаци могли у што већој мери и на прави начин искористити формира се модел на бази теоријских прорачуна билансирања влаге, у који се уносе стварне вредности добијене мерењима на постројењу за пречишћавање отпадне воде и метеоролошки подаци, које се потом у упоредној анализи укрштају са протоцима депонијског гаса, добијеним мерењима на припадајућем систему на депонији. Након опсежне анализе утицаја доведене влаге, која се показује као кључни параметар од

којег зависи продукција депонијског гаса, њеним изоловањем на бази упоредне анализе кривих, добијених на бази мерења и прорачуна, разматрају се остали релевантни утицаји, као што су потпритисак у систему за прикупљање депонијских гасова, потенцијални утицај температуре спољашњег ваздуха као и остали утицаји и мере које се примењују у управљању отпадом. Посебно се враћа на разматрање потенцијалног додатног утицаја рецикулације концентрата, у односу на раније описан утицај, односно његово продубљивање и зависност од режима рада постројења за пречишћавање, из којег се добија као остатак, а у склопу најновијих упоредних анализа. На ову анализу се надовезује потенцијални утицај примене рецикулације процедурне воде, која је пројектована, изведена и као таква може да се примењује у будућој пракси рада депоније.

У седмом поглављу, **Примена рецикулације са аспекта енергетског искоришћења депонијског гаса**, је дат акценат на примени рецикулације процедурне воде и концентрата разматрањем потенцијалног утицаја на повећање интензитета генерисања депонијског гаса, што би повећало исплативост и вероватноћу да се имплементира неки од пројеката изградње енергетског постројења који користе депонијски гас. С обзиром на непознанице везане за хидролошке карактеристике самог отпада и кретања влаге на депонији, које су емпиријске природе и захтевају додатна експериментална истраживања, а промелјиве су природе, кандидат је дефинисао област у којој је могућ утицај. Други део поглавља се тиче разматрања стратегије управљања процедурним водама оптимизовањем режима рада у рецикулацији у зависности од постављених критеријума који претежно воде ка истом циљу, бољој разградњи и стабилизацији отпада и повећању ефикасности енергетског искоришћења и рада енергетских постројења.

У оквиру осмог поглавља, **Завршне напомене и закључци**, након општих напомена сумирани су закључци до којих је кандидат дошао истраживачким радом у оквиру ове дисертације, а који су у вези са постављеним циљевима, основном и посебним хипотезама истраживања. Када су у питању правци даљег рада предлажу се експериментална истраживања у циљу емпиријског одређивања непознатих вредности, које су овим радом нумерички обухваћене широким опсегом могућих вредности са циљем бољег сагледавања потенцијалног утицаја рецикулације, а које зависе од параметара који у доброј мери зависе и од праксе управљања отпадом.

У деветом поглављу, **Литература**, дат је преглед коришћене литературе, који садржи 150 референци, које у највећој мери обухватају научне радове из водећих светских часописа и са научних конференција, књиге, студије случајева, докторске дисертације, ЕУ директиве и домаће прописе.

На крају рада, приказан је списак публикација кандидата, које су проистекле на основу резултата истраживања у оквиру рада на докторској дисертацији, као и биографија кандидата.

## **V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

У првом поглављу, **Увод**, јасно су дефинисани предмет и проблем истраживања, потреба за истраживањем, циљеви и задаци који воде до њиховог остварења. Приказане су методе које су коришћене и формулисана су хипотезе истраживања у оквиру докторске дисертације.

У оквиру другог поглавља, **Преглед досадашњих истраживања**, дат је шири преглед владајућих ставова на бази коришћене литературе. Кандидат је поделио досадашња истраживања на више група, које су међусобно повезане да чине целину, наглашавањем специфичности које одликују ову докторску дисертацију, а то је следеће: 1) да се ради о експерименталном истраживању, 2) да се истраживање односи на депонију реалних размера са свим неизвесностима и непознаницама које носи један овакав систем у односу на контролисане лабораторијске услове, што захтева и одговарајући приступ, уз примену знања до којих се дошло претходним истраживањима на свим нивоима, 3) да је акценат у раду дат на примени рецикулације, уз значајне и различите примере из стручне литературе, наглашавајући да се ради о депонијама реалних размера, с обзиром да је овај аспект до детаља и у много већој мери истражен кроз бројна лабораторијска истраживања, са циљем да

се добијена знања примене у пракси рада реалних депонија и 4) утицај који метан, генерисан на депонијама комуналног отпада, остварује на животну средину, наглашавајући да је главни циљ смањење његових емисија у атмосферу и заштита животне средине, који је у потпуној или делимичној сагласности са његовим искоришћењем у енергетске сврхе, при чему се износе савремене тенденције управљања отпадом које прати одговарајућа законска регулатива и које могу да имају значајан утицај на будућност примене оваквих пројеката, како у свету, тако и нашој држави.

У трећем поглављу, **Анализа технологија енергетског искоришћења депонијског гаса**, разматра и даје преглед енергетских технологија које користе депонијски гас, са описима сваке од технологија и препорукама у вези са усвајањем најбољег могућег решења, односно утицајним факторима које је потребно размотрити пре него што се донесе одлука. Приказане су предности, мане и захтеви за третман депонијског гаса за сваки тип постројења. Такође су табеларно дати капацитети инсталираних постројења у појединим државама, где се види да је коришћење депонијског гаса нашло широку и врло практичну примену у свету, што указује да су ове технологије добро проверене и комерцијално распрострањене, те да би исто тако могао да постоји значајан потенцијал примене и у нашој држави. Види се да сваки случај захтева врло пажљиву и свеобухватну техно-економску анализу, док ће доношење коначне одлуке зависити умногоме од трошкова произведене јединице енергије, који умногоме, али не и искључиво, зависе од количине произведеног депонијског гаса. Значај овог поглавља огледа се у повезивању научних истраживања, са потребом изналажења најбољег начина управљања отпадом у циљу његове веће разградње и генерисања депонијских гасова, и техно-економских анализа, које ће омогућити доношење одлука о имплементацији технологија енергетског искоришћења у пракси.

Четврто поглавље, **Опис одабраног постројења, поставка експеримента и анализа добијених резултата**, представља срж овог истраживања, које проистиче из претходних разматрања предмета, циљева и задатака у настојању да се докажу постављене хипотезе, а на основу резултата досадашњих истраживања. Добијени резултати представљају научни допринос аутора када је реч о настојањима да се квантификује ефекат рецикулације концентрата на продукцију депонијског гаса на примеру конкретне депоније, чије карактеристике су описане у овом одељку. Експерименталном истраживању и пратећим анализама се приступило из више аспеката, лабораторијског, који укључује вођење процеса под контролисаним условима, и теоријских разматрања потенцијала на бази мерења и пратећих лабораторијских анализа, као и директним мерењима на терену. Добијени резултати су пажљиво анализирани уз доношење логичких закључака. Кандидат је одређене закључке амбициозно усмерио на даље истраживање у настојању да се добије свеобухватнија и прецизнија слика и одговор на постављена питања.

У оквиру петог поглавља, **Моделовање продукције депонијског гаса применом математичких модела**, је дат преглед математичких модела и софтвера који их уобичајено користе у инжењерској пракси за предикцију протока и количина генерисаног депонијског гаса. Ови модели су искоришћени за моделовање количина на примеру конкретне депоније и упоредну анализу са резултатима добијеним на бази мерења како би се утврдила њихова тачност и евентуална одступања. Утврђене су разлике у добијеним резултатима како између самих модела, тако и у односу на стварне вредности. Осим тога, крива генерисања депонијског гаса показује значајне промене количина током посматраног временског периода, осцилације у квантитету и квалитету прикупљених количина депонијског гаса са променама на дневном нивоу. Ово разматрање кандидата је значајно јер упућује на чињеницу да постојећи модели нису задовољавајући, пре свега за депоније мањег капацитета и депоније на којима услови анаеробне разградње значајно одступају од идеалних, и не могу да обезбеде довољну прецизност резултата како у погледу генерисаних просечних годишњих количина, тако ни промене које настају током времена, а које би итекако утицало на смањење искоришћења депонијског гаса и ефикасности рада постројења, који су кључни за успех једног оваквог пројекта.

У шестом поглављу, **Анализа утицајних параметара на продукцију депонијског гаса**, кандидат прави сопствени модел који се базира на прорачуну биланса влаге на депонији, у који уноси конкретне вредности измерене воде на улазу и излазу из депоније, ослањајући се на слична разматрања у литератури. Оно што представља посебан допринос изради модела

јесте коришћење поузданих и прецизних података добијених мерењима на дневном нивоу. С обзиром да је у спеведеним анализама доказано да доведена влага унутар отпада представља доминантан утицајни параметар на продукцију депонијског гаса, овај параметар је било лако изоловати, што је кандидат и учинио како би даљу анализу усмерио ка испитивању осталих утицајних параметара, које је у значајној мери успео и квантитативно да одреди.

Седмо поглавље, **Примена рецикулације са аспекта енергетског искоришћења депонијског гаса**, представља практичну примену и допринос модела ка сагледавању утицаја рецикулације, уз проширење обима са концентрата на процедурну воду, на повећање генерисаних количина депонијског гаса, те уз сагледавање реалног утицаја на предметној депонији до његовог пуног теоријског потенцијала. Овом потенцијалу треба тежити у будућој пракси управљања отпадом, од његовог претходног третмана, до имплементације решења која ће омогућити бољу дистрибуцију процедурне воде и концентрата унутар отпада на депонији, што ће заједно обезбедити примену режима рецикулације са већим протоцима процедурне воде. Да би додатно показао примељивост модела кандидат је исти искористио у процесу оптимизације режима рада у рецикулацији са променљивим уделима у односу на количине генерисане процедурне воде током времена, чиме би се задовољио циљ повећања укупно генерисаних количина депонијског гаса и ефикаснији рад енергетских постројења, што би свеукупно дало додатно снижење трошкова производње финалне енергије добијене од депонијског гаса. Овим анализама кандидат је у потпуности одговорио на постављене циљеве докторске дисертације.

У оквиру осмог поглавља, **Завршне напомене и закључци**, наведена су завршна разматрања и јасно су формулисани закључци који су проистекли из спроведених истраживања у оквиру дисертације. Добијени резултати су у складу са постављеним циљевима, јасно су дефинисани и повезани са основним хипотезама и циљевима истраживања. На крају се наводе правци даљих истраживања, која би допринела добијању прецизнијих резултата емпиријским одређивањем непознатих вредности, које су у овом раду дефинисане опсегом могућих вредности, чиме би се омогућило јасније сагледавање тренутне ситуације и приближавање теоријском потенцијалу и што ефикаснијој примени рецикулације.

У деветом поглављу наведена је **Литература** коју је кандидат користио приликом израде докторске дисертације, а која садржи значајне резултате истраживања како из претходног периода, тако и резултата новијих истраживања, из проблематике проучаване у оквиру ове докторске дисертације.

## **VI СПИСАК НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КОЈИ СУ ОБЈАВЉЕНИ ИЛИ ПРИХВАЋЕНИ ЗА ОБЈАВЉИВАЊЕ НА ОСНОВУ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА У ОКВИРУ РАДА НА ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ**

### **Категорија М22 - рад у истакнутом међународном часопису са импакт фактором**

1. **Džolev N.**, Vujić G. (2016): Impact assessment of concentrate recirculation on the landfill gas production, *Thermal Science*, Vol. 20, No. 4, pp. 1283-1294, DOI 10.2298/TSCI160401137D

### **Категорија М33 - рад саопштен на скупу међународног значаја, штампан у целини**

1. **Džolev N.**, Vujić G., Ubavin D., Maoduš N., Milovanović D. (2016): Comparative analysis of landfill gas production based on mathematical models and measurements, *ISWA World Congress*, Novi Sad, Serbia, 19-21 September 2016, ISBN 978-86-7892-837-6 (full paper in electronic version, pp 1959-1968)
2. **Džolev N.**, Vujić G., Višković M., Pap S., Bežanović V. (2016): Impact assessment of concentrate recirculation on the landfill gas production, *ISWA World Congress*, Novi Sad, Serbia, 19-21 September 2016, ISBN 978-86-7892-837-6 (full paper in electronic version)
3. Vujić B., Pavlović M., Đurić A., Vulić M., Marčeta U., **Džolev N.** (2016): Simulation of

landfill gases dispersion into atmosphere, ISWA World Congress, Novi Sad, Serbia, 19-21 September 2016, ISBN 978-86-7892-837-6 (full paper in electronic version, pp 1593-1602)

4. Pap S., **Džolev N.**, Adamović D., Radonić J., Ubavin D., Vujić G., Vojinović Miloradov M., Turk Sekulić M, (2016): Evaluating biosorption for ion species and organic matter removal from landfill leachate, ISWA World Congress, Novi Sad, Serbia, 19-21 September 2016, ISBN 978-86-7892-837-6 (full paper in electronic version, pp 1972-1983)

## VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Садржај органске материје концентрата је низак, што као резултат даје да је његов теоријски потенцијал за допринос генерисања додатних количина депонијског гаса из ове материје, веома низак и готово занемарљив у односу на укупне количине. О томе додатно сведочи и чињеница да је лабораторијска анализа одређивања приноса концентрата показала непостојећи принос, с обзиром да је запремина узорка, у складу са коришћеном методом VDI 4630, премала да би могао да се генерише и региструје депонијски гас у лабораторијским условима.

Упркос наведеном, а на бази израчунатог теоријског потенцијала и чињеници да се на депонију свакодневно излива далеко већа количина концентрата у односу на лабораторијске узорке, додатним директним мерењима састава депонијског гаса на биотрновима на депонији, установљено је да биотрн који је најближи изливном месту концентрата има већу концентрацију метана у односу на остале биотрнове. Ово је доказ да утицај постоји, а однос измерених додатних количина метана у депонијском гасу и теоријског потенцијала метана из концентрата даје ефикасност уклањања органске материје од 25%. Ово је приближан резултат који не може у потпуности да се верификује с обзиром на више утицајних параметара и непознаница, као што је и у дисертацији наведено, али свакако представља најбољи могући резултат и анализу добијених резултата мерењима. Ако се упореди са резултатима сличних истраживања, али на пилот постројењу које је далеко мањих димензија, па самим тим и веће нивоа контроле експерименталних услова, добијени резултат није нерелевантан, на шта се и кандидат позива. У сваком случају, није познато да су слична истраживања рађена на реалним депонијама, по чему је и ово истраживање јединствено. Забележен утицај органске материје концентрата на продукцију депонијског гаса доказује чињеницу, коју и аутор наводи позивајући се на резултате истраживања других аутора, али и спроведена истраживања, од којих се једно цитира и у уводном делу, да се депонија у метаногеној фази понаша као пречистач и да има капацитет уклањања органских материја, највероватније и далеко јачих и концентрованијих процедурних вода.

Додатним мерењима протока на биотрновима, поред састава депонијског гаса, показано да кретање влаге и додатно локално влажење отпада имају далеко већи утицај на генерисање додатних количина депонијског гаса зато што покрећу далеко концентрованију процедурну воду унутар отпада, што је у складу како са лабораторијским, тако и са истраживањима на реалним депонијама, на које се аутор позива у прегледу истраживања у другом одељку докторске дисертације. Грубим прорачунима овај ефекат квантификован је доприносом од око 30% у делокругу биотрнова који су најближи изливном месту концентрата, или око 7% од укупних количина генерисаног депонијског гаса. Ово представља далеко већи допринос у односу на саму органску материју концентрата.

Након што је успео да квантификује локални утицај влажења отпада изливањем концентрата, кандидат настоји да одреди утицај влаге на нивоу читаве депоније применом биланса масе у које уврштава вредности добијене мерењима на депонији током редовног 15-месечног праћења. Са успехом успева да креира јединствен модел, који се базира на одређивању резултујуће акумулиране влаге на депонији, и дође до функције зависности протока депонијског гаса у односу на ову влагу, са резултатима који у односу на стварне вредности дају просечна месечна одступања нижа од 10%. Валидност модела је доказана и

кроз предвиђање продукције депонијског гаса на дневном нивоу, наравно у зависности од атмосферских прилика и падавина. Модел је показао да је реакција депоније на прилив влаге брза, било да је реч о порасту или смањењу протока депонијског гаса. Ово је значајан резултат који може да омогући далеко боља и прецизнија предвиђања количина генерисаног депонијског гаса у времену, што даје велику разлику у односу на постојеће софтвере који користе математичке моделе, где предвиђања иду на годишњем нивоу уз много веће неизвесности и одступања у односу на потенцијалне стварне вредности. Овакав приступ је такође оригиналан допринос и сагледавање аутора, на који се није наишло у другим истраживањима, а добија се управо захваљујући расположивим подацима на бази мерења.

Коришћењем модела могуће је потпуније сагледавање утицаја спољашње температуре на продукцију депонијског гаса. Симулацијом различитих спољашњих температура показало се да је овај утицај итекако значајан, те да сваки степен може даје одступања протока од 10-15%. Овај утицај је индиректан с обзиром да је реч о изолованој санитарној депонији. Овај утицај на биланс и емисије није много разматран у стручној литератури.

Применом модела нумерички се одређује потенцијални утицај доведене влаге рециркулацијом концентрата на продукцију депонијског гаса у опсегу 10-63% у зависности од његовог струјања унутар депоније, да ли је у већој мери каналско или споро макроскопско, односно да ли ће доведена влага да проструји кроз отпад или ће да се упије у њега. Квантификовани утицај од око 7% на бази грубих анализа је близак минималној вредности наведеног опсега, а могао би да буде реалан с обзиром да тренутно одлагање концентрата представља најнеповољнији вид одлагања са додатним губитком медијума услед отицања и евапотранспирација. Један од закључака аутора јесте да се бољим управљањем отпадом, које подразумева механички предtretман уз коришћење адекватних прекривки и изградњом система влажења отпада и сличним мерама може обезбедити значајније већа продукција и искоришћење депонијског гаса. Узимањем у разматрање неизвесности, која се првенствено односи на хидролошке карактеристике самог отпада, врши се укључивањем одговарајућих коефицијената  $\varphi_p$  и  $\omega_p$ , преко којих је одређен утицај рециркулације, што представља такође једну од специфичности овог рада и оригиналан приступ кандидата предметној проблематици.

Добијени резултати су показали да прилив додатне влаге на отпад може да има значајније већи утицај на продукцију депонијског гаса у односу на моделе који се користе у пракси, што у највећој мери зависи од наведених неизвесности у погледу адекватног влажења отпада, а које су специфичне за разматрани конкретан тип депоније са рециркулацијом концентрата и процедурне воде. С обзиром да није могуће утицати на климатске услове и падавине управљање влагом на отпаду је ограничено, али коришћена методологија у изради модела на предметној депонији свакако може имати и ширу примену, независно од локације депоније и климатских услова.

Потпритисак депонијског гаса у систему може да има значајан утицај на проток и састав депонијског гаса, за који је мерењима на депонији утврђено да варира и до 25%. Потпритисак гаса може да има значајан утицај да остваривање метаногених процеса унутар отпада па га је потребно стално контролисати и одржавати у складу са тренутном продукцијом депонијског гаса, од које зависе и падови притисака, што се обезбеђује адекватним управљањем степена отворености вентила на главном колектору. Успешније предвиђање количина генерисаног гаса омогућиће правовремено реаговање од стране стручног лица.

Промена електропроводљивости и рН вредности концентрата могла је да има локалан утицај на услове генерисања депонијског гаса. Нередовна мерења протока гаса у периоду достизања критичних вредности онемогућују доношење сигурних закључака, иако постоје индиције, што упоредне анализе и показују, да су ови параметри могли да утичу на промене. Зато је један од главних задатака лица која одржавају систем да се обезбеди што је могуће боља дистрибуција и струјање унутар отпада, уз стално праћење параметара и режима рада постројења за пречишћавање, како би се концентрат што боље одложио уз минимални ризик по околину.

Разматрањем адекватне стратегије рециркулације кандидат је на још један начин демонстрирао могућу примену модела, проистеклог из овог истраживања, ради бољег управљања отпадом и процедурним водама, а у циљу његове боље разградње и већег

искоришћења депонијског гаса, те смањења ризика по околину како за садашње, тако и за будуће генерације.

#### **VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА**

Експлицитно навести позитивну или негативну оцену начина приказа и тумачења резултата истраживања.

У дисертацији је спроведена експериментална и нумеричка анализа у циљу креирања модела енергетског искоришћења депонијског гаса. Дисертација је добро структурирана, а добијени резултати истраживања су прегледно приказани и јасно и систематски изложени. Приказане резултате и њихову дискусију, прате и одговарајућа образложења и критички осврт на њихово вредновање, у складу са владајућим ставовима науке у области истраживања. Техничка обрада свих поглавља у докторској дисертацији је на високом нивоу. Текст је оптимално илустрован и поткрепљен одговарајућим сликама и графиконима. Закључци, изведени на основу резултата истраживања и њиховог критичког разматрања, дају јасне одговоре на постављена полазишта и циљеве истраживања, а предложени су и правци будућих истраживања.

Извештај о подударности, након провере докторске дисертације у софтверу iThenticate, за детекцију плагијаризма, показао је индекс подударности од свега 2%.

#### **IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

Експлицитно навести да ли дисертација јесте или није написана у складу са наведеним образложењем, као и да ли она садржи или не садржи све битне елементе. Дати јасне, прецизне и концизне одговоре на 3. и 4. питање:



<p>1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме</p> <p>Комисија констатује да је докторска теза написана и урађена у складу са образложењем наведеним у пријави теме докторске дисертације.</p>
<p>2. Да ли дисертација садржи све битне елементе</p> <p>Докторска дисертација, својим насловом, садржајем, начином обраде и тумечења резултата истраживања, садржи све битне елементе који се захтевају при изради радова овакве врсте, а кандидат је испољио способност за самосталан научно-истраживачки рад.</p>
<p>3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци</p> <p>На основу детаљне анализе дисертације, увидом у актуелност поменуте проблематике, утврђеног циља и коришћене методологије истраживања, констатује се да предметна докторска дисертација по свом садржају представља оригинални научни рад. Кандидат је својим радом на изради докторске дисертације допринео бољем разумевању процеса и утицајних параметара на генерисање депонијског гаса и могућностима за његово енергетско у пракси рада депоније реалних размера, при чему је посебан акценат дат на утицају који има рецикулација концентрата и процедурне воде. Израда предметне докторске дисертације даје оригиналан допринос науци, међу којима нарочито треба истаћи следеће: 1) на овом подручју рад на дисертацији представља пионирско експериментално истраживање енергетског аспекта на једном од технички најмодернијих депонијских постројења у региону, које је, притом, јединствено по имплементираном систему за прикупљање и сагоревање депонијског гаса са пратећим мерењима; 2) квантификовање утицаја рецикулисаног концентрата на генерисање депонијског гаса кроз експериментално истраживање на депонијама реалних размера представља један од ретких подухвата, чији резултати су детаљно и критички анализирани уз осврт на бројну наочно-стручну литературу која укључује претходна слична истраживања, али под различитим околностима; 3) на оригиналан начин, а уз помоћ драгоцених података добијених мерењима током релевантно дугог временског периода, креирао је модел који је знатно супериорнији у односу на моделе који се уобичајено користе за предикцију путем досупних инжењерских софтвера, а чија практична примена се огледа у томе да се омогућава знатно прецизнија предикција и праћење промена генерисаних и прикупљених количина депонијског гаса на бази доведене влаге, чије вредности се приказују на месечном и дневном нивоу у односу на коришћене моделе који дају вредности на годишњем нивоу и са знатно већим одступањима. Примена модела је нарочито интересантна код модерних контролисаних депонија, код којих примена рецикулације води ка биореакторском принципу управљања отпадом, који третира депоније као постројења за обраду, а не само као складишта за одлагање отпада и остављање проблема у наслеђе будућим генерацијама. Модел, који је проистекао из предметног истраживања, у значајније већој мери узима у обзир утицај влаге, која се налази у основи биореакторских постројења, које представљају знатно напреднију опцију управљања отпадом у којима енергетско искоришћење представља користан нус производ, захваљујући којем се додатно смањују емисије метана у атмосферу и укупни трошкови управљања отпадом, у односу на поменуте уобичајене моделе који су више окренути традиционалним депонијама. Главни ефекат је свакако потпуније контролисано разлагање отпада, које води ка смањењу ризика загађења животне средине, како за садашње, тако и за будуће генерације, што додатно подиже значај ове дисертације на још виши ниво. Кандидат је на успешан начин успео да интегрише две уско повезане области данашњице, а то су енергетика и управљање отпадом, који воде ка истим циљевима, а то су борба против климатских промена и заштита животне средине.</p>
<p>4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања</p> <p>На основу детаљне анализе рада, комисија констатује да су испуњени постављени циљеви и</p>

да докторска дисертација не садржи недостатке који би утицали на резултате истраживања.

**X ПРЕДЛОГ:**

На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже:

да се докторска дисертација под насловом „**Модел енергетског искоришћења депонијског гаса на депонијама са рецикулацијом концентрата и процедурне воде**“ прихвати, а кандидату Цолев Николи одобри одбрана.

НАВЕСТИ ИМЕ И ЗВАЊЕ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ  
ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

---

1. Др Дејан Убавин, ванредни професор  
Факултет техничких наука, Нови Сад

---

2. Др Бранка Гвозденац Урошевић, ванредни  
професор Факултет техничких наука, Нови  
Сад

---

3. Др Александар Анђелковић, доцент  
Факултет техничких наука, Нови Сад

---

4. Др Александар Јововић, редовни професор  
Машински факултет, Београд

---

5. Др Горан Вујић, редовни професор Факултет  
техничких наука, Нови Сад

НАПОМЕНА: Члан комисије који не жели да потпише извештај јер се не слаже са мишљењем већине чланова комисије, дужан је да унесе у извештај образложење односно разлоге због којих не жели да потпише извештај.