

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)

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ
<p>1. Датум и орган који је именовео комисију</p> <p>03.09.2015 (012-72/46-2012) Декан Факултета техничких наука на предлог Наставно - научног већа и матичне катедре</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, доцент, УНО: Инжењерство заштите животне средине, 12.07.2012. Факултет техничких наука, Нови Сад, председник</p> <p>2. Др Небојша Јовичић, редовни професор, 30.06.2011, УНО: Енергетика и процесна техника, Факултет инжењерских наука, Крагујевац, члан</p> <p>3. Др Алпар Лошонц, редовни професор, 24.02.2005., УНО: Економија, Факултет техничких наука, Нови Сад, члан</p> <p>4. Др Немања Станисављевић, доцент, УНО: Инжењерство заштите животне средине, 24.09.2013. Факултет техничких наука, Нови Сад, члан</p> <p>5. Др Горан Вујић, ванредни професор, УНО: Инжењерство заштите животне средине, 15.10.2012, Факултет техничких наука, Нови Сад, ментор</p>
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
<p>1. Име, име једног родитеља, презиме: Вишња, Ђорђе, Михајловић</p> <p>2. Датум рођења, општина, држава: 10.08.1980., Нови Сад, Република Србија</p> <p>3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив Природно-математички факултет, екологија, дипломирани еколог заштите животне средине</p> <p>4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија Тема докторске дисертације је прихваћена 29.11.2014. године, решење бр. 04-29/14 од 03.12.2012. године</p> <p>5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране: Факултет техничких наука, Стратегија (R&D roadmap) научно истраживачког рада за потребе производње биогорива са циљем смањења утицаја на животну средину и анализа могућности њене примене у Војводини, заштита животне средине, 16.12.2008.</p>

6. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука: Инжењерство заштите животне средине
III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ: Модел управљања отпадом заснован на принципима смањења негативног утицаја на животну средину и економске одрживости
IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ: Навести кратак садржај са назнаком броја страна, поглавља, слика, шема, графикана и сл.
Докторска дисертација „Модел управљања отпадом заснован на принципима смањења негативног утицаја на животну средину и економске одрживости“, мр Вишње Михајловић обима 148 страна, садржи: 42 слике, 28 табела и 127 литературних навода, 10 графикана и 6 целина Дисертација је организована у шест целина: 1. Увод 2. Методе и модели за оцену система управљања отпадом 3. Развој модела 4. Резултати моделовања 5. Закључна разматрања 6. Литература Прилог
V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:
<i>Увод</i> У уводном делу докторске дисертације приказано је тренутно стање управљања комуналним отпадом у свету, Европи и Србији и указано на општи проблем раста количина отпада и његовог адекватног збрињавања. Приказане су доступне технологије за третман отпада, и њихова поузданост и примена у третману комуналног отпада. Поред доступних технологија, велике количине генерисаног комуналног отпада се и даље највећим делом одлажу на депонију, чиме доприносе деградацији животне средине. Последице одлагања отпада су повећање емисије гаса са ефектом стаклене баште (GHG), између осталог метана, деградација земљишта, загађеност подземних вода процедурним водама са депоније. Управљање отпадом у Србији, карактерише велики број дивљих сметлишта и заснива се на испуњавању минимума услова како би се заштитило здравље становништва. Тренутно стање у области управљања комуналним отпадом у Србији је одлагање нетретираног отпада на не-санитарне депоније, не постоје имплементирани технологије за третман отпада, и врло мало је заступљено одвојено сакупљање отпада. Будући развој Србије, у области управљања отпадом одређен је прописима и циљевима који проистичу из Директива Европске уније из те области. Србија, као будућа чланица Европске уније, треба да систем управљања отпадом усклади са важећим системом у ЕУ. Обзиром на тренутно стање управљања отпадом у Србији и изазове који предстоје у овој области, у раду је указано на неопходност побољшања управљања комуналним отпадом. Развијени модел управљања отпадом је инкорпорирао негативан утицај отпада на животну средину, који је презентован кроз смањење емисије GHG, а који је економски одржив, уз захтеве испуњења ЕУ хијерархије и циљева у области управљања отпадом. <i>Теоријски део</i> Теоријски део докторске дисертације обухвата преглед постојећих метода и модела за оцену система управљања отпадом као подршка за доношење одлука. Модели који се најчешће користе, су модели засновани на економској анализи, оцени животног циклуса и модели који користе више-критеријумске технике. Метод оцене система управљања отпадом са аспекта друштвених и институционалних услова се такође појављује као метод оцене система управљања отпадом. За сваку од анализираних група метода, у раду је приказан преглед најчешће коришћених метода, и њихова конкретна примена у области управљања отпадом. Приликом развоја модела управљања отпадом заснованог на принципима смањења негативног утицаја на животну средину и економске одрживости основа је метод анализе токова материјала (МФА) заснована на инпут-оутпут анализи и

метод дисконтованих новчаних токова, који спада у групу економских метода. Примена економских метода у моделу која је коришћена за оцену профитабилности, исплативости али и могућности приуштивости за грађане у Србији, дала је резултат и препоруке о могућности увођења нових третмана управљања отпадом који су у складу са циљевима Европске уније.

Експериментални део – развој модела

Поглавље развој модела подељено је у три целине.

У првој целини дат је приказ улазних вредности које су коришћене за развој модела: морфолошки састав и количине комуналног отпада у региону Нови Сад, раст бруто домаћег производа (БДП). Коришћењем „инпут-оутпут“ методологије, у оквиру модела дефинисано је 4 тока/фракције, „инпута“, који представљају улазне количине за постројења за треман отпада. Фракција Б, је количина издвојеног биоразградивог отпада, која се третира у биолошком постројењу. Фракција Р је количина издвојеног амбалажног отпада за рециклажу. Мс је сав преостали мешани отпад, остао након издвајања Б и Р фракције, који се може одложити на депонију или третирати у постројењу за инсинерацију. Мп је мешани отпад који остаје након издвајања Р фракције и може се само третирати у постројењу за инсинерацију. Раст количина отпада у моделу је зависи од раста БДП државе.

Другу целину представљају критеријуми, екстерни фактори. Анализом промена екстерних фактора на третман комуналног отпада, модел омогућава дефинисање оптималног третмана комуналног отпада. Коришћена су четири критеријума: 1) ЕУ законски прописани циљеви у области управљања отпадом, 2) избор технологија за третман отпада, 3) заштита животне средине – утицај емисије GHG из постројења за третман отпада на климатске промене и 4) економска одрживост постројења. Законски прописани циљеви се односе на циљеве управљања отпадом прописаних Оквирном Директивом о отпаду - рециклажи минимум 50% отпада од укупно генерисане количине; Директивом о депоновању отпада - смањење количине биоразградивог отпада која се одложи на депонију за 65% од укупне количине генерисаног биоразградивог отпада у односу на референтну годину; Директивом о амбалажи и амбалажном отпаду - о рециклажи минимум 55% генерисаног амбалажног отпада. Критеријум заштите животне средине односи се на смањење емисије GHG изражене преко CO₂ eq. који потичу од третмана отпада. Критеријум избор технологија односи се на избор технологије за третман комуналног отпада који је у складу за морфолошким карактеристикама отпада и чијом применом би се испунили циљеви прописани Директивама. Технологије дефинисане у оквиру модела за третман отпада, су анаеробна дигестија са могућношћу добијања електричне и топлотне енергије (СНР), компостирање, инсинерација СНР и депоновање. Четврти критеријум, економска одрживост постројења за третман отпада, односи се на економску анализу постројења за третман отпада у оквиру анализираних сценарија, који укључују капиталне, оперативне трошкове, потенцијалне приходе од продаје „оутпута“ насталих третманом отпада. За сваки од сценарија је урађена економска анализа, којом је утврђена инвестициона ефикасност сценарија.

Трећу целину представља оптимизација модела. У овом делу развијена је методологија за израчунавање накнаде за третман отпада, у случају да анализирани сценарио има веће трошкове функционисања од прихода које остварује. Одређивањем накнаде за третман отпада за анализирани сценарије, омогућава се економски одрживо функционисање система за третман отпада, односно надокнадаживање свих трошкова чиме је постројење на економској нули, за дефинисани капацитет постројења. У оквиру дела оптимизације модела, на основу претходно дефинисаних критеријума развијено је 5 сценарија управљања отпадом. Нулти (status quo) сценарио обухвата одлагање целокупног нетретираног отпада на депонију током анализираних периода. Први сценарио обухвата третман фракције Б у постројењу за анаеробну дигестију при чему се од добијеног биогаса добија топлотна и електрична енергија, рециклажу фракције Р и неамбалажног отпада, док се фракција Мс одлаже на санитарну депонију. Други сценарио је проширени сценарио један, где се уместо депоновања фракције Мс, она третира у постројењу за спаљивање отпада уз добијање електричне и топлотне енергије, а са фракцијом Б и Р и неамбалажним отпадом се поступа као у сценарију 1. Трећи сценарио обухвата третман фракције Б у постројењу за компостирање, рециклажу фракције Р и рециклажу неамбалажног отпада, док се Мс фракција одлаже на депонију. Четврти сценарио је проширени сценарио три, где се уместо депоновања фракције Мс, она третира у постројењу за спаљивање отпада уз добијање електричне и топлотне енергије, а са фракцијом Б и Р и неамбалажним отпадом се поступа као у сценарију 3. Сценарио 5 обухвата издвајање фракције Р за рециклажу, док сав преостали отпад се третира у постројењу за спаљивање отпада уз добијање

електричне и топлотне енергије. Заједничко за све сценарије је годишњи раст БДП од 2%, рециклажа 55% амбалажног отпада, третман 65% биоразградивог отпада, одвојено сакупљање биоразградивог отпада. Анализирани животни век постројења, као инвестициони период је 20 година, а трошкови капитала су 6%.

Резултати и дискусија

У 2035. години укупна количина отпада са растом од 2% годишње, износи 322.769 тона. Како би се постигао циљ Директиве о депоновању отпада потребно је сакупити и третирати 96.508 тона биоразградивог отпада, односно рециклирати 36.712 тона амбалажног отпада у складу са циљем Директиве о амбалажи и амбалажном отпаду. Свих 5 анализираних сценарија испуњавају циљ Директиве о амбалажи и амбалажном отпаду као и циљ Директиве о депоновању отпада. За испуњавање циља постављеног Оквирном Директивом о отпаду, поред горе поменутих количина отпада, потребно је рециклирати и 28.165 тона неамбалажног отпада за рециклажу. Анализом сценарија 5, третман целокупног отпада у постројењу за инсинерацију, дошло се до закључка да не испуњава захтев Оквирне Директиве о управљању отпадом, јер третман отпада уз енергетско искоришћење се не сматра рециклажом отпада. Посматрано са аспекта критеријума избора технологије за третман отпада, сви анализирани сценарији обухватају технологије које су поуздане и развијене за третман комуналног отпада. У моделу за третман биоразградивог отпада се могу користити процес компостирања и анаеробне дигестије СНР, док се сав преостали отпад, као што је поменуто, издваја на депонију или се спаљује. Сви анализирани сценарији испуњавају трећи критеријум, смањење емисије GHG у односу на емисију GHG почетног сценарија. Током 20 година на депонију се одложи 5.383.207 тона, који доприноси емисији GHG 3.768.214. тона CO₂ eq. Сценарио 1 и 3, који обухватају третман биоразградивог отпада, рециклажу амбалажног и неамбалажног отпада, доприносе смањењу емисије GHG током анализираних периода, сценарио 1 укупно 264.500 тона CO₂ eq., сценарио 3, 244.405 CO₂ eq. тона у односу на емисију GHG у нултом сценарију од 3.768.214 тона CO₂ eq. Третманом биоразградивог отпада и рециклажом амбалажног отпада, количина депонованог отпада смањена је за само 51% у односу укупну количину генерисаног отпада, иако су циљеви Директива о амбалажи и амбалажном отпаду и депоновању отпада испуњени. Сценарији 2 и 4, који поред третмана биоразградивог отпада, обухватају и третман отпада инсинерацијом, доприносе већем смањењу емисије GHG током анализираних периода, у односу на сценарија 1 и 3. Сценарио 2 доприноси смањењу од -1.734.559 тона CO₂ eq., а сценарио 4 смањењу од -1.444.862 тона CO₂ eq. Најмању емисију гасова са ефектом стаклене баште има сценарио 4, јер енергија добијена третманом отпада се користи за производњу топлотне и електричне енергије. Сви анализирани сценарији имају негативну НСВ, што је последица изразито високих инвестиционих трошкова које није могуће надокнадити продајом „оутпута“. Сходно резултатима анализа, поред накнаде за сакупљања и транспорт отпада која се у већини градова Србије реализује од становништва, за успостављање економски одрживог система управљања отпадом, неопходно је увести накнаду за третман отпада.

Бољи економски биланс остварује се продајом струје по посебној феџ-ин тарифи у односу на тржишну цене струје, чиме је значајно смањена НСВ анализираних сценарија. Поређењем нето садашње вредности анализираних сценарија највишу нето садашњу вредност има сценарио 2 од -155.420.012 €, док сценарио 3 има најмању НСВ од -44.867.421 €. Истовремено, сценарио 3 ће имати најмању потребну просечну накнаду за третман отпада од 34 € по тони отпада, док ће сценарио 2 имати највећу од 109 € по тони третираног отпада током анализираних периода.

Дугорочно посматрано, у сценаријима са најмањим трошковима управљања, одлажу се велике количине отпада на депонију, што може представљати проблем. Као дугорочно решење биће потребно увођење термичког третмана отпада, како би се смањила количина отпада потребног за депоновање, што ће додатно повећати трошкове управљања отпадом, али и смањити емисију GHG у атмосферу. Примена технологија за третман отпада и њихов однос, зависиће од степена заштите животне средине који се жели постићи и трошкова система. Само имплементација модела управљања отпадом који укључује комбинацију више технологија за третман отпада може остварити социо-економске, еколошке и законске циљеве.

Закључна разматрања

У поглављу Закључна разматрања су сумирани резултати добијени у оквиру докторске дисертације.

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

Mihajlović , V., Miroslavljević, Z., Štrbac, D., Ubavin, D., Possibility of implementation of Waste-to-Energy technology in the city of Novi Sad. Conference Engineering of Environment Protection - TOP2014, 2014, Bratislava, Slovačka pp 309-313 **(M33)**

Miroslavljević, Z., **Mihajlović , V.**, Štrbac, D., Stanisavljević, N., Management of Glass Containers in Serbia: Current Status and Perspectives. PSU-UNS International Conference on Engineering and Technology – ICET, 2013, Srbija, Novi Sad **(M33)**

Miroslavljević, Z., **Mihajlović , V.**, Štrbac, D., Situation of Glass Container Management in Serbia, ANNALS OF FACULTY ENGINEERING HUNEDOARA – International Journal Of Engineering, 2013, pp 341-344 **(M52)**

Miroslavljević, Z., **Mihajlović , V.**, Štrbac, D., Prikaz trenutnog stanja upravljanja staklenom ambalažom u Srbiji, 8. Simpozijum 'Reciklažne tehnologije i održivi razvoj', Borsko jezero, Srbija, 2013, pp 101-106 **(M63)**

Mihajlović V., Hadžistević, M., Čistija proizvodnja i bezbednost i zdravlje na radu, Unapređenje sistema zaštite na radu, Prolom banja, Srbija, 2014 **(M63)**

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Избор технологија за третман отпада, како би се испунили циљеви ЕУ Директива, зависиће од њиховог утицаја на емисију GHG и трошкова технологија. Сценарији који обухватају биолошки третман отпада и рециклажу амбалажног и неамбалажног отпада, имају много мање трошкове, односно НСВ им је већа, а накнада за третман отпада мања. Сценарији који укључују и термички третман отпада, имају много веће трошкове, али емисија GHG им је много мања од сценарија који обухватају само биолошки третман отпада, и имају много већу накнаду за третман отпада.

Тренутна пракса управљања отпадом, уз тенденцију раста количина отпада у будућности, није одржива са аспекта заштите животне средине и доприноси њеној убрзаној деградацији. Заштита животне средине као један од основних циљева управљања отпадом, може се постићи увођењем адекватних технологија за третман отпада. Поред смањења негативног ефекта на животну средину, и смањење емисије GHG, имплементацијом појединих технологија, отпад се може искористити као ресурс за добијање енергије, чиме се смањује искоришћење фосилних извора. Анализом је утврђено да са економског становишта имплементација предложених технологија је у директној зависности од увођења накнада за рад постројења, те могућности града да обезбеди наплату накнада. Рад постојења није економски одржив без додатних прилива од накнада за третман отпада.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

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

Дефинисани модел управљања отпадом, применом „инпут-оутпут“ анализе, који је резултат интердисциплинарног истраживања, дат је значајан научни допринос за даља истраживања у области управљања отпадом. Развијени модел, као и добијени резултати, омогућавају доношење будућих стратешких одлука за дефинисање оптималног система управљања отпадом, на локалном и националном нивоу, који доприноси смањењу негативног утицаја управљања отпадом на животну средину и који је економски одржив.

На основу наведеног, Комисија даје позитивну оцену начина приказа и тумачења резултата истраживања.

<p>IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСКЕ 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>
<p>1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме Докторска дисертација је у потпуности урађена у складу са образложењем које је дато у пријави теме.</p>
<p>2. Да ли дисертација садржи све битне елементе Докторска дисертација садржи све битне елементе.</p>
<p>3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци Развијени модел, као и добијени резултати, омогућавају доношење будућих стратешких одлука за дефинисање оптималног система управљања отпадом, на локалном и националном нивоу. Дефинисање јединствене методологије за одређивање накнаде за третман отпад, и одређивање оптималног системан управљања отпадом, представља вредан и оригинални научни допринос решавању проблематике управљања комуналним отпадом и развоја будућег система, који је у складу са принципима смањења негативног утицаја на животну средину и економски је одржив на дуг рок уз испуњавање циљева дефинисаних ЕУ Директивама о управљању отпадом.</p>
<p>4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања Не постоје недостаци докторске дисертације.</p>
<p>X ПРЕДЛОГ: На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже: да се докторска дисертација „Модел управљања отпадом заснован на принципима смањења негативног утицаја на животну средину и економске одрживости“, прихвати, а кандидату мр Вишњи Михајловић одобри одбрана.</p>

НАВЕСТИ ИМЕ И ЗВАЊЕ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

Доц. др. Дејан Убавин, председник

Проф. др. Алпар Лошонц, члан

Доц. др. Немања Станисављевић, члан

Проф. др. Небојша Јовичић, члан

Проф. др. Горан Вујић, ментор