

Факултет техничких наука

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 именовao комисију</p> <p>29.01.2015., Декан Факултета техничких наука на основу одлуке Наставно - научног већа и матичне катедре, Решење бр. 012-199/1-2014.</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>др Дејан Убавин, доцент, УНО: Инжењерство заштите животне средине, 12.07.2012., Факултет техничких наука - Нови Сад, председник</p> <p>др Милан Трумић, редовни професор, УНО: Минералне и рециклажне технологије, 15.10.2014., Технички факултет у Бору - Универзитет у Београду, члан</p> <p>др Катерина Донеvска, редовни професор, УНО: Водоснабдевање, канализација и мелиорација, 30.11.2011., Грађевински факултет - Универзитет у Скопљу, члан</p> <p>др Срђан Вукмировић, доцент, УНО: Аутоматика и управљање системима, 27.01.2012., Факултет техничких наука - Нови Сад, члан</p> <p>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:</p> <p>Бојан, Јован, Батинић</p> <p>2. Датум рођења, општина, држава:</p> <p>16.01.1981., Загреб, Република Хрватска</p> <p>3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив</p> <p>Факултет техничких наука, Инжењерство заштите животне средине, Дипломирани инжењер заштите животне средине - Мастер</p> <p>4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија</p> <p>2007/08, Инжењерство заштите животне средине</p> <p>5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране:</p> <p>/</p> <p>6. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука:</p> <p>/</p>

III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:
Модел за предвиђање количине амбалажног и биоразградивог отпада применом неуронских мрежа
IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:
Навести кратак садржај са назнаком броја страна, поглавља, слика, шема, графикона и сл.
<p>Докторска дисертација кандидата Бојана Батинића, под називом „Модел за предвиђање количине амбалажног и биоразградивог отпада применом неуронских мрежа“ обима 110 страна, садржи: 12 слика, 29 табела, 52 графика и 165 литературних навода.</p> <p>Докторску дисертацију чине следећа поглавља:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Уводна разматрања2. Преглед актуелног стања у области истраживања3. Основе и мотив истраживања4. Преглед постојећих метода за предвиђање будућих карактеристика отпада5. Дефинисање модела за предвиђање будућих количина амбалажног и биоразградивог отпада и заступљености основних опција третмана комуналног отпада у Републици Србији6. Резултати предвиђања будућих количина амбалажног и биоразградивог отпада и заступљености основних опција третмана комуналног отпада у Републици Србији7. Закључна разматрања8. Коришћена литература <p>Прилог</p>
V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:
<p>Уводна разматрања у оквиру докторске дисертације указују на општи проблем загађења животне средине, које настаје као последица неадекватног третмана амбалажног и биоразградивог комуналног отпада. Проблем изложен у уводном делу је адекватан и актуелан. Образложен је и значај истраживања који указује на неопходност предвиђања количина амбалажног и биоразградивог отпада у будућем периоду како би се одредио укупан потенцијал за рециклажу и поновну употребу амбалажног отпада и дефинисао одговарајући систем за третман биоразградивог комуналног отпада на националном нивоу. Додатну потребу за истраживањем, представља и чињеница да ће Република Србија у склопу усклађивања са Директивама ЕУ које дефинишу конкретне националне циљеве везане за третман поменутих токова отпада, такође бити у обавези испуњења дефинисаних циљева у будућности, при чему први предуслов у том смислу представља истраживање које ће омогућити добијање резултата о пројектованим количинама амбалажног и биоразградивог отпада за Србију у наредном периоду.</p> <p>У другом поглављу дат је преглед актуелног стања у области истраживања. Конкретно, у првом делу анализирана је заступљеност различитих опција за третман комуналног отпада на глобалном нивоу, као и у случају Србије. Установљено је да опције третмана комуналног отпада у највећој мери зависе од економских показатеља, односно степена развијености одређене земље или региона. Код слабо и средње развијених земаља најдоминантнији облик третмана отпада представља депоновање, док су у оквиру развијених држава у већој мери имплементиране савремене опције за третман отпада које укључују рециклажу, биолошке методе (компостирање и анаеробну дигестију) и инсинерацију. У другом делу приказани су подаци о количини и саставу комуналног отпада са посебним акцентом на амбалажни и биоразградиви комунални отпад. Након тога, извршена је анализа управљања амбалажним и биоразградивим комуналним отпадом у складу са постојећом законском регулативом ЕУ и Србије. Извршено је поређење у генерисаним количинама два поменута тока комуналног отпада за државе чланице ЕУ и Србију, као и поређење испуњености циљева који се односе на коришћење адекватних опција за њихов третман у складу са кључним</p>

Директивама ЕУ, односно домаћим законодавством.

Треће поглавље детаљније описује мотив истраживања уз дефинисање истраживачких циљева и постављање хипотеза. Основни циљ истраживања јесте да се развију модели који ће омогућити пројекцију количине амбалажног и биоразградивог комуналног отпада у будућем периоду у Републици Србији. Поред тога, један од истраживачких циљева односио се и на дефинисање модела на основу којег ће се извршити пројекција заступљености основних третмана комуналног отпада у наредном периоду. На основу наведених циљева у оквиру овог поглавља утврђени су и конкретни истраживачки задаци, док је у складу са изложеним проблемом истраживања и дефинисаним циљевима, уз уважавање ставова и резултата који се наводе у литератури, постављено неколико кључних претпоставки, односно хипотеза у оквиру докторске дисертације, укључујући две опште хипотезе:

- Модели за пројекцију количина амбалажног и биоразградивог комуналног отпада у будућем периоду базирани су на зависности између укупне потрошње домаћинства и генерисане количине амбалажног и биоразградивог комуналног отпада.
- Модел за пројекцију заступљености основних опција третмана комуналног отпада у будућем периоду базиран је на зависности између бруто домаћег производа (БДП) и коришћених опција за третман комуналног отпада на националном нивоу,

као и три посебне хипотезе:

- Применом неуронских мрежа и на бази зависности са сегментима укупне потрошње домаћинства, могуће је извршити пројекцију будућих количина амбалажног отпада у Републици Србији до краја 2030. године.
- Применом неуронских мрежа и на бази зависности са сегментима укупне потрошње домаћинства, могуће је извршити пројекцију будућих количина биоразградивог комуналног отпада у Републици Србији до краја 2030. године.
- Применом неуронских мрежа и на бази зависности са показатељима бруто домаћег производа (БДП), могуће је извршити пројекцију заступљености основних третмана комуналног отпада у Републици Србији до краја 2030. године.

У оквиру четвртог поглавља извршен је преглед и груписање постојећих метода за предвиђање будућих карактеристика отпада, при чему је показано да постоји велики број коришћених техника моделовања, различитих нивоа комплексности у зависности од проблема који се изучава. Уз конкретне примере, наведено је да модели могу бити груписани на основу броја и карактеристика независних променљивих, затим величине генератора отпада који се посматра, одговарајућег тока комуналног отпада, и што је најважније на основу одабране методе која је коришћена за потребе моделовања карактеристика отпада. Посебан део поглавља посвећен је вештачким неуронским мрежама као методи за предвиђање будућих карактеристика отпада који се користио и у самој дисертацији. Описане су основе функционисања неуронских мрежа, уз навођење конкретних примера примене вештачких неуронских мрежа у области управљања отпадом. Генерално посматрано, вештачке неуронске мреже, настале су као последица развоја информационих технологија и веома су коришћене у различитим реалним проблемима, укључујући предвиђање и пројекцију, апроксимацију функција, груписање, класификацију и многе друге. Принцип функционисања вештачких неуронских мрежа је у општем смислу заснован на основним елементима функционисања биолошких неуронских мрежа, односно вештачке неуронске мреже су поједностављени математички модели функција људског мозга.

Пето поглавље дисертације односи се на дефинисање одговарајућих модела за предвиђање будућих количина амбалажног и биоразградивог отпада и заступљености основних опција третмана комуналног отпада у Републици Србији. Детаљно су описани сви улазни и излазни параметри коришћени у склопу модела неуронских мрежа, након чега су описане и карактеристике коришћених неуронских мрежа, укључујући њихов тип, архитектуру, врсту коришћене активационе функције и сл. Оцењивање перформанси одабраних неуронских мрежа у оквиру дефинисаних модела, било је базирано на коришћењу класичних статистичких метода за израчунавање различитих типова грешака за сва три посматрана скупа података, односно фаза у функционисању неуронских мрежа (фаза обуке, валидације и тестирања). Додатна провера успешности одабраних

модела у смислу њихове могућности за пројекцију излазних параметара, проверена је поређењем података о стварним вредностима количине амбалажног и биоразградивог комуналног отпада, односно заступљености основних опција за третман комуналног отпада, са вредностима које су претпоставиле одабране неуронске мреже у датим моделима.

У шестом поглављу извршена је пројекција вредности излазних параметара у будућем периоду за сва три модела, тако што су на основу претпостављеног тренда промена у будућем периоду за све улазне параметре, модели показали очекиване промене резултата на излазу. С обзиром да је будући раст БДП-а и индикатора просечне потрошње домаћинства услед великог броја утицајних фактора тешко одредити са великом прецизношћу, посматрана су два различита сценарија развоја Србије у економском смислу, који се условно могу окарактерисати као песимистички и оптимистички сценарио. Након тога, детаљно су анализирани сви добијени резултати, односно пројектоване вредности количине амбалажног и биоразградивог отпада и заступљености основних опција за третман комуналног отпада у Републици Србији. Сви добијени резултати су прегледно, јасно и систематски представљени. Ако се посматрају резултати просечних вредности два посматрана сценарија, пројекције су показале да ће количина генерисаног амбалажног отпада у Србији до краја 2030. године износити скоро 590.000 тона, што представља повећање од 27,6% у односу на 2008. годину. Пројектоване количине биоразградивог комуналног отпада за Србију ће у односу на 2008. годину и укупну количину од 1.602.525 тона, до краја 2030. године достићи вредност од скоро 1.920.000 тона, што је више за 24,8%. Резултати везани за предвиђање заступљености основних опција за третман комуналног отпада показују да ће се количине депонованог отпада у Србији смањивати, али да ће депоновање и у наредном периоду бити најдоминантнији облик третмана комуналног отпада са уделом од 52,3% у 2030. години. Заступљеност рециклаже комуналног отпада ће бити у сталном порасту и према пројекцијама 2030. године износиће 16,9%, док за исту годину пројектована вредност удела термичких метода износи 6,9%. Биолошке методе за третман комуналног отпада показују највећи пројектовани тренд раста, који би 2030. године достигао скоро 24%.

У оквиру закључних разматрања у сажетој форми сумирани су сви главни елементи докторске дисертације, укључујући предмет и циљ истраживања, коришћену методу и добијене резултате истраживања. Такође, закључено је да су све претходно постављене хипотезе у оквиру дисертације потврђене.

Коришћена литература односила се на таксативно навођење коришћених референци и извора података, уз констатацију да је наведена литература адекватна и актуелна.

Прилог садржи детаљан приказ свих вредности улазних и излазних параметра у оквиру коришћених модела неуронских мрежа.

Мишљења смо да су сви делови дисертације обрађени на високом научно истраживачком нивоу, као и да је дисертација написана систематично и јасно. На основу прегледаног рада, закључујемо да докторска дисертација кандидата Бојана Батинића представља оригиналан допринос науци.

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

Таксативно навести називе радова, где и када су објављени. Прво навести најмање један рад објављен или прихваћен за објављивање у часопису са ISI листе односно са листе министарства надлежног за науку када су у питању друштвено-хуманистичке науке или радове који могу заменити овај услов до 01.јануара 2012. године. У случају радова прихваћених за објављивање, таксативно навести називе радова, где и када ће бити објављени и приложити потврду о томе.

- **Bojan Batinić**, Srđan Vukmirović, Goran Vujić, Nemanja Stanisavljević, Dejan Ubavin and Goran Vukmirović, *Using ANN model to determine future waste characteristics in order to achieve specific waste management targets -case study of Serbia*, Journal of Scientific & Industrial Research (2011), vol. 70 br. 7, str. 513-518 (M23)
- Goran Vujić, Nebojsa Jovičić, Nebojsa Redžić, Gordana Jovičić, **Bojan Batinić**, Nemanja Stanisavljević, Omran Altabt Abuhress, *A fast method for the analysis of municipal solid waste in developing countries-case study of Serbia*, Environmental Engineering and Management Journal, Vol.9 No. 8. pp 1021-2019. ISSN: 1582-9596, 2010 (M23)
- Nemanja Stanisavljević, Dejan Ubavin, **Bojan Batinić**, Johann Fellner and Goran Vujić, *Methane emissions from landfills in Serbia and potential mitigation strategies: a case study*, Waste Management & Research. 30 (10) 1095–1103, 2012 (M23)
- Goran Vujić, Nebojsa Jovičić, Milun Babić, Nemanja Stanisavljević, **Bojan Batinić**, and Aleksandar Pavlović, *Assessment of plastic flows and stocks in Serbia using material flow analysis*, Thermal Science, Vol. 14, Str. 85-89, ISSN: 0354-9836 (M23)
- **Batinić, B.**, Ubavin, D., Stanisavljević, N., Vujić, G., Tot, B., *Analysis of relation between socioeconomic factors and MSW practice using ANN models*, Proceedings of ISWA 2012 World Solid Waste Congress. ISBN 978-88-907694-2-9, Florence, 2012 (M33)
- **Batinić, B.**, Stanisavljević, N., Ubavin, D., Vujić, G., Tot, B., Kovačević, S., *Forecasting future waste characteristics using ANN model - Case Study of Novi Sad*, Proceedings of the PSU-UNS International Conference: Energy and the Environment. Phuket, 2011 (M33)
- Živančev M., **Batinić B.**, Tot B., Jokanović S., Beronja B., *Packaging waste in Serbia – current situation and future challenges*, 6th PSU-UNS International Conference of Engineering and Technology: ICET 2013, ISBN 978-86-7892-510-8, Maj 15-17, Novi Sad, Serbia, 2013 (M33)
- Tot, B., Jokanović, S., Vujić, G., **Batinić, B.**, Stanisavljević, N., Beronja, B., Ubavin, D., *Analysis of biodegradable waste treatment in order to reduce quantity of disposed waste*, 32nd Annual Meeting of the International Association for Impact Assessment”, Centro de Congresso da Alfândega, Porto - Portugal, 27 May- 1 June 2012 (M33)
- Goran Vujić, **Bojan Batinić**, Nemanja Stanisavljević, Dejan Ubavin, *From landfill to 3R, pathway in developed as well in developing country*, 1st international Conference on Final Sinks, Vienna 23-25.10.2010., ISBN: 978-3-85234-115-6 (M33)

VII ZAKLJUČCI ODNOSNO REZULTATI ISTRAŽIVAŃA

На основу анализе резултата пројектованих вредности количине амбалажног и биоразградивог отпада и заступљености основних опција за третман комуналног отпада у Републици Србији, изведена су следећа шира закључна разматрања.

Модел неуронске мреже за предвиђање будућих количина амбалажног отпада је на бази задатих улазних вредности претпоставио да ће количина генерисаног амбалажног отпада у Србији до краја 2030. године износити око 590.000 тона. Ово значи да ће се количина амбалажног отпада по становнику у периоду од 2008. до 2030. године повећати за 27,6%, односно са 64,3 kg по становнику годишње на 82,1 kg/st/god, чиме би просечна годишња стопа раста количине амбалажног отпада у Србији износила 1,2%. Пројектоване количине биоразградивог комуналног отпада за Србију на бази просечних вредности два посматрана сценарија, указују на то да ће се у односу на 2008. годину и укупну количину од 1.602.525 тона, у Србији 2030. године генерисати око 1.920.000 тона ове врсте отпада, што представља повећање од 24,8%, односно 1,1% годишње. Другим речима, просечно генерисање биоразградивог комуналног отпада по становнику на годишњем нивоу 2030. године износиће 267,2 kg, за разлику од 214 kg/st/god колико је измерено 2008. године.

Резултати модела за предвиђање промена по питању заступљености основних опција за третман комуналног отпада у будућности, показују да ће депоновање у Србији бити најдоминантнији облик третмана комуналног отпада и у наредном периоду. Ипак, удео депонованог комуналног отпада ће

се као последица све веће заступљености осталих третмана, постепено смањивати. Према пројекцијама, узимајући у обзир просечне вредности два анализирана сценарија, 2030. године депоноваће се 52,3% од укупно генерисане количине комуналног отпада, при чему ће 6,3% још увек завршавати на тзв. дивљим депонијама. Заступљеност рециклаже комуналног отпада ће са друге стране бити у сталном порасту и према пројекцијама ће у односу на тренутних око 4,0 %, до краја 2030. године износити 16,9%. Када је реч о термичким методама за третман комуналног отпада, модел предвиђа њихов раст у будућем периоду, али пројектована вредност од 6,9% комуналног отпада који ће се третирати на овај начин је најмања у односу на удео осталих опција третмана. За разлику од термичких метода, биолошке методе за третман комуналног отпада показују највећи пројектовани тренд раста, који би резултовао да се 2030. године компостира скоро 24% генерисаног комуналног отпада.

Коначно, повезивањем пројектованих вредности будућих количина амбалажног и биоразградивог комуналног отпада, са подацима о заступљености основних опција за третман комуналног отпада, може се извршити процена очекиваног временског периода у којем ће Србија достићи кључне циљеве дефинисане Директивом ЕУ о амбалажи и амбалажном отпаду, као и циљеве у склопу Директиве ЕУ о депонијама у делу који се односи на третман биоразградивог комуналног отпада. На бази резултата добијених моделима, циљ који подразумева рециклажу најмање 55% амбалажног отпада, за Србију би био остварив 2025. године, док се циљ смањења депоноване количине биоразградивог комуналног отпада за 65% у односу на количину генерисану у референтној години, не би остварио до краја 2030. године.

Стварање система за управљање комуналним отпадом који су ефикасни, економско и социјално прихватљиви, али истовремено и у складу са принципима заштите животне средине, представља велики изазов, поготово за земље попут Србије, које се налазе у транзиционом периоду и које су практично у почетној фази унапређења постојећег система управљања отпадом, као једног од кључних елемената очувања животне средине.

Закључак је да се на основу развијених модела за предвиђање будућих количина амбалажног и биоразградивог комуналног отпада применом неуронских мрежа, односно на бази добијених резултата у склопу дисертације, даје значајан допринос доношењу адекватних стратешких одлука у погледу организације будућег система за управљање комуналним отпадом на националном нивоу.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

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

Резултати добијени истраживањем приказани су на прецизан, систематичан, јасан и оригиналан начин. Анализа и тумачење резултата истраживања су стручно представљени уз неопходан научно-истраживачки приступ. Закључци су адекватни, научно оправдани и логично произилазе из добијених резултата рада.

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

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:

1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме
Докторска дисертација је у потпуности урађена у складу са образложењем датим у пријави теме.

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе
Докторска дисертација садржи све битне елементе.
3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци
Истраживања реализована у оквиру докторске дисертације, односно развој модела за пројекцију количина амбалажног и биоразградивог комуналног отпада, као и предвиђање заступљености основних опција третмана комуналног отпада у будућем периоду у Србији, представљају прва и јединствена истраживања овог типа. Модели засновани на коришћењу вештачких неуронских мрежа представљају вредан оригинални допринос науци у области истраживања, посебно у домену проблематике предвиђања будућих карактеристика отпада. Примењени модели и добијени резултати могу се искористити у циљу успостављања приоритета и као подршка приликом доношења стратешких одлука када је у питању развој будућег система управљања отпадом у Републици Србији.
4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања
Не постоје недостаци докторске дисертације.
X ПРЕДЛОГ:
На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже:
- да се докторска дисертација „Модел за предвиђање количине амбалажног и биоразградивог отпада применом неуронских мрежа“, прихвати , а кандидату Бојану Батинићу одобри одбрана .

Нови Сад, 04.02.2015.

ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

др Дејан Убавин
доцент, председник

др Милан Трумић
редовни професор, члан

др Катерина Донеvsка
редовни професор, члан

др Срђан Вукмировић
доцент, члан

др Горан Вујић
ванредни професор, ментор.

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.