

НАСТАВНО НАУЧНОМ ВЕЋУ
ФАКУЛТЕТА ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ

Предмет: Извештај Комисије за оцену писаног дела и јавну одбрану докторске дисертације кандидата **Владимира Вукашиновића**, мастер инж. маш.

Одлуком Већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу, број IV-04-379/19 од 12.04.2017. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Владимира Вукашиновића, мастер инж. маш. под насловом:

**„МЕТОДОЛОГИЈА ДУГОРОЧНОГ ПЛАНИРАЊА КОРИШЋЕЊА
ПОТЕНЦИЈАЛА БИОМАСЕ“**

На основу увида у приложену докторску дисертацију и Извештаја о подобности кандидата и теме за докторску дисертацију, која је одобрена за израду, одлуком Стручног Већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу бр. IV-04-560/8 од 15.10.2014. године и Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, бр. 01-1/3375-10 од 20.10.2014. године, под менторством проф. др Душана Гордића, а на основу Правилника о пријави, изради и одбрани докторске дисертације Универзитета у Крагујевцу, Комисија подноси Наставно-научном већу Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Значај и допринос докторске дисертације са становишта актуелног стања у одређеној научној области

Докторска дисертација кандидата Владимира Вукашиновића, мастер инж. маш. под насловом „**Методологија дугорочног планирања коришћења потенцијала биомасе**“, представља резултат мулти-дисциплинарног научно-истраживачког рада кандидата у актуелној научној области коришћења биомасе као обновљивог извора енергије, математичког моделирања тока биомасе од локације ресурса до локације коришћења (ланац снабдевања биомасом) и дугорочног планирања применом *backcasting* приступа. Са аспекта предмета истраживања и добијених резултата, дисертација представља оригиналан научни рад.

Кандидат је извршио детаљну критичку анализу и систематизацију постојећих знања, искустава и научних резултата релевантних истраживања у области истраживања ове докторске дисертације, који су објављени у водећим међународним часописима.

Суштински значај и допринос овог доктората представља развијена методологија која се заснива на интеракцији између математичког програмирања и *backcasting* метода, на основу које се могу израдити дугорочни планови унапређења или максимизације

искоришћења доступног потенцијала биомасе. Оригинални модел математичке оптимизације који се заснива на мешовитом целобројном нелинеарном програмирању (*MINLP*) је развијен за потребе дефинисане методологије и омогућава истовремено разматрање великог броја решења и одабира оптималног решења на брз и ефикасан начин. За разлику од постојећих методологија за дугорочно планирање, методологија која је развијена у оквиру докторске дисертације омогућава дефинисање оптималних решења, према задатим ограничењима и функцијама циља, уз дефинисање њихових техно-економских параметара. Поред тога примена математичке оптимизације заједно са *backcasting* приступом, обезбеђује да дефинисана решења буду у оквиру задатих критеријума, који су дефинисани кроз рад са заинтересованим странама.

Математичка оптимизација представља експертски начин генерисања решења, док се применом *backcasting* приступа омогућава генерисање решења укључивањем заинтересованих страна, што доприноси одрживости добијених решења. Дакле, применом математичке оптимизације се разматрају техно-економски параметри, док се применом *backcasting* приступа укључују еколошка и социјална компонента.

Због свега неведеног, Комисија сматра да спроведена анализа и развијена нова методологија имају велики потенцијал и могу допринети већој и значајнијој практичној примени у планирању искоришћења.

2. Оцена да је урађена докторска дисертација резултат оригиналног научног рада кандидата у одговарајућој научној области

Владимира Вукашиновића, мастер инж. маш. под насловом „**Методологија дугорочног планирања коришћења потенцијала биомасе**“, представља резултат оригиналног научног рада. Обрађена тема је веома актуелна и значајна за развој науке у области моделирања и дугорочног планирања коришћења доступног потенцијала биомасе. Кандидат је тему обрадио студиозно и детаљно, користећи при томе теоријске основе релевантне за ову проблематику. Извршена је свеобухватна и критичка анализа бројних научних радова публикованих у водећим међународним часописима, а односе се на проблем разматран у овој дисертацији.

Оригиналност научног рада, истраживања и резултата остварених у оквиру ове дисертације огледа се, између осталог и у следећим елементима:

- Дефинисана је нова методологија за израду дугорочних сценарија за унапређење коришћења и максимално искоришћење потенцијала биомасе, која се заснива на интеракцији и интегралној примени математичке оптимизације и *backcasting* методе. Интеракција између ове две методе се огледа у томе што су резултати примене једног метода улаз у други и обратно;
- За потребе методологије развијен је оригинални модел математичке оптимизације који се заснива *MINLP*-у;
- Дефинисана методологија омогућава дефинисање оптималних решења према задатим ограничењима и функцијама циља, уз дефинисање њихових техно-економских параметара, при чему омогућава разматрање великог броја решења на ефикасан начин;
- Развијени модел математичке оптимизације може се користити и самостално при разматрању потенцијалних инвестиционих пројеката у циљу одабира одговарајућег, али и у комбинацији са ГИС технологијама за одређивање потенцијала биомасе који се може економски оправдано користити на одређеном региону.

3. Преглед остварених резултата рада кандидата у одговарајућој научној области

Владимир Вукашиновић је рођен 10.09.1986. године у Ивањици, Србија. Основну школу „Кирило Савић“ у Ивањици завршио је са одличним успехом, а школовање је потом наставио као ђак „Техничке школе“ у Ивањици, коју је успешно завршио 2005. године.

Основне академске студије у трајању од три године на Машинском факултету у Крагујевцу (сада Факултет инжењерских наука) уписао је 2005. године. Дана, 04.07.2008. године одбранио је завршни рад из предмета „Пренос снаге флуидом“, оценом 10 чиме је завршио Основне академске студије на смеру Енергетика и процесна техника и тиме стекао академски назив „инжењер машинства“. Дипломске академске студије у трајању од две године, уписао је 2008. године на Машинском факултету у Крагујевцу, смер Енергетика и процесна техника. Исти ниво студија завршио је 11.06.2010. одбраном дипломског - мастер рада из предмета „Енерго-еколошки менаџмент“, на смеру Енергетика и процесна техника, оценом 10, и просечном оценом у току студија 9,69, чиме је стекао академски назив „мастер инжењер машинства“.

Докторске академске студије, у трајању од три године према плану и програму, на Машинском факултету у Крагујевцу, научна област Енергетика и процесна техника, уписао је 30.09.2010. године под менторством проф. др. Душана Гордића. У току докторских студија имао је неколико стручних усавшавања: 1) Студијски бораваку на Техничком универзитету у Делфту, Холандија (TU Delft) - 7 дана у фебруару 2013. године; 2) Тродневни тренинг јачања капацитета „РеЕнергија – ка енегетски одрживом планирању на локалном нивоу“ у реализацији Центара за европске интеграције Београдске отворене школе у сарадњи са Фондацијом Фридрих Еберт - јун 2013. год; 3) Седмодневни тренинг „Participatory Backcasting for Strategic Planning towards Sustainable Cities“ на Краљевском институт за технологију у Стокхолму, Шведска (KTH Royal Institute Of Technology) - децембар 2013.

Запослен је на Факултету инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу као истраживач-сарадник. Од школске 2010/2011 године, као сарадник учествује у извођењу вежби из следећих предмета: Пренос снаге флуидом, Техничко цртање са компјутерском графиком, Машински елементи, Хидрауличне и пнеуматске машине, Енергија и животна средина, Енерго-еколошки менаџмент.

До сада је ауторски или коауторски објавио 14 (четрнаест) радова (од којих 4 (четири) у међународном часопису, 7 (седам) у домаћим часописима, 3 (три) на научним скуповима и 2 (два) техничка решења:

1. **Vukašinović, V.** and Gordić, D., Optimization and GIS-based combined approach for the determination of the most cost-effective investments in biomass sector, Applied Energy, Vol.2016, No.178, pp. 250-259, ISSN 0306-2619, 2016 (**M21**);
2. Gordic, D., Babic, M., Jelic, D., Koncalovic, D., **Vukasinovic, V.**, Integrating energy and environmental management in wood furniture industry, The Scientific World Journal, Vol.2014, No.ID 596958, pp. 18 pages, ISSN 1537-744X, 2014 (**M21**);
3. **Vukašinović, V.**, Gordić, D., Babić, M., Jelić, D., Končalović, D., Review of efficiencies of cogeneration units using internal combustion engines, International Journal of Green Energy, Vol.13, No.5, pp. 446-453, ISSN 1543-5075, 2016 (**M22**);
4. **Vukasinovic, V.**, Gordic, D., Babic, M., Jelic, D., Koncalovic, D., Technical potential for using biomass as a fuel in cogeneration plants in Serbia, Environmental Engineering and Management Journal, Vol.15, No.11, pp. 2413-2420, ISSN 1582-9596, 2016 (**M23**);

5. **Vukašinović, V.**, Gordić, D., Babić, M., Design of System for Central Aspiration of Wood Dust, 15th Symposium on Thermal Science and Engineering of Serbia, Sokobanja, Serbia, 2011, October 18–21, pp. 668-676, ISBN 978-86-6055-018-9 (**M33**);
6. **Вукашиновић, В.**, Бабић, В., Гордић, Д., Јелић, Д., Кончаловић, Д., Коришћење биомасе у малим когенерационим постројењима - потенцијал и технологије, Енергија, економија, екологија, Vol.14, No.1 - 2, pp. 170 - 175, ISSN 0354-8651, 2012 (**M51**);
7. **Вукашиновић, В.**, Гордић, Д., Деспотовић, М., Бабић, М., Стање и потенцијал биомасе као обновљивог извора енергије у земљама Западног Балкана, Енергија, економија, екологија, Vol.14, No.5, pp. 46 - 55, ISSN 354-8651, 2012 (**M51**);
8. Кончаловић, Д., Бабић, М., Гордић, Д. Јелић, Д., Бошковић, Г., **Вукашиновић, В.**, Парнотурбинске технологије у когенерационим поступцима, Енергија, економија, екологија, Vol.14, No.1-2, pp. 142 - 147, ISSN 0354-8651, 2012 (**M51**);
9. **Вукашиновић, В.**, Бабић, В., Гордић, Д., Јелић, Д., Кончаловић, Д., Преглед доступних модела гасних турбина и мотора са унутрашњим сагоревањем који се могу користити у когенерационим системима, Енергија, економија, екологија, Vol.15, No.3-4, pp. 265-278, ISSN 0354-8651, 2013 (**M51**);
10. **Вукашиновић, В.**, Гордић, Д., Бабић, М., Јосијевић, М., Живковић, Д., Кончаловић, Д., Процена и мапирање потенцијала чврсте биомасе, Енергија, Vol.18, No.3-4, pp. 89-94, ISSN 0354-8651, 2016 (**M51**);
11. Савић, С., Буквић, Л., Бабић, М., Шуштершич, В., **Вукашиновић, В.**, Увођења система когенерације у индустријски објекат у циљу уштеде енергије, Трактори и погонске машине, Vol.19, No.4, pp. 34-43, ISSN 0354-9496, 2014 (**M52**);
12. Šušteršič, V., Gordić, D., Josijević, M., **Vukašinović, V.**, Application and design of hydrotransmission for tractors, Mobility & Vehicle Mechanics, Vol.42, No.2, pp. 53-65, ISSN 1450-5304, 2016 (**M52**);
13. Вранић, Н., **Вукашиновић, В.**, Вранић, Д., Коришћење обновљиве енергије за добијање квалитетне и безбедне хране, Фестивал квалитета 2010., 5. Национална конференција о квалитету живота, Крагујевац, 2010, 19.-21. мај, ISBN 978-86-86663-52-8 (**M63**);
14. Тонић Н., **Вукашиновић В.**, Вранић Н., Унапређење квалитета животне средине коришћењем биогаса у руралним срединама, Фестивал квалитета 2010., 5. Национална конференција о квалитету живота, Крагујевац, 2010, 19.-21. мај, ISBN 978-86-86663-52-8 (**M63**);
15. Гордић, Д., Бабић, М., Шуштершич, В., Јелић, Д., Кончаловић, Д., Јовичић, Г., Милорадовић, Н., **Вукашиновић, В.**, Повећана енергетска и еко-ефикасност производних процеса фабрике Новарт, Крагујевац, 2011 (**M84**);
16. Гордић, Д., Бабић, М., Шуштершич, В., **Вукашиновић, В.**, Кончаловић, Д., Јелић, Д., Систем централне аспирације у индустрији намештаја, Крагујевац, 2011 (**M84**);

4. Оцена о испуњености обима и квалитета у односу на пријављену тему

Докторска дисертација кандидата Владимира Вукашиновића, мастер инж. маш., под насловом „**Методологија дугорочног планирања коришћења потенцијала биомасе**“ усклађена је по обиму и садржају теми одобреној од стране Наставно-научног

већа Факултета инжењерских наука и Стручног већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу.

Резултати истраживања су у писаном делу докторске дисертације изложени на укупно 162 стране. Дисертација садржи 70 слика, 28 табела и цитирано је 120 библиографских податка. Рад чини осам тематских целина, односно поглавља, тако разврстаних да буду међусобно повезана, да представљају једну конзистентну целину. Сходно томе, наведена поглавља су сложена према следећем распореду:

1. Уводна разматрања;
 2. Преглед досадашњих истраживања;
 3. Теоријска разматрања;
 4. Математички модел оптимизације;
 5. Дефинисање методологије;
 6. Примена методологије на студији случаја;
 7. Анализа осетљивости;
 8. Закључак
- Литература
Прилози

Увод, циљеви дисертације, основне претпоставке, допринос дисертације као њена организациона структура приказане су у првом поглављу. Преглед истраживања у области примене математичке оптимизације за планирање ланаца снабдевања и искоришћења биомасе, затим у области интегралне примене математичке оптимизације и ГИС технологија за локацијску расподелу прикупљања и валоризације биомасе и примени *backcasting*-а за потребе дугорочног планирања, дат је у оквиру другог поглавља.

Основна теоријска разматрања приказана су у оквиру трећег поглавља. У првом делу овог поглавља направљен је кратак приказ трендова и удела у потрошњи енергије и енергената као и доказане резерве енергената по регионима света. Затим је приказана производња и потрошња примарне и финалне енергије у Србији, са кратким освртом на енергенте и секторе потрошње. Трећи део трећег поглавља посвећен је теоријским разматрањима везаним за биомасу, у оквиру кога су дате основне дефиниције, мерне јединице, састав и својства дрвне биомасе, поступци експлоатације шумских ресурса, са прегледом комерцијалних технологија, као и основни процеси, технологије и постројења за конверзију енергије биомасе. Потом су, у оквиру овог поглавља, дати примери примене математичке оптимизације код планирања и управљања коришћења биомасе и на крају теоријска разматрања везана за примену *backcasting* приступа.

Развијени модел математичке оптимизације који преставља основу предложене методологије приказан је у четвртном поглављу. У оквиру овог поглавља описани су сви скупови и подскупови који су коришћени у моделу, а потом дати математички описи економских и техничких карактеристика четири групе постројења за конверзију биомасе (постројења за производњу биогорива, термоелектране, когенерациона постројења и топлане) као и математички описи свих ограничења.

Дефинисана методологија за развој дугорочних сценарија унапређења и максимизације коришћења потенцијала биомасе описана је у петом поглављу. Методологија је описана према специфичним корацима као и специфични активностима које се спроводе у оквиру сваког корака. Такође описани су приступи и алати који се користе у спровођењу конкретних активности. Примена развијене методологије на студију случаја, описана је у оквиру шестог поглавља. У овом поглављу дат је опис територије на коју се примењује дефинисана методологија са аспекта потрошње енергије и енергената

као и потенцијала биомасе, потом су описани специфични кораци и активности које су спроведене као и резултати њиховог спровођења. На крају шестог поглавља, приказани су сценарији и генерисана решења која могу допринети унапређењу коришћења и максимизацији искоришћења потенцијала шумске биомасе, са својим техно-економским параметрима.

Упоредна анализа генерисаних решења описана је у оквиру седмог поглавља. У оквиру овог поглавља дата је и анализа осетљивости генерисаних решења на утицај појединих фактора, као што су промене у повлашћеној цени по којој се може испоручивати генерисана електрична енергија, промена у количинама доступних ресурса, промене цене шумских остатака и промене у топлотним захтевима стамбеног сектора.

Закључна разматрања са приказом основе за даља истраживањима и анализом потенцијалних недостатака развијене методологије приказани су у осмом поглављу. Након закључка приказана је листа коришћених библиографских података.

На крају дисертације, дати су прилози у којима је приказан математички модел написан у *GAMS*-у, затим пример систематизованих података о експлоатацији шумских ресурса, начин процене топлотног конзума стамбеног сектора и извештаји из *GAMS*-а који су генерисани за сва решења према четири предложена сценарија.

5. Научни резултати докторске дисертације

Кандидат Владимир Вукашиновић, мастер инж. маш., је у оквиру ове докторске дисертације извршио систематизацију постојећих знања и искустава у области коришћења биомасе као обновљивог извора енергије, математичког моделирања тока биомасе од локације ресурса до локације коришћења (ланац снабдевања биомасом) и дугорочног планирања применом *backcasting* метода. У току израде предметне дисертације, кандидат је дошао до резултата и закључака који имају своје место и значај како у научно-теоријском, тако и у практичном смислу. Најважнији научни резултати докторске дисертације су:

- Дефинисана је нова методологија за израду дугорочних сценарија за унапређење коришћења и максимално искоришћење потенцијала биомасе, која се заснива на интеракцији и интегралној примени математичке оптимизације и *backcasting* методе.
- Развијени свеобухватни модел математичке оптимизације може се користити и самостално при разматрању потенцијалних инвестиционих пројеката у циљу одабира одговарајућег, али и у комбинацији са ГИС технологијама за одређивање потенцијала биомасе који се може економски оправдано користити на одређеном региону
- Развијена методологија, која је тестирана на примеру планирања искоришћења шумских остатака, може се, без већих модификација применити на било коју другу врсту чврсте биомасе или на било коју другу територију.

6. Применљивост и корисност резултата у теорији и пракси

Резултати докторске дисертације кандидата Владимира Вукашиновића, мастер инж. маш. под насловом „Методологија дугорочног планирања коришћења потенцијала биомасе применљиви су и корисни, како у теорији, тако и у пракси.

Примена математичког модела омогућава добијање техно-економских параметара рада ових постројења. Ови параметри су: локације постројења, врсте и инсталирани капацитети постројења, потребне количине дрвне биомасе и локације са којих се она

прикупља, процењени трошкови транспорта потребне дрвне биомасе, процењена потребна инвестициона улагања и трошкови рада постројења.

Математички модел се, користи и како би се одредиле оптималне количине биомасе која се може користити у тренутним условима, као и за генерисање оптималних решења према сценаријима дугорочног планирања, када се модел допуњава критеријумима и параметрима који су дефинисани применом *backcasting-a*. Такође, математички модел се може користити као за помоћ при доношењу одлука у циљу одређивања и одабира најисплатљивијих пројеката у које би се потенцијално инвестирало, за одређивање економског потенцијала одређених врста биомасе на дефинисаном региону, затим за локацијску расподелу постројења за валоризацију биомасе, итд.

Backcasting приступ коришћен у предложеној методологији омогућава дефинисање препрека за максимално искоришћење потенцијала у тренутним условима, али и за дефинисање критеријума и покретача и препрека за дугорочно унапређење коришћења и максимизацију искоришћења доступног потенцијала дрвне биомасе на одређеном региону. Поред тога, *backcasting* приступ се користи за развој дугорочних сценарија, односно одабир одговарајућег решења, његову анализу према кључним неизвесностима и дефинисање путање и неопходних промена.

7. Начин презентирања резултата научној јавности

Део научних резултата већ је верификован објављивањем радова у међународним научним часописима (радови 1, 3 и 4 из тачке 3) и у водећем домаћем часопису (радови 6, 7 и 10 из тачке 3).

Комисија сматра да истраживања и резултати ове докторске дисертације представљају обиман и користан материјал за даље објављивање у међународним и водећим националним часописима и скуповима.

На основу свега изложеног Комисија доноси следећи:

ЗАКЉУЧАК

Докторска дисертација кандидата Владимира Вукашиновића, мастер инж. маш. (под менторством др Душана Гордића, редовног професора), у потпуности, како по обиму тако и квалитету, одговара теми пријављене дисертације, одобрене одлуком Стручног Већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу бр. IV-04-560/8 од 15.10.2014. године и Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, бр. 01-1/3375-10 од 20.10.2014.

Кандидат је током истраживања користио уобичајену и стандардизовану стручну терминологију, а структура докторске дисертације и методологија излагања су у складу са универзитетским нормама.

Докторска дисертација је резултат самосталног рада кандидата, а добијени резултати представљају значајан допринос у домену области коришћења биомасе као обновљивог извора енергије, математичког моделирања тока биомасе од локације ресурса до локације коришћења (ланац снабдевања биомасом) и дугорочног планирања применом *backcasting* метода.

Кандидат је показао да влада методологијом научно-истраживачког рада и да поседује способност системског прикупљања и критичке анализе публикација из релевантне области. При томе је показао способност да сложеној проблематици приступи свеобухватно, у циљу добијања конкретних и применљивих резултата.


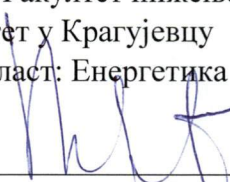
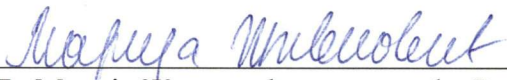


На основу свега изнетог, Комисија за преглед и оцену писаног дела и усмену јавну одбрану докторске дисертације кандидата Владимира Вукашиновића, мастер инж. маш. једногласно је закључила да докторска дисертација под насловом:

„Методологија дугорочног планирања коришћења потенцијала биомасе“

по квалитету, обиму и резултатима истраживања у потпуности испуњава све научне, стручне и законске критеријуме за израду докторске дисертације. Стога Комисија са задовољством предлаже Наставно-научном већу Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, да овај Извештај у потпуности прихвати и закаже јавну усмену одбрану наведене дисертације.

У Крагујевцу,
27.04.2017. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

1. 
Др Добрица Миловановић, ред. проф., председник
комисије, Факултет инжењерских наука,
Универзитет у Крагујевцу
Научна област: Енергетика и процесна техника
2. 
Др Небојша Јовичић, ред. проф., Факултет
инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу
Научна област: Енергетика и процесна техника
3. 
Др Марија Живковић, ванр. проф., Рударско-
геолошки факултет, Универзитет у Београду,
Научна област: Елементи машинских и енергетских
система
4. 
Др Милан Деспотовић, ред. проф., Факултет
инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу
Научна област: Енергетика и процесна техника
5. 
Др Вања Шуштершич, ред. проф., Факултет
инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу
Научна област: Енергетика и процесна техника