

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кандидат: **Мр Драган Урошевић, дипл. инж. маш.**

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ

- Датум и орган који је именовео комисију*
На предлог матичне катедре, Наставно-научно веће Факултета техничких наука, Универзитет у Новом Саду, на својој седници одржаној 7. маја 2014. године донело је одлуку о именовању комисије. На основу те одлуке декан ФТН-а донео је решење (број 012-72/43-09/2 од 08.05.2014.) о именовању комисије.
- Састав комисије са знаком 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:*
 - **Др Војин Грковић**, редовни професор, Факултет техничких наука, Нови Сад, Производни системи, организација и менаџмент, 15.11.1993, председник
 - **Др Младен Стојиљковић**, редовни професор, Машински факултет, Ниш, Термотехника и процесна техника, 6.7.2002, члан
 - **Др Љубомир Герић**, редовни професор у пензији, Факултет техничких наука, Нови Сад, Електроенергетика, 15.6.2000, члан
 - **Др Јован Петровић**, ванредни професор, Факултет техничких наука, Нови Сад, Термоенергетика, 15.10.2012, члан
 - **Др Душан Гвозденац**, редовни професор, Факултет техничких наука, Нови Сад, Термоенергетика и термотехника, 25.5.1993, ментор

II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

- Име, име једног родитеља, презиме:
Драган (Марко) Урошевић
- Датум и место рођења, општина, република:
02. 09. 1975. године, Лесковац, Србија
- Датум одбране, место и назив магистарске тезе:
07.06.2007. године, Машински факултет, Београд
ОДРЕЂИВАЊЕ КРИТИЧНОГ БРОЈА ОБРТАЈА И МОДАЛНА АНАЛИЗА У ТОПЛОТНИМ ТУРБОМАШИНАМА
- Научна област из које је стечено академско звање магистра наука:
МАШИНСТВО

III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ: РАЗВОЈ МОДЕЛА ЗА ЕНЕРГЕТСКО ВРЕДНОВАЊЕ СЛОЖЕНИХ КОГЕНЕРАТИВНИХ ПОСТРОЈЕЊА

IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

У овој дисертацији су покренута многа питања која значајно утичу на обим примене когенерације, савремене и врло ефикасне енергетске технологије, у националним и индустријским енергетским системима.

Врло детаљно је приказан поступак прорачуна основних енергетских индикатора сложених когенерационих система и у значајној мери је поправљен досада коришћен поступак прорачуна. Поред тога указано је и на могућност коришћења оваквих техничких прорачуна за успешно стварање енергетске политике и за њено успешно спровођење.

Предложени модел је тестиран на примеру једног постројења у Тајланду. Разлог је што код нас још нема сложених индустријских когенерационих система средњих снага. Надамо се да ће и ова докторска дисертација допринети широј примени оваквих енергетских технологија и у Србији.

Број страница дисертације: 111; број поглавља: 9; број слика: 47; број табела: 16; број литературних цитата: 93.

ОБЈАВЉЕНИ РАДОВИ У ЧАСОПИСИМА

1. Urošević D, Gvozdenac-Urošević B. (2012): Comprehensive Analysis of a Straw-Fired Power Plant in Vojvodina, *Thermal Science*, Vol 16, Iss 1, pp. S97-S108 (M23)
2. Urošević D, Gvozdenac D, Grković V. (2013): Calculation of the power loss coefficient of steam turbine as a part of the cogeneration plant, *Energy*, Vol 59, pp. 642-651 (M21)
3. Петровић М, Урошевић Д и др. (2003): Испитивање могућности примене гасне турбине за комбиновану производњу топлотне и електричне енергије у топлани „Церак“ у току грејне сезоне, *časopis GAS*, ISSN 0354-8589, Vol. No 8, br. 1, str. 27 – 32, (M53)
4. Петровић М, Урошевић Д, Маћић М. (2003): Примена гасних турбина у системима за централизовано снабдевање топлотом, *časopis GAS*, ISSN 0354-8589, Vol. No 8., br. 4, str. 29 – 32, (M53)
5. Урошевић Д, Кулић Ф. и др. (2008): Методологије механизма чистог развоја (CDM) у когенеративним постројењима (CHP), *časopis PTEP*, ISSN 1450-5029, Vol. 12, br. 4, str. 236-238, (M52)
6. Митровић Ј, Урошевић Д. и др. (2008): Искористићење отпадних уља, *časopis PTEP*, ISSN 1450-5029, Vol. 12, br. 4, str. 245-248, (M52)

РАДОВИ САОПШТЕНИ НА КОНФЕРЕНЦИЈАМА И НАУЧНИМ СКУПОВИМА И ШТАМПАНИ У ЗБОРНИЦИМА

7. Петровић М, Урошевић Д. и др. (2003): Анализа могућности примене гасне турбине за комбиновану производњу топлотне и електричне енергије у топлани "Церак" у току грејне сезоне, *11. симпозијум термичара, Златибор, октобар 1-4, 2003, Зборник на CD (Сесија 2 – Енергетска ефикасност комуналних система - рад R II-02)*, (M63).
8. Росић Б, Урошевић Д. и др. (2004): Развој софтверског пакета за прорачун топлотних шема парних турбопостројења, *Симпозијум ЕЛЕКТРАНЕ 2004, Врњачка Бања, новембар 2-5, 2004*, (CD Rosic.pdf), (M63)
9. Урошевић Д, Бањалић М. и др. (2005): Нумеричка симулација распрострањања димних гасова у широком подручју термоелектране, *симпозијум ЕНЕРГЕТИКА 2005, Златибор, јун 19-22, 2005. (2. тематска област: Енергетика и заштита животне средине, рад E 2005_Urošević.doc)*, (M63)
10. Rosić B, Marinković A, Urošević D. (2006): Dynamic parameters analysis of planetary transmission structure, *International Conference "POWER TRANSMISSIONS 2006"*, Novi Sad, Serbia, April 25-26, 2006. ISBN 86-85211-78-6, pp.159-162, (M33)
11. Urošević D, Petrović M. (2006): Stresses analysis of high pressure vessels, *International Symposium "POWER PLANTS 2006"*, Vrnjačka Banja, Serbia, September 19-22, 2006. (M63)
12. Јанковић В, Урошевић Д и др. (2008): Имплементација методологија механизма чистог развоја (CDM) у когенеративним постројењима (CHP) на биогас/природан гас, *Међународно саветовање ЕНЕРГЕТИКА 2008, Златибор, Србија, март 25-28, ISSN 0354-8651, стр. 94-99, 2008*. (M63)
13. Урошевић Д, Јанковић В (2008): Успостављање система енергетског менаџмента у оквиру компаније "Victoria Group", конференција "Индустријска енергетика" – ИЕЕП 2008, Златибор, јун 24-27, Зборник на CD (Тематска област 3 – Енергетски менаџмент у индустрији - рад III-03, 03-Urošević.pdf), (M63)
14. Urošević D, Janković V et al. (2008): Implementation of clean development mechanism (CDM) methodologies in natural gas CHP plants, *WSEAS International Conference on Engineering Mechanics, Structures, Engineering Geology (EMEGEG '08), Heraklion, Crete Island, Greece, July 22-25, 2008, ISBN 978-960-6766-88-6, ISSN 1790-2769, pp 19-25*, (M33)
15. Urošević D. (2009): Energy management system in the "Victoria Group" company, *4th International Conference of Engineering Technologies – ICET 2009, Novi Sad, Serbia, April 28-30, 2009, ISBN 978-86-7892-227-5, pp 397-401*, (M33)

СТРУЧНИ РАДОВИ И ПРОЈЕКТИ (изабрани пројекти који, према мишљењу Комисије, имају значај за оцену подобности кандидата)

1. Анализа примене гасних турбина и гасних мотора за комбиновану производњу топлотне и електричне енергије у топлани "Церак" у Београду, Пројекат НП ЕЕ404-57Б, Машински факултет, Универзитет у Београду, 2003.
2. Оцена парног турбопостројења за ТЕ-ТО Колубара Б–2х350MW, Машински факултет, Универзитет у Београду, ЛТТ 01/04, 2004.
3. Извештај о спроведеном прелиминарном енергетском билансу у Концерну за производњу и промет здраве хране "БАМБИ", Пожаревац, Машински факултет, Универзитет у Београду, 2005.
4. Истраживање рада парног турбопостројења снаге 11.9 MW у МСК Кикинда у циљу побољшања радних

карактеристика, рађено за МСК Кикинда, Машински факултет, Универзитет у Београду, ЛТТ 01/05, 2005.

5. Развој закола за турбонапојни блок за ТЕ "Никола Тесла" Б, рађено за ТЕ "Никола Тесла", Обреновац, Машински факултет, Универзитет у Београду, ЛТТ 02/05, 2005.
6. Развој тродимензијског модела и напонска анализа реактора V 101, Машински факултет, Универзитет у Београду, ЛТТ 03/05, 2005.
7. Истраживање утицаја димних гасова из ТЕ "Никола Тесла" Б на загађење ваздуха у широком подручју термоелектране, Машински факултет, Универзитет у Београду, ЛТТ 04/05, 2005.
8. Истраживање могућности за увођење комбиноване производње топлотне и електричне енергије у МСК Кикинда, обављено за МСК Кикинда, Машински факултет, Универзитета у Београду, ЛТТ 05/05, 2005.
9. Биланс потребних количина енергената и водене паре у фабрици уља "Младост" – Шид, обављено за "Термоелектро" А.Д. - Београд, Машински факултет, Универзитет у Београду, ЛТТ 02/06, 2006.
10. Пријемна испитивања парних турбопостројења, Машински факултет, Универзитет у Београду, ЛТТ 03/06, 2006.
11. Идејни пројекат изградње гасне турбине за комбиновану производњу електричне и топлотне енергије у МСК Кикинда, обављено за МСК Кикинда, Машински факултет, Универзитет у Београду, ЛТТ 05/06, 2006.
12. Термотехничка испитивања парног турбопостројења ТЕ "Никола Тесла" А6 снаге 308,5 MW, која су обављена за ТЕНТ – Обреновац, Машински факултет, Универзитета у Београду, ЛТТ 01/07, 2007.
13. Енергетски биланс фабрике "Сојапротеин" А.Д. Бечеј, урађен за "Сојапротеин" А.Д. - Бечеј, Машински факултет, Универзитет у Београду, ЛТТ 03/07, 2007.
14. Анализа оправданости изградње и избор потенцијалних локација гасно-парних постројења у Србији, обављена за ЈП „Електропривреда Србије“, Машински факултет, Универзитет у Београду, ЛТТ 04/07, 2007.
15. Акт о енергетској политици и заштити животне средине "Victoria Group" д.о.о, "Victoria Group", Нови Сад, 2008.
16. Биланс стања и енергетски биланс силоса у Пригревици, Српском Итебеју, Кикинди и Великом Поповићу – Victoria Logistic, "Victoria Group", Нови Сад, ВГВЛ-00-1/08, 2008.
17. Управљање отпадним уљима - "Victoria Group" д.о.о, "Victoria Group", Нови Сад, 2008.

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Истраживања спроведена у оквиру докторске дисертације, представљена су у девет поглавља.

У **Првом поглављу** кандидат јасно и прецизно дефинише предмет истраживања и наговештава пут којим су истраживања спроведена. У овом поглављу расправљени су и основни термини који се користе у раду.

У **Другом поглављу**, дат је исцрпан преглед литературе. Најпре се анализирају регулаторни механизми који се користе за подстицај когенерације, а затим и стање у области когенерационих технологија, која је у развијеном свету већ достигла врло запажено учешће у производњи електричне и топлотне енергије. Ово поглавље се завршава критичким освртом на савремену литературу и указује се на још отворена питања када се обавља прорачун сложених когенерационих постројења.

Треће поглавље (Когенерациони системи) се бави когенерационим технологијама. Углавном се анализа задржава на комерцијалним технологијама средњих и великих снага. За те технологије су на систематичан начин приказане њихове техничке карактеристике, предности и мане, али и специфични инвестициони и експлоатациони трошкови. Посебна пажња у овом поглављу усмерена је на кључну директиву ЕУ са тематиком когенерације. Детаљно је изложен комплетан прорачун који директива предлаже, али је, што је посебно значајно, указано и на слабости и недоследности прорачуна на које се може наићи у пракси.

У основи ове докторске дисертације налази се управо предлог, анализа и верификација побољшаног прорачуна укупне ефикасности когенерационог постројења, али и ефикасности његових делова. У **Четвртном поглављу** се анализирају сложенија когенерациона постројења и уводе у анализу поједине независно променљиве величине које значајније утичу на кључне енергетске индикаторе постројења. У овом поглављу се посебна пажња посвећује дефиницији коефицијента губитка снаге (β), као и анализи утицајних величина на њега.

Пето поглавље обрађује сложена когенерациона постројења која се састоје од разних комбинација СНР и не- СНР технологија. Раздвајање СНР и не- СНР процеса код оваквих постројења је комплексан поступак. Уобичајено су то постројења са гасним и парним турбинама великих и средњих снага. У овом поглављу се приказују и неке шеме реалних сложених когенерационих постројења.

Шесто поглавље приказује у свим неопходним детаљима сложено когенерационо постројење. Поред тога до детаља је приказан комплетан прорачун свих релевантних индикатора сложених когенерационих постројења и начин одређивања СНР и не-СНР виртуелних делова постројења. Поступак декомпозиције стварних сложених когенерационих постројења мора да се уради правилно и на основу реално измерених вредности. Предложени прорачун коефицијент губитка електричне снаге на основу мерених вредности је укомпонован у комплетну процедуру прорачуна.

У **Седмом поглављу** обрађује се пример енергетског вредновања когенеративног постројења електричне снаге 150 MW. Пошто у Србији нема великих когенеративних постројења, обрађен је пример из Тајланда. У Тајланду постоји велики број оваквих когенерационих постројења средњих снага. Из оваквих постројења, чија је укупна снага око 2500 MW, производи се око 8% укупне производње електричне енергије. Оваква постројења се граде у оквиру индустријских паркова, где постоји и реалан потрошач топлотне енергије.

На располагању су били подаци о дневним мереним вредностима потрошње природног гаса, производњи електричне и топлотне енергије, притисцима и температурама паре и продуката сагоревања итд. Важно је рећи да су све то стандардне мерене величине које се користе за поуздано и безбедно управљање постројењем. Подаци су се односили на период од 365 дана.

Таква детаљна база података коришћена је за енергетски биланс постројења и за виртуелну декомпозицију постројења на онај део који задовољава задате критеријуме регулаторног тела о енергетској ефикасности, и на онај који то не задовољава. У тим прорачунима је успешно употребљен и предложено одређивање коефицијента губитка снаге (β). Доказана је потреба и корист тачнијег одређивања овог коефицијента у односу на поступак који се до сада користио.

Осмо поглавље – закључци. Констатовано је да предложени модел прорачуна енергетских индикатора когенерационих постројења даје поузданије и тачније податке од досдашњих. На анализираном примеру показао је да се модел ефикасно може користити у пракси, да је применљив код сложених когенерационих постројења у условима спровођења само стандардних мерења и да нису потребна додатна улагања у мерну опрему. Посебно треба истаћи да се комплетан приказани модел може и треба да користи приликом креирања националне енергетске политике и да се улога когенерационих постројења може врло прецизно да симулира.

Последње поглавље чине референце, коришћене у дисертацији.

VI ЗАКЉУЧЦИ, ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

У циљу остваривања зацртаних циљева из такозваног „климатско-енергетског“ пакета Европска комисија је поставила амбициозне циљеве у погледу удела когенерације у производњи електричне енергије. У ту сврху усвојене су одређене Директиве са циљем промоције когенерације и то само такозване високоефикасне, дефинисане граничном вредношћу степена корисности СНР постројења. Међутим, испоставило се да то није лак посао. Препоруке, модели и граничне вредности дефинисане СНР Директивом, ради одређивања дела СНР постројења који подлеже субвенцији, отвориле су низ питања, а нису дале жељени ефекат.

Овај комплексан проблем захтевао је свеобухватан научно, техничко, политичко, економски приступ у циљу моделирања когенерационих постројења, ради утврђивања њихових енергетских индикатора на основу којих је могуће прецизно да се утврди који део СНР постројења, односно који део произведене енергије може бити предмет потенцијалне субвенције. Комплексност дефинисања модела за енергетско вредновање когенерационих постројења подразумева да су технички довољно тачни, једноставни за практичну употребу, да су применљиви за различите конфигурације сложених когенерационих постројења, да финансијски додатно не оптерећују постројење у инвестиционом смислу, дају могућност националним регулаторним телима да кроз анализу дефинишу хармонизоване граничне вредности степена корисности и на тај начин који и колики део енергије из когенерационих постројења ће бити повлашћен и финансијски подстицан од државе. Са таквим приступом се јасно може дефинисати да ли и колико когенерација може бити промовисана ради остваривања одређених циљева њеног удела у производњи електричне енергије. То свакако не гарантује остваривање зацртаног циља, због комплексности енергетске политике и повезаности са другим утицајним факторима, али даје сигурну основу.

У оквиру ове дисертације, дефинисан је модел за енергетско вредновање когенеративних постројења. Анализиран је проблем енергетског вредновања СНР постројења, и у складу са тим постављени задаци који су успешно истражени у дисертацији.

VII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

У оквиру ове докторске дисертације дат је целовит приказ проблема који је дефинисан у предмету и циљу истраживања, као и приказ светских резултата.

Иако је урађено веома обимно истраживање, резултати су приказани прегледно, јасно и прецизно. Текст је разумљив и лако се прати. Тумачење резултата је високостручно и показује да кандидат влада материјом и поседује висок ниво знања у овој области, која је постала незаобилазна у планирању и анализи енергетских система.

VIII КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:	
1.	<i>Да ли је дисертација написана у складу с образложењем наведеним у пријави теме?</i> Дисертација је у потпуности написана у складу с образложењем наведеним у пријави теме.
2.	<i>Да ли дисертација садржи све битне елементе?</i> На основу приказаног садржаја, методологије, резултата и закључака ове дисертације, комисија констатује да она представља заокружен самосталан истраживачки рад у области енергетике, јасно конципиран, изложен и анализиран. Дисертација је у потпуности следила идеје, полазну хипотезу и методологију рада изнете у пријави теме. Дисертација садржи све битне елементе.
3.	<i>По чему је дисертација оригиналан допринос науци?</i> Оригинални допринос науци ове дисертације је у оригиналности модела сложених когенерационих модела и, посебно, у предложеном поступку прорачуна коефицијента губитка електричне снаге и његове употребе за вредновање удела унапред дефинисаног когенерационог процеса у раду целог постројења. Модел даје одличне могућности анализе релевантних параметара рада когенерационих постројења, али и веома добре могућности за доношење одлука, које су саставни део националне или регионалне енергетске политике. Чест је случај недовољног моделирања и симулације при изради разних политика, што често доводи до негативних последица или супротних резултата у односу на очекиване.
4.	<i>Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања:</i> Према мишљењу чланова Комисије докторска дисертација нема ни формалних, нити суштинских недостатака. Такође, чланови Комисије сматрају да ова истраживања треба наставити, с обзиром на то да когенерација и њена интеграција у велике енергетске системе има одличне перспективе у развоју и планирању енергетике.
IX ПРЕДЛОГ:	
На основу укупне оцене дисертације у односу на остварене циљеве рада, примењену методологију, научни и стручни допринос истраживању, комисија предлаже Наставно-научном већу Факултета техничких наука и Сенату Универзитета у Новом Саду да прихвате докторску дисертацију кандидата мр Драгана Урошевића и одобре јавну одбрану.	

ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

1. _____
Др Војин Грковић, редовни професор, Факултет техничких наука, Нови Сад, председник
2. _____
Др Младен Стојиљковић, редовни професор, Машински факултет, Ниш, члан
3. _____
Др Љубомир Герић, редовни професор, Факултет техничких наука, Нови Сад, члан
4. _____
Др Јован Петровић, ванредни професор, Факултет техничких наука, Нови Сад, ментор
5. _____
Др Душан Гвозденац, редовни професор, Факултет техничких наука, Нови Сад, ментор