

Факултет МАШИНСКИ

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

Образац 1.

41/4  
(Број захтева)

Већу научних области техничких наука

(Назив стручног већа коме се захтев упућује, сагласно  
Члану 6. и чл. 7 став 1. овог Правилника)

19.02.2015.  
(Датум)

### ЗАХТЕВ

#### за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације

Молимо да сходно чл. 46. ст.5. тач.3. Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета“, број 131/06), дате сагласност на предлог теме докторске дисертације

**ПОБОЉШАЊЕ ПРЕНОШЕЊА ТОПЛОТЕ У АКУМУЛАТОРУ ТОПЛОТЕ СА ФАЗНО  
ПРОМЕНЉИВИМ МАТЕРИЈАЛОМ КАО ИСПУНОМ**

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ Термомеханика

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног родитеља и презиме кандидата: НЕЏАД (РАМИЗ) РУДОЊА

2. Назив и седиште Факултета на коме је стекао високо образовање: Машински факултет Београд

3. Година дипломирања: 2007.

4. Назив магистарске тезе кандидата: /

5. Назив Факултета на коме је магистарска теза одбрањена: /

6. Година одбране магистарске тезе: /

7. Назив Факултета на коме је кандидат уписао докторске студије: Машински факултет Београд

Одсек, смер или група: /

Година уписа докторских студија: 2007.

Обавештавамо Вас да је Наставно-научно веће Факултета  
(назив надлежног тела Факултета)

на седници одржаној 19.02.2015  
размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.

ДЕКАН  
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф.др Милорад Милованчевић

Прилог:

1. Предлог теме докторске дисертације са образложењем.

2. Акт надлежног тела факултета о подобности теме за израду докторске дисертације.

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ  
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ -

Број: 41/4

Датум: 19.02.2015. године

Београд, Краљице Марије 16

На захтев **Неџада Рудоње, дипл.инж.маш.**, бр. 3207/1 од 12.12.2014. године, извештаја Комисије у саставу: проф.др Мирко Коматина, проф.др Милош Бањац, доц.др Милан Гојак, др Горан Живковић, научни сарадник, ИНН Винча и др Драги Антонијевић, научни саветник И.Ц. М.Ф. Београд, број 41/3 од 13.02.2015. године, а на основу чл. 30 Закона о високом образовању и чл. 30 Правилника о докторским студијама Машинског факултета Универзитета у Београду, Наставно-научно веће Машинског факултета у Београду на седници од 19.02.2015. године, донело је следећу

### ОДЛУКУ

Прихвата се предлог о испуњености услова и о научној заснованости теме докторске дисертације **«ПОБОЉШАЊЕ ПРЕНОШЕЊА ТОПЛОТЕ У АКУМУЛАТОРУ ТОПЛОТЕ СА ФАЗНО ПРОМЕНЉИВИМ МАТЕРИЈАЛОМ КАО ИСПУНОМ»** докторанта **НЕЏАДА РУДОЊЕ, дипл.инж.маш.**

За ментора докторанту Неџаду Рудоњи, именује се **проф.др Мирко Коматина.**

Одлуку доставити: Већу Научних области техничких наука Универзитета у Београду на сагласност, ментору и архиви.

ДЕКАН  
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф.др Милорад Милованчевић

# НАСТАВНО – НАУЧНОМ ВЕЋУ Машинског факултета Универзитета у Београду

**ПРЕДМЕТ:** Извештај о прихватању теме докторске дисертације Нецада Р. Рудоње, студента докторских студија на Машинском факултету Универзитета у Београду.

На основу захтева за одобрење теме докторске дисертације под називом „**ПОБОЉШАЊЕ ПРЕНОШЕЊА ТОПЛОТЕ У АКУМУЛАТОРУ ТОПЛОТЕ СА ФАЗНО ПРОМЕНЉИВИМ МАТЕРИЈАЛОМ КАО ИСПУНОМ**“ бр. 3207/1 од 12.12.2014. год. који је поднео **Нецад Р. Рудоња**, дипл. инж. машинства, студент докторских студија на Машинском факултету Универзитета у Београду, бр. индекса Д-01/07, сагласности Катедре за термомеханику бр. 41/1 од 15.01.2015 и Одлуке Већа бр. 41/2 од 05.02.2015 о формирању Комисије за подношење извештаја о прихватању теме, на основу материјала приложеног уз захтев кандидата, Комисија подноси следећи

## ИЗВЕШТАЈ

Предложени назив теме докторске дисертације:

### ПОБОЉШАЊЕ ПРЕНОШЕЊА ТОПЛОТЕ У АКУМУЛАТОРУ ТОПЛОТЕ СА ФАЗНО ПРОМЕНЉИВИМ МАТЕРИЈАЛОМ КАО ИСПУНОМ

#### 1. ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

##### 1.1. Основни биографски подаци

**Нецад Р.Рудоња**, дипл. инж. машинства, рођен је 7. Јануара 1982. године у Пријеполју. Средњу техничку школу у Пријеполју је завршио као ђак генерације. Машински факултет Универзитета у Београду је уписао 2001. године на коме је дипломирао 2007. године на Одсеку за термотехнику. За успех у току студија добио је награду Регионалне привредне коморе Ужице за 2004. годину. Своје научно и стручно усавршавање реализује на Машинском факултету у Београду као студент докторских студија које је уписао 2007 године. Од 2008. - 2010. године био је запослен као истраживач сарадник Иновационог центра Машинског факултета Универзитета у Београду, а 2010. године изабран је за асистента на Катедри за термомеханику Машинског факултета Универзитета у Београду, где учествује у извођењу наставе на предметима *Термодинамика Б*, *Термодинамика М*, *Преношење топлоте и супстанције*, тј. на предметима у оквиру уже научне области Термомеханика. На свим спроведеним анкетама студената добијао је изузетне (више од 4,80) оцене за педагошки и наставни рад.

Нецад Рудоња је од 2012. године члан Инжењерске коморе Србије, матичних секција пројектаната и извођача радова. Аутор је и коаутор преко 17 научних и стручних радова, учествовао у реализацији 7 домаћих и три међународна научно-истраживачка пројекта. Такође, као пројектант, стручни сарадник и консултант био је ангажован на већем броју главних машинских, технолошко-машинских и идејних пројеката у земљи и иностранству из области климатизације, грејања и хлађења простора комфорног и индустријског типа.

Има положен испит из Енглеског језика, тј. поседује сертификат о познавању Енглеског језика – Виши ниво.

## 1.2. Образовање и професионална каријера

- Основну и средњу Техничку школу завршио је у Пријеполу
- Машински факултет уписао је 2001 године а дипломирао на одсеку за термотехнику 2007 године
- Докторске студије на Машинском факултету Универзитета у Београду уписао је школске 2007/2008 године.
- Запослен је на Машинском факултету у Београду на Катедри за термомеханику

## 1.3. Активности на докторским студијама кандидата Нецада Р. Рудоње Д1/07

- Докторске студије на Машинском факултету Универзитета у Београду уписао је школске 2007/2008 године.
- 2009/2010 мировање студија – служење војног рока
- 2011/2012 мировање студија – студијски боравак у иностранству, реализација IPA-NETIP пројекта

| ЕСПБ                                                                                                                                                                                                                                    | Прва година                                                                         |                                                                                          | Друга година                                                                        |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                         | I сем.                                                                              | II сем.                                                                                  | III сем.                                                                            | IV сем.                                                                             |
| 5                                                                                                                                                                                                                                       | Виши курс математике, оцена: <b>10</b> (десет)                                      | Одабрана поглавља из механике флуида, оцена: <b>10</b> (десет)                           | Одабрана поглавља из простирања топлоте и супстанције <b>10</b> (десет)             | Припрема за пријаву дисертације                                                     |
| 5                                                                                                                                                                                                                                       | Нумеричке методе, оцена: <b>10</b> (десет)                                          | Обновљиви извори енергије: <b>10</b> (десет)                                             | Пренос топлоте зрачењем, оцена: <b>10</b> (десет)                                   | Лабораторија 4 (истраживање и публикавање за дисертацију), оцена: <b>10</b> (десет) |
| 5                                                                                                                                                                                                                                       | ОМНИР и комуникација, оцена: <b>9</b> (девет)                                       | Рационализација потрошње енергије у домаћинствима и индустрији, оцена: <b>10</b> (десет) | Лабораторија 3 (истраживање и публикавање за дисертацију), оцена: <b>10</b> (десет) |                                                                                     |
| 5                                                                                                                                                                                                                                       | Термодинамика сложених система, оцена: <b>10</b> (осам)                             | Лабораторија 2 (истраживање и публикавање за дисертацију), оцена: <b>10</b> (десет)      |                                                                                     |                                                                                     |
| 10                                                                                                                                                                                                                                      | Лабораторија 1 (истраживање и публикавање за дисертацију), оцена: <b>10</b> (десет) |                                                                                          |                                                                                     |                                                                                     |
| Укупно ЕСПБ                                                                                                                                                                                                                             | 5+5+5+5+10= <b>30</b>                                                               | 5+5+5+15= <b>30</b>                                                                      | 5+5+20= <b>30</b>                                                                   | 5+25= <b>30</b>                                                                     |
| Просечна оцена                                                                                                                                                                                                                          | <b>10,00</b> (десет)                                                                |                                                                                          |                                                                                     |                                                                                     |
| Напомене:<br>Кандидат је положио 4 обавезна, 5 изборних предмета и 4 предмета везана за лабораторијска истраживања која су реализована у Лабораторији за термодинамику и термотехнику на Институту за нуклеарне науке Винча у Београду. |                                                                                     |                                                                                          |                                                                                     |                                                                                     |

#### 1.4. Списак објављених радова

##### 1.4.1. Научни радови у водећим међународним часописима (M21)

1. И. Златановић, К. Глигоровић, С. Ивановић, **Н. Рудоња**: *Energy-Saving Estimation Model For Hypermarket Hvac Systems Applications*, Energy and Buildings 43 (2011), p.3353–3359, ISSN 0378-7788, doi:10.1016/j.enbuild.2011.08.035, 2011. (IF=2.809)
2. И. Златановић, **Н. Рудоња**: *Experimental Evaluation Of Desuperheating And Oil Cooling Process Through Liquid Injection In Two-Stage Ammonia Refrigeration Systems With Screw Compressors*, Applied Thermal Engineering 40 (2012), p.210-215, ISSN 1359-4311, doi:10.1016/j.applthermaleng.2012.02.023, 2012. (IF=2.389)
3. Д. Антонијевић, Д. Манић, М. Коматина, **Н. Рудоња**: *Ground water heat pump selection for high temperature heating retrofit*, Energy and Buildings, Volume 49, (2012), p. 294–299, ISSN 0378-7788, doi:10.1016/j.enbuild.2012.02.028. (IF= 2.809)

##### 1.4.2. Научни радови у водећим часописима националног значаја (M51)

1. И. Златановић, **Н. Рудоња**, К. Глигоровић: *Фреквентна регулација рада вентилатора као мера повећања енергетске ефикасности система производне хале фарме това пилића*, Часопис Пољопривредна техника бр.3, стр. 125-132, Пољопривредни факултет у Београду, 2009. ISSN 0554-5587.
2. Г. Живковић, Н. Мирков, Д. Дакић, М. Младеновић, А. Ерић, М. Ерић, **Н. Рудоња**: *Numerical simulation of thermal-fluid properties and optimisation of hot water storage tank in biomass heating systems*, Часопис FME Transactions, бр. 2, Вол. 38, Машински факултет у Београду, 2010. ISSN 1451-2092.
3. И. Златановић, **Н. Рудоња**, К. Глигоровић: *Кондензациона сушара са потпуном рецикулацијом ваздуха*, Часопис Пољопривредна техника бр.3, Вол.35, стр. 77-84, Пољопривредни факултет у Београду, 2010. ISSN 0554-5587.
4. И. Златановић, К. Глигоровић, Д. Радојичић, М. Дражић, М. Ољача, З. Думановић, М. Мишовић, Н. Манић, **Н. Рудоња**: *Анализа енергетске ефикасности сушења семенског кукуруза у дорадном центру Института за кукуруз “Земун Поље” у Земуну*, Часопис Пољопривредна техника бр.2, Вол.36, стр. 87-96, Пољопривредни факултет у Београду, 2011. ISSN 0554-5587.
5. И. Златановић, **Н. Рудоња**, К. Глигоровић: *Примена топлотних пумпи у системима за сушење пољопривредних производа*, Часопис Пољопривредна техника бр.2, Вол.36, стр. 77-85, Пољопривредни факултет у Београду, 2011. ISSN 0554-5587.

##### 1.4.3. Научни радови у часописима националног значаја (M52)

1. М. Гојак, **Н. Рудоња**, М. Коматина, Д. Антонијевић, А. Салњиков, З. Стевановић: *Избор расхладних флуида и оптималног режима рада каскадне топлотне пумпе*, КГХ Часопис, бр.2, Вол. 39, стр. 39-42, 2010. VIBLID 0350-1426.
2. **Н. Рудоња**, Г. Живковић, М. Коматина, Б. Репић: *Експериментално испитивање акумулације топлоте у акумулатору топлоте применом фазно променљивог материјала*, Часопис Пољопривредна техника бр. 2, стр. 71-79, Пољопривредни факултет у Београду, 2012. ISSN 0554-5587.

#### 1.4.4.Радови саопштени на скупу међународног значаја, штампан у целини (М33)

1. Д. Горичанец, **Н. Рудоња**, М. Коматина, С. Андрејевић, Ј. Кропе, **И. Златановић**: *Каскадна геотермална топлотна пумпа - техно-економска анализа и еколошки утицај*, 39. Међународни конгрес о грејању, хлађењу и климатизацији КГХ, Зборник радова стр. 140-146, Београд 2008. ISBN 978-86-81505-41-0.
2. М. Мартиновић, С. Андрејевић, А. Саљников, М. Коматина, **Н. Рудоња**, З. Стевановић: *Хидрогеотермални ресурси и топлотне пумпе-Топлификациона алтернатива Србије*, 39. Међународни конгрес о грејању, хлађењу и климатизацији КГХ, Зборник радова стр. 314-320, Београд 2008. ISBN 978-86-81505-41-0.
3. Г.Живковић, Н.Мирков, Д. Дакић, М. Младеновић, А. Ерић, М. Ерић, **Н. Рудоња**, *Моделирање струјно-термичких процеса и оптимизација рада акумулатора топлоте у грејним системима са топоводним котлом на биомасу* - 14. Симпозијум термичара Србије, Зборник радова стр. 692-697, 13-16 октобар 2009, Сокобања. ISSN 978-86-80587-96-7.
4. А. Маринковић, **Н. Рудоња**, М. Коматина, Д. Антонијевић, Н. Дондур, П. Милићевић: *Производња вентилационих и климатизационих канала у Србији-Техноекономска заснованост и могућа техничка решења*, 14. Симпозијум термичара Србије, Зборник радова стр. 324-329, 13-16 октобар 2009, Сокобања. , ISSN 978-86-80587-96-7.
5. Н. Дондур, Д. Антонијевић, М. Коматина, **Н. Рудоња**, М. Гојак: *Economics analysis of hidro geothermal-two cascade heat pump-Serbian case* - International symposium of industrial engineering, SIE 2009, Belgrade, 2009. p.24-27. ISBN 978-86-7083-681-5.
6. Д. Антонијевић, **Н. Рудоња**, М. Коматина, Д. Манић, С. Узелац: *Exergy analysis of two-stage water to water heat pump*, 15th Symposium on Thermal Science and Engineering of Serbia, Sokobanja, Serbia, October 18–21, 2011, pp. 18-27.
7. Г. Живковић, Д. Дакић, **Н. Рудоња**, Б. Репић: *Experimental research of thermal processes in the thermal storage tank with a phase change medium*, Међународна конференција Електране 2012. ISBN 978-86-7877-021-0.

#### 1.4.5.Техничке реализације: техничка решења, патенти, побољшане технологије

1. *Софтвер за филтрирање, обраду и визуализацију прикупљених метеоролошких података*, др Милан Гојак, Драгана Дудић, Иван Златановић, Коста Глигоревић, Тијана Урошевић, **Нецад Рудоња**, Јела Буразер, Александар Саљников, Министарство просвете и науке Републике Србије, 2011. (М85).
2. И. Златановић, К. Глигоревић, **Н. Рудоња**: *Ниско температурна кондензациона сушара са потпуном рецикулацијом ваздуха подржана радом топлотне пумпе*, број патента RS20100203, Заштићено у Заводу за интелектуалну својину Републике Србије, Гласник интелектуалне својине бр.1/2012 од 29.02.2012. (М92).

#### 1.4.6.Учешће у домаћим научним пројектима

1. Пројекат „Развој, моделирање струјно-термичких процеса и оптимизација рада акумулатора топлоте у грејним системима са топоводним котлом на биомасу”, Министарство науке и технолошког развоја Републике Србије, евиденциони број ЕЕ 18035, 2006- 2010.
2. Пројекат „Мултимедијално упознавање потрошача са могућностима уштеде енергије у домаћинствима“, Министарство науке и технолошког развоја Републике Србије, евиденциони број ЕЕ 573-15Б, 2005- 2008.

3. Пројекат „*Високотемпературна топлотна пумпа за експлоатацију нискотемпературских геотермалних извора ( НТН PUMP – High temperature heat pump for exploitation of low temperature geothermal sources )*“, Пројекат Еурека Е!4117, 2007-2009.
4. Пројекат „*Оптимизација енергетског искоришћавања субгеотермалних водних ресурса*“, Министарство науке и технолошког развоја Републике Србије, Пројекат Технолошког развоја бр. ТР 18008, 2008 - 2010.
5. Пројекат „*Развој линије за израду вентилационих и климатизационих канала*“, Министарство науке и технолошког развоја Републике Србије Иновациони пројекат под бројем 451-01-00065/2008-01/37, 2009.
6. Пројекат „*Истраживање коришћења соларне енергије применом вакумских колектора са топлотним цевима и изградња демонстрационог постројења*“, Министарство за науку и технолошки развој Републике Србије, бр. пројекта ТР-33048. 2010-2014.
7. Пројекат „*Развој и унапређење технологија за енергетски ефикасно коришћење више форми пољопривредне и шумске биомасе на еколошки прихватљив начин, уз могућност когенерације*“ Министарство за науку и технолошки развој Републике Србије, бр. пројекта П42011. 2010-2014.

#### 1.4.7. Учесће у међународним научним пројектима

1. COST Action MP1004 „Hybridenergystoragedevicesandsystems“. Europeancooperation in science and technology, 2011-2015.
2. Примена термографије у енергетском прегледу и енергетској сертификацији, евиденциони број 451-03-615/2011-14/02-32. Билатерални пројекат Републике Србије и Хрватске, 2011-2012.
3. Иновативно коришћење нискотемпературских геотермалних ресурса у југоисточној Европи, GeoSEE, 2012-2014.

#### 1.4.8. Стручна ангажовања

1. Главни машински пројекат термотехничких инсталација за климатизацију и вентилацију ТЦ РОДА Сремска Митровица, 2008-Energogroup d.o.o.
2. Главни машински пројекат термотехничких инсталација за климатизацију, вентилацију и грејање ТЦ IBC (International Business Center), Земун, 2008-Energogroup d.o.o.
3. Главни машински пројекат термотехничких инсталација за климатизацију, вентилацију и грејање ТЦ Меркур Каћка Петља II, Нови Сад, 2009-Energogroup d.o.o.
4. Главни машински пројекат термотехничких инсталација за климатизацију, вентилацију МАХИ Улцињ, 2008-Energogroup d.o.o.
5. Главни машински пројекат термотехничких инсталација за „Дистрибутивни центар –Делта“, Franc Kosi & Associates d.o.o, Sofija-Bugarska, 2008.
6. Главни машински пројекат адаптације расхладног постројења фабрике смрзнуте хране Хладњача Апатин а.д. Апатин, Franc Kosi & Associates d.o.o, Апатин, 2008.
7. Главни машински пројекат термотехничких инсталација климатизације и вентилације Лабораторије за масу и канцеларијског простора „Завод за Мере и драгоцене метале“, ДОМКО д.о.о, Београд, 2009.
8. Главни машински пројекат термотехничких инсталација за централно грејање објекта центра месне заједнице блок 42 „Пословног система Станком“, Energogroup д.о.о, Београд 2009.
9. Главни машински пројекат термотехничких инсталација за климатизацију и вентилацију пословног објекта „Тошин Бунар“, Клима М, Београд 2010.

10. Главни машински пројекат термотехничких инсталација за грејање, климатизацију и вентилацију објекта „СПА Центар – Краљичина плажа“, Република Црна Гора, Architerra д.о.о, Београд 2011.
11. Главни машински пројекат термотехничких инсталација за климатизацију и вентилацију објекта „Пословни центар Миленијум Подгорица“ у Подгорици, Република Црна Гора, Architerra д.о.о, Београд 2011.

### **1.5. Награде и признања**

1. Награда – Ђак генерације Средње техничке школе Пријепоље 2001 године.
2. Награда Регионалне привредне коморе Ужице за успех у току студија за 2004. годину.

### **1.6. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми**

Стручним и истраживачким активностима у периоду трајања докторских студија кандидат је испољио заинтересованост, одговорност и стручност за инжењерски и научни рад, као и спремност за решавање истраживачких задатака. Комисија констатује да:

- Публиковани радови и ангажовање у наставном процесу указују на смисао и спремност кандидата да се бави научно-истраживачким радом и образовањем.
- Постигнути резултати за време школовања на Машинском факултету Универзитета у Београду, инжењерски и истраживачки рад на пројектима у привреди, радови урађени током докторских студија, учешће на пројектима Министарства за просвету и науку указују на смисао кандидата да се бави сложеним инжењерским и експерименталним истраживањима.

На основу биографских података, положених испита на докторским студијама, научних и стручних активности, објављених радова и експерименталних истраживања Комисија сматра да постигнути резултати квалификују кандидата за успешан и ефикасан научно-истраживачки рад на предложеној теми и очекује да резултати истраживања дају значајан научни допринос у разумевању термомеханичких процеса и појава које се јављају у току процеса акумулације топлоте у фазно променљивим материјалима, као и да буду практично имплементирани.

## **2. ПРЕДМЕТ ИСТРАЖИВАЊА**

Предмет рада је истраживање термомеханичких процеса и термодинамичких метода за поспешивање преношења топлоте у акумулатору топлоте који свој рад заснива на промени фазе радног медијума. У дисертацији ће бити дефинисани нумерички модели процеса који се дешавају у материјалима који ће бити предмет истраживања. У циљу верификације модела осмислиће се и изградити експериментална инсталација акумулатора топлоте, која ће давати реалну слику процеса и омогућити верификацију нумеричког модела. Термофизичке карактеристике радног медијума као што су густина, топлотна проводљивост, специфични топлотни капацитет, топлота промене фазе, а које су неопходне за процес нумеричког моделирања, биће одређене мерењем на стандардним инсталацијама. Предложиће се и применити термодинамичке методе за повећање ефикасности размене топлоте у акумулатору топлоте.

### 3. ЦИЉЕВИ ИСТРАЖИВАЊА

- Дефинисати оригинални нумерички модел процеса акумулације топлоте.
- Пројектовати и изградити експерименталну инсталацију која ће омогућити симулацију реалне слике процеса и верификацију резултата модела.
- Добити сопствене експерименталне податке о термофизичким карактеристикама радног медијума акумулатора топлоте као што су густина, топлотна проводљивост, специфични топлотни капацитет, топлота промене фазе
- Извршити параметарску анализу нумеричког модела.
- Урадити анализу добијених експерименталних резултата.
- Верификовати резултате нумеричког модела на основу сопствених експерименталних резултата.
- Извршити поређење резултата нумеричког модела и експерименталних резултата са моделима и експериментима других аутора.
- Дати предлог за даља истраживања и побољшање постојећих решења.

### 4. ЗНАЧАЈ ИСТРАЖИВАЊА И ОСВРТ НА РЕЛЕВАНТНЕ БИБЛИОГРАФСKE ИЗВОРЕ

#### 4.1. Значај истраживања

Тематика предложене докторске дисертације припада **научној области Машинство – Термомеханика**.

Резултати научног истраживања би требало да допринесу решавању следећих проблема:

- Моделирање термомеханичких процеса и појава које се јављају приликом процеса промене фазе у акумулаторима топлоте са фазно променљивим материјалом као испуном
- Побољшања преношења топлоте у акумулаторима топлоте са фазно променљивим материјалом као испуном

#### 4.2. Релевантни библиографски извори

1. R. Velraj, R. V. Seeniraj, B. Hafner, C. Faber, and K. Schwarzer, „Experimental analysis and numerical modelling of inward solidification on a finned vertical tube for a latent heat storage unit”, *Sol. Energy*, vol. 60, no. 5, pp. 281–290, Jun. 1997.
2. K. A. Ismail, C. L. . Alves, and M. S. Modesto, „Numerical and experimental study on the solidification of PCM around a vertical axially finned isothermal cylinder”, *Appl. Therm. Eng.*, vol. 21, no. 1, pp. 53–77, Jan. 2001.
3. I. Dincer, „Thermal energy storage systems and applications in buildings”, *Energy Build.*, vol. 34, no. 4, pp. 377–388, May 2002.
4. H. M. Ettouney, I. Alatiqi, M. Al-Sahali, and S. Ahmad Al-Ali, „Heat transfer enhancement by metal screens and metal spheres in phase change energy storage systems”, *Renew. Energy*, vol. 29, no. 6, pp. 841–860, May 2004.
5. A. Trp, „An experimental and numerical investigation of heat transfer during technical grade paraffin melting and solidification in a shell-and-tube latent thermal energy storage unit”, *Sol. Energy*, vol. 79, no. 6, pp. 648–660, Dec. 2005.
6. M. Akgün, O. Aydın, and K. Kaygusuz, „Experimental study on melting/solidification characteristics of a paraffin as PCM”, *Energy Convers. Manag.*, vol. 48, no. 2, pp. 669–678, Feb. 2007.

7. M. Fang, G. Chen, „Effects of different multiple PCMs on the performance of a latent thermal energy storage system”, *Appl. Therm. Eng.*, vol. 27, no. 5–6, pp. 994–1000, Apr. 2007
8. E.B. S. Mettawee and G. M. R. Assassa, „Thermal conductivity enhancement in a latent heat storage system”, *Sol. Energy*, vol. 81, no. 7, pp. 839–845, Jul. 2007.
9. I. Dincer, *Thermal Energy Storage Systems and Applications, Second Edition*. 2008.
10. L. Jian-you, „Numerical and experimental investigation for heat transfer in triplex concentric tube with phase change material for thermal energy storage”, *Sol. Energy*, vol. 82, no. 11, pp. 977–985, Nov. 2008.
11. K. A. R. Ismail and R. I. R. Moraes, „A numerical and experimental investigation of different containers and PCM options for cold storage modular units for domestic applications”, *Int. J. Heat Mass Transf.*, vol. 52, no. 19–20, pp. 4195–4202, Sep. 2009
12. H. A. Adine and H. El Qarnia, „Numerical analysis of the thermal behaviour of a shell-and-tube heat storage unit using phase change materials”, *Appl. Math. Model.*, vol. 33, no. 4, pp. 2132–2144, Apr. 2009.
13. T.A Tabassum, “Numerical Study of a Double Pipe Latent Heat Thermal Energy Storage System,” *Montréal McGill Univ.*, 2010.
14. M. A. Ezan, M. Ozdogan, H. Gunerhan, A. Erek, and A. Hepbasli, „Energetic and exergetic analysis and assessment of a thermal energy storage (TES) unit for building applications”, *Energy Build.*, vol. 42, no. 10, pp. 1896–1901, Oct. 2010.
15. F. Agyenim, N. Hewitt, P. Eames, and M. Smyth, „A review of materials, heat transfer and phase change problem formulation for latent heat thermal energy storage systems (LHTESS)”, *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 14, no. 2, pp. 615–628, Feb. 2010.
16. F. Agyenim, N. Hewitt, P. Eames, and M. Smyth, „A review of materials, heat transfer and phase change problem formulation for latent heat thermal energy storage systems (LHTESS)”, *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 14, no. 2, pp. 615–628, Feb. 2010.
17. L. F. Cabeza, A. Castell, C. Barreneche, A. de Gracia, and A. I. Fernández, „Materials used as PCM in thermal energy storage in buildings: A review”, *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 15, no. 3, pp. 1675–1695, Apr. 2011.
18. N. H. S. Tay, M. Belusko, and F. Bruno, „Experimental investigation of tubes in a phase change thermal energy storage system”, *Appl. Energy*, vol. 90, no. 1, pp. 288–297, Feb. 2012.
19. E. Osterman, V. V Tyagi, V. Butala, N. A. Rahim, and U. Stritih, „Review of PCM based cooling technologies for buildings”, *Energy Build.*, vol. 49, no. 0, pp. 37–49, Jun. 2012.
20. L. F. Cabeza, *Thermal Energy Storage*. Oxford: Elsevier, 2012, pp. 211–253.
21. A. A. Al-Abidi, S. Bin Mat, K. Sopian, M. Y. Sulaiman, C. H. Lim, and A. Th, „Review of thermal energy storage for air conditioning systems”, *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 16, no. 8, pp. 5802–5819, Oct. 2012.
22. L. Prasad and P. Muthukumar, „Design and optimization of lab-scale sensible heat storage prototype for solar thermal power plant application”, *Sol. Energy*, vol. 97, pp. 217–229, Nov. 2013.

## 5. ПОЛАЗНЕ ХИПОТЕЗЕ

- Дефинисање акумулације топлоте у фазно променљивим материјалима.
- Дефинисање проблема при примени фазно променљивих материјала.
- Дефинисање утицајних величина на процесе који се одвијају у акумулаторима топлоте у којима се акумулација топлоте обавља у фазно променљивим материјалима
- Дефинисање применљивости испитаног фазно променљивог материјала у реалном акумулатору топлоте.

## 6. НАУЧНЕ МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА

Истраживање ће обухватити теоријску анализу постојећих искустава, разраду сопственог модела (нумеричког), као и непосредна мерења утицајних величина процеса у акумулаторима топлоте са фазно променљивим материјалима у циљу потврде предложеног модела.

Научне методе истраживања које ће се применити у изради предложене докторске дисертације су:

1. *Дедуктивна метода* – идентификоваће се и прикупити релевантне информације из дате области, обрадити и донети нови закључци у складу са постављеним предметом, циљевима и хипотезама научног рада.
2. *Експериментална метода* – осмислиће се, пројектовати и направити лабораторијска инсталација за акумулацију топлоте у фазно променљивим материјалима, на којој ће бити предвиђена и постављена одговарајућа мерно-регулациона опрема. Струјно-техничка мерења ће бити урађена у складу са правилима за одабране методе мерења, при чему ће се водити рачуна о претходном утврђивању могуће грешке мерења и баждарењу мерних инструмената. Испитивање ће се радити у лабораторијским условима у контролисаној атмосфери, а експериментална мерења спроведена на лабораторијској инсталација ће произвести све величине које су неопходне за верификовање нумеричког модела
3. *Математичко-статистичка анализа* - анализа одговарајућих функционалних зависности појединачних математичких модела извршиће се одговарајућим софтвером који поседује базу математичких функција. Добијене функционалне зависности биће потом представљене графички.
4. *Метода симулације* – Нумеричко моделирање процеса промене фазе радног медијума ће бити одрађено у софтверском пакету ANSYS FLUENT. Кроз нумеричко моделирање кандидат ће вршити симулације процеса промене фазе одабраног радног медијума. Улазни подаци нумеричког модела који се односе на термофизичке карактеристике радног медијума ће бити одређени посебним мерењима на стандардним инсталацијама.

## 7. ОЧЕКИВАНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

- Систематизација постојећих начина акумулације топлоте
- Систематизација радних медијума за акумулацију топлоте
- Анализа постојећих метода за побољшање процеса преношења топлоте кроз радне медијуме акумулатора топлоте
- Свеобухватна анализа рада акумулатора топлоте и фазно променљивог материјала који ће бити предмет експерименталних испитивања и развоја сопственог нумеричког модела.
- Експериментална инсталација за испитивање акумулације топлоте у акумулатору топлоте са фазно променљивим материјалом као испуном.
- Развој сопственог нумеричког модела рада акумулатора топлоте са могућством примене на друге фазно променљиве материјале.

## **8. ПЛАН ИСТРАЖИВАЊА И СТРУКТУРА РАДА**

### **8.1. План истраживања**

- акумулација топлоте као мера која омогућава уштеду енергије и прерасподелу потрошње енергије,
- врсте радних медијума за акумулацију топлоте у акумулаторима топлоте
- фазно променљиви материјали у акумулаторима топлоте,
- одређивање термофизичких карактеристика фазно променљивих материјала који се користе у акумулаторима топлоте,
- пројектовање и извођење експерименталне инсталације за испитивање рада акумулатора топлоте са фазно променљивим материјалом,
- експериментално одређивање радних карактеристика акумулатора топлоте са изабраним фазно променљивим материјалом
- развој сопственог нумеричког модела рада акумулатора топлоте са изабраним фазно променљивим материјалом,
- верификација сопственог нумеричког модела,
- закључак.

### **8.2. Структура докторске дисертације**

- Увод
- Преглед раније спроведених теоријских и експерименталних истраживања других аутора
- Теоријска истраживања и нумеричко моделирање процеса
- Експериментална истраживања
- Анализа експерименталних резултата
- Параметарска анализа модела система
- Дискусија
- Закључак
- Прилози

## 9. ЗАКЉУЧАК

Анализом података из пријаве кандидата Нецада Р. Рудоње, дип. инж. маш., Комисија закључује да је предложена тема актуелна и подобна за израду докторске дисертације, као и да кандидат испуњава све законом предвиђене услове и да има истраживачке способности за рад на докторској дисертацији.

Имајући у виду све наведено Комисија предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета Универзитета у Београду да кандидату

**Нецаду Р. Рудоњи, дипл. инж. машинства**

одобри израду докторске дисертације под називом

**Побољшање преношења топлоте у акумулатору топлоте са фазно променљивим материјалом као испуном**

у научној области Машинство – ужа стручна област Термомеханика, за коју је Машински факултет Универзитета у Београду матичан.

За ментора докторске дисертације предлаже се **проф. др Мирко Коматина**, редовни професор на Катедри за Термомеханику Машинског факултета Универзитета у Београду.

У Београду, 12.2.2015. год.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

---

**Проф. др Мирко Коматина**, редовни професор  
Машинског факултета Универзитета у Београду, ментор

---

**Проф. др Милош Бањац**, редовни професор  
Машинског факултета Универзитета у Београду,

---

**др Милан Гојак**, доцент  
Машинског факултета Универзитета у Београду,

---

**др Горан Живковић**, научни сарадник  
Института за Нуклеарне науке Винча,

---

**др Драги Антонијевић**, научни саветник  
Иновационог центра Машинског факултета у Београду.

Додатак уз образац 1.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ  
за кандидата Неџада Рудоњу

Име и презиме ментора: \_Мирко Коматина

Звање: Редовни професор

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Belosevic, S., Paprika, M., Komatina, M., etc., Experimental and numerical investigations of heat exchangers built in solid fuel household furnace of original concept, *Energy and Buildings*, 37, 2005, 325-331.  
**M21, IF=0,590, ISSN: 0378-7788**
2. Komatina M., Manovic V., Dakic D., An Experimental Study of Temperature of Burning Coal Particle in Fluidized Bed, *Energy Fuels*, 20, 2006, 114-119.  
**M21, IF=1,519 ISSN: 0887-0624**
3. Mladenovic R., Belosevic S., Paprika M., Komatina M., Effects of air excess control in a thermo-accumulation solid fuel-fired household furnace, *Applied Thermal Engineering*, 2007, Vol. 27, pp. 2243–2251.  
**M21, IF=0,868 ISSN: 1359-4311**
4. Manovic V., Komatina M., Oka S., (2008), Modeling the temperature in coal char particle during fluidized bed combustion, *Fuel*, Volume 87, Issue 6, May 2008, pp. 905-914.  
**M21, IF=2,536 ISSN: 0016-2361**
5. Aleksandar Saljnikov, Mirko Komatina, Vasilije Manovic, Milan Gojak, Darko Goricanec, Investigation on thermal radiation spectra of coal ash deposits, *International Journal of Heat and Mass Transfer* 52 (2009), pp. 2871–2884.  
**M21, IF=1,947 ISSN: 0017-9310**
6. Aleksandar Saljnikov, Biljana Vucicevic, Mirko Komatina, Milan Gojak, Darko Goricanec, Zoran Stevanovic, Spectroscopic research on infrared emittance of coal ash deposits, *Experimental Thermal and Fluid Science* 33 (2009), pp. 1133–1141.  
**M21, IF=1,234 ISSN: 0894-1777**
7. Eric Aleksandar, Dakic Dragoljub, Nemoda Stevan, Komatina Mirko, Repic Branislav, Experimental method for determining Forchheimer equation coefficients related to flow of air through the bales of soy straw, *International Journal of heat and Mass Transfer*, (2011), vol. 54 br. 19-20, 4300-4306.  
**M21, IF=1,898 ISSN: 0017-9310**
8. Antonijevic, D., Komatina, M.: Sustainable Sub-geothermal Heat Pump Heating in Serbia, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol 15, 2011, pp. 3534-3538.  
**M21, IF=4,567 ISSN: 1364-0321**
9. Antonijevic, D., Manic, D., Komatina, M., Rudonja, N.: Subgeothermal Heat Pump Selection for Hot Water Central Heating Retrofit, *Energy and Buildings*, 49 (2012), pp. 294-299.  
**M21, IF=2,046 ISSN: 0378-7788**

10. Aleksandar Eric, Dragoljub Dakic, Stevan Nemoda, Mirko Komatina, Branislav Repic, Experimental determination thermophysical characteristics of balled biomass, Energy, Volume 45, Issue 1, September 2012, Pages 350–357  
**M21, IF=3,597 ISSN: 0360-5442**
11. Zlatanović, I., Komatina, M., Antonijević, D.: Low-temperature convective drying of apple cubes, Applied Thermal Engineering, No.1, Vol 53, 2013, pp.114-123.  
**M21, IF=2,624 ISSN: 1359-4311**
12. Milijana J. Paprika1, Mirko S. Komatina, Dragoljub V. Dakić, and Stevan Đ. Nemoda, Prediction of Coal Primary Fragmentation and Char Particle Size Distribution in Fluidized Bed, Energy Fuels 2013, 27, pp. 5488–5494.  
**M21, IF=2,733 ISSN: 0887-0624**

**Мирко Коматина**

Заокружити одговарајућу опцију (А, Б, В или Г):

А) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији техничко-технолошких, природно-математичких и медицинских наука ментор треба да има најмање три рада са SCI, SSCI, AHCI или SCIE листе, као и Math-Net.Ru листе.

Б) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији друштвено-хуманистичких наука ментор треба да има најмање три рада са релевантне листе научних часописа (Релевантна листа научних часописа обухвата SCI, SSCI, AHCI и SCIE листе, као и ERIH листу, листу часописа које је Министарство за науку класификовало као M24 и додатну листу часописа коју ће, на предлог универзитета, донети Национални савет за високо образовање. Посебно се вреднују и монографије које Министарство науке класификује као M11, M12, M13, M14, M41 и M51. )

В) У случају израде докторске дисертације према ранијим прописима за кандидате који су стекли академски назив магистра наука ментор треба да има пет радова (референци) које га, по оцени Већа научних области, квалификују за ментора односне дисертације.

Г) У случају да у ужој научној области нема квалификованих наставника, приложити одлуку Већа докторских студија о именовању редовног професора за ментора.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Датум \_\_\_\_\_

М.П. \_\_\_\_\_