

ИЗБОРНОМ ВЕЋУ МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

На основу одлуке Изборног већа Машинског факултета бр. 1998/3, од 15.09.2016. године, одређени смо за чланове Комисије за писање извештаја по објављеном конкурс за избор једног доцента на одређено време са пуним радним временом за ужу научну област Термотехника.

На конкурс који је објављен у листу „Послови“ 21.09.2016. године (број 692), а закључен 05.10.2016. године, пријавио се један кандидат и то:

1. др Александра А. Сретеновић.

О кандидату **др Александри А. Сретеновић, дипл. инж. маш.**, подносимо следећи

РЕФЕРАТ

А: Биографски подаци

Александра Сретеновић рођена је 31.01.1986. године у Београду. Земунску гимназију природно-математичког смера завршила је 2004. године. За изузетан успех током школовања награђена је Вуковом дипломом (и у основној школи и у гимназији).

Машински факултет Универзитета у Београду уписала је 2004. године. Све време студирања била је награђивана за одличан успех. Награде за најбоље студенте Машинског факултета добила је 2005, 2006, 2007, 2008 и 2009. године. Студије је завршила у року с просечном оценом 9,89. Тема дипломског рада из предмета Климатизација била је „Примена система тригенерације и анализа предности у односу на конвенционални систем климатизације рачунског центра“. Дипломирала је на одсеку за Термотехнику 16.06.2009. године с оценом 10 (десет).

Као одличан студент Машинског факултета, Александра Сретеновић је била стипендиста Фонда за младе таленте Републике Србије – најбољих 1000 студената, а добила је и стипендију града Београда. Добитница је престижне награде „Професор др Војислав К. Стојановић“ за изванредан успех постигнут током студија. Током студија више пута је представљала Машински факултет на Сајму образовања, а учествовала је у промоцији Факултета у средњим школама у Србији.

Докторске студије је уписала 2010/11. године на Машинском факултету Универзитета у Београду, и положила је све испите предвиђене планом и програмом са просечном оценом 10 (десет). Докторску дисертацију под називом: „Предвиђање потрошње КГХ система применом метода вештачке интелигенције“ одбранила је 13.09.2016. на Машинском факултету у Београду; ментори проф. др Бранислав Живковић и проф. др Радиша Јовановић.

Од новембра 2009 запослена је на Машинском факултету Универзитета у Београду на Катедри за Термотехнику. У току свог рада изводила је наставу на мастер студијама кроз аудиторне вежбе на предметима: Основе технике климатизације и Системи вентилације и климатизације. На основу одлуке Научно-наставног већа – Изборног већа Машинског факултета од 04.02.2011. изабрана је у звање асистента и реизабрана 05.02.2014. године. Активно учествује у изради мастер радова и више пута је била члан комисије за преглед и одбрану мастер радова на модулу за Термотехнику. Повремено је држала вежбе из климатизације на енглеском језику страним студентима. До сада, као аутор или коаутор, има објављена 22 рада, од којих је 6 објављено у међународним часописима са SCI листе, 1 у часопису међународног значаја верификованог посебном одлуком, 3 у часописима националног значаја и 12 на скуповима међународног значаја. Коаутор је 4 техничка решења. Учествовала је у изради преко 20 стручних пројеката. Тренутно је активни сарадник на четири међународна пројекта (од 9 пројеката укупно). Поседује лиценце за одговорног пројектанта (бр. 330 L902 13) и одговорног извођача радова (бр. 430 H295 13).

Александра Сретеновић одлично познаје рад на рачунару. Користи Microsoft Office (Word, Excel, Power Point), Интернет, као и савремене софтверске пакете (AutoCAD, HAP, Matlab и др). Успешно је завршила лиценцирани курс AutoCAD 2007, семинар Mitsubishi Electric у Милану – VRF and Multi systems, семинар LG VRF, као и курс HAP - Hourly Analysis Program Advanced.

Члан је удружења MENSA (IQ 152 – 2% популације), друштва КГХ (Климатизација, грејање, хлађење), Инжењерске коморе Србије. Изабрана је за Председника регионалног одбора Београд Подсекције дипломираних машинских инжењера Матичне секције пројектаната за период 2016. до 2020. године. Од јуна 2016. године, одлуком Министарства грађевинарства, саобраћаја и инфраструктуре, члан је радне групе за израду Нацрта правилника о изменама и допунама Правилника о енергетској ефикасности у зградама. Одлично говори енглески језик и служи се француским.

Б. Дисертација

Докторску дисертацију под називом „Предвиђање потрошње КГХ система применом метода вештачке интелигенције” одбранила је 13.09.2016. године на Машинском факултету Универзитета у Београду, ментори проф. др Бранислав Живковић и проф. др Радиша Јовановић.

В. Педагошка активност

Током досадашњег рада на Машинском факултету, Александра Сретеновић је држала аудиторне и лабораторијске вежбе из предмета Основе технике климатизације и Системи вентилације и климатизације на Академским дипломским студијама. Преко 30 пута је била члан комисије за преглед и одбрану мастер радова модула за Термотехнику.

Повремено је држала вежбе из климатизације на енглеском језику страним студентима. Активно је учествовала у организацији многобројних посета студената индустријским постројењима и релевантним компанијама из области КГХ. Педагошки и наставни рад, приступ према наставним обавезама, високо је вреднован у анонимним

анкетама спроведеним међу студентима. Према резултатима тих анкета, а на основу извештаја Комисије за организовање и спровођење поступка студентског вредновања наставника и сарадника, за претходних пет школских године оцењена је просечном оценом 4,58, са следећом структуром просечних оцена по предметима:

Предмет	Година 2010/2011	Година 2011/2012	Година 2012/2013	Година 2013/2014	Година 2014/2015
Основе технике климатизације	4,78	4,66	-	4,83	4,52
Системи вентилације и климатизације	-	4,49	4,21	4,60	-

Члан је тима који се под руководством колега са Архитектонског факултета пласирао у финале престижног мултидисциплинарног такмичења Solar Decathlon које ће се одржати у Дубаију 2018. године, а за које су припреме већ почеле.

Г. Библиографски подаци

Библиографија научних и стручних радова у меродавном изборном периоду

Г.1 Категорија М20

Г.1.1 Научни радови у међународним часописима изузетних вредности (М21а)

1. Jovanović R., **Sretenović A.**, Živković B. *Ensemble of various neural networks for prediction of heating energy consumption*, Energy and Buildings (ISSN: 0378-7788, IF=2,973 за 2015. godinu), Vol 94, 2015, pp. 189-199, [doi:10.1016/j.enbuild.2015.02.052](https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.02.052),

Г.1.2 Научни радови у истакнутим међународним часописима (М22)

2. Musbah M., Živković B., Kosi F., Abdulgali M., **Sretenović A.**: *Solar energy contribution for air conditioning system in an office building under Tripoli climate conditions*, Thermal Science (ISSN: 0354-9836, IF=1,143 за 2014. godinu), Vol 18, No 1, 2014. pp 1-12, [doi:10.2298/TSCI121229124M](https://doi.org/10.2298/TSCI121229124M).

Г.1.3 Научни радови у међународним часописима (М23)

3. Jovanović R., **Sretenović A.**, Živković B.: *Multistage ensemble of feedforward neural networks for prediction of heating energy consumption*, Thermal Science (ISSN: 0354-9836, IF=0,939 за 2015. godinu), Vol 20, no 4, 2016 pp. 1321-1331, [doi:10.2298/TSCI150122140J](https://doi.org/10.2298/TSCI150122140J)

4. Jovanović R., **Sretenović A.**: *Various multistage ensembles for prediction of heating energy consumption*, Modeling, Identification and Control (ISSN: 1890-1328, IF=0,754 za 2015. godinu), Vol. 36, No. 2, 2015, pp. 119-132, [doi: 10.4173/mic.2015.2.4](https://doi.org/10.4173/mic.2015.2.4)
5. Abbas M., Jovanovic M., Radenovic S., **Sretenović A.**, Simić S.: *Abstract metric spaces and approximating fixed points of a pair of contractive type mappings*, Journal of Computational Analysis and Application (ISSN: 1521-1398, IF=0,417 za 2011. godinu), Vol. 13, No. 2, 2011, str. 243-253,
6. Shah M. H., Simic S., Nawab H, **Sretenovic A.**, Radenovic S.: *Common fixed points theorems for occasionally weakly compatible pairs on cone metric type spaces*, Journal of Computational Analysis and Application (ISSN: 1521-1398, IF=0,502 za 2012. godinu), Vol 14, No 2, 2012, str. 290-297, 2012. ,

Г.1.4 Рад у часопису међународног значаја верификован посебном одлуком (M24)

7. Jovanović, R., **Sretenović, A.**: *Ensemble of radial basis neural networks with k-means clustering for heating energy consumption prediction*, FME Transactions, (ISSN 1451-2092), Vol.44, No.3, 2016, University of Belgrade – Faculty of Mechanical Engineering (прихваћен за штампу).

Г.2 Категорија M30

Г.2.1 Рад саопштен на скупу међународног значаја штампан у целини (M33)

8. Jovanović R., **Sretenović A.**, Živković B.: *Prediction of heating energy consumption in university building based on simplified artificial neural networks*, Proceedings of the 18th International Research/Expert Conference “Trends in the Development of Machinery and associated Technology” TMT 2014, pp 213-216, ISSN 1840-4944, Budapest, Hungary, 10-12th September 2014
9. Jovanović R., **Sretenović A.**, Živković B.: *Application of artificial neural networks for prediction of heating energy consumption in university buildings*, Proceedings of the 18th International Research/Expert Conference “Trends in the Development of Machinery and associated Technology” TMT 2014, pp 229-232, ISSN 1840-4944, Budapest, Hungary, 10-12th September 2014
10. Jovanović R., **Sretenović A.**, Živković B.: *Application of artificial neural networks for prediction of heating energy consumption in university campus*, Proceedings of the 45th International HVAC&R Congres, Belgrade, 3-5th December 2014, štampano na CD-u pp 71, ISBN/ISSN 978-86-81505-75-5, SMEITS
11. **Sretenović A.**, Živković B., Jovanović R., *Multiple linear regression, support vector machines and neural networks for prediction of commercial building energy*

consumption, Proceedings of the 46th International HVAC&R Congress, Belgrade, 2-4th December 2015, štampano na CD-u, SMEITS, ISBN 978-86-81505-79-3, str 383-393

12. Nolan E., Allsopp J., Galata A., Pedone G., Živković B., **Sretenović A.**: *Calibrating whole building energy model: A case study using BEMS data*, 10th European Conference on Products and Process Modelling – ECPPM 2014, Proceedings ISBN: 978-1-138-02710-7 (Hbk), ISBN: 978-1-315-73695-2 (eBook), Published by Press Balkema, PO Box 11320, 2301 EH Leiden, Netherlands, Vienna, Austria, 17-19th September 2014
13. Galata A., Pedone G., De Ferrari A., Brogan M., Roderick Y., **Sretenovic A.**: *A catalogue of "optimization scenarios" to enhance decision-making in establishing an efficient energy management programme*, Proceedings ISBN: 978-1-138-02710-7 (Hbk), ISBN: 978-1-315-73695-2 (eBook), Published by Press Balkema, PO Box 11320, 2301 EH Leiden, Netherlands, Vienna, Austria, 17-19th September 2014
14. Glišić I., Vučković G., **Sretenović A.**: *Energy savings using trigeneration on business hotel complex – Airport City Belgrade*, Proceedings of the the 22nd International Conference on Efficiency, Cost and Optimization, Brasil 2009. ISBN: 978-1-63439-546-5

Г.3 Категорија М50

Г.3.1 Научни радови у водећим часописима националног значаја (М51)

15. Живковић Б., Сретеновић А., Танић Љ., Шварц Б., Радић В., Јовановић Д.: *Анализа примене биомасе у хотелу „Термаг“ на Јахорини*, III Регионална конференција „Индустријска енергетика и заштита животне средине у земљама југоисточне Европе“ ИЕЕП '11, 21-25. јуни 2011. Копаоник штампано у часопису Термотехника, Свеска 38, бр. 2, стр 167-174, 0350-218X
16. Марковић Д., Живковић Б., Косанић Н., Марковић И., **Сретеновић А.**: *После убирајуће технологије за воће и поврће у Србији*, часопис „Савремена пољопривредна техника“, вол. 37, бр. 4, стр 387-397, децембар 2011, оригинални научни рад, Библид: 0350-2953 (2011) 37, 4: 387-398, УДК: 634.11:664.854

Г.3.2 Научни радови у часописима националног значаја (М52)

17. Глишић И., Вучковић Г., **Сретеновић А.**: *Мogućност уштеде енергије применом тригенерације у пословно-хотелском комплексу – Airport City Belgrade*, часопис КГХ 1/2010, СМЕИТС, стр. 87-94,

Г.4 Категорија М60

Г.4.1 Рад саопштен на скупу националног значаја штампан у целини (М63)

18. **Сретеновић А.**, Живковић Б: *Примена система тригенерације и анализа предности у односу на конвенционални систем климатизације рачунског центра*, Зборник радова: 40. Међународни конгрес о грејању, хлађењу и климатизацији, стр 445-455, Београд, 2009.
19. **Сретеновић А.**, Танић Љ., Живковић Б.: *Могућности примене тригенерације у супермаркетима – пример тржног центра „Туш“ Источно Сарајево*, Зборник радова Међународног конгреса ИЕЕП - Индустијска енергетика и заштита животне средине у земљама Југоисточне Европе, Златибор 2010.
20. Живковић Б., **Сретеновић А.**, Танић Љ., Шварц Б., Радић В., Јовановић Д., *Анализа приомене биомасе у хотелу „Термаг“ на Јахорини*, Зборник радова конгреса ИЕЕП - Индустијска енергетика и заштита животне средине у земљама Југоисточне Европе 2011.
21. Танић Љ., Живковић Б., Шварц Б., **Сретеновић А.**, Радић В., Јовановић Д. *Анализа примене биомасе у хотелу „Рајска долина“ на Јахорини*, III савјетовање о енергетици у БиХ, Тема саветовања: Енергетска ефикасност и обновљиви извори енергије, септембар 2011, Зборник радова, стр. 301 – 307
22. Танић Љ., **Сретеновић А.**: *Анализа примене обновљивих извора енергије за топлотне потребе хотела „Сан“ у бањи Лакташи*, Зборник радова, IX међународни научно стручни скуп “Савремена теорија и пракса у градитељству”, Бања Лука, април 2013. ISBN 978-99955-630-8-0, COBISS.BH-ID 3623704

Г.5 Одбрањена докторска дисертација (М71)

23. **Сретеновић А.**, *Предвиђање потрошње КГХ система применом метода вештачке интелигенције*, Универзитет у Београду, Машински факултет, Београд, 2016. године.

Г.6 Техничка и развојна решења – Категорија М80

Г.6.1 Битно побољшана технологија (М84)

24. Живковић Б., Коси Ф., Марковић Д., Милованчевић У., Стојковић М., **Сретеновић А.**, Крстић Д.: „Спрега конвенционалних и обновљивих извора енергије у оквиру технолошке линије за расхлађивање и складиштење воћа“ , Универзитет у Београду Машински факултет, број 3317/3, 22.01.2015.
25. Коси Ф., Марковић Д., Живковић Б., Стевановић С., Стојковић М., **Сретеновић А.**, Милованчевић У.: „Каскадни системи (NH₃/CO₂) за примену у прехранбеној

индустрији“, Универзитет у Београду Машински факултет, број 3298/3, 22.01.2015.

26. Коси Ф., Марковић Д., Живковић Б., Покрајац С., Стојковић М., **Сретеновић А.**, Крстић Д.: „ Индиректни систем за складиштење осетљивих врста воћа у контролисаној атмосфери“, Универзитет у Београду Машински факултет, број 3318/3, 22.01.2015.

Г.6.2 Нова метода (М85)

27. Јовановић Р., **Сретеновић А.**, Живковић Б., „Ансамбл различитих неуронских мрежа за предвиђање потрошње топлоте“, Универзитет у Београду Машински факултет, решење бр. 1350/3 од 28.09.2015.

Г.7 Учешће у националним научним пројектима (пројекти)

28. Од 01.10.2009. до 31.12.2010. била је сарадник на пројекту Машинског факултета – Технолошки пројекат ТР 14210 „Развој машина и опреме за производњу и прераду хране“.
29. Од 01.01.2011. до данас је сарадник на Научно-истраживачком пројекту Машинског факултета – Технолошки пројекат ТР- 35043 „Истраживање и развој опреме и система за индустријску производњу, складиштење и прераду поврћа и воћа“, Истраживања у области технолошког развоја, Министарство просвете, науке и технолошког развоја; 2011 - 2015.

Г.8 Учешће у међународним пројектима

30. HERD Energy project **SEEWB** - Sustainable Energy and Environment in the Western Balkans, 2010-2014
31. Valuable EneRgY for a smart School – **VERYSchool**, European Commission, CIP competitiveness and innovation framework programme 2007-2013, CIP-ICT-PSP-2011-5, Grant Agreement No 297313, 2011-2014
32. Energy Performance Indicators for Building Stocks – **EPISCOPE**, 2013-2016
33. National Building Typologies – **TABULA** project (2009-2012) ("Typology Approach for Building Stock Energy Assessment")
34. **GreenCareer** - Green Career Guide for Young People, Erasmus+ KA2 пројекат, 2015-2017 (број пројекта 2014-2-TR01-KA205-014469)

35. **SLED** - Support for Low Emission Development in South-East Europe (SEE), commissioned by Regional Environmental Center, Project Code: 33241-1206
36. **EmBuild** - Empower public authorities to establish a long-term strategy for mobilizing investment in the energy efficient renovation of the building stock, у оквиру позива **Horizon 2020** од 2015. године
37. **CLEAN-kWAT** – Integrating Environmental Considerations into Energy System Development, Erasmus+ KA2 пројекат, 2016-2018. године
38. „Energy efficiency in public buildings”, у сарадњи са GIZ (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit), у периоду 2015-2018.

Д. Приказ и оцена научног рада кандидата

Квантификација научноистраживачких резултата за меродавни изборни период

Група резултата	Врста резултата	Број радова	Бодова	Укупно бодова
M20	M21a - Рад у међународном часопису изузетних вредности	1	10	10
	M22 – Рад у истакнутом међународном часопису	1	5	5
	M23 – Рад у међународном часопису	4	3	12
	M24 - Рад у часопису међународног значаја верификован посебном одлуком	1	3	3
M30	M33 - Рад саопштен на скупу међународног значаја штампан у целини	7	1	7
M50	M51 – Рад у водећем часопису националног значаја	2	2	4
	M52 – Рад у часопису националног значаја	1	1,5	1,5
M60	M63 – Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини	5	0,5	2,5
M70	M70 - Одбрањена докторска дисертација	1	6	6
M80	M84 - Техничко решење - Битно побољшана технологија	3	3	9
	M85 - Техничко решење - Нова метода	1	2	2
УКУПНО:				62

Анализом приложеног материјала може се закључити да остварени резултати кандидата др Александре Сретеновић, током досадашњег научно-истраживачког и стручног рада на Машинском факултету у потпуности припадају ужој научној области

термотехнике (климатизације и енергетске ефикасности у зградама). У наставку је приложена анализа радова по категоријама, односно редоследу и груписаним темама.

Како би се повећала енергетска ефикасност пословних зграда у радовима [14], [17] и [18] су испитане различите могућности којима би се смањила потрошња енергије. Разматран је тип градње који је чест у Србији и Европи. Овакви објекти се најчешће климатизују чилерима са ваздухом хлађеним кондензаторима. Ове инсталације су једноставније и јефтиније за инвеститора, али током експлоатације показало се да су трошкови енергије већи. Основна идеја рада је анализа инвестирања у систем тригенерације. За један рачунски центар у Београду извршено је поређење инвестиционих и експлоатационих трошкова за конвенционални систем климатизације објекта и постројења за тригенерацију (комбинована производња електричне енергије и топлоте за грејање и хлађење). Према тренутном односу цена основних енергената у овим системима (електричне енергије и природног гаса), системи тригенерације нису исплативи корисницима у Србији. Међутим, према ценама енергената у земљама у окружењу, тригенерација је не само енергетски, него и економски исплатива и очекује се њен већи продор на тржиште (рад [18]).

Супермаркете карактерише велика потреба за електричном енергијом, при чему су главни електропотрошачи хлађење и складиштење намирница, осветљење и опрема за климатизацију. Инвестициони трошкови опреме за тригенерацију (гасни мотор, апсорпциони чилер, расхладна кула, размењивач топлоте) су скоро двоструко већи од инвестиционих трошкова конвенционалног система (гасни котлови, компресорски чилер). На примеру тржног центра „Туш“ у Источном Сарајеву показано је да систем тригенерације тренутно није применљив у Српској, јер су експлоатациони трошкови система тригенерације већи од погонских трошкова конвенционалног система. Међутим, у већини земаља окружења цена електричне енергија је значајно виша од цене гаса па је очекивано да ће ускоро и код нас експлоатациони трошкови система тригенерације бити нижи од трошкова конвенционалног система (рад [19]).

У радовима [5] и [6] доказани су резултати Ишикава итеративног процеса са грешкама, који конвергира јединственом пару фиксних тачака у генерализованом конвексном метричком простору. Проширени су резултати из генерализованог конвенкског метричког простора на конвексни метрички простор са конусом. Приказана су и 4 илустративна примера.

У раду [2] испитана је могућност коришћења соларног система за климатизацију пословне зграде у временским условима у Триполију, Либија. Моделиран је рад апсорпционе расхладне машине са плочастим соларним колекторима како би се предвидео удео соларне енергије у потребама система. Профил топлотног оптерећења је добијен из детаљне часовне симулације на основу типичне метеоролошке године за Триполи. Учинак система и удео соларне енергије су рачунати уз промену два параметра (нагиб колектора и његова површина). Највећи удео соларне енергије од 48% постигнут је са површином соларних колектора од 1400 m². Резултати анализе су показали да су, поред површине колектора, главни фактори који утичу на удео соларне енергије локални временски услови (интензитет Сунчевог зрачења), као и радно време постројења.

У раду [16] је дат преглед решења за складиштење воћа и поврћа у свежем и замрзнутом стању. Производња воћа и поврћа у Србији заузима значајно место у укупној вредности пољопривредне производње и велики део произведеног воћа и поврћа се извози па се самим тим захтевају и велики капацитети и увођење нових после убирајућих технологија за складиштење истих, а како је за значајнији пласман на инострана тржишта неопходно поправљање квалитета производа, потребно је и осавремењивање технологије гајења и увођење европских стандарда у свим сегментима производње, прераде и чувања воћа и поврћа. Најважнији услови средине које треба обезбедити у

складишном простору су температура и влажност ваздуха. Основна тешкоћа при чувању свежег производа је висок садржај воде (80-96%), а губитак влаге током складиштења је уобичајена појава. Губици влаге 3 - 6% су довољни да изазову значајан губитак квалитета за многе врсте намирница.

У радовима [20] и [21] анализирана је могућност коришћења дрвне биомасе као извора топлоте у хотелима „Термаг“ и „Рајска долина“на Јахорини. С обзиром да се хотел „Термаг“ налази у шумовитом пределу, због велике количине дрвне биомасе у окружењу, коришћење сечке уместо фосилног горива представља право решење не само са еколошког него и са економског аспекта. Инвестиција у котлао за сагоревање сечке капацитета 800 kW који у потпуности задовољава тренутне потребе хотела, са свом потребном опремом у котларници, укључујући и постројење за производњу сечке, исплатила би се за приближно 4,5 године.. Хотелски комплекс „Рајска долина“ се налази на Пољицама, делу Јахорине где је изграђен највећи број објеката. Скијашке стазе су на свега стотинак метара од котларнице, депоније пепела и складишта угља што ствара приличне еколошке проблеме. Уместо чистог планинског ваздуха на Пољицама се често може осетити мирис који потиче од оксида сумпора. Због велике количине дрвне биомасе у окружењу, коришћење сечке уместо угља представља право решење не само са еколошког него и са економског аспекта.

У раду [22] анализирана је примена алтернативних извора топлоте за потребе хотела „Сан“ у бањи Лакташи. Постојећи извор топлоте анализирног објекта је конвенционалног типа: котлао на лож уље. У раду је разматрана могућност замене фосилног горива обновљивим изворима енергије: дрвном биомасом (пелетима) и применом топлотних пумпи „вода-вода“. На основу тренутних тржишних цена опреме и енергената извршено је поређење система.

Радови у наредној секцији су настали у оквиру истраживања, развоја и примене модела вештачке интелигенције (неуронских мрежа, неуро фази система, метода потпорних вектора) за предвиђање потрошње енергије зграда. За развој и тестирање модела коришћена је база експерименталних података дневне потрошње енергије универзитетског кампуса из система даљинског грејања.

Радови [8], [9] и [10] су настали у првој фази истраживања, где је за развијање модела коришћена база експерименталних података без посебне претходне обраде. Као модели коришћене су вишеслојне неуронске мреже без повратних веза и алгоритама обучавања са повратним простирањем грешке. Кроз низ модела разматран је утицај избора улазних величина мреже на тачност предвиђања. У раду [8] као улазне величине коришћени су доступни параметри – средња дневна спољашња температура, укупна количина дозрачене Сунчеве енергије у току дана, средња дневна брзина ветра и средња дневна релативна влажност ваздуха. Као додатне улазне величине дефинисане су категоричке величине које одређују дан у недељи и месец у години.

У раду [9] анализирани су карактеристике поједностављеног модела који од метеоролошких параметара користи само средњу дневну спољашњу температуру, што је значајно када подаци о осталим метеоролошким вредностима нису доступни. Друго поједностављење разматрано је у раду [10], где су поред средње дневне спољашње температуре, као улазне величине коришћене категоричке величине које одређују тип дана (вредност 1 за радни дан и вредност 2 за викенд и празнике), а на основу анализе потрошње енергије која показује значајне разлике, и месец у години. Развијени и тестирани модели су показали да се у случају поједностављених модела квалитет предвиђања није значајно смањио.

У раду [11] је у циљу формирања базе података за развој модела за предвиђање годишње потрошње енергије за хлађење спроведен велики број симулација типичне пословне зграде у Београду, и при томе формирана два скупа података – један за обучавање модела а други за тестирање. Након једнопараметарске анализе три карактеристике зграде, које у највећој мери утичу на потрошњу КГХ система за хлађење, изабране су улазне величине модела. Развијени су: вишеструки линеарни модел, вишеслојна неуронска мрежа без повратних веза са алгоритмом са повратним простирањем грешке као алгоритмом њеног обучавања и модел применом методе потпорних вектора. Показано је да се и једноставни вишеструки линеарни модел може са задовољавајућом тачношћу користити у раним фазама пројектовања за процену годишње потрошње енергије за хлађење зграде. Предвиђања модела неуронске мреже и модела заснованог на методи потпорних вектора показују готово идеално поклапање са вредностима добијеним симулацијом.

Радови [1], [3], [4] и [7] представљају наставак научно-истраживачког рада у области интелигентних система и вештачке интелигенције и надградњу резултата добијених у радовима [8], [9] и [10]. Основна карактеристика радова [1, 3, 4, 7] је у примени новог приступа у циљу побољшања тачности предвиђања модела вештачке интелигенције – примени ансамбла различитих модела.

У раду [1] је предложена метода за предвиђање потрошње топлоте применом различитих неуронских мрежа, и њиховим комбиновањем кроз ансамбл неуронских мрежа. Најпре су креирана, обучена и тестирана три независна, тополошки различита модела неуронских мрежа: вишеслојна неуронска мрежа без повратних спрега, неуронска мрежа са радијалним базисним функцијама и адаптивни неуро-фази систем. Потом, у циљу побољшања показатеља квалитета предвиђања, синтетизовани модели су имплементирани у ансамбл неуронских мрежа применом три различите методе комбиновања (аритметичко осредњавање, тежинско осредњавање и метода медијане). Добијени резултати показују да све три мреже на својим излазима дају вредности које имају одлично поклапање са измереним вредностима, а предложени ансамбл неуронских мрежа постиже бољу тачност предвиђања у поређењу са појединачним мрежама чланицама ансамбла. Резултати приказани у овом раду, са додатним предпроцесирањем и анализом улазне базе података, анализом избора улазних величина, део су и техничког решења [28].

У раду [3] је предложено побољшање тачности предвиђања дневне потрошње енергије из система даљинског грејања универзитетског кампуса формирањем вишестепеног ансамбла. Један од начина да се истовремено постигне тачност и различитост између елемената ансамбла је примена k-means кластеризације на групи претходно успешно обучених вишеслојних мрежа без повратних веза са алгоритмом са повратним простирањем грешке. Мреже се према сличности распоређују у унапред дефинисан број кластера, након чега се најбоља мрежа из сваког кластера бира за чланицу ансамбла. Поред конвенционалних метода осредњавања излаза елемената ансамбла, као интегратор у другом ступњу имплементирана је и неуронска мрежа са радијалним базисним функцијама. Број кластера је вариран у одређеном опсегу и резултати показују да се применом ансамбла постиже побољшање квалитета предвиђања, при чему се највећа тачност постиже са вишестепеним ансамблом.

У раду [4] је на групи од 50 претходно упушно обучених вишеслојних неуронских мрежа без повратних веза примењена k-means кластеризација, како би се изабрали чланови ансамбла. Као интегратор излаза појединачних модела, поред конвенционалних метода осредњавања развијена је вишеслојна неуронска мрежа са повратним простирањем грешке и адаптивни неуро-фази систем са различитим функцијама припадности. Резултати показују да ансамбл, за различит број кластера, постиже побољшање тачности предвиђања, при чему најбоље резултате остварује вишестепени ансамбл са адаптивним неуро-фази системом у другом степену.

У раду [7] је k-means кластеризација примењена на улазном скупу података како би се формирали подскупи за обучавање појединачних неуронских мрежа са радијалним базисним функцијама које се узимају за елементе ансамбла. Како би се избегло да неки подкуп има сувише мало узорака, или да неки кластер преовладава, сваки подкуп је допуњен насумично изабраним узорцима до постизања броја елемената основног скупа података. Ансамбли добијени различитим методама осредњавања (аритметичким, тежинским и методом медијане) за различит број кластера показују побољшање тачности предвиђања у односу на најбоље обучену мрежу са радијалним базисним функцијама.

Радови [12] и [13] су настали као резултати међународног пројекта [31]. У раду [12] приказана је методологија калибрације која је развијена како би вредности добијене симулацијом потрошње енергије зграде што приближније одговарале стварним вредностима добијеним мерењем (коришћењем система за управљање зградом -Building Energy Management System – BEMS). Детаљан метод калибрације је узео у обзир специфичности намене простора, система и потрошње енергије у пилот згради школе. Развијена су два метода калибрације: један за потрошњу електричне енергије и други за потрошњу топлоте, уз коришћење калибрисаних метеоролошких података. Резултати постижу одлично поклапање са измереним вредностима потрошње електричне енергије и температуре у простору, чиме је потврђена успешност методе.

У раду [13] је приказана имплементација програма за управљање енергијом, који је у складу са међународним стандардом ISO 50001. Прикупљени су одговарајући „оптимизациони сценарији“ , који су применљиви за свакодневно управљање енергијом, а прилагођени су школским установама. Као резултат је настао „Каталог“ најчешће коришћених и ефикасних мера за уштеду енергије, које обухватају техничка решења и упутства за кориснике.

У докторској дисертацији [23] је испитана могућност примене метода вештачке интелигенције у предвиђању потрошње енергије КГХ система. Анализиране су три базе података. Прва база је формирана на основу резултата енергетских симулација, при чему су предвиђања развијених модела вештачке интелигенције (неуронске мреже без повратних спрега, неуронске мреже са радијалном базисном функцијом и модела потпорних вектора) показала готово идеална поклапања са вредностима добијеним симулацијом. Успешност модела је затим испитана на експерименталној бази података, прикупљеној током студијског боравка на Универзитету у Трондхајму. За предвиђање дневне потрошње енергије из система даљинског грејања развијени су и обучени модели вештачких неуронских мрежа и модел применом методе потпорних вектора. Испитана је могућност побољшања квалитета предвиђања модела применом иновативних приступа: креирањем ансамбла и хибридних модела. У дисертацији је предложено и испитано

неколико начина креирања ансамбла који се састоје из различитих модела. Најједноставнија метода је осредњавање (аритметичко, тежинско и методом медијане) излаза из појединачних модела. Иновативни приступ интегрисања појединачних модела је увођење њихових предвиђања (излаза) у нови модел вештачке интелигенције – вишестепени ансамбл. Један од начина да се истовремено постигне и тачност и различитост је примена k-means кластеризације на групу исправно обучених мрежа. Побољшање квалитета предвиђања је предложено и применом хибридних модела, који превазилазе недостатке линеарних и нелинеарних модела уз задржавање њихових предности. Вештачка интелигенција се показала веома успешном у савладавању сложених вишепараметарских проблема. Предложени алгоритми побољшања тачности појединачних модела (вишестепени ансамбли и хибридни модели) су универзалног карактера и могу наћи своју примену не само у предвиђању потрошње енергије КГХ система, већ и у другим областима у којима се користи вештачка интелигенција.

Ђ. Мишљење комисије о испуњености услова

Комисија закључује да је кандидат др Александра Сретеновић, дипл. инж. маш., остварила следеће резултате:

- има осми степен стручне спреме. Стекла је звање доктора техничких наука на одсеку за Термотехнику, Машинског факултета Универзитета у Београду, 2016. године;
- поседује педагошко искуство, с обзиром да је у протеклих седам година успешно држала вежбе из више предмета на Машинском факултету у Београду, а њен рад је оцењен високим оценама у анкетама студентског вредновања педагошког рада наставника и сарадника;
- активно је учествовала у раду већег броја комисија за преглед и одбрану мастер радова;
- као аутор или коаутор објавила је укупно: 6 радова у часописима међународног значаја, 1 рад у међународном часопису верификованом посебном одлуком, 12 радова саопштених на скупу међународног значаја штампаних у целини, 3 рада у националним научно-стручним часописима, као и 4 техничка решења;
- у овом тренутку активно учествује у реализацији 4 међународна пројекта, од којих два припадају програму Erasmus+, а један Horizon 2020
- учествује као истраживач на пројекту под насловом “Истраживање и развој опреме и система за индустријску производњу, складиштење и прераду поврћа и воћа”, које финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја.

Досадашњи научно-истраживачки и стручни рад др Александре Сретеновић превасходно обухвата област Термотехнике – климатизације. На основу саопштених резултата истраживања у стручним часописима и на конференцијама, истраживања спроведених у оквиру научно-истраживачких пројеката, као и резултата остварених у домену педагошких активности, констатује се да се професионалне компетенције кандидата др Александре Сретеновић односе на ужу научно-стручну и образовну област за коју је расписан предметни конкурс.

Е. Закључак и предлог

На основу детаљног прегледа и разматрања свих достављених материјала и њихове свестране анализе, као и свих чињеница од значаја, а у вези са наставним, научно-истраживачким и досадашњим стручним радом кандидата, изложених у овом Реферату, а у складу са чланом 72 Закона о високом образовању, чланом 11.5 Статута Машинског факултета Универзитета у Београду и Критеријумима за избор наставника Универзитета у Београду, Комисија закључује да кандидат др Александра А. Сретеновић, дипл. инж. маш., асистент Машинског факултета Универзитета у Београду, испуњава све формалне и суштинске законске услове предвиђене одредбама Закона о високом образовању, Статутом Универзитета у Београду и Статута Машинског факултета Универзитета у Београду за избор у звање доцента.

Комисија, са посебним задовољством, предлаже Изборном већу Машинског факултета Универзитета у Београду да изабере др Александру Сретеновић, дипл. инж. маш. у звање доцента Универзитета у Београду, на одређено време од 5 (пет) година са пуним радним временом за ужу научну област Термотехника, при Катедри за Термотехнику на Машинском факултету Универзитета у Београду.

У Београду,
14.10.2016. године.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

др Бранислав Живковић, редовни професор
Универзитет у Београду, Машински факултет

др Франц Коси, редовни професор
Универзитет у Београду, Машински факултет

др Драган Туцаковић, редовни професор
Универзитет у Београду, Машински факултет

др Александар Јововић, редовни професор
Универзитет у Београду, Машински факултет

др Милица Јовановић Поповић, редовни професор
Универзитет у Београду, Архитектонски факултет