

Факултет МАШИНСКИ

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

1583/5  
(Број захтева)Већу научних области техничких наука(Назив стручног већа коме се захтев упућује, сагласно  
Члану 6. и чл. 7 став 1. овог Правилника)13.12.2012.  
(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

**NEW METHOD FOR THERMOECONOMIC OPTIMIZATION OF PARAMETERS OF TRIPLE-PRESSURE COMBINED-CYCLE POWER PLANTS (НОВИ МЕТОД ЗА ОПТИМИЗАЦИЈУ ПАРАМЕТАРА КОМБИНОВАНИХ ПОСТРОЈЕЊА ГАСНЕ И ПАРНЕ ТУРБИНЕ НА ТРИ НИВОА ПРИТИСКА)**

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ Термоенергетика

## ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног родитеља и презиме кандидата: MUAMMER A. SALEM ALUS2. Назив и седиште Факултета на коме је стекао високо образовање: Al-Tahadi University, Faculty of Engineering, Libia3. Година дипломирања: 1993.BSc.4. Назив магистарске тезе кандидата: Comparison of different PEM fuel cells5. Назив Факултета на коме је магистарска теза одбрањена: University of Hanover, Germany6. Година одбране магистарске тезе: 2006. MSc7. Назив Факултета на коме је кандидат завршио докторске студије: Машински факултет БеоградОдсек, смер или група: /Година завршетка докторских студија: 2011.Обавештавамо Вас да је Наставно-научно веће Факултета  
(назив надлежног тела Факултета)на седници одржаној 13.12.2012  
размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.ДЕКАН  
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТАПроф.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:1583/4

Датум: 13.12.2012. године

Београд, Краљице Марије 16

На захтев Муаммер А. Салем Алус-а, MSc, dipl.ing.mas., бр. 1297/1 од 10.07.2012. године, извештаја Комисије у саставу: проф.др Милан Петровић, ментор, проф.др Бранислав Савић, проф.др Зоран Стефановић, проф.др Драган Туцаковић и др Мирослав Бенишек, ред.проф. М.Ф. у пензији бр. 1583/3 од 11.12.2012. 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 13.12.2012. године, донело је следећу

### ОДЛУКУ

Прихвата се предлог о испуњености услова и о научној заснованости теме докторске дисертације « **NEW METHOD FOR THERMOECONOMIC OPTIMIZATION OF PARAMETERS OF TRIPLE-PRESSURE COMBINED-CYCLE POWER PLANTS** **НОВИ МЕТОД ЗА ОПТИМИЗАЦИЈУ ПАРАМЕТАРА КОМБИНОВАНИХ ПОСТРОЈЕЊА ГАСНЕ И ПАРНЕ ТУРБИНЕ НА ТРИ НИВОА ПРИТИСКАКА**» докторанта **MUAMMER A. SALEM ALUS-A, MSc , dipl.ing.mas.**

За ментора докторанту **MUAMMER A. SALEM ALUS**, именује се **проф.др Милан Петровић.**

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

ДЕКАН  
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф.др Милорад Милованчевић

Проф. др Милан Петровић, редовни професор МФ  
Проф. др Бранислав Савић, редовни професор МФ  
Проф. др Зоран Стефановић, редовни професор МФ  
Проф. др Драган Туцаковић, ванредни професор МФ  
Проф. др Мирослав Бенишек, редовни професор МФ у пензији

Београд, 20.11.2012.

## НАСТАВНО – НАУЧНОМ ВЕЋУ МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА БЕОГРАД

**Предмет:** Оцена подобности теме и кандидата студента докторских студија г. **Muammer A. Salem Alus**-а за израду докторске дисертације

Одлуком Наставно-научног већа Машинског факултета у Београду именовани смо за чланове комисије за оцену подобности теме и кандидата г. **Muammer A. Salem Alus**-а за израду докторске дисертације на енглеском језику, под насловом **New Method for Thermoeconomic Optimization of Parameters of Triple-Pressure Combined-Cycle Power Plants** (Нови метод за оптимизацију параметара комбинованих постројења гасне и парне турбине на три нивоа притисака). На основу достављеног материјала Комисија је сачинила следећи

### ИЗВЕШТАЈ

#### 1. Подаци о кандидату

##### а) Биографски подаци

г. **Muammer A. Salem Alus** је рођен 13.04.1973. године у К. Khiar, Либија. Основну школу (1978-1987) и гимназију (1988-1990) је похађао у Al Khoms, Либија. У периоду 1990-1993 је похађао Al-Tahadi University, Faculty of Engineering, Hoop, Либија где је стекао титулу B.Eng. Tech. за област Електране са оценом одличан. Од 1996-2001. је радио као демонстратор за термодинамику и моторе СУС на Машинском факултету на El-Mergib Универзитету, Либија. Учио је у периоду 2002-2003. немачки језик на Гете Институту, Дрезден, Немачка. На Машинском факултету у Хановеру, Немачка је од 2003-2006. похађао МСЦ студије где је 2006. одбранио МСЦ тезу са насловом "Comparison of different PEM fuel cells" и стекао титулу Master of Science (M. Sc.) за област Components of Energy Systems. Од 2006-2008. је радио као доцент на El-Mergib Универзитету, Либија за предмете Термодинамика и Мотори СУС.

Докторске студије на Машинском факултету Универзитета у Београду започео је 2008. године, положио је све испите предвиђене програмом ових студија, а са потенцијалним ментором је са радом учествовао на једној међународној конференцији и објавио један рад у часопису.

##### б) Списак положених испита

| Subject                                          | Professor                                              | Final mark |
|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------|
| 1. Structure testing methods                     | Prof. Dr. Milosav Ognjanovic                           | 9 (nine)   |
| 2. Structural integrity                          | Prof. Dr. Aleksandar Sedmak                            | 9 (nine)   |
| 3. Planning, performing and controlling projects | Prof. Dr. Bojan Babic and<br>Prof. Dr. Zoran Miljkovic | 8 (eight)  |
| 4. Selected topics in fluid mechanics            | Prof. Dr. Zoran Stefanovic                             | 9 (nine)   |

|                                                                   |                                                             |          |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------|
| 5. Research and development methodology                           | Prof. Dr. Zlatko Petrovic                                   | 10 (ten) |
| 6. Selected topics in thermodynamics                              | Prof. Dr. Milan Petrovic                                    | 10 (ten) |
| 7. Essential programming languages                                | Prof. Dr. Slobodan Radojevic                                | 9 (nine) |
| 8. Advanced numerical methods                                     | Prof. Dr. Zlatko Petrovic                                   | 10 (ten) |
| 9. Learning management systems                                    | Prof. Dr. Zoran Stefanovic and<br>Prof. Dr. Zoran Miljkovic | 10 (ten) |
| 10. Steam turbines                                                | Prof. Dr. Milan Petrovic                                    | 9 (nine) |
| 11. Gas turbines                                                  | Prof. Dr. Milan Petrovic                                    | 10 (ten) |
| 12. Combined cycle with gas turbines and<br>steam turbines (CCGT) | Prof. Dr. Milan Petrovic                                    | 9 (nine) |
| 13. Design of steam turbines                                      | Prof. Dr. Milan Petrovic                                    | 9 (nine) |
| 14. Thermal power plant engineering                               | Prof. Dr. Milan Petrovic                                    | 10 (ten) |
| 15. Optimization in thermal power engineering                     | Prof. Dr. Milan Petrovic                                    | 10 (ten) |

#### в) **Списак радова**

1. Alus, M., Petrovic, M.: Optimization of parameters for heat recovery steam generator (HRSG) in combined cycle power plants, International Conference POWER PLANTS 2010, Vrnjacka Banja, Serbia, 26-29 Oct 2010.
2. Alus, M., Petrovic, M.: Optimization of the triple pressure combined cycle power plant, Thermal Science International Scientific Journal, Year 2012, Vol. 16, No. 3, pp. 901-914, DOI: 10.2298/TSCI120517137A
3. Alus, M., Petrovic, M.: Thermoeconomic optimization of HRSG parameters for the triple-pressure combined cycle power plant, Energy Conversion and Management Journal, (**under process**)

#### г) **Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми**

Кандидат г. **Muammer A. Salem Alus**, студент докторских студија на Машинском факултету Универзитета у Београду је завршио академске MSc студије и стекао MSc диплому еквивалентну дипломи дипломираног инжењера машинства. Током докторских студија положио је 15 предмета који укључују и лабораторијски рад и стекао 75 ECTS бодова. Одржавао је наставу више година на Факултету у Либији, а на међународним конференцијама изложио је један рад и објавио један рад у часопису са СЦИ листе, што допуњује износ од 90 бодова које студент докторских студија треба да оствари да би приступио пријављивању докторске дисертације.

Кроз положене предмете, затим преко радова изложених на међународним конференцијама и у часопису на SCI листи, кандидат је уведен у проблематику докторске дисертације. Тиме су се стекли формални и стварни услови за наставак рада докторској дисертацији са предложеним насловом.

## 2. Предмет и циљ истраживања

Обим и циљ предложеног истраживања је развој нове методологије за оптимизацију комбинованих циклуса са гасном и парном турбином. Оптимизација система за производњу електричне енергије је једна од најважнијих тема у оквиру енергетског инжењерства. Због високих цена горива и повећања тражње за енергијом у земљама у развоју као и строгах прописа у погледу емисије гасова у околину, примена оптимисаних енергетских система је од највећег значаја .

Као што је познато, комбиновани циклус састоји од гасне турбине, котла утилизатора (КУ) и парног циклуса. Да би се повећао степен корисности постројења, неопходно је да се оптимизује КУ, који служи као критична веза између гаснотурбинског постројења и парног турбопостројења са циљем повећања електрична снага на прикључцима генератора. КУ има велики утицај на укупне перформансе комбинованог постројења. Оптимизација котла утилизатора (КУ) је први корак оптимизационе стратегије у предложеном раду док је оптимизација парног циклуса (притисак кондензације, конфигурација итд.) други предвиђени корак.

У овом раду, две врсте оптимизације комбинованог циклуса ће бити спроведене: једна термодинамичка и друга техноекономска. Циљ термодинамичке оптимизације је повећање степена

корисности комбинованих постројења и максимизација производње електричне енергије у парном циклусу (снага парне турбине бруто). Циљ техноекономске оптимизације је максимални годишњи ток новца и смањење трошкова производње по јединици електричне енергије. Да би се тестирала методологија и демонстрирале предности развијеног метода, поређење између првог и другог начина оптимизације ће бити спроведен.

Предмет истраживања је веома важан јер се елетране са комбинованим циклусом гасне и парне турбине веома често граде у последњих 15 година. Многи истраживачи раде у овом подручју, али сматрамо да ће метод који ће бити развијен у оквиру ове докторске дисертације бити ефикаснији, да ће обухватити све релевантне параметре, робустан и такође погодан за практичну примену.

Предмет и циљ истраживања г. **Alus**-а, дефинисани су у складу са досадашњим радом и потребама за даљим усавршавањем овог кандидата. С обзиром да кандидат ради на универзитету у области термоенергетике, то је предмет рада изабран у оквиру овог подручја с циљем да се кандидат оспособи за истраживачки рад у овој области. Циљ дисертације је да се кандидат уведе у ову област како би даље наставио рад по повратку на свој универзитет и пренео стечено знање и искуство на своје студенте. Период последњих тридесет година са латентном или стварном енергетском кризом у свету учинио је да ова област постане екстремно интересантна.

Кандидат у оквиру рада на наведеној теми треба да проучи обимну литературу у овој области која се односи на ужу и ширу проблематику оптимизације термоенергетских постројења. Неки од кључних референци које су тренутно актуелне у овој области су следеће:

- [1] C.Casarsosa, F. Donatini, A. Franco, Thermoeconomic optimization of heat recovery steam generators operating parameters for combined plants, *Energy* 29 (2004) 389–414.
- [2] E. Godoy, S.J. Benz, N.J. Scenna, A strategy for the economic optimization of combined cycle gas turbine power plants by taking advantage of useful thermodynamic relationships, *Applied Thermal Engineering* 31 (2011) 852–871.
- [3] S. H. Sevilgen , H. H. Erdem, B. Cetin, A.V. Akkaya, A. Dagdas, Effect of economic parameters on power generation expansion planning, *Energy Conversion and Management* 46 (2005) 1780–1789.
- [4] A. Behbahani-nia, S. Sayadi, M. Soleymani, Thermoeconomic optimization of the pinch point and gas-side velocity in heat recovery steam generators, *Journal of Power and Energy*, (2010) 224:761
- [5] P. Ahmadi , I. Dincer, Thermodynamic analysis and thermoeconomic optimization of a dual pressure combined cycle power plant with a supplementary firing unit. *Energy Conversion and Management* 52 (2011) 2296–2308.
- [6] M. Valdes, J. Rapun, Optimization of heat recovery steam generators for combined cycle gas turbine power plants. *Applied Thermal Engineering* 21 (2001) 1149–1159.
- [7] A. Rovira , C. Sánchez , M. Muñoz , M. Valdés , M.D. Durán, Thermoeconomic optimization of heat recovery steam generators of combined cycle gas turbine power plants considering off-design operation. *Energy Conversion and Management* 52 (2011) 1840–1849
- [8] A. M. Bassily, Modeling, numerical optimization, and irreversibility reduction of a triple-pressure reheat combined cycle. *Energy* 32 (2007) 778–794.
- [9] A. Franco, A. Russo, Combined cycle plant efficiency increase based on the optimization of the heat recovery steam generator operating parameters, *International Journal of Thermal Science* 41 (2002) 843–859
- [10] M. Valdes, M.D. Duran, A. Rovira, Thermoeconomic optimization of combined cycle gas turbine power plants using genetic algorithms. *Applied Thermal Engineering* 23 (2003) 2169–2182.
- [11] H.D. Behr, C. Diederichsen, Calculation equations for enthalpy and entropy of the components of air and combustion gases *BWK*, 40 (1/2) (1988) 30–33.
- [12] A. Rovira, M. Valdes, M. Duran, A model to predict the behaviour at part load operation of once-through heat recovery steam generators working with water at supercritical pressure. *Applied Thermal Engineering* 30 (2010) 1652–1658.
- [13] P. Roosen, S. Uhlenbruck, K. Lucas, Pareto optimization of a combined cycle power system as a decision support tool for trading off investment vs. operating costs, *International Journal of Thermal Sciences* 42 (2003) 553–560.
- [14] J.Silveira, C. Tuna, Thermoeconomic analysis method for optimization of combined heat and power systems. Part I, *Progress in Energy and combustion Science* 29 (2003) 479–485.

- [15] L. Attala, B. Facchini, G. Ferrara, Thermoeconomic optimization method as design tool in gas-steam combined plant realization. *Energy Conversion and Management* 42 (2001) 2163–2172.
- [16] V. Manuel., Antonio Rovira, Ma Dolores Durán. Influence of the heat recovery steam generator design parameters on the thermoeconomic performance of combined cycle gas turbine power plants. *International Journal of Energy Research* 28 (2004) 1243–1254.

### 3. Полазне хипотезе

Претходна истраживања су показала да постоји корелација између површине за пренос топлоте КУ (инвестиционих трошкова градње комбинованог постројења) и економског циља (најнижа производна цена електричне енергије). Ови аспекти су довели до потребе развоја нове методологије за побољшање техноекономских параметара комбинованог постројења.

Постоји већи број термодинамичких параметара комбинованог постројења који утичу на инвестиционе трошкове и, на другој страни, на потрошњу горива. Метод оптимизације треба да буде способан да изабере оптималну комбинацију параметара која ће дати најбоље укупне економске параметре електране.

Основна идеја методологије која се развија је да се прво изабере оптимална температурска разлика КУ (pinch point) са економске тачке гледишта. Pinch point представља разлику између температуре гаса који напушта испаривач и температуре сатурације са водене стране. Идеја је да се применом оптимизационог алгорита пронађе оптимална вредност за pinch point која ће дати максималан годишњи новчани ток, а затим, да се идентификују, путем оптимизације, други најпогоднији радни параметри (притисци за котлоутилизатор) са циљем максимизирања годишњег тока новца. Поред тога, притисак у кондензатору ће бити разматран, јер је избор овог параметра је повезан са површином кондензатора (тј. са инвестиционим трошковима) и степеном корисности постројења.

Међу економским параметрима, годишњи новчани ток (annual cash flow) је изабран као главни параметар за техноекономску оптимизацију.

### 4. Научне методе истраживања

Вишепараметарска оптимизација комбинованог постројења гасне и парне турбине је сложен поступак и следеће методе ће се примењивати:

- Моделирање процеса у термоенергетским постројењима
- Прорачун топлотног биланса електрана,
- Развој компјутерског програма
- Развој и примена оптимизационе стратегије.

Комбиновано постројење гасне и парне турбине са котлом утилизатором на три притиска биће разматрао у овом истраживању.

Овај случај је најсложенији који може да се јави у овој области. Исти поступак се може применити за комбинована постројења са једним притиском или два притиска. Процеси и понашање појединих компоненти биће аналитички описани једначинама које чине математички модел за израчунавање функције циља. Термодинамичка својства воде и водене паре ће се израчунавати према "IAPWS" 97 стандарду. Термодинамичка својства продуката сагоревања за гасну турбину ће се рачунати према Behr-у и Diederichsen-у [11].

На основу термодинамичког метода за оптимизацију комбинованог постројења биће развијен једноставан поступак за оптимизацију четири најугицајнија параметра котла утилизатора: pinch point, притисак паре високог притиска, притисак паре средњег притиска, притисак паре ниског притиска. Термодинамички метод је фокусиран само на оптимизацију параметара котла утилизатора на три притиска.

Други, техноекономски, метод обухвата оптимизацију већег броја параметара и гасног и парног циклуса. У склопу овог метода биће примењен као алат и глобални оптимизациони софтвер MIDACO. MIDACO софтвер је написан у Fortran77, а развијен је као mixed integer nonlinear program (MINLP).

Развијена методологија мора бити доведена до нивоа практичне примене што значи да је потребно развити и одговарајући софтвер. Тиме се у рад уводи и примена нумеричких метода истраживања. Развијени програми треба да обезбеде верификацију модела, а и практичну примењивост резултата докторског рада.

## **5. Очекивани научни допринос**

Главни резултат истраживања је развијена нове методологија за оптимизацију параметара комбинованог постројења гасне и парне турбине на три притиска. У поређењу са другим постојећим системима, можемо очекивати да ће ова методологија бити свеобухватнија пошто ће моћи да узиме у обзир све параметре који утичу на коначни резултат. Метода ће при том бити робусна и погодна за практичну примену. Методологија, за разлику од других до сада развијених, као функцију циља поставља најважнији техноекономски параметар (годишњи ток новца). Да би се до овога дошло морају се израчунавати термодинамички показатељи (степен корисности) и економски параметри (инвестициони трошкови као и трошкови погона и одржавања) за велики број термодинамичких параметара и конфигурација постројења.

Очекујемо да се ће се коришћењем ове методологије добити свеобухватни и поуздани резултати, јер се оптимизација параметара заснива на економским критеријумима. Дакле, предложена оптимизациона методологија ће се моћи у будућности користи уместо метода које укључују априори избор pinch point који је коришћен у ранијим истраживању. Очекујемо да ће примена ове методологије довести до значајног побољшања рада и економских параметара постројења.

## **6. План истраживања и структура рада**

Истраживања ће обухватити следеће целине. У првом делу је анализа стања науке и развоја у области комбинованих постројења гасне и парне турбине.

У другом делу је развој методологије за термодинамичку и техноекономску оптимизацију са идентификацијом параметара, моделирањем процеса и прелиминарним дизајном појединих компонената ради прорачуна инвестиционих трошкова појединих варијанти. У трећем делу је предвиђена имплементација оптимизационих алгоритама за вишепараметарску анализу проблема ради избора најповољније варијанте. После развоја математичког модела треба да се развије рачунарски програм. Развијена методологија и рачунарски програм ће бити тестирани и њихове могућности демонстрирани на једном карактеристичном примеру комплексног комбинованог постројења са котлом утилизатором на три притиска.

Планирана је следећа структура рада:

1. Увод (преглед комбинованих постројења која се примењују, стање развоја и преглед литературе у области у којој се ради дисертација. Дефинисање циља рада).
2. Развој методологије за термодинамичку и техноекономску оптимизацију комбинованих постројења гасне и парне турбине са котлом утилизатором на три притиска.
3. Оптимизациони алгоритам
4. Развој софтверског пакета
5. Примена развијене методологије на примеру конкретног постројења. Резултати и дискусија.
6. Закључак
7. Референце

## 7. Закључак и предлог

На основу изложеног приказа предложене теме и досадашњих активности кандидата, Комисија је дошла до следећих закључака:

Предложена тема је актуелна. Подручје истраживања обећава остваривање предвиђених научних доприноса. Предвиђа се примена аналитичких, нумеричких и оптимизационих метода, а предвиђени научни доприноси унапређење научних знања у области термоенергетике и унапређење методологије за оптимизацију комплексних термоенергетских постројења.

Кандидат, студент докторских студија г. **Muammer A. Salem Alus**, испунио је све услове предвиђене програмом ових студија за пријаву дисертације. Положио је испите који укључују и лабораторијски рад, изложио је један рад на међународним конференцијама и објавио један рад у индексираном часопису а другом часопису је у фази рецензије. Треба напоменути да је на свом универзитету у Либији као асистент неколико година држао наставу из неколико предмета што му према програму докторских студија обезбеђује додатних 30 ECTS бодова. Тиме је остварио знатно више од минимално потребних 90 бодова за пријаву дисертације (од 180 бодова на докторским судијама).

Комисија предлаже да се студенту докторских студија Машинског факултета Универзитета у Београду, г. **Muammer A. Salem Alus**-у, одобри израда докторске дисертације под насловом. За ментора се предлаже г. проф. **Dr.-Ing. Милан Петровић**, редовни професор Машинског факултета у Београду.

Београд, новембра 2012.

### ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

Проф. др Милан Петровић, редовни професор МФ, ментор

Проф. др Бранислав Савић, редовни професор МФ

Проф. др Зоран Стефановић, редовни професор МФ

Проф. др Драган Туцаковић, ванредни професор МФ

Проф. др Мирослав Бенишек, редовни професор МФ у пензији

## ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

за кандидата Muammer A. Salem Alus, MSc

Име и презиме ментора: Проф. др Милан Петровић

Звање: редови професор

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Petrovic, M. and Riess, W.: Off-Design Flow Analysis of Low Pressure Steam Turbines. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part A, Journal of Power and Energy, Vol. 211,1997, 215-224., ISSN 0957-6509, IF(1998)=0.218, doi:10.1243/0957650971537123
2. Petrovic, M. V., Dulikravich, G. S. and Martin, T. J.: Maximizing Multistage Turbine Efficiency by Optimizing Hub and Shroud Shapes and Inlet and Exit Conditions of Each Blade Row, International Journal of Turbo & Jet-Engines, vol. 17, 2000., p. 267-278, ISSN 0334-0082, IF(2000)=0.340
3. Petrovic, M. V., Dulikravich, G. S. and Martin, T. J.: Optimization of Multistage Turbines Using a Throughflow Code, Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part A, Journal of Power and Energy, Vol. 215, 2001, p. 559-569, ISSN 0957-6509, IF(2001)=0.232, doi: 10.1243/0957650011538802
4. Petrovic, M. V., Wiedermann, A. Banjac, M. B. Development and validation of a new universal through flow method for axial compressors, Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part A: Journal of Power and Energy, 2010, vol. 224, No 6 , pp 869-880, ISSN: 0957-6509, IF(2010)=0.787 DOI 10.1243/09576509JPE991,
5. Petrovic, M.V., Banjac, M.B. Wiedermann, A. Entwicklung eines neuen Meridionalverfahrens für mehrstufige kompakte Axialverdichter und Validierung durch Experimente und CFD-Berechnungen, Forschung Im Ingenieurwesen, Springer-Verlag, 2011, Vol. 75, No. 2, pp 45-60, ISSN: 1434-0860, IF(2011)=0.268, DOI 10.1007/s10010-011-0136-5

### 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 односно 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.

\_\_\_\_\_