

## **ИЗБОРНОМ ВЕЋУ МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ**

**Предмет:** Извештај Комисије о пријављеним кандидатима за избор у звање асистент за ужу научну област Мотори

На основу одлуке Изборног већа Машинског факултета број 877/1 од 24.01.2013. године, именовани смо за чланове Комисије за подношење извештаја о пријављеним кандидатима за избор једног асистента на одређено време од 3 године са пуним радним временом за ужу научну област Мотори.

На конкурс који је објављен у листу Послови, број 514 од 24.04.2013. год. а закључен 09.05.2013. год., пријавио се један кандидат и то:

**Марко Китановић, дипл.инж.маш.**

На основу прегледа достављене документације, констатујемо да кандидат Марко Китановић, дипл.инж.маш., испуњава услове конкурса и подносимо следећи

### **ИЗВЕШТАЈ**

#### **А: Биографски подаци**

Кандидат Марко Китановић је рођен 29. јануара 1986. године у Женеви, Швајцарска. Прва 4 разреда основне школе (1993. – 1997.) завршио је у „Ecole n°8 du Bois de la Cambre“, Брисел, Белгија. 5., 6. и 7. разред (1997. – 2000.) завршио је у ОШ „Радоје Домановић“, Београд, Србија. Основну школу (9 разреда у француском образовном систему) завршио је у „Collège Molière“, Париз, Француска, 2002. године. Након тога похађа и завршава прва два разреда средње школе (укупно 3 разреда у француском образовном систему) у „Lycée Louis Armand“ (научно усмерење), Париз, Француска. Средње образовање завршио је у Земунској гимназији (природно-математички смер) 2005. године.

Машински факултет Универзитета у Београду кандидат је уписао 2005. године, а Основне академске студије на одсеку Мотори СУС завршио 2008. године са просечном оценом 8.91 (осам и 91/100). Током студија награђиван је за изванредан успех постигнут на Машинском факултету Универзитета у Београду на другој и трећој години Основних академских студија. B.Sc. рад са насловом „Анализа идеализованих термодинамичких циклуса мотора“, чији је ментор био проф. др Мирољуб Томић, одбранио је на Катедри за моторе са оценом 10 (десет).

Мастер академске студије на Машинском факултету Универзитета у Београду кандидат је уписао 2008. године на модулу Мотори СУС и завршио 2010. године са просечном оценом 9.90 (девет и 90/100), одбранивши M.Sc. рад под насловом „Истраживање примене поступка турбоекспанзије код мотора СУС“, чији је ментор био проф. др Мирољуб Томић, са оценом 10 (десет). Током мастер академских студија награђиван је за изванредан успех постигнут на првој и другој години.

Укупна просечна оцена студија кандидата на Машинском факултету у Београду износи 9.41 (девет и 41/100).

Докторске студије на Машинском факултету Универзитета у Београду кандидат је уписао 2010. године. Положио је 8 обавезних и изборних предмета дефинисаних у оквиру плана усавршавања студента докторских студија са највишим оценама. Радни наслов докторске дисертације је „Истраживање потенцијала повећања енергетске ефикасности мотора СУС као дела хибридног погонског система“ а потенцијални ментор је проф. др Мирољуб Томић.

Од јануара 2011. године кандидат је запослен на Машинском факултету као истраживач-сарадник на пројекту Катедре за моторе „Истраживање и развој алтернативних погонских система и горива за градске аутобусе и комунална возила ради побољшања енергетске ефикасности и еколошких карактеристика“, финансираном од стране Министарства просвете и науке Републике Србије (ТР-35042).

Кандидат влада и активно користи програмске пакете MATLAB, NI LabVIEW, Ricardo WAVE, LMS AMESim (сертификат о обуци), NI DIAdem, Autodesk AutoCAD, Microsoft Office и Python програмски језик. Поседује активно знање француског и енглеског језика и служи се шпанским језиком.

## **Б. Наставна и педагошка активност**

Током рада на Катедри за моторе Машинског факултета Универзитета у Београду, кандидат је био ангажован за одржавање аудиторних и лабораторијских вежби из већине предмета матичног усмерења и то: „Конструкција аутомобилских мотора - увод“, „Дијагностика и одржавање мотора СУС“, „Мерења помоћу рачунара“, „Напуњење мотора“, „Хибридни погонски системи“, „Опрема мотора“, као и за пружање подршке у реализацији садржаја предмета „Стручна пракса Б-МФ“ и „Стручна пракса Б-МОТ“. Интензивно је био ангажован у пружању стручне помоћи студентском тиму „Формула студент“ на припремама за наступе на међународним такмичењима у сезони 2011 – 2012. У оквиру ових активности, током припреме и раду са лабораторијском инсталацијом за испитивање такмичарског мотора, уводио је студенте у проблематику испитивања мотора применом најсавременијих мерних техника као и у специфичности софтвера и апликација за дигиталну аквизицију података и обраду мерених величина са пробног стола за моторе.

## **В. Библиографија научних и стручних радова**

### **В.1 Радови објављени у зборницима међународних научних скупова**

1. Kitanović, M., Popović, S.J., Miljić, N., Cvetiћ, M., Tomić, M., Mrđa, P.: *Hydraulic Hybrid Technology Review – Perspectives and Benefits of its Implementation on Public Transportation Vehicles*, Proceedings of the 15th Symposium on Thermal Science and Engineering of Serbia, ISBN 978-86-6055-018-9, pp. 752-760, Sokobanja, Serbia, 2011. (M63)
2. Mrđa, P., Miljić, N., Popović, S., Kitanović, M., Petrović, V.: *Assessment of Fuel Economy Improvement Potential for a Hydraulic Hybrid Transit Bus*, Proceedings of the CIB W115 Green Design Conference, ISBN 978-90-365-3451-2, pp. 129-134, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, 2012. (M33)
3. Miljić, N., Tomić, M., Popović, S., Kitanović, M., Mrđa, P.: *Comparative Study on Combustion Features Extraction Methods in IC Engines Using Neural Networks Models*, Proceedings of the 4th International Congress Motor Vehicles & Motors 2012 (MVM 2012), ISBN 978-86-86663-91-7, pp. 159-172, Kragujevac, Serbia, 2012. (M33)
4. Mrđa, P., Miljić, N., Kitanović, M., Popović, S., Tomić, M.: *Model based approach in Yamaha R6 Formula Student Engine control parameters optimisation*, Proceedings of the 4th International Congress Motor Vehicles & Motors 2012 (MVM 2012), ISBN 978-86-86663-91-7, pp. 137-146, Kragujevac, Serbia, 2012. (M33)
5. Kitanović, M., Popović, S., Miljić, N., Tomić, M., Mrđa, P.: *A simulation study of the effects of turbo-expansion concept implementation on combustion and gas-exchange processes of a 1.4 l spark-ignition engine*, Proceedings of the 4th International Congress Motor Vehicles & Motors 2012 (MVM 2012), ISBN 978-86-86663-91-7, pp. 147-158, Kragujevac, Serbia, 2012. (M33)
6. Popović, S., Tomić, M., Miljić, N., Kitanović, M., Mrđa, P.: *The influence of dynamic engine model parameters on crankshaft instantaneous angular speed - sensitivity and error analysis*, Proceedings of the 4th International Congress Motor Vehicles & Motors 2012 (MVM 2012), ISBN 978-86-86663-91-7, pp. 173-185, Kragujevac, Serbia, 2012. (M33)
7. Kitanović, M., Mrđa, P., Petrović, V., Miljić, N., Popović, S.J., Tomić, M.: *A Simulation Study of Fuel Economy Improvement Potentials of a Transit Bus*, Proceedings of the 24th International

## B.2 Радови прихваћени за објављивање у зборницима међународних научних скупова

8. Kitanović, M., Popović, S.J., Miljić, N., Mrđa, P., Tomić, M.: *Simulation Study of a Transit Bus Equipped with an Ultracapacitor-Based Hybrid System*, Proceedings of the 11th International Conference on Accomplishments in Electrical and Mechanical Engineering and Information Technology (DEMI 2013), Banja Luka, Bosnia and Herzegovina, 2013.
9. Popović, S.J., Miljić, N., Kitanović, M., Mrđa, P., Tomić, M.: *High-Fidelity, Angle-Resolved Simulation Model for Predictions of Multi-Cylinder Engine Instantaneous Speed and Torque*, Proceedings of the 11th International Conference on Accomplishments in Electrical and Mechanical Engineering and Information Technology (DEMI 2013), Banja Luka, Bosnia and Herzegovina, 2013.
10. Miljić, N., Popović, S.J., Kitanović, M., Mrđa, P., Tomić, M.: *Neural Networks Models Usage in Methods for Combustion Process Information Extraction in IC Engines*, Proceedings of the 11th International Conference on Accomplishments in Electrical and Mechanical Engineering and Information Technology (DEMI 2013), Banja Luka, Bosnia and Herzegovina, 2013.
11. Mrđa, P., Petrović, V., Miljić, N., Popović, S.J., Kitanović, M.: *Combustion Parameters Calibration and Intake Manifold Redesign for Formula Student YAMAHA YZF-R6 Engine*, Proceedings of the 11th International Conference on Accomplishments in Electrical and Mechanical Engineering and Information Technology (DEMI 2013), Banja Luka, Bosnia and Herzegovina, 2013.

## Г. Приказ радова

У радовима под бројевима 1. и 2. приказани су резултати анализе светских трендова у области развоја алтернативних погонских система за примену у тешким возилима. Такође, извршена је компаративна анализа изведених решења алтернативних погонских система у свету што је допринело постављању смерница одрживом концепту хибридног погона тешких возила примереном експлоатационим условима комуналних служби.

У раду под бројем 3. даје се приказ модела виртуелног сензора показатеља сагоревања MFB50 у мотору СУС. Приказани су резултати поређења два концепта: мрежа заснованих на Гаусовим активационим функцијама радијалне основе и мрежа заснованих на neuro-fuzzy локалним линеарним моделима. Такође је демонстрирана и примењивост развијеног модела виртуелног сензора показатеља сагоравања у управљању мотора у реалном времену тестирањем embedded кода на типичној микроконтролерској платформи за управљање мотором.

Истраживање, приказано у раду под бројем 4., мотивисано је идејама за решавање проблема који су се јавили током процеса оптимизације управљачких мапа тркачког ото-мотора Yamaha YZF-R6, а у оквиру пројекта „Формула студент“. Овај рад даје увид у методу која пружа могућност реализације моделски засноване калибрације генерисањем потребне базе података комбинованим приступом тј. анализом везе, са пробног стола лако доступних ефективних параметара мотора и теоријске анализе параметара тока ослобођене топлоте (Вибе функције) симулираног радног процеса мотора. У раду је дат и пример идентификације параметара тока сагоревања на једном од режима предметног мотора и то искључиво на основу измерених ефективних параметара рада мотора.

Рад под бројем 5. приказује резултате истраживања примене концепта турбоекспанзије на једном ото-мотору радне запремине 1.4 литара. Приказано истраживање мотивисано је постојањем потенцијала за повећање степена корисности радног циклуса мотора применом турбоекспандера а које се пре свега одликује у могућности смањења температуре уисне смеше. Додатно хлађење смеше ствара предуслове за безбедан рад мотора, без појаве детонатног сагоревања чак и у условима коришћења надпуњења са турбопуњачем без wastegate-а. Рад детаљно приказује резултате поређења једне врсте симулација два упоредна турбо надпуњена мотора - са и без примене турбоекспандера.

У раду под бр. 6 представљен је комплексан модел радног процеса мотора узимајући у обзир нелинеарности процеса ослобађања топлоте током сагоревања, трења и динамике моторског механизма. Основни циљ рада је био да пружи свеобухватну анализу утицаја параметара модела сагоревања (Вибе), модела преноса топлоте и самог степена сабијања на ток тренутне угаоне

брзине коленастог вратила. Показује се да је на основу снимљеног тока угаоне брзине могуће идентификовати параметре радног циклуса применом оптимизацијских метода

У раду под бр. 7 приказано је формирање симулационог модела погонског система возила у оквиру платформе LMS AMESim и такође резултати експериментално снимљених података на аутобусу ГСП Београд на линији 65, на бази којих је извршена калибрација симулационог модела.

Рад под бројем 8 представља практично наставак истраживања приказаних у раду под бр. 7 и приказује резултате анализе уштеде у потрошњи горива применом електро-хибридног система базираног на употреби ултракондензатора.

Рад под бр. 9 приказује комплексан симулациони модел радног процеса вишецилиндричног ото-мотора за предикцију тренутних токова угаоне брзине коленастог вратила и обртног момента мотора. У модел је инкорпориран детаљан модел трења и механичких губитака као и варијабилни момент инерције мотора, и приказан је поступак истовремене идентификације параметара самог модела као и непознатих параметара одступања геометријских величина и маса елемената мотора и анализиран њихов утицај на токове угаоне брзине и обртног момента.

У раду под бр. 10 приказују се могућности примене модела вештачких неуронских мрежа за управљање радом мотора у затвореној петљи (на бази повратне информације) а на основу мерења и анализе тренутне угаоне брзине коленастог вратила мотора, као мерне величине већ доступне у систему електронског управљања радом мотора. Фокус рада је на примени два концепта вештачких неуронских мрежа: заснованог на Гаусовим активационим функцијама радијалне основе и локално линеарним neuro-fuzzy моделима. Рад приказује оригинални концепт „виртуелног сензора“ процеса сагоревања чија је обука вршена на екстензивном скупу експериментално прикупљених података.

У раду под бр. 11 приказују се резултати идентификације параметара модела процеса сагоревања (модела Вибе) коришћеног у оквиру симулационог модела ото-мотора Yamaha YZF-R6 (мотор коришћен у пројекту „Формула студент“) формираног у оквиру програмског пакета Ricardo Wave. Идентификација параметара сагоревања је извршена на бази експериментално снимљених података на предметном мотору а затим је извршена оптимизација уисног система такмичарског мотора на бази формираног симулационог модела.

#### **Д. Научно-стручне активности и учешће у реализацији пројеката**

Кандидат се одмах по запошљавању на Машинском факултету активно ангажовао на реализацији научно-истраживачког пројекта под насловом „Истраживање и развој алтернативних погонских система и горива за градске аутобусе и комунална возила ради побољшања енергетске ефикасности и еколошких карактеристика“, финансираном од стране Министарства просвете и науке Републике Србије (ТР-35042). У оквиру овог пројекта бавио се најпре анализом изведених решења алтернативних погонских система у свету и вршио њихову компаративну анализу, затим, у другој и трећој години истраживања активно радио на развоју математичких модела за симулацију рада компонената погонског система возила у реалним путним условима и на реализацији путног испитивања једног аутобуса (ГСП Београд) у циљу прикупљања података за калибрацију симулационог модела. На основу развијеног модела, одређени су енергетски биланси возила и потенцијали за смањење потрошње горива употребом хибридних погонских система.

Кандидат је ангажован и на реализацији пројекта под називом „Развој и изградња демонстрационог постројења за комбиновану производњу топлотне и електричне енергије са гасификацијом биомасе“ (ТР 33049), у оквиру кога је радио на изради детаљне симулације радног процеса у мотору демонстрационог постројења као и на истраживању потенцијала генерисаног биогаса као горива за мотор СУС. Симулациони модел турбопуњеног гасног мотора формиран је на софтверској платформи LMS AMESim, са посебним освртом ка детаљној дефиницији физичких својстава синтетског горива као и његових продуката сагоревања, а све у циљу избора одговарајућег гасног мотора, процене ефективне снаге и топлотног биланса истог.

Кандидат је ангажован и у оквиру пројекта научно-технолошке билатералне сарадње између Републике Србије и Народне Републике Кине под називом „Истраживање могућности повећања степена корисности мотора СУС применом турбоекспандера“. У оквиру овог пројекта бавио се истраживањем стања технике у области искоришћења отпадних топлота мотора СУС, са детаљним освртом на могућности искоришћења енергије издувних гасова мотора, као и симулацијом радног процеса мотора са турбоекспандером формираног у оквиру софтверског пакета Ricardo WAVE. Резултате овог истраживања презентовао је на Пекиншком технолошком

институту (БИТ, Кина), као члан делегације Машинског факултета Универзитета у Београду (мај 2013.).

У оквиру ангажовања на Катедри за моторе, Машинског факултета Универзитета у Београду, кандидат се посебно истакао у лабораторијском раду како у формирању лабораторисјких инсталација, развоју софтвера за потребе мерења тако и у самим поступцима испитивања мотора и обради измерених података применом најсавременијих метода. Темељно и добро разумевање суштинске везе експерименталних резултата и симулационих модела радног процеса мотора, које је кандидат показао током свог научно-истраживачког рада, указују на то да је кандидат способан да се ухвати у коштац са решавањем и најсложенијих проблема у истраживањима из области мотора СУС.

## **Ђ. Закључак и предлог**

На основу прегледане документације и анализе стручних и педагошких способности кандидата, у сагласности са Законом о Универзитету, Статутом Машинског факултета и Правилником Комисије за изборе наставника, истраживача и сарадника Машинског факултета у Београду, чланови Комисије констатују да кандидат Марко Китановић, дипл.инж.маш., испуњава све формалне услове конкурса. Осим тога, Комисија посебно истиче изузетно залагање кандидата у обављању свих послова везаних за наставну и истраживачку делатност на Катедри за моторе Машинског факултета, предани рад са студентима и колегама са Катедре за моторе, као и његов изузетно колегијалан и коректан однос према студентима и свим члановима Катедре.

Имајући у виду претходно наведено, Комисија са задовољством *предлаже Изборном већу Машинског факултета Универзитета у Београду*, да се за асистента на одређено време, са пуним радним временом, за ужу научну област **МОТОРИ**, на Катедри за моторе, изабере кандидат **Марко Китановић, дипл.инж.маш.**

Београд, 17.05.2013.

## **ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ**

.....  
Др Мирољуб Томић, ред. проф.

Машински факултет Универзитета у Београду

.....  
Др Драгослава Стојиљковић, ред. проф.

Машински факултет Универзитета у Београду

.....  
Др Стојан Петровић, ред. проф. у пензији

Машински факултет Универзитета у Београду