

## **ИЗБОРНОМ ВЕЋУ**

**Предмет:** Реферат Комисије о пријављеним кандидатима за избор једног наставника у звање доцента на одређено време од 5 година или у звање ванредног професора на одређено време од 5 година за ужу научну област Мотори

На основу Одлуке Изборног већа Машинског факултета Универзитета у Београду бр. 2862/4 од 04.12.2017. године, а по објављеном конкурс за избор једног наставника у звање доцента на одређено време од 5 година или у звање ванредног професора на одређено време од 5 година са пуним радним временом за ужу научну област Мотори, именовани смо за чланове Комисије за подношење реферата о пријављеним кандидатима.

На конкурс који је објављен у листу „Послови“, број 751 од 15.11.2017. год., а закључен 30.11.2017. год. пријавио се један кандидат и то:

**др Ненад Ј. Миљић, дипл.инж.маш.**

На основу прегледа достављене документације кандидата, подносимо следећи

## **РЕФЕРАТ**

### **А: Биографски подаци**

Др Ненад Миљић, дипломирани инжењер машинства, рођен је 20. јула 1973. године у Münster-у WF, СР Немачка. Основну школу завршио је у Београду, 1988. године са одличним успехом, као носилац дипломе "Вук Караџић", ученик генерације и вишеструки првак на такмичењима из области машинске технике. Пету београдску гимназију, природно математички смер, завршио је 1992. године са одличним успехом као носилац Вукове дипломе и ученик генерације .

Машински факултет у Београду уписао је 1992. године, а студије на смеру за моторе завршио јуна 1998. године са просечном оценом 9.55 (девет и 55/100), као најбоље дипломирани студент. Награђиван је као студент са најбоље постигнутим успехом на студијама током прве, друге и четврте године студија. Дипломски рад под насловом „Пројектовање четворовентилског бензинског мотора од 1400 ccm“, чији је ментор био проф. др Стојан Петровић, одбранио је на Катедри за моторе Машинског факултета у Београду са оценом 10 (десет).

Као стипендиста Министарства за науку и технологију Владе Републике Србије, од јуна 1998. године, кандидат је радио на Катедри за моторе Машинског факултета у звању сарадника-истраживача на пројекту „Научне подлоге за инжењерство мотора и моторних возила“. На истој катедри је, у новембру 1998, примљен у звање асистента-приправника а у исто звање реизабран 2003. године.

Последипломске студије на Катедри за моторе Машинског факултета у Београду, уписао је 1998. године, а магистарски рад под називом „Испитивање динамичког понашања механичког регулатора дистрибутор пумпе високог притиска при нестационарном раду дизел-мотора“, чији је ментор био доц. др Милош Цветић, одбранио је фебруара 2005. године. Од септембра 2005. ради на Катедри за моторе у звању асистента (са реизбором 2009. године). Дуги низ година обављао је дужност секретара Катедре за моторе - од запослења 1998. па све до 2013. године (са прекидом у периоду март 2000. – март 2001. због служења војног рока).

Докторску дисертацију под називом „Истраживање оптималног управљања системом паљења ото-мотора применом вештачких неуронских мрежа“, ужа научна област – мотори, кандидат је јавно одбранио 10.12.2012. године на Машинском факултету у Београду, пред комисијом у саставу: др Мирољуб Томић, ред. проф. – ментор, др Зоран Миљковић, ред. проф. и др Зоран Јовановић, научни саветник (ИНН Винча), чиме је стекао научно звање доктора техничких наука у области машинског инжењерства.

Кандидат је у априлу 2013. године изабран у звање доцента на Катедри за моторе Машинског факултета у Београду, где и данас ради.

Кандидат Др Ненад Миљић се, током рада на Катедри за моторе Машинског факултета, кроз истраживања бавио готово свим аспектима мотора СУС, а са посебним фокусом, проблематиком симулација радног процеса и испитивања мотора. Активно користи и влада програмским пакетима – окружењима за развој симулационих модела радних процеса мотора као што су Matlab, LMS AMESim (сертификат о обуци), Ricardo Wave, AVL Boost, AVL Excite, SolidWorks; софтверским окружењем за пројектовање мерно-управљачких апликација NI LabVIEW (CLAD сертификат); софтверским окружењем за подршку аутоматизованом испитивању, надзору, аквизицији и обради податка у реалном времену на пробном столу за моторе AVL Cameo, AVL Indicom, ETAS Inca; софтверским окружењем за развој моделски заснованог управљачког софтвера за моторе СУС ETAS Ascet; специфичним софтверима за обраду велике количине података NI Diadem и AVL Concerto. Кандидат у развоју сопствених софтверских апликација активно користи програмске језике Fortran и C као и знања Matlab окружења. Поседује знатна искуства у развоју мерно-управљачког хардвера као и пратећих Real-time апликација за ауто-мото микроконтролерске платформе (Freescale 68332 и MPC566), али и PC рачунаре кроз сопствени развој low-level хардверских драјвера за Real-time оперативни систем QNX. Осим тога, кандидат је активно учествовао у подизању и одржавању рачунарских капацитета Катедре за моторе кроз реализацију сервер-клијент архитектуре рачунарске учионице Катедре као и рачунарског система и сервиса лабораторије за моторе, уз примену знања о Microsoft Windows и Linux оперативним системима.

Кандидат је учествовао или руководио радом више комисија за стручна лабораторијска и ванлабораторијска испитивања мотора као и у више техничких вештачења.

Руководилац је следећих наставно-истраживачких лабораторија Катедре за моторе: Лабораторије за моторско испитивање горива; Лабораторије за гасне моторе; Лабораторије за мехатронске системе на моторима и Лабораторије за испитивање струјних карактеристика мотора и клипних компресора.

Поседује активно знање енглеског као и пасивно знање немачког и руског језика.

Ожењен је и отац двоје деце.

## A.1 Стручно усавршавање и унапређење знања

У циљу додатног стручног усавршавања и унапређења знања, у периоду од 2005. до 2017. године, кандидат је похађао следеће курсеве:

- LabVIEW Basics I и II, Uno-Lux NS, Београд, 2005.
- Introduction to AMESim, LMS Germany, Munich, 2012.
- LMS Imagine. Lab AMESim – Driving performance, fuel economy and emissions, LMS Germany, Munich, 2012.
- JRC tools to support the reduction of fuel consumption, CO<sub>2</sub> and pollutant emissions from road transport, EC-JRC, Belgrade, 2017.

## A.2 Чланства у удружењима, комисијама и радним групама

Члан је уређивачког одбора часописа Thermal Science (ISSN: 23347163) и рецензент у више реномираних међународних часописа попут IMECHE Part C: Journal of Mechanical Engineering Science (ISSN: 09544062), IMECHE Part D: Journal of Automobile Engineering (ISSN: 09544070), IMECHE Part G: Journal of Aerospace Engineering (ISSN: 09544100), Transactions of FAMENA (ISSN: 13331124) као и FME Transactions (ISSN:14512092).

Члан је Комисије КС М070 (Мотори са унутрашњим сагоревањем), Института за стандардизацију Србије.

## Б. Дисертације

1. **Магистарска теза:** Ненад Миљић, „Испитивање динамичког понашања механичког регулатора дистрибутор пумпе високог притиска при нестационарном раду дизел-мотора“, Магистарска теза, ужа научна област – мотори, Универзитет у Београду, Машински факултет, фебруар 2005. (ментор, доц. др Милош Цветић).
2. **Докторска дисертација:** Ненад Миљић, „Истраживање оптималног управљања системом паљења ото-мотора применом вештачких неуронских мрежа“, Докторска дисертација, ужа научна област – мотори, Универзитет у Београду, Машински факултет, децембар 2012. (ментор, проф. др Мирољуб Томић).

## В. Наставна активност

Током рада на Катедри за моторе Машинског факултета у Београду, у звању асистента-приправника и асистента, кандидат је одржавао аудиторне и лабораторијске вежбе из већине предмета матичног усмерења и то: „Конструкција мотора 1“, „Клипни компресори“, „Индустријски компресори“, „Испитивање мотора“, „Експлоатација мотора“, „Теорија мотора“, „Пројекат мотора“, „Мехатроника мотора“, „Мерења помоћу рачунара“, „Клипне машине“ као и предметима везаним за стручну праксу („Стручна пракса Б -мот“ и „Стручна пракса Б - МФ“).

Избором у звање наставника кандидат је именован за носиоца више предмета на Катедри за моторе: На Основним академским студијама: „Конструкција аутомобилских мотора - увод“ и „Индустријски компресори“; на Мастер академским студијама: „Сензори и мерења помоћу рачунара“, „Мехатроника мотора“, „Испитивање мотора“, „Моделски заснован развој аутомобилског софтвера“ и „Изабрана поглавља из области мотора СУС 2“ а на Докторским студијама „Динамички проблеми мотора СУС“, „Мерења помоћу рачунара“ и „Специјална мерења код мотора СУС“.

Дугогодишњим радом у свим сегментима наставе на Машинском факултету Београду кандидат др Ненад Миљић је стекао изузетно педагошко искуство у раду са студентима. Кроз студентско вредновање педагошког рада оцењиван је високим оценама за стручност, припремљеност, начин одржавања наставе и однос према студентима. На основу извештаја Центра за квалитет наставе и акредитацију Машинског факултета (бр. 3067/2 од 29.11.2017. – достављен у Прилогу Пријаве на конкурс) кандидат је у меродавном изборном периоду (од школске 2012/2013. до 2016/2017) оцењен следећим просечним оценама:

По годинама и свим предметима:

Период	Назив предмета	Оцена
<b>2012-2013</b>	Мерења помоћу рачунара	4.99
<b>2013-2014</b>	Конструкција аутомобилских мотора – увод Индустријски компресори	4.95
<b>2014-2015</b>	Конструкција аутомобилских мотора – увод Индустријски компресори Стручна пракса Б – МОТ	4.90
<b>2015-2016</b>	Конструкција аутомобилских мотора – увод Индустријски компресори Сензори и мерења помоћу рачунара Стручна пракса Б – МОТ	4.89
<b>2016-2017</b>	Конструкција аутомобилских мотора – увод Мехатроника мотора Сензори и мерења помоћу рачунара Моделски заснован развој аутомобилског софтвера Стручна пракса Б – МОТ	4.83

По предметима за цео период:

Период	Назив предмета	Оцена
<b>од 2012-2013 до 2016-2017</b>	Конструкција аутомобилских мотора – увод	4.89
	Индустријски компресори	4.98
	Мехатроника мотора	4.77
	Сензори и мерења помоћу рачунара	4.94
	Мерења помоћу рачунара	4.99
	Моделски заснован развој аутомобилског софтвера	4.71
	Стручна пракса Б – МОТ	4.81

Кроз осавремењавање теоријске и практичне наставе предмета Катедре за моторе др Ненад Миљић је допринео унапређењу наставног процеса Катедре за моторе и то посебно кроз имплементацију најсавременијих технологија у наставу која се бави аспектима мотора СУС као мехатронског система и предметима који се баве испитивањем мотора. У циљу промоције савремених, општеприсутних и широко прихваћених технологија за мерења, обраду и аквизицију података, још од 2009. године кандидат се активно ангажује на имплементацији концепта NI LabVIEW академије у оквиру предмета "Сензори и мерења помоћу рачунара", уз подршку компаније National Instruments. Посебно је значајно

ангажовање кандидата у успостављању уговорне сарадње о подршци у настави реномираних светских компанија из области аутомобилске индустрије (AVL – Аустрија и ETAS/Bosch – Немачка) кроз уступање на коришћење лиценци за врхунске софтверске алате (10 лиценци укупне комерцијалне вредности близу 2 милиона евра).

Кандидат др Ненад Миљић се осим унапређењу рачунарских и софтверских ресурса за потребе наставе, посебном пажњом посветио и унапређењу лабораторијских инсталација намењених како истраживачком раду тако и лабораторијским вежбама из више предмета Катедре. Активно је учествовао у поступку планирања и реализације набавке нове опреме кроз пројекте ИПА-ХЕТИП, као и пројекте технолошког развоја МПНТР-а, али и донације страних и домаћих компанија. Тиме је у периоду 2013-2017. у Лабораторију за моторе уведена у употребу опрема вредности преко 400.000 евра што је знатно подигло наставне капацитете Катедре за моторе на свим нивоима студија, а ниво практичне наставе ставило у раван еминентних светских универзитета који се уско стручно баве моторима СУС.

Током рада на Катедри за моторе кандидат се ангажовао на успостављању „електронске учионице“ (LMS Moodle) као платформе на којој се, у циљу пружања помоћи у савладавању градива и обавеза предмета Катедре за моторе, реализују бројне наставне активности.

Својим радом на Катедри кандидат др Ненад Миљић је континуално подржавао и ваннаставне активности студената посебно заинтересованих за стицање нових и проширење постојећих знања. Као члан комисије за организацију такмичења студената техничких факултета у познавању рада у програмском окружењу LabVIEW, пружао је менторску подршку у припреми за такмичења на којима су студенти Машинског факултета постигли значајне резултате (Прво место у регионалном такмичењу 2012. и 2014. у конкуренцији са ЕТФ УБ, ФТН УНС,...). Значајну улогу је кандидат имао и у пружању помоћи и организацији услова за рад и саветовању дела студентског тима "Формуле студент" од његовог оснивања - посебно у делу који се односио на припрему мотора за такмичарско возило.

У циљу даљег унапређења наставе на Мастер академским студијама, кандидат се активно ангажује у својству руководиоца на реализацији пројекта под називом „Иновација наставе у области информационих технологија за ауто-мото индустрију“, а у оквиру програмске активности „Развој високог образовања“ Министарства просвете и технолошког развоја Републике Србије.

## **В.1. Уџбеници и помоћна наставна литература**

Кандидат др Ненад Миљић је коаутор помоћног уџбеника:

1. Поповић Слободан, Миљић Ненад: Мотори СУС – Практикум, Универзитет у Београду, Машински факултет, 2017. (ISBN 978-86-7083-970-0)

Уџбеник је намењен студентима као помоћна литература за припрему колоквијума и завршног испита из предмета „Конструкција аутомобилских мотора - увод“, „Мотори СУС“ и „Хибридни погонски системи“ на Основним академским студијама.

За сваки од предмета, чији је носилац, кандидат је припремио помоћне наставну литературу у електронском облику, као и материјале за вежбе, који су у ограниченој циркулацији, а на располагању студентима кроз наставне активности на moodle платформи Катедре за моторе. Међу њима се посебно истиче помоћна литература – превод пратећег уџбеника компаније National Instruments за први део курса о развојном софтверском окружењу LabVIEW обима 220 страна (Назив оригинала: *LabVIEW Core 1 Course Manual, NI part no. 325290C-01, издање август 2011.*). Овај уџбеник је ограничене

циркулације, по условима компаније NI, а уз чију се подршку, кроз програм *LabVIEW Academy*, реализује обука из коришћења софтверског окружења LabVIEW у оквиру практичног дела наставе предмета „Сензори и мерења помоћу рачунара“.

## **В.2. Менторства и чланства у комисијама**

### **В.2.1. Магистарске тезе и Мастер радови**

#### **В.2.1.1 Учесће у комисијама за оцену и одбрану мастер радова**

У меродавном изборном периоду кандидат др Ненад Миљић је био ментор 3 мастер и 3 дипломска рада. Такође, кандидат је руководио израдом два завршна B.Sc. рада на Основним академским студијама из предмета „Индустријски компресори“. Током свог ангажовања у настави на Машинском факултету, кандидат је учествовао у више од 40 комисија за оцену и одбрану дипломских, мастер и завршних радова.

### **В.2.2. Докторске тезе**

#### **В.2.2.1 Учесће у комисијама за оцену и одбрану докторске тезе**

1. Мр. Жељко Булатовић, дипл. инж. маш., „Идентификација параметара еквивалентног динамичко - торзионог система коленастог вратила дизел мотора на основу променљивог тока угаоне брзине“, (датум одбране: 03.02.2015.), Машински факултет Универзитета у Београду, (Комисија: проф.др Мирољуб Томић, проф.др Александар Обрадовић, проф.др Александар Милашиновић, Универзитет у Бања Луци, Машински факултет, Република Српска, доц.др Ненад Миљић и доц. др Слободан Поповић)
2. Петар Клеут, дипл. инж. маш., „Recuperation of the exhaust gases energy using a Brayton cycle machine“, (датум одбране 14.12.2016.), Политехнички Универзитет у Валенсији, Шпанија, (Комисија: Проф. Антонио Ј. Торегроса, Политехнички Универзитет у Валенсији, Шпанија, Проф. Педро А. Родригез Аументе, Универзитет Карлос трећи, Мадрид, Шпанија, Доц. др Ненад Миљић, Машински факултет Универзитета у Београду )

#### **В.2.2.2 Учесће у комисијама за писање извештаја о подобности кандидата и научној заснованости теме**

1. Мр. Жељко Булатовић, дипл. инж. маш., „Идентификација параметара еквивалентног динамичко - торзионог система коленастог вратила дизел мотора на основу променљивог тока угаоне брзине“, (датум одбране: 03.02.2015.), Машински факултет Универзитета у Београду, (Комисија: проф.др Мирољуб Томић, проф.др Александар Обрадовић, проф.др Александар Милашиновић, Универзитет у Бања Луци, Машински факултет, Република Српска, доц.др Ненад Миљић и доц. др Слободан Поповић)

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

Објављени радови у наставку подељени су у две групе: прву групу (В.1) чине радови из претходних изборних периода (пре избора у звање доцента), а другу групу (В.2) радови који се односе на меродавни изборни период (након избора у звање доцента).

### **Г.1 Библиографија научних и стручних радова пре избора у звање доцента**

#### **Г.1.1 Група резултата М20**

##### **Г.1.1.1 Радови у научним часописима међународног значаја објављени у целини (SCI листа), М22**

1. Miljić N., Tomić M.: *A Neuro-Fuzzy Based Combustion Sensor for the Control of Optimal Engine Combustion Efficiency*, Thermal Science, Vol. 17, No. 1, 2013, pp. 135-151 (ISSN 0354-9836, IF=0,962 за 2013)

##### **Г.1.1.2 Радови у националним часописима међународног значаја, М24**

2. Tomić, M. V., Popović, S. J., Miljić, N. L., Petrović, S. V., Cvetić, M. R., Knežević, D. M., & Jovanović, Z. S.: *A quick, simplified approach to the evaluation of combustion rate from an internal combustion engine indicator diagram*, Thermal Science, Vol. 12, No. 1, 2008, pp. 85-102, (ISSN 0354-9836).
3. Miljić, N. & Popović, S.: *Model based tuning of a variable-speed governor for a distributor fuel-injection pump*, FME Transactions, Vol. 42, No1,2013, pp. 40-48, (ISSN 1451-2092)

#### **Г.1.2 Група резултата М30**

##### **Г.1.2.1 Саопштење са међународног скупа штампано у целини, М33**

4. Tomić, M., Petrović, S., Popović, S., Miljić, N.: *Dual port induction system for DMB 1.4 MPI Engine*, Proceedings of the 10th International conference on accomplishments in Electrical and Mechanical Engineering and Information Technology "DEMI 2011", Banja Luka 2011, pp. 651-659.
5. Popović, S., Miljić, N., Cvetić, M., Tomić, M., Nauparac, D.: *Hydraulic hybrid technology review - perspectives and benefits in urban traffic*, Proceedings of the International Congress Motor Vehicles & Motors 2010, Kragujevac 2010, pp. 366-374.
6. Kitanović, M., Popović, S.J., Miljić, N., Cvetić, M., Tomić, M., Mrđa, P.: *Hydraulic hybrid technology review – perspectives and benefits of its implementation on public transportation vehicles*, Proceedings, 15th Symposium on Thermal Science and engineering of Serbia, Sokobanja 2011, pp. 752-760.
7. 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 International Congress Motor Vehicles & Motors 2012, Kragujevac 2012, pp. 159-173.

8. 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 International Congress Motor Vehicles & Motors 2012, Kragujevac 2012, pp. 137-147.
9. 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 International Congress Motor Vehicles & Motors 2012, Kragujevac 2012, pp. 147-159.
10. 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 International Congress Motor Vehicles & Motors 2012, Kragujevac 2012, pp. 173-186.
11. Mrđa, P., Miljić, N., Popović, S., Kitanović, M., Petrović, V.: *Assesment of Fuel Economy Improvement Potential for a Hydraulic Hybrid Transit Bus*, Proceedings of the CIB W115 Green Design Conference, Sarajevo 2012, pp. 129-133.

#### **Г.1.2.2 Саопштење са међународног скупа штампано у изводу, М34**

12. Miljić, N.: *Mathematical model of a variable speed governor for distributor injection pump*, Proceedings of the International Congress Motor Vehicles & Motors 2008, Kragujevac 2008, pp. 28.

#### **Г.1.3 Група резултата М60**

##### **Г.1.3.1 Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини, М63**

13. Миљић, Н., Петровић, С.: *Примена рачунара у пројектовању делова мотора*, Зборник радова са конференције ИРМЕС 98, Београд 1998, стр. 199-204.
14. Томић, М., Петровић, С., Поповић, С., Миљић, Н.: *Развој бензинског мотора ДМБ 1.4 са турбопуњењем и електронским убризгавањем*, Зборник радова са 14. симпозијума термичара Србије, Соко Бања 2009, стр. 353-362.
15. Томић, М., Поповић, С., Миљић, Н., Петровић, С., Стајић, В.: *Примена турбопуњења на мотору ДМБ 1.4 MPI*, Зборник радова са конференције "ДЕМИ 2009", Бања Лука 2009, стр. 541-546.

#### **Г.1.4 Група резултата М70**

##### **Г.1.4.1 Докторска дисертација, М71**

16. Ненад Миљић, *Истраживање оптималног управљања системом паљења ото-мотора применом вештачких неуронских мрежа*, Универзитет у Београду, Машински факултет, 2012.

##### **Г.1.4.2 Магистарска теза, М72**

17. Ненад Миљић, *Испитивање динамичког понашања механичког регулатора дистрибутор пумпе високог притиска при нестационарном раду дизел-мотора*, Универзитет у Београду, Машински факултет, 2005.



## **Г.1.5 Група резултата М80**

### **Г.1.5.1 Техничка решења, подтип: М81**

18. Поповић, С., Миљић, Н., *4-канални универзални модул за кондиционирање сигнала MSGA-41* (нови производ (М81): универзална појачивачка картица развијена као надоградња аквизиционих система за напајање и кондиционирање давача са мерним мостовима, терморезистивних давача и термопарова; развијена у оквру пројекта 6380-ТР МНТР Владе Републике Србије)
19. Петровић, М., Миљић, Н., Поповић С., *Дистрибуирани аквизициони систем LTT-200* (нови производ (М81): вишеканални аквизициони систем за напајање давача и кондиционирање сигнала са етернет преносом података; развијен у оквиру пројекта ПТР-2124 МНТР Владе Републике Србије)

### **Г.1.5.2 Техничка решења, подтип: М85**

20. Поповић, С., Миљић, Н., *Масени протокомер за ваздух великог капацитета HCHFME-FME 5000* (мерни инструмент (М85): термални масени протокомер уз који је развијана и проширен капацитет инсталације за калибрацију протокомера по стандарду ISO5167; развијен у оквиру пројекта 6380-ТР МНТР Владе Републике Србије)
21. Поповић С., Миљић Н., Цветић М., *Систем за континуирано мерење масеног протока горива FCMS-3000* (мерни инструмент (М85): мерни систем високе класе тачности за динамичко мерење масеног протока горива; развијен у оквиру пројекта 6380-ТР МНТР Владе Републике Србије)
22. Јурковић Т., Томић М., Петровић С., Цветић М., Поповић С., Миљић Н., *Усисни систем мотора варијабилне геометрије "Dual Port"* (прототип (М85): систем за варијацију попречног пресека усисних канала четвороцилиндарског мотора; развијен у оквиру пројекта 14074-ТР МНТР Владе Републике Србије)

## **Г.1.6 Учешће у међународним научним пројектима**

1. Research of the possibilities to increase the efficiency of IC engines bz application of turboexpansion (Истраживање могућности повећања степена корисности мотора СУС применом турбоекспандера), (2011-2012), Билатерални пројекат између Републике Србије и НР Кине, руководилац пројекта у Р. Србији: проф. др Мирољуб Томић, руководилац пројекта у НР Кини: Prof. Dr Shi Xin. Финансиран од стране Министарства просвете, науке Републике Србије и НР Кине (Програм научне и технолошке сарадње између Републике Србије и НР Кине за период 2011-2012)

## **Г.1.7 Учешће у научним пројектима финансираним од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије**

1. Научне подлоге за инжењерство мотора и моторних возила, Машински факултет Београд, 1998. (пројекат МНТ11М03СВ1).
2. Истраживање и развој механички и електронски управљаних високопритисних система убризгавања горива код дизел мотора, ИПМ, 2002, (МИС. 3.06.0160.Б)

3. Развој еколошких мотора за пољопривредну механизацију и развој савремених трактора који задовољавају прописе ЕЦЕ и ОЕЦД-е, ДМБ, 2004, (МИС. 3.05.01115.Б/2)
4. Развој иновираниог бензинског мотора ДМБ радне запремина 1.4 л, ДМБ, 2004, (ПТР 20.36 Б)
5. Усавршавање домаћих бензинских аутомобилских мотора ради побољшања енергетских и еколошких карактеристика, ДМБ, 2005. (НПЕЕ 290025)
6. Развој фамилије иновираних бензинских мотора запремине 14-16 л. ДМБ, 2008, (14074-ТР)
7. Истраживање и развој алтернативних погонских система и горива за градске аутобусе и комунална возила ради побољшања енергетске ефикасности и еколошких карактеристика, 2011-, (ТР-35042, Руководилац Проф др Мирољуб Томић)
8. Развој и изградња демонстрационог постројења за комбиновану производњу топлотне и електричне енергије са гасификацијом биомасе, 2011-, (ТР-33049, Руководилац Проф. др Горан Јанкес)

## **Г.2 Библиографија научних и стручних радова након избора у звање доцента**

### **Г.2.1 Група резултата М20**

#### **Г.2.1.1 Радови у научним часописима међународног значаја објављени у целини (SCI листа), М23**

1. Miljić Nenad L., Popović Slobodan J., Mrđa Predrag D., Kitanović Marko N.: *Slow Dynamic Slope method in IC engine benchmarking*, Thermal Science, OnLine-First, No. 00, 2017, pp: 226-226. (ISSN 0354-9836, IF = 1.093 за 2016 ).
2. Mrđa Predrag D., Miljić Nenad, Popović Slobodan J., Kitanović Marko: *A method for quick estimation of engine moment of inertia based on an experimental analysis of transient working process*, Thermal Science, OnLine-First, No. 00, 2017, pp: 224-224. (ISSN 0354-9836, IF = 1.093 за 2016 ).

#### **Г.2.1.2 Радови у националним часописима међународног значаја објављени у целини, М24**

3. Marko N. Kitanović, Predrag D. Mrđa, Slobodan J. Popović, Nenad L. Miljić: *A Thermodynamic Work Cycle Simulation of a Syngas-Fueled Engine*, FME Transactions, Vol. 45, No 4, pp:572-577, (ISSN 1451-2092).

### **Г.2.2 Група резултата М30**

#### **Г.2.2.1 Саопштење са међународног скупа штампано у целини, М33**

4. Marko Kitanović, Predrag Mrđa, Vladimir Petrović, Nenad Miljić, Slobodan J. Popović, Miroљub Tomić: *A Simulation Study of Fuel Economy Improvement Potentials of a Transit Bus*, Proceedings of the 24th International Automotive Conference Science and Motor Vehicles 2013., Belgrade 2013., pp. 56 - 67.

5. Nenad Miljić, Slobodan Popović, Marko Kitanović, Predrag Mrđa, Miroljub Tomić: *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 2013., pp. 917 – 922.
6. Predrag Mrđa, Vladimir Petrović, Nenad Miljić, Slobodan Popović, Marko Kitanović: *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 2013., pp. 855 – 860.
7. Marko Kitanović, Slobodan Popović, Nenad Miljić, Predrag Mrđa, Miroljub Tomić: *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 2013., pp. 943 – 948.
8. Slobodan Popović, Nenad Miljić, Marko Kitanović, Predrag Mrđa, Miroljub Tomić: *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 2013., pp. 893 – 898.
9. Nenad Miljić, Slobodan J. Popović, Marko Kitanović: *Engine Crankshaft Speed Measurement Error Compensation*, Proceedings of the International Congress “Motor Vehicles & Motors 2014”, Kragujevac 2014., pp. 363 – 371.
10. Vladimir Marjanović, Marko Kitanović, Slobodan Popović, Nenad Miljić: *A Comparative Study of Conventional and Series Hybrid Powertrain Performance for Passenger Car in Taxi Service*, Proceedings of the International Congress “Motor Vehicles & Motors 2014”, Kragujevac 2014., pp. 352 – 362.
11. Slobodan Popović, Nenad Miljić, Marko Kitanović: *Effective Approach to Analytical, Angle Resolved Simulation of Piston-Cylinder friction in IC Engines*, Proceedings of the International Congress “Motor Vehicles & Motors 2014”, Kragujevac 2014., pp. 340 – 351.
12. Marko Kitanović, Predrag Mrđa, Slobodan Popović, Nenad Miljić: *Fuel Economy Comparative Analysis of Conventional and Ultracapacitors-Based, Parallel Hybrid Electric Powertrains for a Transit Bus*, Proceedings of the International Congress “Motor Vehicles & Motors 2014”, Kragujevac 2014., pp. 258 – 267.
13. Vladimir Petrović, Stefan Đinić, Marko Kitanović, Nenad Miljić, Slobodan Popović: *Software and Hardware Challenges of Engine Test Bed Automation – Example of FME ICED Lab*, Proceedings of the 17th Symposium on Thermal Science and Engineering of Serbia, Soko Banja 2015., pp. 1062 – 1065.
14. Nenad Miljić, Slobodan Popović: *Local Model Networks as Virtual Combustion Sensors in IC Engines*, Proceedings of the 17th Symposium on Thermal Science and Engineering of Serbia, Soko Banja 2015., pp. 1038 - 1043, issn: ISBN 978-86-6055-076-9, Soko Banja, Srbija, 20. - 23. Oct, 2015.
15. Slobodan J. Popović, Nenad Miljić: *Parameterisation of friction in engine piston-cylinder assembly*, Proceedings of the 17th Symposium on Thermal Science and Engineering of Serbia, Soko Banja 2015., pp. 1066 – 1073.

16. Stefan Đinić, Vladimir Petrović, Predrag Mrđa, Slobodan Popović, Nenad Miljić: *Light Vehicles Test Procedures on an Automated Engine Test Bed*, Proceedings of the 17th Symposium on Thermal Science and Engineering of Serbia, Soko Banja 2015., pp. 1056 – 1061.

### **Г.2.3 Група резултата М50**

#### **Г.2.3.1 Рад у истакнутом националном часопису, М52**

17. Slobodan Popović, Nenad Miljić, Marko Kitanović: *Effective Approach to Analytical, Angle Resolved Simulation of Piston-Cylinder Friction in IC Engines*, Mobility & Vehicle Mechanics, Vol. 41, No. 2, 2015., pp. 33 - 51, (issn: 1450-5304).
18. Nenad Miljić, Slobodan Popović, Marko Kitanović: *Engine Crankshaft Speed Measurement Error Compensation*, Mobility & Vehicle Mechanics, Vol. 41, No. 3, 2015., pp. 39 – 51, (issn: 1450-5304).
19. Marko Kitanović, Predrag Mrđa, Slobodan Popović, Nenad Miljić: *Fuel Economy Comparative Analysis of Conventional and Ultracapacitors-Based, Parallel Hybrid Electric Powertrains for a Transit Bus*, Mobility & Vehicle Mechanics, Vol. 40, No. 3, 2014., pp. 69 – 84, (issn: 1450-5304).

### **Г.2.4 Уџбеничка литература**

20. Слободан Поповић, Ненад Миљић, *Мотори СУС - Практикум*, Универзитет у Београду – Машински факултет, 2017 (ISBN 978-86-7083-970-0)

### **Г.2.5 Ауторизовани елаборати, експертизе, испитивања**

1. Слободан Поповић, Ненад Миљић, Марко Китановић, Предраг Мрђа: Испитивање ефеката примене адитива за дизел гориво Лукоил ЕКТО на радне карактеристике, економичност и токсичност издувних гасова дизел мотора (Извештај бр. ICMFB/SJP I-08-07-1-10/2013), 2013, Машински факултет Београд. Наручилац: „Лукоил Србија“ АД.
2. Ненад Миљић, Слободан Поповић, Марко Китановић, Предраг Мрђа: Испитивање ефеката примене адитива за моторни бензин Лукоил ЕКТО на радне карактеристике, економичност и токсичност издувних гасова бензинског мотора (Извештај бр. ICMFB/NLM I-08-06-1-10/2013), 2013, Машински факултет Београд. Наручилац: „Лукоил Србија“ АД.
3. Слободан Поповић, Ненад Миљић: *Налаз и мишљење вештака у предмету број 40-Р-5656/2013 који се води пред Окружним привредним судом у Београду* (Извештај бр. MFB/MOT/S-0801-1510-01, int. 2180/1), Elaborat 54 str, 2015, Машински факултет Београд.
4. Ненад Миљић, Слободан Поповић: *Налаз и мишљење вештака у предмету број 57-0-V-113206-15V који се води пред Окружним привредним судом у Бањој Луци* (Извештај бр. MFB/NLM/S-08-01-15-05-03, int. 2281/1), Elaborat 145 str, 2015, Машински факултет Београд.
5. Ненад Миљић, Слободан Поповић: Преглед главног бродског погонског мотора Caterpillar 3512 речног пловила „Диего“ са стручним мишљењем о експлоатацији и одржавању мотора као и узроцима квара на мотору дана 09.07.2014 (Извештај бр. MFB/NLM/S-08-06-1-10/2014, int. 2072/1), Elaborat 22 str, 2015, Машински факултет Београд. Наручилац: „ДМП ТИМ“ д.о.о., Брезик, Брчко, Босна и Херцеговина.

6. Слободан Поповић, Ненад Миљић, Марко Китановић, Предраг Мрђа: Испитивање ефеката примене адитива за дизел гориво Лукоил ЕКТО на радне карактеристике, економичност и токсичност издувних гасова дизел мотора (Извештај бр. ICMFB/ICED 08/01-1606-01, инт. 382/1), 2016, Машински факултет Београд. Наручилац: „Лукоил Србија“ АД.
7. Ненад Миљић, Радован Самарџић: Испитивање погонске јединице Caterpillar IPU C3.4B Tier 4F Interim ради провере након уградње у ваздушни берач воћа Кокан 500С (L1 Audit) (Извештај бр. ICMFB/ICED 08/06-1703-01, инт. 358/1), 2017, Машински факултет Београд. Наручилац: „БСК“ д.о.о Обреновац
8. Ненад Миљић, Слободан Поповић, Марко Китановић, Предраг Мрђа: *Лабораторијско испитивање погонских карактеристика дизел-мотора Deutz F6L413* (Извештаји бр. ИССМ 0806/03-01, 0806/03-01-002, 0806/03-01-003, 0806/03-01-004, инт. 165/2, 197/1, 198/1 и 199/1 ), 2016, Машински факултет Београд. Наручилац: „Србоауто“ д.о.о
9. Слободан Поповић, Ненад Миљић, Марко Китановић, Предраг Мрђа: Испитивање двотактног двоцилиндарског мотора са модификованим клипним механизмом ради утврђивања ефективне снаге и ефективног обртног момента у спољној брзинској карактеристици (Извештај бр. МФБ/СЈП С-08.01-01/05/2014, инт. 1094/3), 2014, Машински факултет Београд. Наручилац: Милан Видаковић
10. Слободан Поповић, Ненад Миљић, Марко Китановић, Предраг Мрђа: Испитивање ефеката примене методе за третирање горива електромагнетним зрачењем на радне карактеристике, економичност и токсичност издувних гасова дизел-мотора (Извештај бр. МФБ/СЈП S-08.01-01/04/2014), 2014, Машински факултет Београд. Наручилац: Екотека д.о.о. Београд
11. Слободан Поповић, Ненад Миљић, Марко Китановић, Предраг Мрђа: *Моторско испитивање дизел горива*, (Уговор бр. 2264/1, 2017), 2017, Машински факултет Београд. Наручилац: НИС а.д. Нови Сад.
12. Слободан Поповић, Ненад Миљић: *Лабораторијско испитивање нискотемпературних карактеристика дизел горива* ( 2969/1, 2017), 2017, Машински факултет Београд. Наручилац: НИС а.д. Нови Сад.

## Г.2.6 Учешће у међународним научно-истраживачким пројектима

1. *General Agreement*, (Општи уговор о сарадњи са компанијом AVL GmbH, Аустрија) (302/1, 2015 + Анекс 2733/1, 2015). Коруководилац пројекта.
2. *Benchmarking of an existing engine in an automated way* (Аутоматизовано мапирање постојећег мотора), (1563/1, 2015); Пројекат реализован у сарадњи са AVL GmbH, Аустрија. Руководилац пројекта
3. *Testing of the SCR Engine* (Испитивања радног процеса мотора на истраживачком моноцилиндру) (3310/1, 2016-, реализација у току) ; Пројекат се реализује у сарадњи са AVL GmbH, Аустрија. Коруководилац пројекта.
4. *Endurance testing of pressure indicating sensors on SCR Engine* (Испитивања сензора за индицирање притиска на век на истраживачком моноцилиндру) (1491/2, 2017-, реализација у току) ; Пројекат се реализује у сарадњи са AVL GmbH, Аустрија. Коруководилац пројекта.

5. *Testing of the indications sensors on SCR engine* (Испитивања карактеристика сензора за индицирање) (850/2, 2017- реализација у току) ; Пројекат се реализује у сарадњи са AVL GmbH, Аустрија. Коруководилац пројекта.

## **Г.2.7 Учешће у научним пројектима финансираним од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије**

1. Истраживање и развој алтернативних погонских система и горива за градске аутобусе и комунална возила ради побољшања енергетске ефикасности и еколошких карактеристика, 2011-, (ТР-35042, Руководилац Проф др Мирољуб Томић)
2. Развој и изградња демонстрационог постројења за комбиновану производњу топлотне и електричне енергије са гасификацијом биомасе, 2011-, (ТР-33049, Руководилац Проф. др Горан Јанкес)
3. Иновација наставе у области информационих технологија за ауто-мото индустрију, 2017.- (Програмска активност МПНТР „Развој високог образовања“, Руководилац доц. др Ненад Миљић)

## **Д. Приказ и оцена научног рада кандидата**

### **Д.1. Приказ и оцена научног рада пре избора у звање доцента**

Кандидат др Ненад Миљић је у раду, пре избора у звање доцента, пажњу усмерио ка истраживању радног процеса мотора и то посебно кроз интензиван лабораторијски рад на унапређење метода испитивања мотора СУС и анализе и обраде података. Овај рад је допринео унапређењу Лабораторије за моторе, али и успостављању услова за реализацију веома захтевних пројеката и интензивирање сарадње са еминентним истраживачким институцијама у области ауто-мото индустрије. Кандидат је упоредо, подизањем научно-истраживачких капацитета Катедре сва унапређења интензивно користио и за унапређење садржаја и метода наставе на Катедри. Библиографски подаци из овог периода приказују научно-истраживачки рад кандидата само једним делом.

Део резултата истраживања којима се посветио током израде магистарске тезе, а која су усмерена на решавање проблема и унапређења свережимског регулатора дистрибутор пумпе високог притиска за убризгавање горива код дизел-мотора, кандидат је изложио у радовима под редним бројем 3 (Одељак Г.1.1.2 – М24) и 12 (Одељак Г.1.2.2 – М34). У овим радовима је дат детаљан приказ математичког модела свережимског регулатора дистрибутор пумпе CAV-IPM. Део параметара модела идентификован је експерименталним путем на наменски припремљеној инсталацији на којој су симултано мерени тренутна угаона брзина вратила регулатора и положај референтог елемента регулатора. Захваљујући примени real-time оперативног система QNX постигнуте су граничне брзине дигиталне аквизиције упркос бројним лимитирајућим факторима саме аквизиционе платформе. Калибрисани модел регулатора је послужио као основа за анализу његовог динамичког понашања, у отвореној петљи, и то нарочито у прелазним режимима. Применом крос и аутокорељационе анализе снимљених података идентификовани су узроци проблема са којима се овај тип регулатора домаће производње суочавао у пракси. Рад представља само део истраживања представљених у магистарској тези кандидата ( рад под редним бројем 17, Г1.4.2 – М72) у којој су детаљно елаборирани сви наведени аспекти предметне проблематике. Наставак истраживања на овој теми обухватио је развој свеобухватног математичког модела у оквиру кога су узети у обзир и хидродинамичке појаве у систему убризгавања горива, али и одзив типичног дизел-

мотора, те је анализиран рад система у затвореној петљи кроз примену софистицираних подмодела у сложеној симулацији предметног регулатора, дизел-мотора и хидрауличких компоненти за одмеравање циклусне количине горива комплексном интеграцијом симулационих окружења (Ricardo Wave – LMS AMESim – Simulink).

Други део истраживања кандидата био је усмерен на истраживања могућности побољшања радног процеса и перформанси мотора СУС домаће индустрије – пре свега мотора произвођача ДМБ радне запремине 1.4 и 1.6 литара. У раду под редним бројем 4 (Одељак Г.1.2.1 – М33) дат је приказ резултата истраживања на примени прототипског уређаја за варијацију проточног пресека усисних канала на ото-мотору (конкретно ДМБ мотора 1.4). Примењени уређај омогућава преграђивање усисног канала и промену његовог попречног пресека током рада мотора. Истражени су потенцијали примене оваквог концепта код двовентилских мотора нарочито на нижим брзинским режимима на којима је смањењем проточног пресека на усису цилиндра могуће повећати брзину уструјавања и тиме посредно повећати ниво турбуленције у комори за сагоревање. Иако су све анализе вршене посредно, на основу експериментално праћених ефективних и индицираних параметра, недвосмислено су потврђени позитивни ефекти примене овог концепта код двовентилских ото-мотора. Осим истраживања могућности побољшања мотора модификацијом система пуњења усисног мотора, истраживања су настављена и на натпуњеној варијанти мотора чији је прототип израђен у Лабораторији за моторе Машинског факултета. Радови под редним бројевима 14 и 15 (Одељак Г.1.3.1 – М63) приказују на који је начин развијен нови систем турбопуњења и систем убризгавања бензина на иновираним ото-мотору запремине 1.4 л, производње ДМБ. За потребе управљања овим модификованим мотором развијен је нов управљачки систем за убризгавање горива и паљење смеше. Регулација притиска надпуњења вршена је преко електронског система контроле заобилазног вентила турбине (wastegate), како би се омогућила контрола пораста притиска компресора на појединим режимима рада мотора. За потребе ефикасне детекције детонатног сагоревања развијен је посебан систем за обраду података са сензора детонантног сагоревања у реалном времену. Током овог истраживања извршена је оптимизација управљачких мапа модификованог мотора, а испитани су и лимити натпуњења на предметном мотору применом убризгавања воде у радну смешу мотора. Приказани резултати указују на чињеницу да постојећа комора за сагоревање, уз непромењени степен сабијања, пружа могућности за само веома ограничени пораст притиска. Постигнути су значајни помаци у максималној снази и обртном моменту мотора уз задржавање економичности.

У склопу пратећих, комплексних анализа радног процеса мотора, пажња је посвећена и развоју метода за обраду података индицираног притиска у цилиндру мотора СУС. Један део тих истраживања приказан је у раду под редним бројем 2 (Одељак Г.1.1.2 - М24). Демонстрирани алгоритам омогућава једноставну и брзу евалуацију температуре гаса у цилиндру као и естимацију брзине тока сагоревања. Представљени алгоритам заснован је на разматрањима Нohenberg-а и Killman-а која су додатно проширена узимањем у обзир процеса преноса топлоте. Овакав приступ омогућава комплетну евалуацију тока топлоте ослобођене током сагоревања, а не само оног дела који се преда само радној материји (гасу). У раду је анализирана тачност методе и показано је да примењена поједностављења проузрокују више него прихватљиве грешке. У раду је демонстрирана и практична примена методе на примеру једног ото и дизел-мотора.

Наставак истраживања на пољу примене натпуњења представљен је у раду под редним бројем 9 (Одељак Г.1.2.1 – М33) у коме су приказани резултати 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 натпуњена мотора - са и без примене турбоекспандера.

Следећи сегмент истраживања фокусиран је на поље чијим је резултатима истраживања кандидат заокружио и своју докторску дисертацију. У радовима под редним бројем 1 (Одељак Г.1.1.1 – М22) и 7 (Одељак Г.1.2.1 – М33) приказан је развој модела виртуелног сензора једног од показатеља сагоревања у мотору СУС (угаони положај 50% укупно ослобођене топлоте током сагоревања). Презентовани модел заснован је на примени вештачких неуронских мрежа за екстракцију информација о процесу сагоревања из тока тренутне угаоне брзине коленастог вратила. Како би се у што већој мери умањио утицај инерцијалних сила на процес обраде информација из тока угаоне брзине, примењен је моделски заснован концепт генерисања сигнала синхроног обртног момента, који је ослоњен на сложени модел динамичког понашања коленастог вратила. Коришћена неуронска мрежа, за екстракцију информација о показатељу сагоревања, заснована је на структури Neuro-fuzzy локалних линеарних модела. Калибрација модела вршена је уз помоћ велике количине експериментално прикупљених података на пробном столу за моторе. Резултати показују да конципирани модел има одличне карактеристике генерализације и да га је могуће применити у системима управљања мотором СУС у реалном времену. Рад представља само део истраживања представљених у докторској дисертацији кандидата (рад под редним бројем 16, Г1.4.1 – М71) у којој су детаљно елаборирани моделски приступи засновани на примени различитих концепата модела вештачких неуронских мрежа, као и методе њихове оптимизације у смислу комплексности и брзине извршења на потенцијалним ауто-мото микроконтролерским платформама. Даљим истраживањем вршена су поређења различитих архитектура и концепата вештачких неуронских мрежа у екстракцији показатеља сагоревања из тока тренутне угаоне брзине. 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 сагоревања у управљању мотора у реалном времену тестирањем embedded кода на типичној микроконтролерској платформи за управљање мотором.

Ова истраживања су паралелно спровођена са истраживањем чији је основни циљ био да пружи свеобухватну анализу утицаја параметара модела сагоревања (Вибе), модела преноса топлоте и самог степена сабијања на ток тренутне угаоне брзине коленастог вратила. У раду под редним бројем 10 (Одељак Г.1.2.1 – М33) представљен је комплексан модел радног процеса мотора узимајући у обзир нелинеарности процеса ослобађања топлоте током сагоревања, трења и динамике моторског механизма. Применом оптимизационе методе, засноване на Levenberg-Marquardt алгоритму, показано је да је могуће успешно идентификовати параметре коришћеног модела, односно да је на основу снимљеног тока угаоне брзине могуће идентификовати параметре радног циклуса.

Реализацијом планираних фаза и активности пројекта технолошког развоја TP35042, фокус истраживања усмерен је ка пољу потенцијалне примене хибридних погонских система у возилима градског јавног превоза и комуналних служби. У раду под редним бројем 5 (Одељак Г.1.2.1 – М33) је дат преглед концепта хидрауличног хибридног погона – самог концепта, варијанти, предности и мана у односу на остале врсте хибридног погона. Посебан осврт је дат на карактеристике и предности хидрауличног хибридног погона у погледу регенерације енергије кочења возила односно његове погодности за примену на тешким возилима која се користе у комуналним и службама јавног превоза.



Рад под редним бројем 6 (Одељак Г.1.2.1 – М33) се бави енергетском анализом возног циклуса аутобуса за јавни превоз на конкретном примеру (Београд, линија 65, возило Икарбус ИК-218). Рад приказује на који начин су експериментално прикупљени релевантни подаци коришћени у анализи, а фокус анализе је на енергетском билансу возног циклуса односно количини енергије која се кочењем возила неповратно губи. Резултати анализе указују на ниво уштеде који би могао бити остварен применом система за регенерацију енергије кочења и то посебно хидрауличког система за регенеративно кочење. Рад под редним бројем 11 (Одељак Г.1.2.1 – М33) се бави анализом потенцијалних уштеда које се могу постићи у аутобусима јавног градског превоза применом старт-стоп система. Описан је поступак, план и циљ експерименталног прикупљања података са једног од возила јавног градског превоза у Београду. Примењена метода обраде података је имала за циљ да јасно идвоји количину енергије, односно горива, које се може уштедети у режимима стајања, како у саобраћају тако и на стајалиштима, применом хипотетичког старт-стоп система. Анализом података прикупљених на више пута поновљеној траси возила, у различитим условима оптерећења и саобраћаја, дошло се до закључка да потенцијалне уштеде, на конкретној возној линији, могу бити чак на нивоу од 20%.

Кроз ваннаставне активности, рад и подршку студентском тиму формуле студент иницирано је истраживање чији су резултати, једним делом, приказани у раду под редним бројем 8 (Одељак Г.1.2.1 – М33). Истраживање је мотивисано идејама за решавање проблема који су се јавили током процеса оптимизације управљачких мапа тркачког мотора Yamaha YZF-R6s. Моделски засноване методе калибрације управљачких мапа мотора, које захваљујући својим предностима у погледу брзине и тачности калибрације de-facto постају стандард, заснивају се на одређеној бази знања до које се долази пажљивом применом концепта дизајна експеримента (DOE), за чију реализацију опрема пробног стола за моторе мора да испуњава низ предуслова. Овај рад пружа увид у методу која омогућава превазилажење ових захтева и пружа могућност реализације моделски засноване калибрације генерисањем потребне базе знања комбинованим приступом тј. анализом везе, са пробног стола лако доступних ефективних параметара и теоријске анализе параметара тока ослобођене топлоте (Вибе функције). 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.

Кроз интензиван лабораторијски рад, кандидат се суочавао са бројним техничких проблемима у мерењима на комплексним техничким објектима са изразито динамичним процесима. Рад на решавању ових проблема довео је и до развоја бројних специфичних мерних уређаја који су представљени кроз неколико техничких решења. За потребе кондиционирања мерних сигнала развијено је техничко решење, представљено под редним бројем 18 (Одељак Г.1.5.1 – М81), а које омогућава независно прикључење и ексцитацију сензора различитих типова и појачање њихових напосних сигнала. Решење је засновано на примени висококвалитетних аналогних електронских и електромеханичких компоненти. Решење има примену у широкој области техничких мерења сигнала са електричних сензора уопште. Посебна предност огледа се у модуларности, флексибилности, обиму и опсегу подешавања сваког кондиционерског канала и прилагођености индустријским стандардима у погледу начина уградње електронских уређаја и система. Развијене су и реализоване две варијанте кондиционерског модула које су прилагођене различитим начинима уградње у стандардна 19" кућишта. Реализовани кондиционерски модул MSGA-41 користи се у експерименталним истраживањима у оквиру лабораторије Центра за моторе Машинског факултета. Освојена је његова производња и расположив је на тржишту. Даљим развојем дошло се до далеко комплекснијег и универзално применљивог техничког решења

приказаног под редним бројем 19 (Одељак Г.1.5.1 – М81). Ово решење има директну примену у техници мерења електричних величина. Описано техничко решење је дистрибуирани аквизициони систем који има бројне предности у мерењу електричних величина са великог броја међусобно удањених и разуђених сензора/трансмitera на великим индустријским постројењима. Техничко решење - дистрибуирани аквизициони систем, се састоји од више локалних дигиталних аквизиционих система са по максимално 16 мерних канала. Веза између локалних аквизиционих система и централног рачунара за архивирање података остварена је применом Ethernet мреже. Решење на иновативан и оригиналан начин комбинује постојећа техничка решења у јединствени производ који интегрише модуларно кондиционирање мерних сигнала применом високо квалитетних инструментационих појачивача, квалитетно напајање ниског шума, 24-битну А/Д конверзију и 32-битни микроконтролер са Ethernet интерфејсом. Техничко решење, представљено под редним бројем 20 (Одељак Г.1.5.2 – М85) је електрични мерни инструмент који има директну примену у области машинства у мерењу масеног протока ваздуха, а уже у области мерења протока на моторима са унутрашњим сагоревањем. Описано техничко решење омогућава мерење масеног протока ваздуха са опсегом мерења до 5000 kg/h. У самом решењу имплементиран је мерни принцип термалних масених протокомера са уграђеним мерним елементом са врелим филмом произвођача „Bosch“. Највећу предност у примени, техничко решење исказује при мерењу масеног протока ваздуха на моторима са унутрашњим сагоревањем велике радне запремине. Реализовано решење омогућава мерење масеног протока ваздуха у опсегу који вишеструко надмашује комерцијално доступна слична решења, уз задржану тачност. Успешно се примењује у лабораторијским и ванлабораторијским испитивањима мотора СУС.

Техничко решење, представљено под редним бројем 21 (Одељак Г.1.5.2 – М85), је електрични мерни инструмент који има директну примену у мерењу масеног протока течности, а уже у области мерења протока горива на моторима са унутрашњим сагоревањем. Решење омогућава континуално мерење масеног протока горива, у динамичким условима, са опсегом мерења до 120 kg/h. Капацитет уређаја омогућава примену на моторима различитих снага, максимално до 600 kW. Решење је засновано на принципу одређивања промене масе горива у мерној посуди на основу мерења хидростатичког притиска на њеном дну. За мерење хидростатичког притиска примењен је пиезорезистивни сензор високе класе тачности домаће производње. Посебна предност методе огледа се у директном мерењу промене масе и чињеници да флукуације густине горива, услед промене температуре током испитивања, немају утицај на тачност мерења. Техничко решење, представљено под редним бројем 22 (Одељак Г.1.5.2 – М85), представља систем којим се може варирати геометрија усисног система четвороцилиндарског мотора у смислу промене проточних пресека усисних канала. У сваком од усисних канала постављена је помична преграда која у у отвореном положају омогућава неометани проток ваздуха у пуном проточном пресеку, а својим отклоном преграђује расположиви попречни пресек усисног канала на половину. Приступ преградама је екстерни и могуће их је укључивати / искључивати из функције у току рада мотора. Систем преграда је осмишљен тако да у најмањој мери ремети струјање ваздуха и не ремети млаз горива који се у непосредној зони преграде убризгава у усисни канал. Основна намена уређаја је да на нижим брзинским режимима, смањењем проточног пресека утиче на повећање брзине усисног ваздуха, што за последицу има поспешивање турбулетног струјања смеше у комори за сагоревање и повећање брзине сагоравања.

## **Д.2. Приказ и оцена научног рада у меродавном изборном периоду, након избора у звање доцента**

Кандидат др Ненад Миљић је меродавном изборном периоду, наставио рад на истраживању радног процеса мотора, а посебно се фокусирао на унапређење постојећих и развој нових метода динамичког испитивања мотора СУС, као и пратеће анализе и обраде података. Изузетним залагањем и ангажовањем у подизању капацитета Лабораторије за моторе, у овом периоду је допринео знатном унапређењу квалитета лабораторијске инфраструктуре и базе најсавременије мерне и испитне опреме за истраживања у области мотора СУС. Део резултата истраживања се може сагледати кроз библиографске податке из овог периода.

Кандидат је у меродавном изборном периоду наставио истраживања на пољу унапређених математичких модела радног процеса мотора и веза параметара радног процеса и тренутне угаоне брзине. У радовима представљеним под редним бројевима 5 (Одељак Г.2.1.2 – М24) и 14 (Одељак Г.2.2.1 – М33) приказане су могућности модела вештачких неуронских мрежа за управљање радом мотора у затвореној петљи (на бази повратне информације), а на основу мерења и анализе доступне тренутне угаоне брзине коленастог вратила. Паралелно су настављена истраживања на детаљној идентификацији веза параметара радног процеса мотора и тренутне угаоне брзине коленастог вратила и то посебно кроз компонентне утицаје трења у мотору. Рад под редним бројем 8 (Одељак Г.2.2.1 – М33) приказује комплексан симулациони модел радног процеса вишецилиндарског бензинског мотора за моделирање тренутних токова угаоне брзине коленастог вратила и обртног момента мотора. Модел садржи детаљан подмодел трења и механичких губитака као и подмодел променљивог момента инерције мотора. Приказани модел је искоришћен за симултану идентификацију параметара модела, непознатих параметара одступања геометријских величина и маса елемената мотора и за анализу њиховог утицаја на токове угаоне брзине и обртног момента. У радовима под редним бројем 11, 15 (Одељак Г.2.2.1 – М33) и 17 (Одељак Г.2.3.1 – М52) приказани су резултати развоја и примене модела трења у контакту клип–цилиндарска кошуљица. Основни модел је развијен применом основне Стрибекове теорије, а посебни подмодели су прилагођени специфичностима конструкције појединачних клипних прстенова и специфичностима контакта плашт клипа–кошуљица. У раду су приказани и резултати анализе промене коефицијента и силе трења у функцији положаја коленастог вратила.

Специфични проблеми у мерењу тренутне угаоне брзине мотора, анализирани су у радовима под редним бројем 9 (Одељак Г.2.2.1 – М33) и 18 (Одељак Г.2.3.1 – М52). Током овог истраживања оригиналним приступом дефинисана је специфична метода за корекцију систематске грешке у мерењу тренутне угаоне брзине. Метода се односи на случај сложеног раванског кретања оптичког инкременталног енкодера постављеног на предњем, слободном крају коленастог вратила уз примену CASMA филтера.

Наставак истраживања на пољу хибридних погонских система за возила јавног градског превоза и комунална возила је, у складу са планираним пројектним активностима, имао више подтема. Једним делом је истраживање било фокусирано на формирање и валидацију детаљног симулационог модела возила – градског аутобуса са хибридни погонским системом. Ово је приказано у раду под редним бројем 4 (Одељак Г.2.2.1 – М33), у коме су представљени резултати симулација у развојном окружењу LMS AMESim као и резултати експериментално снимљених података на аутобусу ГСП Београд на линији 65, на основу којих је симулациони модел калибрисан. На основу развијеног модела демонстрирани су различити ефекти примене хибридног погонског система на економичност у реалном возном циклусу. Другим делом, истраживања су била усмерена

на анализу карактеристика хибридних погонских система заснованих на примени ултракондензатора, што је приказано у раду под редним бројем 7 (Одељак Г.2.2.1 – М33), а који приказује резултате анализе потенцијалне уштеде у потрошњи горива применом електро-хибридног погонског система са ултракондензаторима као системом за складиштење енергије. Акцент је стављен на искоришћење повољних карактеристика кондензатора у условима експлоатације са изразито високом фреквенцијом заустављања возила у јавном превозу. У радовима под редним бројем 12 (Одељак Г.2.2.1 – М33) и 19 (Одељак Г.2.3.1 – М52) приказани су резултати наставка истраживања на пољу хибридних погонских система за тешка возила јавног градског превоза. Претходно развијени и калибрисани модели за симулацију хибридних погонских система су унапређени и искоришћени за симулацију паралелног електричног хибридног погонског система. Побољшани модел је искоришћен за компаративну анализу економичности аутобуса у јавном градском превозу са конвенционалним погонским системом (натпуњени дизел-мотор са акумулаторским системом убризгавања) и паралелним електричним хибридним системом са суперкондензаторима као системом за складиштење енергије.

Истраживањем је обухваћена и анализа различитих аспеката примене хибридних погонских система на путничким возилима стављених у функцију јавног градског превоза. У раду под редним бројем 10 (Одељак Г.2.2.1 – М33) приказани су резултати опсежног истраживања примене серијског хибридног погонског система у возилу типичном за такси-службу. Динамички симулациони модели су развијени у окружењу LMS AMESim. Прелиминарна оптимизација карактеристика компонената извршена је симулацијом рада система вишеструким понављањем стандардног европског возног циклуса (NEDC). Упоредна анализа економичности и издувне емисије конвенционалног и серијског хибридног система извршена је на основу експерименталних резултата кретања возила у урбаним условима.

Специфична истраживања анализе радног процеса мотора вршена су на широком дијапазону мотора различитих конструкција и намена. У раду под редним бројем 6 (Одељак Г.2.2.1 – М33) приказан је поступак идентификације параметара модела процеса сагоревања мотора Yamaha YZF-R6 као и коришћења добијеног модела (експериментално верификованог) за оптимизацију усисног система мотора. Са друге стране, вршена су и истраживања радног процеса стационарних мотора који користе гасовита горива добијена из обновљивих извора енергије. У раду под редним бројем 3 (Одељак Г.2.1.2 – М24) приказан је део резултата истраживања приказом резултата анализе низа симулација над софистицираним термодинамичким нулто-димензионалним моделом. Резултати ове анализе указују на проблеме и ограничења са којима треба рачунати при избору и конфигурацији мотора намењених раду са оваквим горивима – посебно синтетским гасом добијеним из биљних остатака.

Кроз низ активности које је кандидат усмерио на унапређење инфраструктуре, базе мерне опреме и имплементацију најсавременијих метода у мерењима на моторима СУС, започета су посебно значајна истраживања на пољу динамичких мерења на моторима. Резултати ових унапређења приказани су у раду под редним бројем 13 (Одељак Г.2.2.1 – М33), уз кратки преглед процеса развоја најсавременијег система за динамичка испитивања мотора и погонских система, који је примењен у лабораторијама Катедре за моторе. У раду су приказани принципи синтезе програмирања апликација за управљање и надзор система за динамичка испитивања, који комбинује платформе AVL Cameo и развојно окружење National Instruments NI LabVIEW са хардверском платформом динамичког асинхроног динамометра Rotronics/Schorch. Решење је демонстрирано на примеру динамичког мерења у стандардном динамичком возном циклусу NEDC, а искоришћено је за истраживања нових техника динамичких испитивања мотора (SDS – Slow Dynamic Slope). Демонстрација опште примењивости изграђеног аутоматизованог

система за испитивања приказана је у раду под редним бројем 16 (Одељак Г.2.2.1 – М33) и то кроз реализацију симулираног возног циклуса возила у окружењу AVL AST Cruise на динамичком пробном столу за моторе. Детаљни динамички профили броја обртаја коленастог вратила и оптерећења мотора интегрисани су софтверским пакетом AVL Cameo у комбиновани систем управљања пробним столом (AVL Cameo/NI/Rotronics), а метода је експериментално верификована на дизел-мотору за погон путничких возила.

Посебно значајна су истраживања у којима се кандидат бавио новим методама убрзаног испитивања мотора у динамичким условима, а у оквиру актуелне проблематике скраћења времена испитивања мотора СУС за потребе оптимизације великог броја међусобно зависних управљачких параметара. Рад под редним бројем 1 (Одељак Г.2.1.1 – М23) презентује део истраживања у примени и разради методе динамичког испитивања мотора кроз карактеристике оптерећења са константним, али малим градијентом пораста оптерећења мотора (SDS). У резултатима, изведеним на основу свеобухватног испитивања типичног аутомобилског дизел-мотора, указано је на потенцијал нове методе анализе података за овакве врсте испитивања као и значајних потенцијала које ова метода пружа у скраћивању времена испитивања мотора. Потенцијал примене SDS методе истражен је и на пољу брзог и прецизног одређивања укупног момента инерције моторског механизма динамичким испитивањем мотора. У раду под редним бројем 2 (Одељак Г.2.1.1 – М23) представљен је нови метод испитивања којим је, са релативно високом тачношћу, могуће идентификовати инерционе карактеристике моторског механизма само краткотрајним испитивањем на пробном столу за моторе, што је посебно погодно у случајевима када нису познати или доступни детаљни подаци о геометрији делова моторског механизма.

## **Ђ Оцена испуњености услова**

На основу увида у приложену документацију и приказа који је дат у реферату, Комисија констатује да кандидат др Ненад Миљевић, дипл.инж.маш., доцент на Машинском факултету Универзитета у Београду има:

- Научни степен доктора наука – машинско инжењерство из уже научне области мотори, стечен на Машинском факултету Универзитета у Београду;
- Искуство у педагошком раду са студентима (19 година рада на Машинском факултету), као асистент-приправник, асистент и доцент;
- Позитивну оцену педагошког рада током целокупног претходног изборног периода, изражену способност и смисао за наставно-педагошки рад, које је стицао током дугогодишњег рада на Машинском факултету Универзитета у Београду. За период од школске 2012/2013. године до 2016/2017. године, према извештају Центра за квалитет наставе и акредитацију Машинског факултета Универзитета у Београду, оцене студентског вредновања педагошког рада за предмете које предаје су “одличан” (просечна оцена спроведених анкета је 4,91);
- Остварене запажене резултате у развоју академског подмлатка;
- Коауторство помоћног универзитетског уџбеника из уже научне области за коју се бира публикованог у периоду од избора у претходно звање;
- Укупно 6 научних радова публикованих у часописима категорије М20, од тога у меродавном изборном периоду 2 рада категорије М23, у часописима са ISI-ICR-SCI листе, и 1 рад категорије М24;

- Позитивну цитираност (2 хетероцитата према бази Web of Science, 5 хетероцитата према бази Scopus, 8 хетероцитата према бази Google Scholar Citation, уз вредност Хиршовог фактора  $H=2$ , за време меродавног изборног периода);
- Укупно 22 рада саопштених на међународним скуповима категорије M30, од тога у меродавном изборном периоду 13 радова из категорије M33;
- Укупно 3 рада публикованих у часописима категорије M50, и то сва 3 у категорији M52, у меродавном изборном периоду;
- Укупно 3 рада саопштених на националним скуповима категорије M60, у претходном изборном периоду, категорије M63;
- Укупно 2 техничка решења категорије M81 и 3 техничка решења категорије M85, у претходном изборном периоду;
- Менторство над 3 одбрањена мастер и 3 дипломска рада као и учешће у више комисија за одбрану мастер и дипломских радова;
- Учешће у раду 1 комисије за писање извештаја о подобности кандидата и научној заснованости теме докторске дисертације;
- Учешће у раду 2 комисије за оцену и одбрану докторске дисертације;
- Искуство рецензента у 4 часописа са ISI-ICR-SCI листе и једном домаћем;
- Искуство уредника научне области у часопису са ISI-ICR-SCI листе;
- Учешће у 9 пројекта финансирана од стране МПНТР, односно 3 у меродавном изборном периоду – од тога у једном и као актуелни руководиоца пројекта;
- Учешће на једном пројекту међудржавне (билатералне) сарадње са Пекиншким институтом за технологију (BIT - Beijing Institute of Technology, НР Кина); Сарадња са другим високошколским и научно-истраживачким установама у земљи и иностранству, као што су Електротехнички факултет Универзитета у Београду и Политехнички Универзитет у Валенсији (UVT - Universitat Politècnica de València, Шпанија).
- Допринос у развоју лабораторијског рада и његове имплементације у наставу, изражен кроз ангажовање у опремању лабораторије и подизања њених капацитета уз успостављање нових лабораторијских вежби и осавремењавање наставних средстава;
- Резултате у унапређењу и одржавању наставе на Машинском факултету уз успостављање блиске подршке у имплементацији најновијих технологија врхунских истраживачких и развојних института ауто-мото индустрије;
- Учествовао је у писању и иновирању наставних планова и програма већине предмета на Основним академским и Мастер студијама из којих држи наставу;
- Искуство у руковођењу више наставно-истраживачких лабораторија Катедре за моторе: Лабораторије за моторско испитивање горива; Лабораторије за гасне моторе; Лабораторије за мехатронске системе на моторима и Лабораторије за испитивање струјних карактеристика мотора и клипних компресора.
- Допринос академској и широј заједници кроз учешће у ваннаставним активностима студената као што студентска такмичења тима формуле студент Универзитета у Београду или тима Машинског факултета у регионалном такмичењу у познавању коришћења програмског окружења LabVIEW.

- Стручно-професионални допринос кроз учешће и руковођење у изради извештаја, елабората, вештачења; Чланство у комисији М70, у оквиру Института за стандардизацију Србије, надлежне за дефинисање стандарда из области мотора СУС;

## **Е Закључак и предлог**

На основу прегледа и анализе достављених материјала, Комисија за подношење реферата констатује да кандидат др Ненад Миљић, дипломирани машински инжењер, доцент Машинског факултета Универзитета у Београду, испуњава прописане критеријуме за избор у звање ванредног професора, као и критеријуме прописане Законом о високом образовању Републике Србије, Правилником о условима за стицање звања наставника и сарадника на Универзитету у Београду и Статутом Машинског факултета Универзитета у Београду.

Комисија са задовољством предлаже Изборном већу Машинског факултета Универзитета у Београду и Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду да кандидат, доцент др Ненад Миљић, дипломирани машински инжењер, буде изабран у звање ванредног професора са пуним радним временом на одређено време од 5 година на Катедри за моторе Машинског факултета Универзитета у Београду, за ужу научну област Мотори.

Београд, 15.01.2018. год.

Чланови Комисије:

---

проф. др Драгослава Стојиљковић,  
Машински факултет Универзитета у Београду

---

проф. др Милан Петровић,  
Машински факултет Универзитета у Београду

---

др Мирољуб Томић, ред.проф. у пензији  
Машински факултет Универзитета у Београду