

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ  
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ –  
Број: 123/2  
Датум: 07.03.2013.  
Београд, Краљице Марије 16

На основу члана 12.3. Статута Машинског факултета, Изборно веће на седници одржаној 07.03.2013. године, донело је следећу

### ОДЛУКУ

**Др ИВАН БОЖИЋ**, дипл.инж.маш., асистент, предлаже се за избор у звање доцента на одређено време од 5 година, са пуним радним временом за ужу научну област: **ХИДРАУЛИЧНЕ МАШИНЕ И ЕНЕРГЕТСКИ СИСТЕМИ**.

За утврђивање предлога за избор у звање доцента Изборно веће броји 154 члана. Према Статуту Факултета за приступање гласању потребан је кворум од 2/3 чланова тј. њих 103, а за доношење одлуке више од половине тј. 78 гласова. На седници је гласању приступило 147 чланова Изборног већа, 147 је гласало «за», није било гласова «против» и није било гласова «уздржаних».

Одлуку доставити: Именованом, Служби за опште, правне и кадровске послове деканата и архиви Факултета.

ДЕКАН  
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф. др Милорад Милованчевић

ФАКУЛТЕТ: МАШИНСКИ

Број захтева: 123/3

Датум: 07.03.2013.

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

Већу научних области техничких  
наука

(Назив већа научних области коме се захтев упућује)

**ПРЕДЛОГ ЗА ИЗБОР**  
**У ЗВАЊЕ ДОЦЕНТА/ВАНРЕДНОГ ПРОФЕСОРА**  
(члан 65. Закона о високом образовању)

**I - ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ ПРЕДЛОЖЕНОМ ЗА ИЗБОР У ЗВАЊЕ НАСТАВНИКА**

1. Име, средње име и презиме кандидата: др ИВАН (ОБРАД) БОЖИЋ
2. Предложено звање доцент
3. Ужа научна, односно уметичка област за коју се наставник бира  
ХИДРАУЛИЧНЕ МАШИНЕ И ЕНЕРГЕТСКИ СИСТЕМИ
4. Радни однос са пуним или непуним радним временом: пуним
5. До овог избора кандидат је био у звању: асистента  
у које је први пут изабран: 09.06.2010.  
за ужу научну област/наставни предмет: ХИДРАУЛИЧНЕ МАШИНЕ И  
ЕНЕРГЕТСКИ СИСТЕМИ

**II - ОСНОВНИ ПОДАЦИ О ТОКУ ПОСТУПКА ИЗБОРА У ЗВАЊЕ**

1. Датум истека изборног периода за који је кандидат изабран у звање 09.06.2013.
2. Датум доношења одлуке о расписивању конкурса за избор 29.11.2012.
3. Датум и место објављивања конкурса: лист "Послови" 19.12.2012.
4. Звање за које је расписан конкурс доцент

**III – ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ ЗА ПРИПРЕМУ РЕФЕРАТА И О РЕФЕРАТУ**

1. Назив органа и датум именовања Комисије: Изборно веће МФ, 29.11.2012.
2. Састав Комисије за припрему реферата:

| Име и презиме                  | Звање                       | Ужа научна, односно<br>уметичка област | Организација у<br>којој је запослен |
|--------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------|
| а) <u>др Александар Гајић,</u> | <u>ред. проф.</u>           | <u>ХМЕС</u>                            | <u>МФ Београд</u>                   |
| б) <u>др Милош Недељковић</u>  | <u>ред. проф.</u>           | <u>ХМЕС</u>                            | <u>МФ Београд</u>                   |
| с) <u>др Мирослав Бенишек</u>  | <u>ред. проф. у пензији</u> | <u>ХМЕС</u>                            | <u>МФ Београд</u>                   |

3. Број кандидата пријављених на конкурс 1
4. Да ли је било издвојених мишљења чланова комисије не
5. Датум стављања реферата на увид јавности 25.01.2013.

6. Начин (место) објављивања реферата: **Библиотека Машинског факултета и Интернет сајт <http://www.mas.bg.ac.rs/referati/indeks.htm1>**
7. Приговори: /

**IV - ДАТУМ УТВРЂИВАЊА ПРЕДЛОГА ОД СТРАНЕ ИЗБОРНОГ ВЕЋА  
ФАКУЛТЕТА 07.03.2013.**

Потврђујем да је поступак утврђивања предлога за избор кандидата **др Ивана Божића**, дипл.инж.маш. у звање **доцента** вођен у свему у складу са одредбама Закона, Статута Универзитета, Статута факултета и Правилника о начину и поступку стицања звања и заснивања радног односа наставника Универзитета у Београду.

ПОТПИС ДЕКАНА ФАКУЛТЕТА

---

проф. др Милорад Милованчевић

Прилози:

1. Одлука изборног већа факултета о утврђивању предлога за избор у звање
2. Реферат Комисије о пријављеним кандидатима за избор у звање
3. Сажетак реферата комисије о пријављеним кандидатима за избор у звање
4. Доказ о непостајању правоснажне пресуде о околностима из чл. 62. ст. 4. Закона
5. Други прилози релевантни за одлучивање (мишљење матичног факултета, приговори и слично).

**Напомена: сви прилози осим под бр. 4. и 5. достављају се и у електронској форми.**

## ИЗБОРНОМ ВЕЋУ МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

На основу одлуке Наставно-научног већа одржаног 29.11.2012. године, а по објављеном конкурс за избор једног **доцента** на одређено време од пет година са пуним радним временом за ужу научну област **Хидрауличне машине и енергетски системи** одређени смо за чланове Комисије за припрему (писање) извештаја.

На конкурс који је објављен у листу „Послови“, број 496, од 19.12.2012. године (закључен 03.01.2013. године) пријавио се 1 (један) кандидат и то:

**др Иван Божић, дипл.инж.маш.**

На основу прегледа достављене документације, констатујемо да кандидат **др Иван Божић, дипл.инж.маш.** испуњава услове конкурса и подносимо следећи

## ИЗВЕШТАЈ

### А: Биографски подаци

Иван О. Божић је рођен 11. 08. 1977. године у Краљеву, где је похађао Основну школу и Гимназију (природно-математички смер) завршивши их са одличним успехом у свим разредима. Машински факултет Универзитета у Београду уписује школске 1996/97. године који завршава 17.10.2001. године са просечном оценом 9,03 (девет и 3/100) на смеру Хидроенергетика. Дипломски рад из предмета Техника мерења под називом: „Одређивање степена корисности хидрауличних машина термодинамичком методом“, оцењен је оценом 10 (десет). У току студирања је више пута награђиван за постигнут успех, а школске 1998/99. године је освојио и прво место на такмичењу из предмета Механика 1,2,3 и 4 на Машинијади у Петровцу (Црна Гора). Школске 1999/2000. и 2000/2001. био је стипендиста Нафтне индустрије Србије „Југопетрол“ у Београду.

Школу за резервне официре у Панчеву, похађао је у склопу редовног служења војног рока 2004/2005. године завршивши је са просечном оценом 9,42 (девет и 42/100), чиме је стекао чин - потпоручник инжењерије у резерви.

Школске 2005/06. године, као студент прве генерације, уписује докторске студије на Машинском факултету у Београду и полаже све испите са просечном оценом 10 (десет). Дана 27.11.2012.године је јавно одбранио докторску дисертацију под називом „Теоријско и експериментално истраживање расподеле губитака енергије у аксијалним хидрауличним турбинама“, ужа научна област хидрауличне машине и енергетски системи – примењена механика флуида и тиме стекао научни степен доктора наука – машинско инжењерство.

У периоду од 15.07.2002.год. до 09.06.2010.године, кандидат је као асистент-приправник радио на Машинском факултету у Београду, на Катедри за хидрауличне машине и енергетске системе. Од 09.06.2010.год. до данас запослен је на Машинском факултету у Београду као асистент на Катедри за хидрауличне машине и енергетске системе – ужа научна област Хидрауличне машине и енергетски системи.

У току рада на Машинском факултету у Београду учествовао је у раду више факултетских комисија: за нове наставне планове и програме Машинског факултета Универзитета у Београду (2003.-2004.), за доделу диплома (2002.-2003.), за библиотеку (2009 - ), за избор чланова Савета Машинског факултета (2012) и за ревизију библиотечког фонда (2012). Такође је био члан Организационих одбора више домаћих и међународних конгреса из области метрологије и струјања у хидрауличним машинама и водопривредним системима.

Усавршавања кандидата: 1998 и 2000.- ХЕ и РХЕ Бајина Башта, Бајина Башта, 2000.- „НИС-Југопетрол“, Београд, 2002.- „Енергопројект-Хидроинжењеринг“, Београд, 2006, 2008. и 2011.- Лабораторија LMN EPFL, Лозана, Швајцарска, 2008. - Лабораторија за испитивање хидрауличних машина Andritz-VATECH, Линц, Аустрија, 2011. и 2012.- Лабораторија за испитивање хидрауличних машина и лабораторија за нумеричке (CFD) симулације Турбоинститут, Љубљана, Словенија.

Кандидат је коаутор 1 рада у часопису са SCI листе, категорисаног као M23 и 5 радова у часописима националног значаја (категорија M51). Кандидат има 11 радова у зборницима радова са међународних научних скупова објављених у целини (категорија M33), 1 рад штампан у изводу у материјалима међународних скупова (категорија M34), затим 4 рада у зборницима радова са националних научних скупова објављених у целини (категорија M63) и 1 рад штампан у изводу у материјалима скупова од националног значаја (категорија M64). Кандидат је учествовао у 12 домаћих научних пројеката који су финансирани од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије. Учествовао

је у једном међународном TEMPUS пројекту. Од 2010. године је, као истраживач највише Т1 категорије, ангажован на 1 пројекту технолошког развоја и 1 иновационом пројекту који се финансирају од стране наведеног Министарства. Кандидат је учествовао у изради 9 техничких решења верификованих на Машинском факултету у Београду (два – категорија М83, три – категорија М84 и четири – категорија М85). Коаутор је 64 ауторизованих елабората, студија, експертиза и других докумената ограничене циркулације.

Члан је Српског друштва за Механику, Центра за обновљиве изворе енергије, Друштва метролога Србије, Удружења проналазача Србије, Савез енергетичара Србије, Групације за обновљиве изворе енергије и енергетску ефикасност, секција за МХЕ при Привредној комори Србије и Друштва термичара Србије. Члан је акредитоване Лабораторије ХидроЕнергоЛаб Иновационог Центра Машинског факултета у Београду.

Кандидат је своје стручне квалитете доказао ангажовањем у консултантским пословима у вези са ревитализацијама и моделским испитивањима хидрауличних турбина за ПД „Хидроелектране Ђердап“ у Лозани (Швајцарска) и у моделским примопредајним испитивањима Францисове турбине у Линцу (Аустрија), за шта је добио и захвалницу генералног директора ПД „Дринско-лимске хидроелектране“. Учествовао је у више енергетских испитивања турбина и генератора уграђених у хидроелектранама у Србији. Тренутно је ангажован на пословима моделских испитивања и развоја новог обртног кола за цевне турбине за ХЕ Ђердап 2.

Кандидату је као члану групе аутора, у оквиру изложбе „Проналазаштво-Београд 2009“ дана 22.05.2009. године, додељена „Златна медаља са ликом Николе Тесле“ од стране Савеза проналазача и аутора техничких унапређења Београда за достигнуће у области нових технологија.

Од страних језика кандидат поседује активно знање енглеског, а служи се француским и руским језиком.

У потпуности је оспособљен за коришћење рачунара, како у научно-истраживачком, тако и у наставно-педагошком раду. Активно користи софтверске пакете: MatLAB, ANSYS-CFX, Microsoft Office, AutoCAD, FORTRAN, CATIA и др.

Ожењен је и отац двоје деце (четворогодишњег сина и једногодишње кћерке).

## **Б. Педагошка активност**

У периоду од 2002. до 2006. године, кандидат је држао лабораторијске и аудиторне вежбе на предметима: Пројектовање хидромашинских постројења, Хидрауличне машине 2, Топлотне машине-турбокомпресори и Хидромашинска опрема. Након реформе наставе и преласком на нови студијски програм на Машинском факултету у Београду, кандидат је са великим успехом, квалитетно и професионално држао аудиторне и лабораторијске вежбе на разним нивоима студија из следећих наставних предмета Катедре за хидрауличне машине и енергетске системе: Хидрауличне турбине, Мерења у хидроенергетици, Вентилатори и турбокомпресори, Хидроенергетска постројења и опрема, Увод у енергетику и Стручна пракса хидроенергетике. Учествовао је, такође, у извођењу вежби из предмета Основи конструисања (курсеви из програмског пакета CATIA) и држао консултативну наставу (школске 2004/05 године) на предметима Статика и Отпорност материјала (Војна академија Војске Србије и Црне Горе).

Кандидат се увек трудио да извођење вежби у оквиру наведених предмета осавремени, обезбеђивањем квалитетног материјала за аудиторне вежбе, увођењем савремених софтверских алата и имплементирањем стеченог знања техника учења похађањем савремених дидактичко-методичких семинара (2010. - Дидактичко-методички семинар за асистенте, сараднике и наставнике Универзитета у Београду, Ректорат, Београд, 2011. - Training of Young Teaching Staff in Teaching and Learning Techniques, TEMPUS No. 145677 - Internal Quality Assurance at Serbian Universities – SIQAS, Грађевински факултет, Београд, 2012. - Прва национална конференција о сталном стручном усавршавању наставника, British Council, Београд). Заинтересованим студентима је током целе године, својом сталном доступности, обезбеђивао и могућност додатне наставе. Активно је радио са студентима при изради њихових дипломских и мастер радова, укључујући их у савремене научне и стручне токове.

По оцени предметних наставника, кандидат је квалитетно држао вежбе имајући при томе изузетног смисла за наставни и педагошки рад, добру комуникацију са студентима, колегама асистентима и наставницима.

У анонимним анкетама студената, које се спроводе сваке школске године (од школске 2006/07) сходно Правилиницима о студентском вредновању рада наставника и асистената Универзитета у Београду и Машинског факултета у Београду, увек је био оцењиван високим оценама за стручност, припремљеност, начин одржавања наставе и однос према студентима. На основу резултата анкета његов досадашњи наставно педагошки рад на свим нивоима студија оцењен је одличном укупном просечном оценом 4,81.

У области развоја и усавршавања наставне делатности на Машинском факултету у Београду кандидат је дао допринос активним учествовањем у реформи наставног процеса у складу са Болоњском декларацијом, што потврђује и његово именовање за представника матичне Катедре за хидрауличне машине и енергетске системе у Комисији за нове наставне планове и програме Машинског факултета Универзитета у Београду у периоду 2003-2004. године.

Активно је радио на формирању и репарацији више лабораторијских штандова у Лабораторији за хидрауличне машине и енергетске системе Машинског факултета у Београду. Као члан тима учествовао је у реализацији два техничка решења (Инсталација за баждарење протокомера запреминском методом и Експериментално постројење за испитивање турбулентних вихорних струјања) који су директно имплементирани у развој и унапређење претходно поменуте Лабораторије. Кандидат је дао значајан допринос приликом учествовања у пројектовању и подизању неколико инсталација за испитивање хидрауличних турбина, хидромашинске опреме, еталонирање протокомера, вентилатора, пумпи и др. Активно је учествовао на пословима акредитације Лабораторије ХидроЕнергоЛаб према стандарду ISO 17025.

## В. Библиографски подаци

### Група 1.2

#### Научни радови у часописима међународног значаја (SCI листа), M23

1. Benišek M.H., Ilić D.B., Čantrak Đ.S., **Božić I.O.** (2010): Investigation of the Turbulent Swirl Flows in a Conical Diffuser, Thermal Science, Vol. 14, Suppl., pp. S141-S154, ISSN 0354-9836, IF за 2010. год.: 0,706, <http://www.doiserbia.nb.rs/img/doi/0354-9836/2010/0354-98361000026B.pdf>

#### Научни радови у водећим часописима националног значаја, M51

2. Benišek M., Čantrak S., Nedeljković M., Ilić D., **Božić I.**, Čantrak Đ. (2005): Defining the Optimum Shape of the Cross-flow Turbine Semi-spiral Case by the Lagrange's Principle of Virtual work, FME Transactions, University of Belgrade, Faculty of Mechanical Engineering, Belgrade, New Series, Vol.33, Number 3, pp 141-144., UDC:621, YU ISSN 1451-2092. [http://www.mas.bg.ac.rs/istrazivanje/biblioteka/publikacije/Transactions\\_FME/Volume33/3/5.%20Miroslav%20Benisek.pdf](http://www.mas.bg.ac.rs/istrazivanje/biblioteka/publikacije/Transactions_FME/Volume33/3/5.%20Miroslav%20Benisek.pdf)
3. D. Petrović, V. Vidaković, Z. Ćirić, S. Stojković, M. Benišek, **I. Božić**, M. Dragić, M. Zeljić (2006): An Increase of Hydro-Aggregate's Installed Power and Efficiency Factor Before the Revitalization Phase, Thermal Science, International Scientific Journal, Vol. 10, issue 15, pp 17-32, <http://thermalscience.vin.bg.ac.yu/pdfs/2006-4/01-Petrovic.pdf>
4. Бенишек М., **Божич И.**, Илић Д., Чантрак Ђ. (2006): Експериментална хидрауличка испитивања карактеристика цевне турбине ХЕ "Ђердап II", ВОДОПРИВРЕДА, број 222-224, година 38, јул-децембар 2006/4-6, стр. 189-198., YU ISSN 0350-0519, UDK 626.
5. M. Benišek, S. Čantrak, M. Nedeljković, Đ. Čantrak, D. Ilić, **I. Božić** (2006): Fluid Boundaries Shaping Using The Method of Kinetic Balance, Thermal Science, International Scientific Journal, Vol. 10, issue 15, pp 153-162, UDC: 532.559/.556, ISSN 0354-9836., <http://thermalscience.vin.bg.ac.yu/pdfs/2006-4/13-Benisek.pdf>
6. Бенишек М., Петровић Д., **Божич И.**, Ћирић З., Дамјановић С., Зељић М. (2009) Одређивање пропелерних и комбинаторских карактеристика Капланове турбине агрегата у ХЕ Зворник у циљу повећања његове ефикасности, ТЕРМОТЕХНИКА, број XXXV, 3-4, 2009, стр. 193-204, UDC 624.438.1.2

### Група 1.3

#### Рад саопштен на скупу међународног значаја, штампан у целини, M33

1. Čantrak Dj., Dušanić A., **Božić I.**, Lečić. M. (2002): On the Anisotropy of the Turbulent Viscosity, International Conference Classics and Fashion in Fluid Machinery, Belgrade Faculty of Mechanical Engineering, pp 139–148. ISBN 86-7083-451-0, Belgrade, <http://BGweekend.mas.bg.ac.yu>
2. Benišek M., Čantrak Đ., **Božić I.** (2003): Axial fan's hub radius determination by the Lagrange's principle of virtual work, The Sixth Conference Industrial Fans, Gliwice, Poland, pp 5-12. ISBN/ISSN 83-918568-1-X/1506-9702, 01-03.10.2003.
3. Čantrak Đ., **Božić I.**, Gajić A., Cvetković M., Pušica Z. (2003): More Efficient Well-draws Sewer Systems in Big Waterworks. Proceedings of International Conference on "CASE Studies in Hydraulic Systems-CSHS '03", Belgrade, pp 65-72
4. Gajić A., Dubonjić R., **Božić I.**, Rajić R., Bosanac N. (2004): Rasploživost hidroagregata i analiza isplativosti njegove revitalizacije, Power Plant Symposium, Vrnjacka Banja, 02-05. 11.2004.

5. D. Petrović, S. Stojković, V. Vidaković, D. Arnautović, S. Bogdanović, Z. Ćirić, M. Benišek, **I. Božić** (2008): Possibilities to Increase Power and Efficiency Hydro Generating Unit, CIGRE 2008, A1-105, Paris, France. 24 – 29.08.
6. M. Benišek, D. Petrović, **I. Božić**, Z. Ćirić, S. Damjanović, M. Zeljić (2008): Propeller and combinatory characteristics determination of Kaplan turbine in HPS Zvornik with the aim of increasing its efficiency, Power Plant Symposium, Vrnjacka Banja, 28-31. 10.2008., <http://e2008.drustvo-termicara.com/session/thermal-hydro-wind-and-other-power-plants-exploitation-problems/2>
7. M. Benišek, D. Ilić, Đ. Čantrak, **I. Božić**, M. Pajnić, M. Begović, N. Janković (2009): Fan for Ecological Condition Sustain in Tunnels, Proceedings of the Fortieth International Congress on Heating, Refrigerating and Air-Conditioning pp 320-331, ISBN 978-86-81505-50-2, Belgrade, Serbia, 02-04.12.2009, <http://www.kgh-kongres.org/content/view/142/124/lang.english/>
8. M. Benišek, **I. Božić**, B. Ignjatović (2010): The comparative analysis of model and prototype test results of Bulb turbine, Proceedings of the 25th IAHR Symposium on Hydraulic Machinery and Systems, , Volume 2, pp 719-726, ISBN 978-606-554-134-4, ISBN 978-606-554-136-8, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science **12** (2010) 012091, IP Address: 147.91.1.45, doi:10.1088/1755-1315/12/1/012091, 20.-24.09.2010. Timisoara, Romania, [http://iopscience.iop.org/1755-1315/12/1/012091/pdf/1755-1315\\_12\\_1\\_012091.pdf](http://iopscience.iop.org/1755-1315/12/1/012091/pdf/1755-1315_12_1_012091.pdf)
9. M. Benišek, **I. Božić**, D. Ilić, D. Petrović, Z. Ćirić (2010): Hydraulic and power performance tests of Kaplan turbines in HPP Ovcar Banja, International conference Power Plants 2010, Vrnjacka Banja, 26-29.10.2010., Зборник на CD-у (ISBN 978-86-7877-020-3) <http://e2010.drustvo-termicara.com/session/thermal-hydro-wind-and-other-power-plants-exploitation-problems/2>
10. Benišek M., **Božić I.**, Čantrak Đ., Ilić D. (2011): Hydraulic Tests of the Bulb Turbine Unit at the Hydropower Plant „Djerdap 2“, III International Symposium Contemporary Problems of Fluid Mechanics, May 12-13<sup>th</sup>, University of Belgrade, Faculty of Mechanical Engineering, Belgrade, pp. 187-194., CD-ROM, ISBN 978-86-7083-725-6, The book of abstracts pp. 48., ISBN 978-86-7083-726-3.
11. Benišek M., **Božić I.** (2012): Recalculation of Total Dimensionless Hydraulic Turbine Model Energy Losses with the Aim of Determining Prototype Efficiency, International conference Power Plants 2012, Zlatibor, 30.10-02.11.2012., Зборник на CD-у (ISBN 978-86-7877-021-0) <http://e2012.drustvo-termicara.com/lista-prihvacenih-radova> (E2012-018)

#### Рад саопштен на скупу националног значаја, штампан у целини, М63

1. Бенишек М., Јошић Б., **Божих И.**, Чантрак Ђ. (2003): Поступак бажарења цилиндричне сонде са три отвора и начин мерења 2Д-поља брзина и притиска, Четврти Конгрес метролога, Машински факултет, Београд, стр. 417-423., ISBN 86-7083-518-5. <http://www.mas.bg.ac.yu/~metrologija03/index/html>
2. Игњатовић Б., Бенишек М., Недељковић М., Илић Д., Чантрак Ђ., **Божих И.** (2005): Банки турбина – погодан тип мале хидротурбине за искоришћење потенцијала малих река (токова), 12 Симпозијум термичара, Сокобања, Зборник на CD-у (ISSN 86-80587-51-6).
3. Бенишек М., Игњатовић Б., Недељковић М., Чантрак Ђ., Илић Д., **Божих И.** (2008): Презентација резултата истраживања, развоја и освајања малих хидроелектрана са Банки турбинама, ЕНЕРГЕТИКА 2008, Златибор, Лист Савеза енергетичара: Енергија, економија, екологија, бр 1-2, (стр. 131-139), UDC:620.9, ISSN 0354-8651, UDC: 621.311.21.001.6 (497.11)
4. Benišek M., **Božić I.** (2012): Мерење протока турбина Winter-Kennedy методом, 16. naučno savetovanje SDHI, Donji Milanovac, Srbija, 22-23.10.2012. Зборник радова на CD-у (ISBN 978-86-7518-159-0) i Zbornik proširenih rezimea

#### Радови штампани у изводу у материјалима међународних скупова, М34

1. Бенишек М., **Божих И.**, Игњатовић Б. (2009) Упоредна анализа резултата испитивања модела и главног извођења цевне турбине ХЕ „Ђердап 2“, 15. саветовање СДХИ, Бабе, Србија, 01-02.10.

#### Радови штампани у изводу у материјалима скупова националног значаја, М64

1. Benišek M., Albijanić R., Ignjatović B., Božić I., Ilić D., Čantrak Đ. (2006): Hydraulic and Vibration Tests of Double-Regulated Prototype Hydraulic Turbines With the Aim of Increasing the Energy Efficiency, Симпозијум ЕЛЕКТРАНЕ 2006, организатор: Друштво термичара Србије и Црне Горе, Врњачка Бања, 19-22. 09. 2006., Зборник проширених резимеа, стр. 11., ISBN 86-7877-009-0.

## Група 1.4

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

1. Аутори: Бенишек М., Игњатовић Б., Недељковић М., **Божих И.**, Чантрак Ђ., Илић Д.  
Година доношења одлуке о усвајању предлога техничког решења: 2010.  
Наслов: Референтни модел цевне турбине за нископадне мале хидроелектране  
Реализатори: Машински факултет у Београду  
Корисник: АТБ-ФОД Бор  
Научни пројекат Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије: ев. број МНЗЖС ЕЕ 271020, у оквиру Националног програма енергетске ефикасности  
Подтип решења: Битно побољшан постојећи производ, М84
2. Аутори: Бенишек М., Игњатовић Б., Недељковић М., Радиша Р., Мишић Н., **Божих И.**, Илић Д., Чантрак Ђ.  
Година доношења одлуке о усвајању предлога техничког решења: 2010.  
Наслов: Прототип – конзолна Банки турбина ВТ90-К  
Реализатори: Машински факултет у Београду и Лола Институт  
Корисник: Корисници малих водотокова  
Научни пројекат Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије: ев. број МНЗЖС ЕЕ 271019, у оквиру Националног програма енергетске ефикасности  
Подтип решења: Битно побољшан постојећи производ, М84
3. Аутори: Бенишек М., Игњатовић Б., Недељковић М., **Божих И.**, Илић Д., Чантрак Ђ.  
Година доношења одлуке о усвајању предлога техничког решења: 2010.  
Наслов: Модел Банки турбине за освајање прототипова малих хидроелектрана  
Реализатори: Машински факултет у Београду  
Корисник: Лола Институт  
Научни пројекат Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије: ев. број МНЗЖС ЕЕ 271019, у оквиру Националног програма енергетске ефикасности  
Подтип решења: Битно побољшан постојећи производ, М84
4. Аутори: Бенишек М., Чантрак Ђ., Илић Д., **Божих И.**, Јанковић Н.  
Година доношења одлуке о усвајању предлога техничког решења: 2010.  
Наслов: Реверзибилни млазни аксијални вентилатор за одржавање еколошких услова у ауто тунелима  
Реализатори: Машински факултет у Београду  
Корисник: Руднап Груп Минел Котлоградња  
Научни пројекат Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије: „Реверзибилни млазни аксијални вентилатор за одржавање еколошких услова у ауто тунелима“, ев. број 451-01-2960/2006-85.  
Подтип решења: прототип и лабораторијски прототип, М85.
5. Аутори: Бенишек М., Чантрак С., Чантрак Ђ., Илић Д., **Божих И.**  
Година доношења одлуке о усвајању предлога техничког решења: 2010.  
Наслов: Метода за прорачун оптималних облика граничних површина струјног простора  
Реализатори: Машински факултет у Београду  
Корисник: Лола Институт  
Научни пројекат Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије: ев. број МНЗЖС ЕЕ 271019, у оквиру Националног програма енергетске ефикасности  
Подтип решења: нова метода, М85
6. Аутори: Бенишек М., Илић Д., **Божих И.**, Чантрак Ђ.  
Година доношења одлуке о усвајању предлога техничког решења: 2010.  
Наслов: Инсталација за баждарење протокомера запреминском методом  
Реализатор: Машински факултет у Београду  
Корисник: Иновациони центар Машинског факултета у Београду д.о.о.  
Научни пројекат Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије: ев. број МНЗЖС ЕЕ 271019, у оквиру Националног програма енергетске ефикасности  
Подтип решења: ново лабораторијско постројење, М83

7. Аутори: Бенишек М., Чантрак Ђ., Илић Д., **Божих И.**  
Година доношења одлуке о усвајању предлога техничког решења: 2010.  
Наслов: Експериментално постројење за испитивање турбулентних вихорних струјања  
Реализатор: Машински факултет у Београду  
Корисник: Машински факултет у Београду  
Научни пројекат Министарства за науку Републике Србије, ев. број 451-01-2960/2006-85  
Подтип решења: ново лабораторијско постројење, М83
8. Аутори: Бенишек М., Албијанић Р., Комадинић В., Илић Др., Мишић Н., **Божих И.**  
Година доношења одлуке о усвајању предлога техничког решења: 2010.  
Наслов: Побољшана математичко-експериментална метода модалне анализе и структурне модификације за дијагностику стања и санацију турбоагрегата АЗ у ТЕ Никола Тесла Обреновац  
Реализатор: Машински факултет у Београду и Лола Институт Београд  
Корисник: Термоелектрана „Никола Тесла“  
Научни пројекат Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије: „Развој и примена интегралних математичко – експерименталних метода модалне анализе и структурне модификације у оптимизацији динамичког понашања система слободних и међусобно повезаних ротирајућих лопатица“ – технолошки развој, руков. пројекта: проф. др Мирослав Бенишек, ев. број 18022, 2008.-2010; Подтип решења: Нова метода, М85
9. Аутори: Албијанић Р., Комадинић В., Илић Др., Мишић Н., Бенишек М., Недељковић М., **Божих И.**  
Година доношења одлуке о усвајању предлога техничког решења: 2010.  
Наслов: Побољшани интегрално-математичко-експериментални метод модалне анализе и структурне модификације за дијагностику стања вентилаторског постројења  
Реализатор: Машински факултет у Београду и Лола Институт Београд  
Корисник: ЈКП „Београдске електране“ – Топлана Нови Београд  
Научни пројекат Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије: „Развој и примена интегралних математичко – експерименталних метода модалне анализе и структурне модификације у оптимизацији динамичког понашања система слободних и међусобно повезаних ротирајућих лопатица“ – технолошки развој, руков. пројекта: проф. др Мирослав Бенишек, ев. број 18022, 2008.-2010; Подтип решења: Нова метода, М85

## Група 1.5

### Учешће у међународним научним пројектима

1. Учесник на пројекту: International Accreditation of Engineering Studies 144856-TEMPUS-2008-RS-JPGR, (15.1.2009–14.1.2012), руков. пројекта: проф. др Милош Недељковић.

### Учешће у научним пројектима финансираним од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије (раније МНТР, МНЗЖС, МН)

1. „Савремени проблеми механике флуида“ – Основна истраживања математика и механика, руков. пројекта: проф. др Милош Павловић, Пројекат МНТР 1328, 2003-2005;
2. „Мале хидроелектране са Банки турбинама за производњу електричне енергије и директне везе са пумпним системима“ – Национални програм енергетске ефикасности, руков. пројекта: проф. др Мирослав Бенишек, Пројекат МНЗЖС ЕЕ 271019, 2003-2006;
3. „Мале хидроелектране са цевним турбинама за производњу електричне енергије и директне везе са пумпним системима“ – Национални програм енергетске ефикасности, руков. пројекта: проф. др Милош Недељковић, Пројекат МНЗЖС ЕЕ 271020, 2003-2006;
4. „Рационализација потрошње воде у водоводним системима“ – Национални програм вода, руков. пројекта: др Душан Продановић, доцент, Пројекат МНЗЖС НПВ-35А, 2004-2007;
5. „Повећање енергетске ефикасности, расположивости и инсталисане снаге агрегата постојећих хидроелектрана ЕПС-а“, руков. пројекта: проф. др Драган Петровић, Пројекат МНЗЖС НПЕЕ-213009, 2006.-2008;
6. „Реверзибилни млазни аксијални вентилатор за одржавање еколошких услова у ауто тунелима“, руков. пројекта: проф. др Мирослав Бенишек, ев. број 451-01-2960/2006-85, Министарство науке (МН) Републике Србије, 2007.-2008;
7. „Истраживање и развој анемометарских сонди, мернокалибрационих поступака и оптичких метода за мерења у техничкој пракси“ – технолошки развој, руков. пројекта: др Милан Лечић, доцент, ев.број 14046 Министарство науке и технолошког развоја (МНТР) Републике Србије, 2008.-2010;

8. „Развој и примена интегралних математичко – експерименталних метода модалне анализе и структурне модификације у оптимизацији динамичког понашања система слободних и међусобно повезаних ротирајућих лопатица“ – технолошки развој, руков. пројекта: проф. др Мирослав Бенишек, ев. број 18022 Министарство науке и технолошког развоја Републике Србије, 2008.-2010;
9. Пројекат у оквиру Националног инвестиционог плана Републике Србије: “Национална лабораторија за енергетику, екологију и еталонирање”, шифра: 10900610, од 2008. год. Подржан од стране Министарства рударства и енергетике и Министарства за национални инвестициони план, Републике Србије
10. „Савремени проблеми управљања агрегата 3 – агрегата сопствене потрошње ХЕ Бистрица“ – иновациони пројекат, руков. пројекта: проф. др Зоран Рибар, ев. број 451-01-00065/2008-01/51 Министарство науке и технолошког развоја Републике Србије, 2008 - .
11. „Примена савремених мерних и прорачунских техника за изучавање струјних параметара вентилационих система на моделу енергетски изузетно ефикасног (пасивног) објекта“ - научни пројекат (технолошки развој), руков. пројекта: проф. др Милан Лечић, бр. 35046, Министарство за науку и технолошки развој Републике Србије, 2011-2014. год.
12. „Дигитални систем за мерење угаоне брзине код хидрауличких турбина у склопу система аутоматског регулисања“ - иновациони пројекат, руков. пројекта: проф. др Зоран Рибар, ев. број 451-03-00605/2012-16/121 Министарство науке и технолошког развоја Републике Србије, 2012-2013

### Оригинално стручно остварење - студије

1. Гајић А., Недељковић М., Пејовић С., Дубоњић Р., **Божих И.**, Чантрак Ђ., Ћоћић А., Ивљанин Б., Рајић Р., Босанац Н., Гордић Р., Ћушић М. (2004): “Повећање поузданости и расположивости хидроагрегата и његове ефикасности”, руков. студије: проф. др Александар Гајић, Студија у оквиру "Националног програма енергетске ефикасности" МНТР - евиденциони број пројекта: ЕЕ108- 179А
2. Бенишек М., **Божих И.**, Илић Д., Чантрак Ђ. (2005): Студија о утицају повећања зазора између лопатица и оклопа обртног кола на смањење хидрауличког степена корисности модела и прототипа постојећих турбина ХЕ Ђердап I, извештај бр.06-03-10/2005, руков. студије: проф. др Мирослав Бенишек, Машински факултет, Београд.
3. Бенишек М., **Божих И.** (2009) Студија: Упоредна анализа резултата мерења моделских испитивања постојеће цевне турбине извршених у лабораторијама LMH-EPFL – Лозана и ЛМЗ – Санкт Петербург са испитивањима турбине А-5 “in situ” при косом дострујавању на хидроелектрану Ђердап 2, изв. бр.06-03-02/2009, руков. студије: проф. др Мирослав Бенишек, Машински факултет, Београд, Машински факултет, Београд.

### Докторска дисертација (М71)

1. **Божих И.** (2012): „Теоријско и експериментално истраживање расподеле губитака енергије у аксијалним хидрауличним турбинама”, докторска дисертација, Универзитет у Београду Машински факултет

### Група 1.6

#### Скрипта

1. **Божих И.** (2010): Изводи из аудиторних вежби из предмета: Хидроенергетска постројења и опрема, Машински факултет, Београд.

## ПРИКАЗ РАДОВА

(групе 1.2 и 1.3)

### Група 1.2

#### Радови у научним часописима међународног значаја објављени у целини (SCI листа), M23

У оквиру овог рада дати су резултати теоријских и експерименталних истраживања осредњених поља притиска и брзине турбулентних вихорних струјања, као и њихова промена дуж правог кружног дифузора. Дат је преглед главних карактеристика вихорног струјања и дефинисана методологија представљања промене специфичне енергије, енергетских губитака и осредњене циркулације од појединих карактеристичних параметара вихорног струјања и других параметара дуж дифузора.

## Радови у научним часописима националног значаја објављени у целини, М51

Први и четврти рад ове групације представљају примену методе која је заснована на Лагранжеовом принципу виртуелног рада. Метода је примењена за одређивање оптималног облика струјног простора, и то у првом раду у случају уводне коморе хидрауличне турбине типа Банки, са минимумом негативних појава, као нпр. мртва вода, нестационарне појаве и др. У другом раду су прорачунати интегрални дејства и пронађен минимум за различите конструкције дифузора, аерационог цевовода, уводника аксијалне пумпе и др.

Други рад ове групе представља свеобухватни приказ процене стања постојеће хидромашинске и електро опреме једног хидроагрегата пре ревитализације. Испитивањем је утврђен тренутни степен искоришћења и поузданост, а анализом резултата и могућност повећавања снаге и степена корисности хидроагрегата.

У оквиру трећег рада аутори су приказали резултате комплексних гаранцијских испитивања агрегата са уграђеном цевном турбином на додатној електрани ХЕ Ђердап 2 у којима су учествовали. Дати су услови под којима је вршено мерење, као и анализа добијених резултата на три различита пада.

Четврти рад приказује резултате вишегодишњег истраживања, развоја и освајања малих хидроелектрана са Банки турбинама. На бази истраживања је сачињен каталог типизираних турбинских агрегата са Банки турбином, у распону снага од 1 до 315kW, протока од 2 до 2,6·104 l/s и падова од 3 до 50m.

У петом раду дати су методологија и резултати сложених енергетских испитивања агрегата уграђеног у хидроелектрану Зворник. Анализом експерименталних резултата добијених мерењем на терену одређене су пропелерне и комбинаторске карактеристике Капланове турбине, чиме је направљена основа за урегулisaвање система управљања хидроагрегатом у циљу постизања већег степена искоришћења. Специфична пажња је посвећена одређивању коефицијента протокомера по методи Winter-Kennedy.

## Група 1.3

### Рад саопштен на скупу међународног значаја, штампан у целини, М33

Циљ првог рада је приказ истраживања утицаја вихора на неизотропност турбулентне вискозности и нелокалног преноса у турбулентном вихорном струјању у цеви. Истраживањем је показана неизотропна расподела турбулентне вискозности, као и Прантлове путање мешања.

Други рад приказује метод одређивања полупречника вихорног језгра аксијалног вентилатора, користећи Лагранжеов принцип виртуелног рада. Изнети резултати, у много чему, истичу значај овог параметра за пројектовање аксијалних вентилатора са високим степеном корисности.

Трећи рад приказује методе и поступке решавања појединих проблема у водоводним системима. Изнети резултати, у много чему, истичу значај дефинисања параметара за пројектовање водоводних система.

У четвртном раду ове групе се, на основу одговарајућих експерименталних резултата *in situ* и постојећих процедура у одржавању и експлоатацији хидроелектрана, постављају поједине хипотезе о избору и реализацији неопходних активности управљања хидроелектраном у циљу повећавања поузданости њеног рада.

Пети рад представља анализу вишегодишњих испитивања губитака постојећих хидрогенератора уграђених у три различите хидроелектране који су планирани за ревитализацију. Дата методологија има за циљ изналажење могућности повећања снаге и степена искоришћења хидрогенератора. Резултати мерења на терену појединих параметара генератора у различитим режимима рада (термалним условима) упоређени су са прорачунским резултатима, а затим су одређени ефекти појединачних губитака на укупни степен корисности.

Представљени резултати у шестом раду групе 1.3 имају за циљ да прикажу повећавање ефикасности рада Капланове турбине. Измерени подаци на самој хидроелектрани за различите падове послужили су за одређивање стварне комбинаторске везе, подешавање нове регулације и показали колико се за поједине погонске тачке разликује снага и степен корисности у односу на неподешено регулисање.

У оквиру седмог рада приказан нови тип реверзибилног млазног аксијалног вентилатора са малим степеном реакције. Истраживања и развој обављени су индиректним методом за два типа профила лопатица обртног кола, симетрични и асиметрични профил. Конструисана је опитна инсталација и извршена су обимна експериментална испитивања оба типа вентилатора за различите угловне положаје лопатица обртног кола и за различите брзине обртања. Експериментални резултати дају потврду о добром пројектовању обртног кола. Такође, извршен је и прорачун 3Д струјања кроз вентилатор, односно CFD анализа (индиректни проблем).

Осми рад се бави проблемом косог дострујавања воде на нископадне бранске хидроелектране са цевним турбинама, променом енергетских карактеристика турбина услед стварања вихора на улазу у проточни тракт, који се даље простире низводно до улаза у обртно коло, и последицама које оно изазива на рад турбина. Резултати моделских испитивања постојеће уграђене турбине која су обављена у две независне светске лабораторије (ЛМЗ-Санкт Петербург и ЛМХ-Лозана) и резултати испитивања главног извођења

цевне турбине на самој ХЕ „Ђердап 2“ искоришћени су у циљу приказивања последица које косо дострујавање воде на електрану има на експлоатацију хидроагрегата.

Резултати мерења енергетских карактеристика две различите Капланове турбине у истој хидроелектрани на три нето пада након њихове ревитализације дати су у деветом раду ове групе. Одређене су комбинаторске карактеристике на мереним падовима, а резултати добијени мерењем апсолутном методом су упоређени са резултатима добијеним index тестом.

Десети рад презентује неке од резултата добијених комплексним гаранцијским испитивања цевне турбине агрегата уграђеног на додатној ХЕ „Ђердап 2“. Дата је методологија и услови под којима су обављена мерења, анализа резултата, као и одређивање коефицијента протокомера помоћу релативне index методе. Ово истраживање је од великог значаја за поуздани рад ХЕ „Ђердап 2“.

У једанаестом раду су хронолошки дате најзначајније формуле за прерачунавање укупних бездимензијских хидрауличких губитака са модела на главно извођење хидрауличних турбина. Анализом веома ретких и драгоцених резултата експерименталних испитивања четири модела различитих димензија и главног извођења геометријски сличне Капланове турбине, аутори су формирали нову зависности хидрауличких губитака и Рејнолдсовог броја и предложили нову формулу за прерачунавање степена корисности за оптималне радне режиме турбина.

### **Рад саопштен на скупу националног значаја, штампан у целини, М63**

Први рад из групе представља метод баждарења цилиндричне сонде са три отвора пречника 8 mm, као и начин мерења дводимензијског и квазираванског поља брзина, као и поља притиска. Баждарењем се одређују баждарни коефицијенти у зависности од Рејнолдсовог броја дефинисаног на основу фиктивне брзине.

У оквиру другог рада ове групе су приказана два оригинална конструктивна решења Банки турбине, конзолног и отвореног типа. Извршена је типизација ових турбина, приказани су сводни дијаграми, а овај тип мале хидротурбине је приказан као погодан за искоришћење потенцијала одређених малих водотокова.

Трећи рад сажето приказује резултате вишегодишњих истраживања, развоја и освајања малих хидроелектрана (МХЕ) са Банки турбинама, које задржавају висок степен корисности у широком интервалу протока, што је од значаја за мале водотокове у Републици Србији због велике промене протока током године. У раду су приказани одређени геометријски параметри конзолне Банки турбине БТ.90.К, инсталација за испитивање, неки резултати енергетских испитивања модела турбине и др. На крају је пример уградње МХЕ са Банки турбином, као и дијаграм са типизацијом турбинских агрегата са Банки турбином серије БТ.90.

У четвртном раду ове групе приказана је Winter-Kennedy метода мерења протока код хидрауличних турбина у хидроелектранама и различити начини одређивања вредности коефицијента протокомера. Оригиналну методологију одређивања коефицијента протокомера аналитичким путем познајући при томе геометрију спирале и места прикључака за мерење диференцијалног притиска, аутори су упоредили са експерименталним резултатима добијеним на три различите геометрије хидрауличних турбина.

### **Радови штампани у изводу у материјалима међународних скупова, М34**

У овом раду приказани су резултати лабораторијских моделских испитивања цевне турбине и резултати испитивања прототипа турбине на терену. Прерачунате енергетске карактеристике модела и карактеристике главног извођења су упоређене у циљу одређивања узрока њиховог значајног одступања, проблема косог дострујавања воде на хидроелектрану и евентуалних последица које има на експлоатацију хидроагрегата. Посебна пажња је посвећена феноменологији настанка вихорног струјања у проточном тракту турбине.

### **Радови штампани у изводу у материјалима скупова националног значаја, М64**

Рад приказује резултате хидрауличног и вибрационог испитивања хидроагрегата двојне регулације у циљу повећања енергетске ефикасности.

## **ПРИКАЗ ТЕХНИЧКИХ РЕШЕЊА** (група 1.4)

У првом техничком решењу, аутори су освојили нови тип референтног модела цевне турбине који ће задовољити параметре највећег броја будућих неизграђених локација у Србији. Референтни модел омогућује да се према пројектним захтевима локације одреди пречник прототипа и да се, у зависности од локације, као прототипови изведу цевне турбине: класичног типа, РИТ-типа и S-типа. Током вишегодишњег

истраживања освојени су геометријски облици спроводног апарата и обртног кола као и геометрије проточних трактова цевних турбина. Урађена је техничка документација за израду модела. Модел је израђен у фабрици АТБ-ФОД, Бор. Пречник обртног кола модела је  $D_M=280\text{mm}$ .

Друго техничко решење представља прототип Банки микротурбине турбине конзолног типа ВТ90-К израђен за малу хидроелектрану на локацији Потпећка река – Злакуса. Прототип је конструисан на основу резултата моделских испитивања извршених у Лабораторији за хидрауличне машине и енергетске системе Машинског факултета у Београду. Карактеристике овог једноставног, али поузданог техничког решења су: снага турбине 11 kW, брзина обртања  $1500\text{ min}^{-1}$  и пречник обртног кола 0,14 m. Сви елементи агрегата су израђени од нерђајућег челика и налазе се на заједничком постољу чиме се омогућује једноставна уградња у мале хидроелектране.

У трећем техничком решењу модел турбине је прорачунат и конструисан користећи савремене методе за одређивање геометријских хидрауличких облика. Модел је направљен и испитан на опитној инсталацији у Заводу за хидрауличне машине и енергетске системе, Машинског факултета у Београду. Испитивања су обављена у циљу провере оптималних геометријских облика проточних елемената Банки турбина. Такође, коришћене су и методе визуализације струјања при чему је предња плоча направљена од клирита. Помоћу сонди за мерење брзина и притисака мерене су карактеристике струјног поља у уводним органима и испред обртног кола. Резултат испитивања енергетских карактеристика је дат у виду универзалне карактеристике приказане у датом материјалу. На основу моделских испитивања сачињен је сводни дијаграм Банки турбина на основу кога могу да се бирају геометријске карактеристике према паду, протоку и брзини обртања.

Један од начина стварања еколошких услова у тунелима је примена реверзибилних млазних аксијалних вентилатора, што представља четврто техничко решење. Они се постављају на погодна места у тунелима, обично са леве и десне стране тунела при своду, у каскадном распореду те се на тај начин загађени ваздух евакуише из тунела. Реверзибилност се састоји у томе да вентилатор може радити у оба смера, зависно од разлике притисака на улазу и излазу тунела остварујући при томе исте карактеристике. Сагледавајући потребе за оваквим уређајем конструисан је нови тип аксијалног млазног вентилатора. Остваривање реверзибилности при истим карактеристикама вентилатора ствара озбиљне проблеме при конструисању обртног кола. У циљу постизања задовољавајуће потисне силе конструисана су два облика лопатица кола: класичан и нови облик кола (који је дао боље резултате). На основу истраживања конструисан је и направљен модел аксијалног вентилатора ради испитивања у лабораторији који се састоји од аксијалног обртног кола специјалне конструкције која може да обезбеди реверзибилност електромотора наизменичне струје, истоветног улаза и излаза са исправљачем ваздушне струје и пригушивачем звука. Вентилатор је испитан на новом конструисаном опитном лабораторијском постројењу у Заводу за хидрауличне машине и енергетске системе, Машинског факултета Универзитета у Београду. Испитивањем су добијене добре карактеристике које задовољавају примену за одржавање еколошких услова у тунелима.

Сачињен је поступак за прерачунавање карактеристика модела на жељене димензије прототипа. Технички проблем који се решава методом, дефинисаном у петом техничком решењу, је обликовање контуре струјног простора тако да се у њему добија стабилно струјање без нежељених струјних ефеката, као што су секундарна струјања, одвајање граничног слоја, појава „мртве воде” и повећање хидрауличких губитака. Метод се заснива на општој једначини динамике Лагранж-Даламберовом принципу виртуелног померања на флуидну средину. Наиме полазећи од Навије-Стоксове једначине уз одређене претпоставке применом принципа рада сила које делују на целокупну запремину струјног простора између граничних и контролних површина добија се услов кинетичке равнотеже струјања хомогеног флуида. За случај невискозног струјања решење проблема се своди на услов минимума интеграла дејства  $w$  струјног простора. Упрошћење струјања реалног флуида струјањем невискозног флуида има у овом случају оправдање због карактеристика струјања у проточном тракту без формирања мртве воде и зона са одлепљеним струјањем са танким граничним слојем. Поступак методе је развијен и примењен на низ случајева струјних простора, а специјално за обликовање струјног простора модела спирале Банки турбине при чему је постигнут високи степен корисности приликом моделских испитивања турбине.

Шесто техничко решење, експериментално постројење, представља инсталацију за баждарење протокомера запреминском методом која спада у групу примарних метода. Овакву инсталацију треба да има свака озбиљна лабораторија за хидрауличка и енергетска истраживања. Приликом одређивања енергетских карактеристика турбина, пумпи и хидромашинске опреме потребно је мерити проток са грешком испод 0,2%. Главни елементи експерименталног постројења су: резервоар за мерење запремине са прецизним мерачем нивоа, дивертер за скретање тока воде мимо или у резервоар, хронометар који мери време пуњења резервоара, пнеуматски уређај за закретање дивертера, систем цевовода за довођење воде до резервоара преко дивертера, систем цевовода за пражњење резервоара, систем цевовода у који се уграђује протокомер за баждарење, потапајућа пумпа која снабдева инсталацију водом потребног протока, уређај за регулисање броја обртаја пумпи, флексибилна црева. Конструкција инсталације је једноставна и обезбеђује једноставно руковање. Максимални проток који се може мерити је  $0,07\text{ m}^3/\text{s}$ . Сви поступци калибрације засновани су на стандарду ISO 8316.

Седмо техничко решење припада области машинства уопште, односно научним областима примењене механике флуида и хидрауличних машина и енергетских система, и служи да се

експерименталним истраживањима понашања вихорних турбулентних струјања иза кола турбомашина и низводно у цеви проникне у саму структуру струјања флуида. Такође ово експериментално постројење се може користити и за испитивање аксијалних вентилатора према стандардима ISO 5801. Турбулентно вихорно струјање последњих деценија изузетно заокупља пажњу истраживача широм света јер представља посебан изазов за изучавање комплексности турбулентних вихорних струјања. Инсталација за испитивање вихорних струјања пружа могућност истраживачима да обављају значајне експерименте, тако да је на њој урађено више значајних радова. Инсталација за испитивање вихорних струјања састоји се од: дугачке цилиндричне цеви (дужине 20m, унутрашњег пречника 398mm), аксијалног вентилатора са променљивим лопатицама обртног кола (вентилатором се ствара вихорно струјање), уводника на почетку цеви, једносмерног мотора са уређајем за промену и одржавање константне брзине обртања, проводним деловима цеви за визуализацију и могућности мерења поља брзина. Опитно постројење снабдевано је читавим низом мерне опреме за мерење брзина и притисака комбинованим сондама и сондом за мерење просторног поља брзина и притисака, брзине обртања вентилатора, снаге вентилатора, PIV (Particle Image Velocimetry) инсталацијом и ласер- доплер анемометријом (Laser Doppler Anemometry) за мерење просторних брзина као и са сондама са загрејаном жицом (Hot-Wire Anemometry).

Осмо и девето техничко решење су базирани на истраживачко-развојним ресурсима вишегодишњег континуалног истраживања проблематике динамичких феномена реалних објеката и држи корак са светским истраживањима из ове области. Модална анализа, која је платформа ових техничких решења, базирана је на експерименталном, математичком и интегралном математичко-експерименталном приступу и управо оријентисана према структурном аспекту конструкција. Осмо техничко решење се односи на истраживање динамичког понашања које за последицу има проблем повишених вибрација на једном делу турбоагрегата АЗ у ТЕ "Никола Тесла" у Обреновцу. На основу резултата испитивања (резултати структурног теста) закључено је да номинална брзина обртања агрегата практично уклештена са два доминантна динамичка мода, од којих се један односи на структуру вратила, а други на структуру лежаја, који представљају узрочнике повишених вибрација. Идентификован проблем је саниран и турбоагрегат АЗ се већ дуже време налази у поузданој експлоатацији, ослобођен присуства ранијих повишених вибрација. Девето решење се односи на истраживање динамичког понашања вентилаторског постројења (вентилатор/ваздушни канал) које снабдева ваздухом котлове од 116 MW у ЈКП "Београдске електране" - Топлана Нови Београд. На основу резултата испитивања утврђен је узрок нестабилног рада вентилатора, односно природа присутног проблема (феномен "rotating stall") и начин његове санације. Идентификован проблем је јако битан са аспекта поузданог рада котлова у ЈКП "Београдске електране" - Топлана Нови Београд, а има и већи значај јер се односи на све врсте центрифугалних и аксијалних вентилатора, пумпи и компресора.

## Г: Мишљење комисије о испуњености услова

На основу детаљног прегледа и разматрања достављеног материјала, а у складу са Законом о универзитету, Статутом Универзитета у Београду, Статутом Машинског факултета Универзитета у Београду и Правилником Комисије за изборе наставника и сарадника Факултета, Комисија за писање Извештаја закључује да пријављени кандидат др Иван Божић, дипл.инж.маш. испуњава све формалне и суштинске услове за избор у звање доцента.

Комисија стога, са посебним задовољством, предлаже Изборном већу Машинског факултета Универзитета у Београду да изабере **др Ивана Божића, дипл.инж.маш. у звање и на радно место доцента** Универзитета у Београду, на одређено време од пет година са пуним радним временом, за **ужу научну област Хидрауличне машине и енергетски системи**, при Катедри за хидрауличне машине и енергетске системе на Машинском факултету Универзитета у Београду.

У Београду, 17.01.2013. год.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

проф. др Александар Гајић,  
Универзитет у Београду Машински факултет

проф. др Милош Недељковић  
Универзитет у Београду Машински факултет

др Мирослав Бенишек, редовни професор у пензији  
Универзитет у Београду Машински факултет

**С А Ж Е Т А К**  
**ИЗВЕШТАЈА КОМИСИЈЕ О ПРИЈАВЉЕНИМ КАНДИДАТИМА ЗА**  
**ИЗБОР У ЗВАЊЕ**

**I - О КОНКУРСУ**

Назив факултета: Универзитет у Београду Машински факултет  
Ужа научна, односно уметничка област: Хидрауличне машине и енергетски системи  
Број кандидата који се бирају: један  
Број пријављених кандидата: један  
Имена пријављених кандидата:  
1. **Иван Божић**

**II - О КАНДИДАТИМА**

**Под 1.**

**1) - Основни биографски подаци**

- Име, средње име и презиме: Иван Обрад Божић  
- Датум и место рођења: 11.08.1977. год. Краљево  
- Установа где је запослен: Универзитет у Београду Машински факултет  
- Звање/радно место: асистент  
- Научна, односно уметничка област: Хидрауличне машине и енергетски системи

**2) - Стручна биографија, дипломе и звања**

Основне студије:

- Назив установе: Машински факултет Универзитет у Београду  
- Место и година завршетка: Београд, 2001.

Магистеријум:

- Назив установе: -  
- Место и година завршетка: -  
- Ужа научна, односно уметничка област: -

Докторат:

- Назив установе: Универзитет у Београду Машински факултет  
- Место и година одбране: Београд, 2012.  
- Наслов дисертације: „Теоријско и експериментално истраживање расподеле губитака енергије у аксијалним хидрауличним турбинама“  
- Ужа научна, односно уметничка област: Хидрауличне машине и енергетски системи –  
Примењена механика флуида

Досадашњи избори у наставна и научна звања:

Кандидат је запослен на МФ УБ, Катедри за хидрауличне машине и енергетске системе (КХМЕС):  
1. од 15.07.2002. асистент-приправник  
2. од 09.06.2010. асистент

## 3) Објављени радови

|                                                                                                        |                                                    |                                 |                                                                                                      |                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| <b>Име и презиме:</b><br><b>Иван Божић</b>                                                             | <b>Звање у које се бира:</b><br><b>Доцент</b>      |                                 | <b>Ужа научна, односно уметничка област за коју се бира: хидрауличне машине и енергетски системи</b> |                                 |
| <b>Научне публикације</b>                                                                              | Број публикација у којима је једини или први аутор |                                 | Број публикација у којима је аутор, а није једини или први                                           |                                 |
|                                                                                                        | пре последњег избора/реизбора                      | после последњег избора/реизбора | пре последњег избора/реизбора                                                                        | после последњег избора/реизбора |
| Рад у водећем научном часопису међународног значаја објављен у целини                                  | -                                                  | -                               | -                                                                                                    | -                               |
| Рад у научном часопису међународног значаја објављен у целини                                          | -                                                  | -                               | 1                                                                                                    | -                               |
| Рад у научном часопису националног значаја објављен у целини                                           | -                                                  | -                               | 5                                                                                                    | -                               |
| Рад у зборнику радова са међународног научног скупа објављен у целини                                  | -                                                  | -                               | 11                                                                                                   | -                               |
| Рад у зборнику радова са националног научног скупа објављен у целини                                   | -                                                  | -                               | 4                                                                                                    | -                               |
| Рад у зборнику радова са међународног научног скупа објављен само у изводу (апстракт), а не и у целини | -                                                  | -                               | 1                                                                                                    | -                               |
| Рад у зборнику радова са националног научног скупа објављен само у изводу (апстракт), а не и у целини  | -                                                  | -                               | 1                                                                                                    | -                               |
| Научна монографија, или поглавље у монографији са више аутора                                          | -                                                  | -                               | -                                                                                                    | -                               |
| <b>Стручне публикације</b>                                                                             | Број публикација у којима је једини или први аутор |                                 | Број публикација у којима је аутор, а није једини или први                                           |                                 |
|                                                                                                        | пре последњег избора/реизбора                      | после последњег избора/реизбора | пре последњег избора/реизбора                                                                        | после последњег избора/реизбора |
| Рад у стручном часопису или другој периодичној публикацији стручног или општег карактера               | -                                                  | -                               | -                                                                                                    | -                               |
| Уџбеник, практикум, збирка задатака, или поглавље у публикацији те врсте са више аутора                | -                                                  | -                               | -                                                                                                    | -                               |
| Остале стручне публикације (пројекти, софтвер, друго)                                                  | 1                                                  | -                               | 72                                                                                                   | -                               |

1. Benišek M.H., Ilić D.B., Čantrak Đ.S., Božić I.O. (2010): Investigation of the Turbulent Swirl Flows in a Conical Diffuser, Thermal Science, Vol. 14, Suppl., pp. S141-S154, ISSN 0354-9836, IF за 2010. год.: 0,706, <http://www.doiserbia.nb.rs/img/doi/0354-9836/2010/0354-98361000026B.pdf>

#### **4) - Оцена о резултатима научног, односно уметничког и истраживачког рада**

Кандидат је коаутор једног рада у часопису са SCI листе, категорисаног као M23 и пет радова у часописима националног значаја (категирија M51). Кандидат има једанаест радова у зборницима радова са међународних научних скупова објављених у целини (категирија M33), 1 рад штампан у изводу у материјалима међународних скупова (категирија M34), затим четири рада у зборницима радова са националних научних скупова објављени у целини (категирија M63) и један рад штампан у изводу у материјалима скупова од националног значаја (категирија M64). Кандидат је учествовао у дванаест домаћих научних пројеката (основна истраживања, национални програм енергетске ефикасности, технолошки развој, иновациони и др.) који су финансирани од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије. Учествовао је у једном међународном TEMPUS пројекту. Кандидат је учествовао у изради девет техничких решења верификованих на Машинском факултету у Београду (два – категорија M83, три – категорија M84 и четири – категорија M85). Коаутор је 64 ауторизованих елабората, студија, експертиза и других докумената ограничене циркулације.

Свој научни и стручни рад и истраживања је посветио области Хидрауличне машине и енергетски системи – Хидрауличне турбине. Кандидат је научно-истраживачки рад развијао анализирајући струјне процеса у хидрауличним машинама (турбинама), бавећи се комплексном проблематиком одређивања расподеле губитака струјне енергије у њиховим сложеним геометријама, изналажећи међузависности конструктивно-геометријских параметара и струјно-енергетских карактеристика система применом најсавременијих лабораторијских и нумеричких експерименталних метода, разматрајући конструкционе измене геометрије струјног простора у циљу постизања бољих енергетских параметара. У поменутиим областима кандидат је учествовао у великом броју истраживачких и стручних активности.

#### **5) - Оцена резултата у обезбеђивању научно-наставног подмлатка**

Кандидат је учествовао у више од педесет комисија за одбрану дипломских и мастер (M.Sc.) радова.

#### **6) - Оцена о резултатима педагошког рада**

По оцени предметних наставника, кандидат има изузетног смисла за наставни и педагошки рад, добру комуникацију са студентима, колегама асистентима и наставницима. У анонимним анкетама студената, које се спроводе сваке школске године (од школске 2006/07) сходно Правилницима о студентском вредновању рада наставника и асистената Универзитета у Београду и Машинског факултета у Београду, увек је био оцењиван високим оценама за стручност, припремљеност, начин одржавања наставе и однос према студентима. Наставно педагошки рад кандидата је, на основу резултата претходно наведених анкета, оцењен одличном укупном просечном оценом 4,81.

## **7) - Оцена о ангажовању у развоју наставе и других делатности високошколске установе**

У области развоја наставе и других делатности на Машинском факултету у Београду кандидат је дао допринос активним учествовањем у реформи наставног процеса у складу са Болоњском декларацијом, што потврђује и његово именовање за представника матичне Катедре за хидрауличне машине и енергетске системе у Комисији за нове наставне планове и програме Машинског факултета Универзитета у Београду у периоду 2003-2004. године. На матичној Катедри пре реформе наставе (до школске 2005/06) држао је лабораторијске и аудиторне вежбе на предметима: Пројектовање хидромашинских постројења, Хидрауличне машине 2, Топлотне машине-турбокомпресори и Хидромашинска опрема. Након реформе наставе, кандидат је са великим успехом, квалитетно, професионално држао аудиторне и лабораторијске вежбе на разним нивоима студија из следећих наставних предмета Катедре за хидрауличне машине и енергетске системе: Хидрауличне турбине, Мерења у хидроенергетици, Вентилатори и турбокомпресори, Хидроенергетска постројења и опрема, Увод у енергетику и Стручна пракса хидроенергетике. Учествовао је, такође, у извођењу вежби из предмета Основи конструисања (курсеви из програмског пакета CATIA) и држао консултативну наставу (школске 2004/05 године) на предметима Статика и Отпорност материјала (Војна академија Војске Србије и Црне Горе).

Кандидат се увек трудио да извођење вежби осавремени, обезбеђивањем квалитетног материјала за аудиторне вежбе и имплементирањем стеченог знања техника учења похађањем савремених дидактичко-методичких семинара. Заинтересованим студентима је током целе године, својом сталном доступности, обезбеђивао и могућност додатне наставе. Активно је радио са студентима при изради њихових дипломских и мастер радова, укључујући их у савремене научне и стручне токове. У свом досадашњем раду, на свим нивоима студија, оцењиван је од студената одличним оценама, како је наведено у тачки 6.

Својим значајним бројем излагања научно-стручних радова и учешћа на домаћим и међународним конгресима, кандидат је успешно представљао своју научну област и високошколску установу на којој је запослен.

Кандидат се, у оквиру сарадње Машинског факултета Универзитета у Београду са привредом, континуално стручно усавршавао учествовањем у пројектима из којих су произашли бројни ауторизовани елаборати, експертизе и други документи ограничене циркулације. Учествовао у више енергетских испитивања турбина и генератора уграђених у хидроелектранама у Србији. Такође, своје стручне квалитете је, у земљи и иностранству (Швајцарска, Аустрија, Словенија), доказивао ангажовањем у консултантским пословима у вези са пословима ревитализације, моделских испитивања и развоја нових хидрауличних турбина за Електропривреду Србије.

Током рада на Машинском факултету у Београду учествовао је у раду више факултетских комисија: за нове наставне планове и програме Машинског факултета Универзитета у Београду (2003.-2004.), за доделу диплома (2002.-2003.), за библиотеку (2009 - ), за избор чланова Савета Машинског факултета (2012) и за ревизију библиотечког фонда (2012). Као члан Организационих одбора, својим активним учествовањем, помогао је реализацији више домаћих и међународних конгреса из области метрологије и струјања у хидрауличним машинама и водопривредним системима.

### III - ЗАКЉУЧНО МИШЉЕЊЕ И ПРЕДЛОГ КОМИСИЈЕ

На основу детаљног прегледа и разматрања достављеног материјала, а у складу са Законом о универзитету, Статутом Универзитета у Београду, Статутом Машинског факултета Универзитета у Београду и Правилником Комисије за изборе наставника и сарадника Факултета, Комисија за писање Извештаја закључује да пријављени кандидат др Иван Божић, дипл.инж.маш. испуњава све формалне и суштинске услове за избор у звање доцента.

Комисија стога, са посебним задовољством, предлаже Изборном већу Машинског факултета Универзитета у Београду да изабере **др Ивана Божића, дипл.инж.маш. у звање и на радно место доцента** Универзитета у Београду, на одређено време од пет година са пуним радним временом, за **ужу научну област Хидрауличне машине и енергетски системи**, при Катедри за хидрауличне машине и енергетске системе на Машинском факултету Универзитета у Београду.

Место и датум: Београд, 17.01.2013. године

#### ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

\_\_\_\_\_  
проф. др Александар Гајић  
Универзитет у Београду Машински факултет

\_\_\_\_\_  
проф. др Милош Недељковић  
Универзитет у Београду Машински факултет

\_\_\_\_\_  
др Мирослав Бенишек, ред. проф. у пензији  
Универзитет у Београду Машински факултет