

НАУЧНО-НАСТАВНОМ ВЕЋУ МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

Предмет: **Извештај о прихватању теме докторске дисертације мр Александра П. Симића**

На основу Одлуке Наставно-научног већа Машинског факултета Универзитета у Београду бр. 590/3 од 28.04.2011. године, а по Пријави бр. 590/1 од 07.04.2011. године кандидата мр Александра Симића дипл.инж.маш., именовани смо за чланове Комисије за оцену научне заснованости предложене теме. На основу увида у достављени материјал Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

Предложени назив теме докторске дисертације:

ЕНЕРГЕТСКА ЕФИКАСНОСТ РЕЧНИХ САМОХОДНИХ ТЕРЕТНИХ БРОДОВА

1. Подаци о кандидату

1.1 Биографски подаци

Кандидат је рођен 08. јула 1972. године у Београду, где је завршио основну школу, а потом и Шесту београдску гимназију, природно-математички смер. Машински факултет је уписао школске 1991/92. године, а дипломирао је на Групи за бродоградњу 1998. год. са средњом оценом 8.03. Дипломски рад на тему "**Анализа основних параметара савремених вишенаменских теретних бродова**" је одбранио са оценом 10.

Од 1998. године је као стипендиста Министарства за науку и технологију Републике Србије, као приправник-таленат радио на Катедри за Бродоградњу на пројекту "*Развој нових инжењерских метода у машинству и бродоградњи*" и био ангажован у настави.

Од априла 1999. године је запослен на Катедри за бродоградњу као асистент-приправник за предмете *Отпор, пропулзија и кормиларење брода* и *Пројектовање брода*. Последипломске студије на Групи за бродоградњу Машинског факултета у Београду је уписао школске 1998/99. године. Магистарски рад "**Методе за одређивање својстава управљивости брода**" одбранио је у мају 2005. године. У септембру 2005. године је изабран у звање асистента за ужу научну област бродоградња. У овом периоду је активно учествовао на већини пројеката Катедре. Од увођења новог система студирања, у складу са Болоњском декларацијом, ангажован је на предметима *Отпор брода, Пропулзија брода, Опрема брода, Пројектовање брода, Кормиларење брода и Рачунарски алати у бродоградњи*.

1.2 Списак научних и стручних радова

Дипломски рад

1. Симић, А., (1998), "Анализа основних параметара савремених вишенаменских теретних бродова", Машински факултет, Београд

МАГИСТАРСКИ РАД

2. Симић, А., (2005), "Методе за одређивање својстава управљивости брода", Машински факултет, Београд

РАДОВИ ОБЈАВЉЕНИ У МЕЂУНАРОДНИМ ЧАСОПИСИМА

3. Müller-Graf, B., Radojčić, D., Simić, A., (2002), "Resistance and Propulsion Characteristics of the VWS Hard Chine Catamaran Hull Series '89", Transactions of The Society of Naval Architects and Marine Engineers, Vol. 110, pp. 1-29
4. Müller-Graf, B., Radojčić, D., Simić, A., (2003), "Discussion of Paper 1: Resistance and Propulsion Characteristics of the VWS Hard Chine Catamaran Hull Series '89", Marine Technology, Vol. 40, No. 4, pp. 303-313.
5. Radojčić, D., Simić, A., Kalajdžić, M., (2009), "50 Years of Gawn-Burrill KCA Propeller Series", International Journal of Small Craft Technology, The Transactions of The Royal Institution of Naval Architects, Vol.151 Part B2, pp. 9-17.

СТРУЧНИ РАДОВИ И УЧЕШЋЕ НА ПРОЈЕКТИМА

6. Понудбена документација за пилотски чамац за луку Бар ($L = 12\text{m}$, $B = 4\text{m}$, $P = 2 \times 220\text{kW}$), урађена у сарадњи са проф. Д. Радојчићем за фирму Навар из Херцег Новог, 2000., Београд
7. Понудбена документација за туристичку јахту од стакло-пластике – више варијанти ($L=12\text{m}$, $B = 4\text{m}$, $P = 2 \times 220\text{kW}$), урађена у сарадњи са проф. Д. Радојчићем за фирму Навар из Херцег Новог, 2001., Београд
8. Radojčić, D., Simić, A., (2001), "Technical documentation for production of 4.5m GRP boat", Belgrade

9. Hofman, M., Radojčić, D., Motok, M., Simić, A., (2003) "Container Vessels for the Danube Waterway – Guidelines on Preliminary Design", Faculty of Mechanical Engineering, Belgrade
10. Моток, М., Хофман, М., Симић, А., Јововић, Ј., Бачкалов, И., (2005), "Мерење и анализа линијских вибрација брода Делиград", Извештај бр. 13.08/1-2005, Машински факултет, Београд
11. Хофман, М., Моток, М., Достанић, С., Симић, А., Јововић, Ј., Бачкалов, И., (2005), "Мерење и анализа апсорбције снаге брода Делиград", Извештај бр. 13.08/2-2005, Машински факултет, Београд
12. Хофман, М., Моток, М., Достанић, С., Симић, А., Јововић, Ј., Бачкалов, И., (2005), "Мерење и анализа торзионих вибрација вратилног вода брода Делиград", Извештај бр. 13.08/3-2005, Машински факултет, Београд
13. Radojčić, D., Simić, A., (2005), "Hydrodynamic performances of high speed planing craft - KORAL", Report No. 13-4-13.07/2005, Belgrade
14. Radojčić, D., Simić, A., (2007), "Power prediction and propeller selection for high speed planing craft with propeller tunnels", Belgrade
15. Radojčić, D., Simić, A., (2007), "Hydrodynamic performances of high speed planing craft", Belgrade
16. Radojčić, D., Simić, A., (2008), "Analysis of Towing Forces – Towing of an Accommodation/Work Barge 'Baskunchak' by a Tug/Supply Vessel 'Sara Maatje IX'", Belgrade
17. Симић, А., Калајџић, М., (2009), "Мерење и анализа апсорбције снаге пропульзивног комплекса чамца Јов 1", Београд
18. Симић, А., (2010), "Мерење и анализа апсорбције снаге пропульзивног комплекса самоходног речног теретног брода TRANSFERIUM", Београд
19. Симић, А., (2010), "Мерење и анализа апсорбције снаге пропульзивног комплекса самоходног речног теретног брода ZEMUN", Београд
20. Симић, А., (2010), "Мерење и анализа апсорбције снаге пропульзивног комплекса самоходног речног теретног брода DELIGRAD", Београд
21. Simić, A., (2010), "Analysis of propulsion characteristics of 50000t bulkcarrier ERYNE", Belgrade
22. Simić, A., Kalajdžić, M., (2011), "Full scale experiments onboard 50000t bulkcarrier ERLYNE – delivered power, noise and vibration level measurements", Belgrade

РАДОВИ САОПШТЕНИ НА ДОМАЋИМ СКУПОВИМА

23. Симић, А., (2009), "50 Година Gawn-Burrill пропелерске серије са сегментним профилима", Друштво Бродограђевних Инжењера и Теничара, Београд

ТЕХНИЧКА РЕШЕЊА

24. Симић, А., (2009), "PropSim – компјутерски програм за анализу хидродинамичких карактеристика бродских пропелера", Машински факултет, Београд

УЧЕШЋЕ НА ПРОЈЕКТИМА ПРОГРАМА ТЕХНОЛОШКОГ РАЗВОЈА

Пројекат у оквиру Програма технолошког развоја, „РАЗВОЈ НОВЕ ГЕНЕРАЦИЈЕ РО-РО И КОНТЕЈНЕРСКИХ БРОДОВА”, Министарство науке и заштите животне средине Републике Србије, МИС.3.06.0259.А, 2002-2004

Пројекат у оквиру Програма технолошког развоја, „РАЗВОЈ НОВЕ ГЕНЕРАЦИЈЕ РЕЧНИХ ТЕРЕТНИХ БРОДОВА”, Министарство за науку и заштиту животне средине Републике Србије, Пројекат ТР-006317А, 2005-2008

Пројекат у оквиру Програма технолошког развоја, „РАЗВОЈ СИГУРНИХ, ЕФИКАСНИХ, ЕКОЛОШКИХ (СЕ-ЕКО) БРОДОВА”, Министарство за науку и технолошки развој Републике Србије, Пројекат ТР-14012, 2008-2010

Пројекат у оквиру Програма технолошког развоја, „РАЗВОЈ НОВЕ ГЕНЕРАЦИЈЕ СИГУРНИХ, ЕФИКАСНИХ, ЕКОЛОШКИХ (СЕ-ЕКО) БРОДОВА”, Министарство за науку и технолошки развој Републике Србије, Пројекат ТР-35009, 2011 - пројекат у току

2. ОБРАЗЛОЖЕЊЕ ТЕМЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1 Предмет и циљ истраживања

Ефикасност теретног брода, у енергетском смислу, пре свега зависи од количине терета коју је могуће транспортовати, али и од енергије коју је при томе потребно уложити. До сада су уређене бројне студије које се баве поређењима енергетске ефикасности различитих видова транспорта. Када је реч о транспорту робе бродовима и могућој алтернативи, првенствено се мисли на речни транспорт на унутрашњим пловним путевима. Општи закључак је да је транспорт робе бродовима знатно економичнији од било ког другог вида транспорта. Осим тога, „пребацавањем“ робе на реке растеређује се копнена инфраструктура, чиме се између осталог смањују бука, загађење ваздуха итд. У том смислу се очекује да ће недовољно искоришћени потенцијали унутрашњих пловних путева постати неупоредиво већи предмет интересовања научне и стручне јавности и то како у свету и Европи тако и у Србији.

Иако се бродови граде и плове од најранијих дана, доста тога се променило у концепцији, коришћеним материјалима, технологији градње, итд. Оно што и особа која се не бави бродовима може да уочи, су огромне димензије савремених бродова. Модерни речни самоходни теретни бродови могу да понесу и преко 4000 тона терета. Овај „пораст“ димензија инициран је пре свега потребама да се превезе што више робе уз што мање трошкове.

У оквиру докторске тезе посебна пажња ће бити посвећена још увек недовољно истраженим проблемима погона речних самоходних теретних бродова, а који непосредно утичу на њихову енергетску ефикасност. Неке од тема које ће у оквиру тезе посебно бити анализиране, а које би првенствено требале да размотре корелацију између моделских испитивања и његових перформанси у природној величини, су:

- Утицај храпавости оплате брода,
- Утицај храпавости пропелера,
- Утицај контролних уређаја – кормила,
- Утицај специфичности облика прамца и крме брода,
- Ограничења дубине и ширине пловног пута,
- Утицај конфигурације дна пловног пута,
- Утицај брзине тока реке,
- Утицај ветра и таласа.

Наиме, упркос изразито интензивном развоју нумеричких метода за решавање проблема бродске хидродинамике (CFD – Computational Fluid Dynamics), тачност резултата још увек није задовољавајућа да би се ове методе могле применити у свакодневној инжењерској пракси. Према томе поузданост експерименталних метода (EFD – Experimental Fluid Dynamics), односно метода које базирају на моделским испитивањима, ни изблиза није превазиђена. Уз то, резултати добијени на основу моделских испитивања се често не слажу са испитивањима речних самоходних теретних бродова у реалним условима. Према томе, један од циљева тезе је детаљнија анализа уочених одступања, као и дефинисање допунских критеријума чиме би се поменуте разлике свеле на прихватљиву меру. У оквиру истраживања посебна пажња ће бити посвећена утицају храпавости оплате брода и пропелера, али и утицају отклона кормила и заносења брода у пловидби код мерења апсорпције снаге у правој величини.

У раду ће бити разматран утицај форме брода на енергетску ефикасност, са посебним освртом на форму прамца и крме. У том смислу ће бити развијен математички модел који ће омогућити одређивање потребне снаге као и оптимизацију форме брода с гледишта енергетске ефикасности. Добијени резултати ће бити упоређени са резултатима директних мерења на бродовима у реалним околностима.

За разлику од морских бродова који најчешће плове у условима „неограничене“ дубине воде, тј. када су дубина воде и ширина пловног пута довољно велики да нема додатних хидродинамичких утицаја, речни бродови највећи део времена плове управо у условима када карактеристике пловног пута значајно утичу на кретање брода. Ово углавном неповољно утиче на енергетску ефикасност брода. Некада је за постизање исте брзине потребно уложити вишеструко већу снагу, односно, максимална брзина коју је могуће постићи може бити знатно мања од брзине коју би било могуће постићи када ових утицаја не би било.

Данас постоји више аналитичко-емпиријских метода за одређивање утицаја дубине воде и ширине пловног пута на отпор кретању брода. Међутим, утицај ограничења пловног пута на хидродинамичке карактеристике пропелера је у великој мери неистражен. Циљ тезе је да се на основу резултата расположивих моделских испитивања бродова и испитивања бродова у реалним условима детаљније истражи овај проблем, као и да се развију одговарајуће методе за процену хидродинамичких коефицијената, односно утицаја ограничења пловног пута на ефикасност пропелера.

Конечно, циљ дисертације је и да се дају препоруке, односно развију методе, које би имале за циљ повећање енергетске ефикасности будућих речних самоходних бродова. Покушаће се и разрада поступака за оцену енергетске ефикасности већ изграђених бродова, што ће омогућити њихово поређење, односно препознавање евентуалних узрока непотребних губитака. Наиме, од ангажоване снаге мотора директно зависи потрошња горива али и количина штетних гасова у издувној емисији. Према томе, може се закључити да би оптимизација енергетске ефикасности речног теретног брода била вишеструко корисна.

2.2 Полазне хипотезе

При изради дисертације поћи ће се од основних хипотеза на којима је данас заснована област бродске хидродинамике:

- При моделским испитивањима која имају за циљ одређивање отпора кретању брода, није могуће у потпуности обезбедити динамичку сличност. У циљу превазилажења овог недостатка у пракси се користи тзв. корелациони додатак. Вредност овог поправног коефицијента зависи од начина на који је иницирана турбуленција код модела, методе екстраполације, храпавости оплате брода, али и ранијих искустава институције у којој су испитивања обављена;
- Приликом моделских испитивања отпора брода, турбулентно струјање око модела се обезбеђује вештачки – повећањем храпавости модела у зони прамца;
- Модел брода који се користи при испитивањима треба да буде што је могуће већи како би се умањио ефекат размере, али при томе треба водити рачуна и о димензијама базена у коме се испитивање спроводи како не би дошло до појаве хидродинамичке „блокаде“;
- Екстраполација резултата са модела на брод се спроводи применом ИТТС-57, односно ИТТС-78 препорука;
- Хидродинамичке карактеристике пропелера се одређују на основу моделских испитивања која се спровode без присуства трупа брода;
- Интеракција између трупа брода и пропелера се може одредити тзв. тестом аутопропулзије (у случају моделских испитивања), односно тзв. методом идентификације система (у случају испитивања брода реалних димензијама);
- Повећање храпавости оплате брода као и пропелера, услед обраштања или механичких оштећења до којих може доћи током експлоатације брода, значајно утичу на хидродинамичке карактеристике;
- Уколико је однос дубине воде и газа брода мањи од 4, и/или уколико је Фрудов број на бази дубине воде већи од 0.7, долази до пораста отпора брода, хидродинамичког урона и трима брода, што доводи до пада енергетске ефикасности брода;
- Пловидба у условима ограниченог пловног пута, која је карактеристична за речне бродове, подразумева честе корекције курса (отклоном кормила) као и заношење брода што свакако узрокује повећање отпора брода;
- Спољашњи утицаји, као што су ветар и таласи, у великој мери утичу на брзину кретања брода;

2.3. Научне методе истраживања

Како би се остварио постављени циљ тезе, а услед сложености хидродинамичких појава које прате кретање речних бродова, при истраживању ће бити коришћене аналитичке, емпиријске, нумеричке и експерименталне методе.

Експериментална испитивања ће бити спроведена кроз директна мерења ангазоване снаге самоходних теретних бродова у реалним условима, и то како на бродовима који плове Дунавом тако и на бродовима на Рајни.

При изради тезе биће анализирани резултати спроведених мерења применом постојећих емпиријских и нумеричких метода. На тај начин ће бити успостављена корелација између енергетске ефикасности брода и карактеристика брода, укључујући и поменуте спољашње утицаје.

2.4 Очекивани научни допринос

Полазећи од циљева истраживања докторске дисертације очекује се научни допринос у области бродске хидродинамике, а пре свега у домену погона речних самоходних теретних бродова.

Многа од поменутих питања су недовољно истражена, па се у том смислу очекује да овом дисертацијом буду додатно разјашњени неки од хидродинамичких ефеката који утичу на енергетску ефикасност брода. Најзначајнији очекивани научни допринос ове докторске дисертације је:

- Успостављање боље корелације између моделских испитивања и речних самоходних теретних бродова реалних димензија;
- Утврђивање хидродинамичке интеракције између брода и пропелера у случају пловидбе ограниченим (по дубини и ширини) пловним путем;
- Успостављање математичког модела који ће омогућити одређивање потребне снаге за постизање захтеване брзине брода у зависности од форме брода, а уз уобичајена ограничења пловног пута;
- Унапређење поступка за оцену енергетске ефикасности речних самоходних теретних бродова.

3. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу анализе пријаве теме докторске дисертације мр Александра Симића, дипл.инж.маш., Комисија за подношење извештаја о прихватању теме и оцену научне заснованости докторске дисертације закључује да је предложена тема научно заснована и адекватна за израду докторске дисертације, као и да кандидат испуњава законске и друге услове за рад на предметној докторској дисертацији, тако да предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета у Београду да кандидату

мр Александру Симићу, дипл.инж.маш.

одобри израду докторске дисертације под насловом

ЕНЕРГЕТСКА ЕФИКАСНОСТ РЕЧНИХ САМОХОДНИХ ТЕРЕТНИХ БРОДОВА

За **ментора** кандидата током рада на овој докторској дисертацији предлаже се **др Милан Хофман**, редовни професор Машинског факултета Универзитета у Београду.

С поштовањем,

У Београду, 09.05.2011. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

Проф. др Милан Хофман, ментор

Машински факултет у Београду

Проф. др Дејан Радојчић
Машински факултет у Београду

Проф. др Владета Чолић,
Саобраћајни факултет у Београду