

**НАСТАВНО НАУЧНОМ ВЕЋУ МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У
БЕОГРАДУ**

Предмет: Извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата
мр Сандре Кастелец Мацура, дипл. инж.металургије.

Одлуком Наставно-научног већа Машинског факултета Универзитета у Београду бр. 73/2 од 20.01.2011. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата мр Сандре Кастелец Мацура, дипл. инж. металургије, под називом: «ИСТРАЖИВАЊЕ УТИЦАЈА ПАРАМЕТАРА ЗАВАРИВАЊА НА СТРУКТУРУ И КАРАКТЕРИСТИКЕ МЕТАЛА ШАВА ЛЕГУРЕ AlMg4.5Mn», о чему подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Увод

1.1. Наслов и обим дисертације

Докторска дисертација кандидата мр Сандре Кастелец Мацура, дипл. инж. металургије, под насловом «ИСТРАЖИВАЊЕ УТИЦАЈА ПАРАМЕТАРА ЗАВАРИВАЊА НА СТРУКТУРУ И КАРАКТЕРИСТИКЕ МЕТАЛА ШАВА ЛЕГУРЕ AlMg4.5Mn » је изложена на 108 страна и садржи садржи осам поглавља.

1.2. Хронологија одобравања израде дисертације

Кандидат мр Сандра Кастелец Мацура, дипл. инж. металургије, пријавила је израду докторске дисертације 29.02.2008., под бројем 241/1 Катедри за технологију материјала Машинског факултета у Београду. Кандидат је за ментора предложила проф. др Радицу Прокић-Цветковић. На основу пријаве кандидата и предлога Катедре, одлуком ННВ бр. 241/3 од 15.05.2008. године, прихваћен је предлог Комисије о испуњености услова кандидата и научне заснованости теме у саставу: проф.др Радица Прокић-Цветковић, проф. др Анђелка Милосављевић, проф. др Александар Седмак, др Венцислав Грабулов, виши научни сарадник и др Зијах Бурзић, научни саветник.

Комисија је поднела извештај у коме предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета у Београду да одобри тему докторске дисертације под радним називом «ИСТРАЖИВАЊЕ УТИЦАЈА ПАРАМЕТАРА ЗАВАРИВАЊА НА СТРУКТУРУ И КАРАКТЕРИСТИКЕ МЕТАЛА ШАВА ЛЕГУРЕ AlMg4.5Mn», наводећи да је предложена тема адекватна за израду докторске дисертације, као и да кандидат испуњава све законске и истраживачке квалификације за рад на дисертацији. У вези са захтевом докторанта Сандре Кастелец Мацура, дипл.инж. да се одобри израда докторске дисертације, одлуке Наставно-научног већа Машинског факултета о испуњености услова кандидата за израду докторске

дисертације и о именовању ментора, а на основу сагласности Већа научних области техничких наука Универзитета у Београду од 27.6.2008. године, донета је коначна одлука, којом се одобрава рад на теми докторске дисертације «ИСТРАЖИВАЊЕ УТИЦАЈА ПАРАМЕТАРА ЗАВАРИВАЊА НА СТРУКТУРУ И КАРАКТЕРИСТИКЕ МЕТАЛА ШАВА ЛЕГУРЕ $AlMg4.5Mn$ », под менторством проф. др Радице Прокић-Цветковић.

О завршетку докторске дисертације «ИСТРАЖИВАЊЕ УТИЦАЈА ПАРАМЕТАРА ЗАВАРИВАЊА НА СТРУКТУРУ И КАРАКТЕРИСТИКЕ МЕТАЛА ШАВА ЛЕГУРЕ $AlMg4.5Mn$ », ментор проф. др Радица Прокић-Цветковић обавестила је Катедру за технологију материјала, као и Наставно-научно веће Машинског факултета у Београду. Предложена је Комисија за оцену и одбрану рада у саставу: проф.др Радица Прокић-Цветковић, проф. др Анђелка Милосављевић, проф. др Александар Седмак, др Оливера Поповић, доцент и др Зијах Бурзић, научни саветник.

На основу наведеног дописа Наставно-научно веће је на седници од 20.01.2011. године једногласно усвојило обавештење о завршетку дисертације кандидата мр Сандре Кастелец Мацура под називом «ИСТРАЖИВАЊЕ УТИЦАЈА ПАРАМЕТАРА ЗАВАРИВАЊА НА СТРУКТУРУ И КАРАКТЕРИСТИКЕ МЕТАЛА ШАВА ЛЕГУРЕ $AlMg4.5Mn$ » и усвојило предлог Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације.

1.3. Место дисертације у одговарајућој научној области

Докторска дисертација «ИСТРАЖИВАЊЕ УТИЦАЈА ПАРАМЕТАРА ЗАВАРИВАЊА НА СТРУКТУРУ И КАРАКТЕРИСТИКЕ МЕТАЛА ШАВА ЛЕГУРЕ $AlMg4.5Mn$ » припада области техничких наука, машинство, ужој научној области Машински материјали – заваривање и Механика лома.

1.4. Биографски подаци о кандидату

Мр Сандра Кастелец Мацура, дипл. инж. металургије, рођена је 07. 07. 1971. у Земуну. Након завршетка основне и средње школе уписала је Технолошко-металуршки факултет 1990. године. Дипломирала је 1997. године на Катедри за ливарство, код ментора проф. др Загорке Аћимовић Павловић.

По завршетку студија, исте године, запослила се на Вишој Машинској техничкој школи у Земуну на месту стручног сарадника на предмету Машински материјали и Технички материјали. 1997 године уписује и постдипломске студије на Технолошко металуршком факултету на Катедри за ливарство. Магистарску тезу под називом «УТИЦАЈ ПАРАМЕТАРА МЕШАЊА НА КВАЛИТЕТ КОМПОЗИТА СА ОСНОВОМ ОД ЛЕГУРЕ $ZnAl25Cu3$ ДОБИЈЕНИХ КОМПОКАСТИНГ ПОСТУПКОМ» одбранила је 2007. године, код ментора проф. др Загорка Аћимовић Павловић.

Године 2010. добија звање Предавача за предмет Хемија и хемијске штетности на редовним студијама и предмет Заваривање и заварене конструкције на специјалистичким студијама на Високој школи струковних студија Техникум Таурунум, у Земуну.

Објавила је уџбеник: С.Кастелец Мацура, З. Аћимовић Павловић: *Испитивање материјала*; ВТМС Београд, 1999.

Учествовала је на пројектима:

1. З. Аћимовић Павловић, З. Поповић, Д. Крстић, С. Трипковић, М. Ђуришић, С. Кастелец Мацура: *Технолошко решење израде висококвалитетних одливака методом ливења са испарљивим моделима*, пројекат И.5.0979, Министарство за науку и технологију Србије, ТМФ Београд, *Петар Драпшин* - Младеновац, Институт *Кирило Савић*- Београд, (1997-1998), (руководилац пројекта З. Аћимовић Павловић), резултат пројекта: *Нови технолошки процес*

добиања одливака обојених метала, гвожђа и челика методом ливења са испарљивим моделима.

2. З. Аћимовић Павловић, Љ. Васковић, З. Симовић, Ј. Ирић, С. Кастелец Мацура: *Освајање савремених ватросталних материјала у циљу супституције њиховог увоза*, стратешки пројекат, С.3.07.105., Министарство за науку и технологију Србије, ТМФ Београд, Институт Магнохром Краљево, (1994-1997), резултат пројекта: *Технолошки поступак израде премаза на бази талка*.

2. Опис дисертације

2.1. Структура и садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата мр Сандре Кастелец Мацура, дипл. инж.металургије, под насловом «ИСТРАЖИВАЊЕ УТИЦАЈА ПАРАМЕТАРА ЗАВАРИВАЊА НА СТРУКТУРУ И КАРАКТЕРИСТИКЕ МЕТАЛА ШАВА ЛЕГУРЕ AlMg4.5Mn» је изложена на 108 страна и садржи садржи осам поглавља.

Текст је илустрован са 59 слика и дијаграма, као и 25 табела. У попису коришћене литературе кандидат је навео 104 литературних навода. Дисертација садржи осам поглавља:

1. Увод
2. Особине алуминијума и алуминијумских легура
3. Заварљивост алуминијумских легура
4. Експериментални део
5. Резултати испитивања
6. Дискусија
7. Закључак
8. Литература

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У *првом* поглављу (Увод) истакнут је предмет докторске дисертације, тј. анализа утицаја врсте заштитне атмосфере на својства завареног споја алуминијумске легуре AlMg4.5Mn и дефинисање оптималне технологије заваривања. Дат је приказ осавремењивања технологије заваривања којим се директно утиче на квалитет заварених спојева, интегритет конструкција, а самим тим и на њихов дужи радни век. Због све критичнијих радних услова заварених конструкција, првенствено при раду на сниженим температурама, намећу се све строжији захтеви по питању квалитета метала шавова, нарочито када је у питању нискотемпературна жилавост. Представљен је значај раздвајања укупне енергије лома на енергију настанка прслине и енергију ширења прслине за практичну примену заварених спојева. Такође је указано на зависност ових енергија од састава и врсте заштитне атмосфере. Укратко су дате и друге методе експерименталних истраживања које је могуће применити у оцени квалитета завареног споја.

У *другом* поглављу (Особине алуминијума и алуминијумских легура) је дат преглед развоја алуминијума и алуминијумских легура. Представљене су основне карактеристике алуминијумских легура за израду заварених конструкција. Означена је предност алуминијум-магнезијум легура у односу на класичне железне легуре. Легура AlMg4.5Mn представљена је као широко применљив материјал у изради заварених конструкција. Приказана је микроструктура ових легура и објашњен механизам ојачавања хладном деформацијом и представљена су механичка својства ове легуре.

У *трећем* поглављу (Заварљивост алуминијумских легура) указано је на основне проблеме који се јављају при заваривању алуминијумских легура. Детаљно су објашњене најчешће грешке које се јављају при заваривању. Објашњени су и могући поступци за избегавање појаве ових грешака чије присуство у великој мери утиче на интегритет и квалитет завареног споја. Представљена је заварљивост AlMg4.5Mn легуре и указано је на основне проблеме који се јављају при заваривању исте.

У оквиру овог поглавља представљене су и методе спајања алуминијумских легура и детаљно објашњена два поступка електролучног заваривања у заштити инертног гаса, ТИГ (нетопљивом

волфрамовом електродом) и МИГ (топљивом електродном жицом), који су примењени у оквиру експерименталног дела истраживања за заваривање алуминијумске легуре AlMg4.5Mn.

Објашњена је улога заштитног гаса при заваривању као и утицај врсте и састава заштитне атмосфере на параметре заваривања, својства електричног лука, изглед и димензије шавова, као и на могућност појаве грешака у завареном споју. Дат је преглед врсте заштитних гасова и најчешће примењиваних гасних мешавина при електролучном заваривању алуминијумских легура.

У *четвртом* поглављу (Експериментални део) представљен је ток експерименталних истраживања и примењене методе испитивања завареног споја. Приказане су механичке карактеристике и хемијски састав основног материјала као и његова микроструктура. Дате су вредности хемијског састава и механичких својстава коришћених додатних материјала, као и дефинисани параметри изабране технологије заваривања. Наведени су и подаци о тачном саставу примењених заштитних гасова и гасних мешавина при заваривању. Облик жлеба је изабран у односу на дебљину лима у складу са одговарајућим стандардима. Детаљно је описан избор параметара заваривања.

Након што је дата шема узорковања епрувета из основног материјала и завареног споја, детаљно су описане методе испитивања. То се пре свега односи на одређивање затезних својстава, технолошких својстава на савијање, мерење тврдоће, ударна испитивања на собној и сниженим температурама, испитивањима параметара механике лома, и посебно понашању материјала у условима деловања променљивог оптерећења (параметри раста заморне прслине). Дат је и поступак припреме узорака основног материјала и завареног споја за макро и микроструктурну анализу.

У *петом* поглављу (Резултати испитивања) детаљно су приказани резултати основних механичких својстава (затезне и ударне карактеристике, савијање и тврдоћа), као и њихова анализа. Посебно је анализиран утицај врсте и састава заштитног гаса и температуре испитивања на промену укупне енергије удара, као и њене компоненте, (енергије стварања и енергије ширења прслине). Ови резултати су приказани табеларно и помоћу дијаграма. Како је један од циљева ове дисертације и оцена понашања завареног споја алуминијумске легуре AlMg4.5Mn у условима деловања променљивог оптерећења, највећи део резултата истраживања се односи на оцену склоности ка кртом лому завареног споја ове легуре. Склоност ка кртом лому у условима деловања динамичког оптерећења је оцењивана одређивањем параметара раста заморне прслине. Приказани су дијаграми зависности брзине раста заморне прслине da/dN од промене опсега интензитета напона ΔK за епрувете заварене у атмосфери заштитних гасова различитих састава. Израчунати су коефицијенти у Парисовој једначини C и m за све испитиване узорке и табеларно приказане добијене вредности прага замора ΔK_{th} . Осим наведених, приказани су и резултати макро и микроструктурних испитивања при одговарајућим повећањима.

Шесто поглавље дисертације (Дискусија) разматра добијене експерименталне резултате. Детаљно је анализиран утицај параметара заваривања на механичка и ударна својства метала шавова заварене алуминијумске легуре AlMg4.5Mn. Дискутовано је како изабрана технологија заваривања и састав заштитног гаса утичу на промену тврдоће и чврстоће, а такође су детаљно разматрани и резултати укупне енергије потребне за лом епрувета, енергије стварања и енергије ширења прслине, за различите температуре испитивања. Дискутовано је и анализирано понашање завареног споја у присуству грешки типа прслине у условима динамичког деловања силе. Такође су дискутовани и резултати микроструктурних испитивања. Изведено је поређење израчунатих вредности брзине раста заморне прслине завареног споја у односу на примењену заштитну атмосферу, и утврђена њихова веза са експериментално варираним параметрима.

У *седмом* поглављу изведени су закључци претходних разматрања и дат предлог даљих истраживања.

У *осмом* поглављу наведена је коришћена литература.

3. Оцена дисертације

3.1. Савременост, оригиналност и значај

Докторска дисертација «ИСТРАЖИВАЊЕ УТИЦАЈА ПАРАМЕТАРА ЗАВАРИВАЊА НА СТРУКТУРУ И КАРАКТЕРИСТИКЕ МЕТАЛА ШАВА ЛЕГУРЕ AlMg4.5Mn» представља савремен, оригиналан и значајан допринос разматраној проблематици. Значај ових истраживања огледа се кроз актуелност теме која третира проблематику заваривања алуминијумских легура. Савременост истраживања потврђују примењене технологије заваривања и актуелност примењених метода испитивања квалитета завареног споја, што се посебно односи на одређивање понашања завареног споја у условима динамичког оптерећења и оцену параметара раста заморне прслине. Оригиналност се огледа у приступу решавања проблематике и резултатима који су, у радовима, публиковани и саопштени на научним и стручним скуповима.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У докторској дисертацији коришћена је обимна литература из области заваривања, са акцентом на проблематику заваривања алуминијумских легура. Ова литература је кандидату послужила као полазна основа за приказ постојећег стања у овој области, везано за проблематику која се тиче докторске дисертације. Коришћена литература представља избор савремене и актуелне литературе на енглеском, руском, немачком и српском језику, као и одређени број домаћих и страних стандарда, а уједно указује и на могућности даљег проширења научног сазнања у датој области.

3.3. Анализа примењених научних метода и њихова адекватност за спроведено истраживање

Истраживање се заснива на унапређењу постојећих технологија заваривања алуминијумских легура. Ово се посебно односи на избор врсте заштитне атмосфере при заваривању алуминијумске легуре. Примењене су теоријско-експерименталне методе које су се заснивале на прикупљању и проучавању података о заварљивости алуминијумске легуре уз дефинисање основних параметара заваривања, затим, на изради заварених спојева уз примену различитих заштитних атмосфера и различитих технологија заваривања уз накнадна механичка и металографска испитивања и испитивања без разарања. Резултати испитивања брзине раста заморне прслине и раздвајање енергије удара на енергију стварања и раста прслине, добијени стандардним методама испитивања, у оквиру израде ове дисертације, су публиковани на међународним конференцијама и у научним часописима.

3.4. Оцена примењивости и верификације остварених резултата

Остварени резултати се могу директно применити у пракси, јер су на основу урађених испитивања, одређени параметри који дају потпуну оцену квалитета завареног споја алуминијумске легуре AlMg4.5Mn, у условима деловања статичког и динамичког оптерећења на собној и сниженим температурама. Развијена технологија заваривања са сигурношћу се може користити у пракси за израду заварених конструкција од алуминијумске легуре AlMg4.5Mn.

3.5. Оцена способности кандидата за самостални научни рад

Кандидат је током израде ове дисертације показао да је у стању да самостално решава инжењерске и научне проблеме и да успешно влада научним и истраживачким методама, што представља одличну основу за даља достигнућа у науци.

4. Остварен научни допринос

4.1. Приказ оствареног научног доприноса

Полазећи од основног научног циља дисертације, по којем је било успоставити везу између параметара заваривања алуминијумске легуре AlMg4.5Mn, микроструктуре и својстава добијених заварених спојева, остварени научни допринос огледа се у следећем:

- Највећи утицај на својства завареног споја алуминијумске легуре AlMg4.5Mn има појава порозности у металу шава, коју изазива присуство водоника. У овој тези је су одређени параметри заваривања који дају минималну порозност.
- Доказано је да се применом ТИГ поступка заваривања остварује повољнија структура завареног споја AlMg4.5Mn легуре, чиме се директно утиче на боља механичка својства, као и на дужи радни век и економичност израде завареног споја.
- Дат је прилог дефинисању параметара заваривања при заваривању алуминијумске легуре AlMg4.5Mn у случају оба примењена поступка заваривања, укључујући најповољнији састав заштитне атмосфере којим се остварује најбољи квалитет метала шава заварене алуминијумске легуре AlMg4.5Mn;

На основу свих презентираних експерименталних резултата, као и теоријских истраживања, дефинисани су основни параметри заваривања и утврђен тачан састав заштитне атмосфере, који треба да омогуће већу сигурност и поузданост заварених конструкција од AlMg4.5Mn легуре. Коначан резултат ових истраживања треба да буде уштеда у маси уграђеног материјала, смањење трошкова израде, те значајно смањење опасности од појаве лома.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Сагледавањем постојећег стања, циљева истраживања и добијених резултата, можемо констатовати да су разрешена сва битна питања и дилеме који су се наметнули у току истраживања. Имајући у виду значај легуре алуминијума на којој су спроведена истраживања, као и чињеницу да су ова експериментална истраживања новина у нашој земљи, ова докторска дисертација представља важан корак у даљем истраживачком раду у погледу потпуног освајања технологија заваривања у мешавинама заштитних атмосфера. Очекује се имплементација ове дисертације у различитим гранама индустрије где се користи ова легура као конструкциони материјал у циљу смањења трошкова израде, продужетка радног века и повећања експлоатацијске сигурности.

4.3. Очекивана примена резултата у пракси

Примена резултата који су добијени у овој докторској дисертацији отвара нове перспективе у пројектовању нових конструкција намењених за рад на повишеним температурама. У досадашњој пракси у нашој земљи, ова легура је заваривана у заштитној атмосфери чистог аргона. Међутим, показано је да постоје оправдани разлози за примену мешавина инертних гасова као заштитне атмосфере при заваривању, чиме се значајно повећава квалитет завареног споја. С обзиром на широку примену ове легуре као конструкционог материјала у различитим гранама индустрије као на пример: грађевинарству, бродоградњи, процесној индустрији, железници, посебно је значајно што је у раду доказана могућност смањења грешака у завареном споју што директно утиче на повећање експлоатацијске сигурности конструкција.

Имајући у виду да су овом докторском дисертацијом обухваћени релевантни параметри који директно утичу на квалитет заварених спојева израђених од ове легуре, може се очекивати њена већа примена у пракси и имплементација у домаћој индустрији. С обзиром на технологије заваривања које се примењују у свету, може се очекивати да се део резултата из овог

истраживања након објављивања, може технолошки верификовати и применити и ван граница наше земље.

4.4. Верификовани научни доприноси

Научни допринос докторске дисертације је верификован радовима објављеним у часописима и саопштеним на конференцијама током вишегодишњег истраживања:

M22 Рад у истакнутом међународном часопису

1. R. Prokić Cvetković, S. Kastelec Macura, A. Milosavljević, O. Popović, M. Burzić, *The effect of Shielding Gas Composition on The Toughness and Crack Growth Parameters of AlMg4,5Mn Weld Metals*, J.Min.Metall.Sect.B-Metall.46 (2) B(2010) 193-202. ISSN: 1450-5339, Impact factor: 0.548 (2009)

M33 Саопштење са међународног скупа штампано у целини

1. R. Prokić-Cvetković, R.Jovičić, O.Popović, M. Burzić, S. Kastelac Macura, *The Influence of Welding Parameters on the Surface Weld Metal Geometry of Al-Alloys*, Proceedings of the 13th International Research/Expert Conference «Trends in the development of machinery and associated technology TMT 2009», Hammamet, Tunisia, 16-21 October, 2009, pp.93-97.

M51 Рад у водећем часопису националног значаја

1. С. Кастелец Мацура, З. Аћимовић Павловић, И. Бобић, К. Раић: *Корелација параметара компокастинг процеса, структуре и својстава композита са основом од легуре ZnAl25Cu*; Металургија No 3, вол 13, (2007), стр. 213-221.
2. С.Кастелец Мацура, З. Аћимовић Павловић, И. Бобић, И. Белић: *Микроструктура и својства ZnAl25Cu3 копозита ојачаних честицама ZrO₂*; Техника, Руд., геолог. и метал.58 (2007) 6, стр. 1-6.

M53 Рад у научном часопису

1. S. Kastelac Macura, R. Prokić-Cvetković, R.Jovičić, O.Popović, M.Burzić, *Porosity of Welded joints of AlMg4,5Mn alloy*, Integritet i vek konstrukcija, Vol.8, No 2, (2008), str. 114-121.
2.. С.Кастелец Мацура, З. Аћимовић Павловић, И. Бобић, И. Белић: *Микроструктура и својства ZnAl25Cu3 копозита ојачаних честицама ZrO₂*; Техника, Руд., геолог. и метал.58 (2007) 6, стр. 1-6.

5. Закључак и предлог

Докторска дисертација под називом «ИСТРАЖИВАЊЕ УТИЦАЈА ПАРАМЕТАРА ЗАВАРИВАЊА НА СТРУКТУРУ И КАРАКТЕРИСТИКЕ МЕТАЛА ШАВА ЛЕГУРЕ AlMg4.5Mn» кандидата мр Сандре Кастелец Мацура, дипл. инж. металургије, представља савремен и оригиналан научни допринос кроз свеобухватно сагледавање проблематике израде заварених конструкција од алуминијумске легуре AlMg4.5Mn. Увођењем мешавине заштитних гасова при заваривању ових легура се постиже побољшање њиховог квалитета, повећање поузданости заварених конструкција у експлоатацији и повећање продуктивности и конкурентности домаћих произвођача на светском тржишту. На основу онога што је приказано у докторској дисертацији и чињеници да је анализирана проблематика веома актуелна у научној јавности, са задовољством се констатује да је кандидат мр Сандра Кастелец Мацура, дипл. инж. металургије, успешно завршила докторску дисертацију у складу са предвиђеним предметом и постављеним циљевима докторске дисертације.

На основу прегледа докторске дисертације од стране Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације под називом «ИСТРАЖИВАЊЕ УТИЦАЈА ПАРАМЕТАРА ЗАВАРИВАЊА НА СТРУКТУРУ И КАРАКТЕРИСТИКЕ МЕТАЛА ШАВА ЛЕГУРЕ AlMg4.5Mn» кандидата мр Сандре Кастелец Мацура, дипл. инж. металургије, Комисија за оцену и одбрану са задовољством констатује да је урађена докторска дисертација написана према свим стандардима у научно истраживачком раду, као и да испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању, стандардима и Статутом Машинског факултета у Београду. Комисија предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета у Београду да овај Извештај прихвати, дисертацију стави на увид јавности, и упути извештај на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, а да се након тога кандидат позове на јавну одбрану.

У Београду 11.04.2011. год.

Чланови Комисије за оцену и одбрану:

др Радица Прокић-Цветковић, ментор
ред. проф. Машинског факултета у Београду

др Анђелка Милосављевић
ред. проф. Машинског факултета у Београду

др Александар Седмак,
ред. проф. Машинског факултета у Београду

др Оливера Поповић
доцент Машинског факултета у Београду

др Зијаж Бурзић
научни саветник, Војно технички институт, Београд