

Универзитет у Крагујевцу
Факултет инжењерских наука

ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА
УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ

Прийемио	16.03.2012		
Орг. одл.	Зборн.	Гласн.	Извештај
01-1/224			

Наставно-научном већу

ПРЕДМЕТ: Извештај Комисије за оцену писменог дела и усмену одбрану докторске дисертације кандидата мр Томислава Д. Вујиновића

Одлуком Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу бр. 01-1/441-5 од 23. 02. 2012.г. именовани смо за чланове Комисије за оцену писменог дела и усмену јавну одбрану докторске дисертације кандидата **мр Томислава Д. Вујиновића, дипл. маш. инж.**, под насловом:

„Дубоко извлачење танких лимова при управљању клизањем на ободу”.

На основу детаљног прегледа приложене докторске дисертације, а имајући у виду: Извештај о подобности кандидата и теме, Одлуку Наставно-научног већа Машинског факултета у Крагујевцу о одобрењу израде дисертације бр. 01-11/2 од 02. 02. 2006.г. донету на основу одлуке Стручног већа за Техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу бр. 11/2 од 17. 01. 2006.г., Одлуку Наставно-научног већа Машинског факултета у Крагујевцу о продужењу рока за завршетак дисертације бр. 01-1/321-18 од 17. 02. 2011.г., а на основу Правилника о пријави, изради и одбрани докторске дисертације Универзитета у Крагујевцу, Комисија подноси следећи:

ИЗВЕШТАЈ

1. Значај и допринос докторске дисертације са становишта актуелног стања у конкретној научној области

Сагледавањем целине и значења дисертације мр Томислава Д. Вујиновића, запажа се да су главни мотиви за спроведена научна истраживања, као и у осталим сличним истраживањима из ове области, двојаки. С једне стране то је чисто научна потреба разумевања утицаја променљивих фактора на сложене процесе пластичног обликовања танких лимова и продубљивање постојећих сазнања, у општој тежњи за остваривање напретка у науци. С друге стране су практични разлози једне научне области која, више него многе друге, има своју апликативну димензију. У нашем времену ови други разлози преовлађују.

У дисертацији се препознатљиво и јасно излаже схватање тренутног стања у конкретној научној области и одређује место изведених истраживања. Различити проблеми пластичног обликовања танких лимова обухваћени су у технологији дубоког извлачења, која у својој сложености обухвата све значајне феномене и осталих поступака обликовања. Реч је о обликовању делова сложене геометрије, тродимензионе конфигурације, од савремених металних материјала. Најбољи конкретан пример таквих делова су делови каросерије аутомобила и других возила. Управо један од суштинских разлога за интензиван научноистраживачки рад лежи у особинама танких лимова најновијих генерација. Класични нискоугљенични хладно ваљани челични лимови веома добре деформабилности и обрадивости, због својих недостатака (слаба антикорозиона отпорност, већа маса, мања чврстоћа итд.) замењују се новим врстама лимова као што су:

лимови од алуминијумских легура, челични лимови са антикорозионим електрохемијским превлакама, челични лимови повишене чврстоће, нерђајући челични лимови, ламинатни лимови, TWB лимови (*tailor-welded blanks*, опсечени и ласерски заварени) итд. Било који материјал из поменутих група има знатно лошију обрадивост у односу на нискоугљенични челични лим. Она се огледа у различитим феноменима које је могуће поједностављено описати као немогућност остварења радног предмета жељене геометрије и одговарајућих карактеристика. То ствара низ проблема у пластичном обликовању за време процеса дубоког извлачења, што коначно резултира неприхватљивим производом према различитим критеријумима. Класичан приступ процесу обликовања подразумева све активности искључиво пре његовог почетка. Кад процес започне, систем машина-алат-материјал-окружење постаје затворен за било какав утицај. Пре петнаестак година јавила се идеја о постојању променљивих параметара на које је могуће утицати за време трајања процеса обликовања, а преко њих на сам процес, па и на резултате процеса. Утврђено је да постоје само два таква фактора: контактни притисак на држачу тј. сила држања и висина затезних ребара у појединим зонама обода. Проблем је био, а у извесном смислу постоји и данас, како и на који начин искористити могућност промене притиска и висине затезног ребра на држачу или појединим његовим зонама? Релативно брзо се прешло преко детаљног истраживања природе утицаја ових променљивих параметара у сложеним комбинацијама са бројним осталим факторима процеса обликовања. Изузетно брзим развојем малих а моћних рачунарских система, механичких, електрично-електронских, хидрауличних и осталих мерних и управљачких компоненти уз развој пратећих софтвера, истраживања су прешла у област развоја интелигентних, аутономних, веома сложених система управљања с циљем потпуног овладавања процесом и у најсложенијим променљивим условима. Као што се закључује, централно место има експериментални рад и формирање сложених лабораторијских управљачких система. Због потребних средстава оваква истраживања су привилегија неколико истраживачких центара у свету из области пластичног обликовања (*metal forming-a*). Поједностављено речено, дефинише се једна, или више, циљних функција неког параметра (нпр. затезућег напона у вертикалном зиду радног комада) чије одржавање у одговарајућим границама гарантује успешно одвијање процеса. Променљивим функцијама притиска на ободу и висине затезног ребра у сваком тренутку процеса изводи се потребна корекција. Бројност утицаја (материјал радног комада и алата, геометрија, спектар триболошких утицаја, машина, карактеристике процеса), варијација фактора у различитим зонама радног комада, нелинеарност процеса итд., дају представу о суштинским и техничким тешкоћама оваквих истраживања.

Кандидат наглашава да је основна идеја експерименталног истраживања изведеног за време израде ове дисертације алтернативна претходно изнетом приступу. То значи, избећи формирање веома сложених и скувих интелигентних система управљања, него детаљном анализом испитати природу утицаја два поменута фактора (притиска држача и висине ребра) на процес, истовремено узимајући у обзир најзначајније друге утицаје, као што су геометрија затезног ребра, контактни услови, врста материјала који се обликује. Тек са таквим сазнањима прећи на формирање једног релативно једноставнијег управљачког система сличне ефикасности. Да би експеримент био реалан, одабран је физички модел клизања траке лима преко затезног ребра који је веома повољан јер добро репрезентује одвијање реалног процеса обликовања. Формирањем базе резултата и анализирањем спектра утицаја, постало је изводљиво дефинисање оптималних функција промене контактне притиска и/или висине затезног ребра које гарантују успешност процеса обликовања. У дисертацији се подвлачи да је управљачки систем који остварује само претходно дефинисане функције ова два параметра, неупоредиво приступачнији ширем кругу корисника, од великих интелигентних система где су функције промене притиска на држачу и висине ребра само управљачке променљиве у процесу контролисања других променљивих параметара процеса.

2. Оцена докторске дисертације са аспекта оригиналности научног рада кандидата у одговарајућој научној области

Сагледавајући целину дисертације од идеје, преко реализације до резултата, а посебно имајући у виду презентирани експериментални рад, Комисија препознаје оригинални, алтернативни приступ у односу на друга истраживања из ове области. У претходном поглављу овог Извештаја детаљније су изнета запажања која описују оригиналност општег приступа кандидата у решавању проблема постављених усвојеном темом дисертације. Комисија, на овом месту, наглашава успешно савладане тешкоће у реализацији веома сложене оригиналне експерименталне истраживачке апаратуре изведене на професионалном нивоу, као и њен поуздан рад за време дуготрајног експеримента. Решење компјутерски управљане апаратуре, може се посматрати на неколико нивоа: основне замисли и пројектовања, извођења механичког дела, извођења хидрауличног дела, извођење електрично-електронских склопова, хардверски део компјутерског управљања, софтверски део, интеграција свих целина, тестирање система итд. Успешним завршетком овог истраживања показана је још једна димензија, такође споменута у претходном поглављу. Она се огледа у следећем: овако осмишљена апаратура, и сама релативно сложена, у одговарајућој индустријској верзији знатно је прихватљивија према односу цена-перформансе за кориснике као што су мања предузећа упућена на примену нових технологија у индустријским процесима обликовања савремених материјала.

3. Преглед остварених резултата кандидата у конкретној научној области

Кандидат мр Томислав Д. Вујиновић је магистарску тезу одбранио на Машинском факултету у Бања Луци 21. јуна 1996.г. Наслов тезе је: „Значај триболошких услова при вишефазном дубоком извлачењу”. Експериментална истраживања спровео је на Машинском факултету у Крагујевцу (сада Факултету инжењерских наука) и од тада датира, већ дугогодишња сарадња кандидата са наставницима и сарадницима на Катедри за производно машинство из области Технологије пластичног обликовања и Машинских материјала. До тренутка одбране магистарске тезе, Кандидат као дипл. маш. инж. на стручним пословима у индустрији, остварује запажене резултате: 12 оригиналних решења и учешћа на пројектима у предузећу где је био у радном односу.

Од 1996.г. до данас, паралелно са радним ангажовањем и решавањем не малих егзистенцијалних послератних проблема избеглице из Хрватске, мр Томислав Вујиновић успева да се посвети и научним истраживањима и објави (до 01. 02. 2012.г.) укупно 24 научна рада на домаћим и међународним научним скуповима, у домаћим и међународним часописима. Посебно треба нагласити два рада у међународним часописима са SCI листе. Аутор је и једног верификованог техничког решења, насталог управо на основу рада на докторској дисертацији.

За овај Извештај Комисија издваја следеће научне референце:

1. S. Aleksandrović, M. Stefanović, **T. Vujinović**, M. Samardžić: FORMABILITY OF STAINLESS SHEET METALS BY DEEP DRAWING-INTEGRAL APPROACH, Journal for Technology of Plasticity, Novi Sad, Vol. 32 (2007), N° 1-2, pp. 67-76. **(M52)**.
2. Srbi Slav Aleksandrović, Vlatko Marušić, **Tomislav Vujinović**, Leon Maglić: INFLUENCE OF VARIABLE BLANK HOLDING FORCE AND NONMONOTONOUS PROCESS OF DEEP DRAWING ON FORMABILITY OF COATED SHEETS, **Strojarstvo-Journal for Theory and Application in Mechanical Engineering**, ISSN 0562-1887 Zagreb, Hrvatska, Year 2010., Vol. 52, No. 2, pp. 159-168. **(M23)**.
3. S. Aleksandrović, M. Stefanović, D. Adamović, V. Lazić, M. Babić, R. Nikolić, **T. Vujinović**:

VARIABLE TRIBOLOGICAL CONDITIONS ON THE FLANGE AND NONMONOTONOUS FORMING IN DEEP DRAWING OF COATED SHEETS, **Journal of the Balkan Tribological Association**, ISSN 1310-4772, Vol. 17, No 2, 2011, pp. 165-178. (M23).

4. S. Aleksandrović, T. Vujinović, M. Stefanović, V. Lazić, D. Adamović: Adjustable drawbead and variable contact pressure as tribological influences in sheet metal stripe sliding test, International conference BALKANTRIB 2011, Thessaloniki, Greece, Proceedings ISBN 978-960-98780-4-3, pp. 597-605. (M33)

5. S. Aleksandrović, T. Vujinović, M. Stefanović, V. Lazić, D. Adamović: Computer controlled experimental device for investigations of tribological influences in sheet metal forming, International conference DEMI 2011, Banja Luka, RS, BiH, Proceedings ISBN 978-99938-39-36-1, pp. 285-290. (M33).

6. S. Aleksandrović, T. Vujinović, M. Stefanović, V. Lazić, D. Adamović: Physical modelling of variable contact pressure and variable drawbead height influence on deep drawing of thin sheets, International conference SERBIATRIB 2011, Kragujevac, Serbia, Proceedings pp. 358-365. (M33).

7. S. Aleksandrović, T. Vujinović, M. Stefanović, V. Lazić, D. Adamović: Variable contact pressure and variable drawbead height influence on deep drawing of al alloys sheets, International conference ICPE 2011, Niš, Serbia, Proceedings ISBN: 978-86-6055-019-6, pp. 277-280. (M33).

8. M. Djordjević, S. Aleksandrović, T. Vujinović, M. Stefanović, R. Nikolić, V. Lazić: Computer Controlled Experimental Device for Investigations of Tribological Influences in Sheet Metal Forming, 17th International PhD. students' seminar SEMDOK 2012, Zilina-Terchova, 25-27 january, 2012, Proceedings ISBN 978-80-554-0477-6, pp. 13-17. (M33).

9. С. Александровић, Т. Вујиновић, М. Стефановић: Уређај за испитивање утицаја затезних ребара при клизању лимова у променљивим условима, техничко решење класе М83 према класификацији Правилника о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача (Сл. Гласник Републике Србије –бр. 38/2008), Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, одлука бр. ТР-61/2012 од 26. 01. 2012.г. (М83).

4. Оцена о задовољавању обима и квалитета дисертације у односу на пријављену тему

Докторска дисертација кандидата мр Томислава Д. Вујиновића, под насловом „Дубоко извлачење танких лимова при управљању клизањем на ободу” одговара по обиму и садржају теми докторске дисертације коју је одобрило Наставно-научно веће Машинског факултета у Крагујевцу (сада Факултета инжењерских наука) и Стручно веће за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу. Процена је Комисије да дисертација по обиму, квалитету и оригиналности резултата истраживања у потпуности задовољава све научне, стручне и формално-правне услове предвиђене за израду докторских дисертација.

Дисертација је изложена на укупно 146 страница. Комисија сматра правилном одлуку Кандидата да рад не оптерећује прилозима са пројектном документацијом, алгоритмима и листинзима софтвера, баждарним дијаграмима итд., који сами износе више од 200 страница. Непосредни део рада обухвата 135 страница, при чему треба нагласити да је текст писан ситним фонтом од 11 pt. Има 139 слика, а кандидат је користио и цитирао 114 библиографских јединица. Дисертација после прописане насловне стране садржи идентификациону страницу, предговор, резиме на енглеском и српском језику, преглед значајнијих ознака и скраћеница, садржај и непосредни део рада структуриран од 9 глава. Поменути, централни део дисертације обухвата следеће главе:

1. Увод.
2. Деформабилност и обрадивост танких лимова.
3. Триболошки процеси код обраде метала деформисањем.
4. Триболошки модели у обради дубоким извлачењем.
5. Теоријска разматрања модела клизања.
6. Експериментална истраживања.
7. Реализација експеримента.
8. Закључна разматрања и

Литература.

У уводној глави даје се шири оквир директне научне области у којој се конкретно истраживање изводи, с једне, и стање одговарајуће технологије у индустријској пракси, с друге стране. Наглашава се велики значај технологије обликовања дубоким извлачењем, као и развој нових генерација танких хладно ваљаних лимова, како челичних, тако и од легура алуминијума и других метала. То су главни мотиви за оваква истраживања. Кандидат излаже методiku истраживања и образлаже одлуку да изабере физички модел клизања траке преко затезног ребра са држачем. Кроз ту дискусију постепено се долази до проблема управљања, потребе директне сарадње тимова истраживача који се баве нумеричким симулацијама и тимова који се баве експерименталним истраживањима. Наводе се основни циљеви истраживања, формирање оригиналне лабораторијске апаратуре и основне идеје експерименталног рада.

Било какав рад у области процеса пластичног обликовања није могућ без узимања у обзир сазнања везаних за деформабилност, пластичност и обрадивост. Управо друга глава обухвата аспекте деформабилности и обрадивости танких лимова значајних за овај рад. Сажето, али јасно и са наглашеном суштином, излаже се утицај фактора материјала и фактора услова обликовања на обрадивост, као и гранична деформабилност условима монотоних и немонотоних процеса. У оквиру обрадивости дубоким извлачењем излажу се методе одређивања и параметри обрадивости.

Проблеми управљања процесом, како су третирани у овој дисертацији, неодвојиви су од триболошких феномена у склопу материјал-алат-машина-процес. Зато је Кандидат посветио две главе трибологији. Трећа глава се односи на триболошке процесе при пластичном обликовању, а обухвата: улогу и специфичности трења у процесима пластичног обликовања, основне законе трења, утицај мазива и посебно поглавље о триболошким параметрима при дубоком извлачењу танких лимова. На основу детаљних разматрања у овом поглављу изведен је веома значајан закључак који је и полазни у било каквом истраживачком приступу управљању процесом: за време трајања процеса могућа је промена само два параметра: притиска на држачу (т.ј. силе држања) и висине затезног ребра. У четвртој глави се дају триболошки модели при парцијалном изучавању процеса. Од пет модела одабран је модел са затезним ребром. Детаљно су изложене најбитније карактеристике свих модела и параметри који описују триболошке утицаје.

У глави 5 се излажу теоријска разматрања модела клизања, са посебним акцентом на клизање преко затезног ребра. Детаљно се даје аналитички поступак одређивања вучне силе и дискусија о утицају основних фактора. У оквиру ове главе (поглавље 5.3) Кандидат је изложио сажето, синтетички, али исцрпно и критички, разматрање резултата досадашњих истраживања у свету из области ове дисертације. Реч је углавном о научним радовима објављеним у значајним међународним часописима. Критичко разматрање је обухватило 37 референци. Првих 19 хронолошки обухватају период од краја педесетих до краја осамдесетих година прошлог века. Следећих 18 референци се односе на период до 2010.г. Кандидат зналачки извлачи суштину истраживања, запажа недостатке у приступу и недоречености у дискусијама и закључцима. У приказу се наводе и истраживачки центри у појединим земљама (Немачка, САД, Кореја, Канада, Холандија итд.). У

поглављу 5.4 сликовито и јасно се дају најважније карактеристике две врсте управљачких система. Један је активни, са потпуним управљањем, а други поједностављени. На основу концепције описане у поглављу 5.4 формиран је и реални систем примењен у овом истраживању.

Главе 6 и 7 обухватају средишњи, најважнији део ове дисертације. У поглављу 6.1 описана је концепција и изложен план експерименталних истраживања. У наредним поглављима ове главе детаљно се описује лабораторијска апаратура у целини и сваки модул засебно. Кандидат није оптеретио главу 6 дисертације са превише детаља пројектне документације, листинзима софтвера итд. чиме је излагање добило на прегледности и јасноћи.

Седма глава обухвата реализацију експеримента, односно приказ резултата. У поглављу 7.1 детаљно су изложене карактеристике материјала коришћених у истраживању. За оба материјала (челични лим и лим од алуминијумске легуре) дат је хемијски састав, микроструктура, механичке карактеристике, карактеристике обрадивости, криве ојачања, криве граничне деформабилности и параметри храпавости. Резултати су дати табеларно, преко дијаграма, фотографија микроструктуре и снимака профила храпавости. У поглављу 7.2 детаљно је описана припрема узорака, односно епрувета, као и начин означавања који има за циљ формирање ознаке у виду шифре за сваку употребљену епрувету. Дата је и серија фотографија која приказује изглед епрувета, пре, за време и после експеримента. У поглављу 7.3 дате су претходно дефинисане и реално остварене функције зависности контактеног притиска на држачу и висине затезног ребра од времена. По 4 функције су нелинеарне, параболичке, по 2 линеарне и по 4 константне. Наглашава се да је суштина експеримента излагање траке лима за време процеса вучења одређеним функцијама из спектра функција различитог карактера и праћење промене вучне силе. Паралелно с тим, мењају се контактни услови, геометрија ребра и врста материјала. За сваку траку лима бира се карактеристична комбинација функције притиска и висине ребра при одговарајућим условима трења и геометрије ребра. За анализу је одабрано 53 случаја утицаја на промену вучне силе. За сваки појединачни пример дата је дискусија, издвојена запажања и наглашени закључци. Систематичним разматрањима дефинисан је ниво утицаја функција промене притиска и висине ребра, режима трења и геометрије ребра за сваки материјал. Посебно су значајни збирни дијаграми са којих се директно види поређење промена вучне силе у одговарајућим условима.

У глави 8 сумирани су закључци о читавом истраживању. Закључна разматрања изложена су детаљно, систематично, али са потребном концизношћу. Реално је процењена испуњеност циљева, значај резултата и могућност за даљи истраживачки рад.

У наредној глави, која није нумерисана, дат је списак коришћених литературних референци. Има их 114 и изложене су по редоследу цитирања. 31 референца је датирана после 2000.г., 16 референци је на српском језику, а остале на енглеском (највећи број), руском и немачком језику. Кандидат је аутор или коаутор на 12 цитираних референци. Референце су нумерисане од 1 до 114 и на тај начин коректно цитиране у тексту дисертације.

5. Научни резултати докторске дисертације

Кандидат, мр Томислав Д. Вујиновић, дипл. маш. инж. је у својој дисертацији на целовит, садржајан и прегледан начин изложио једно сложено експериментално истраживање. С једне стране је дата теоријска подлога третираним проблемима и исцрпна критичка анализа постојећих знања и искустава у конкретной области, а с друге, резултати спроведеног истраживања. Постављени основни циљ дисертације - анализа и процена утицаја променљивих зависности контактеног притиска на држачу и висине затезног ребра на промену зависности вучне силе при одговарајућим режимима трења и геометријама

затезног ребра са различитим материјалима у процесу клизања траке лима преко затезног ребра, је у потпуности остварен. На тај начин посредно су створени услови за остваривање управљања процесом дубоког извлачења према постављеним принципима. Најважније научне резултате ове дисертације могуће је систематизовати на следећи начин:

- реализована је оригинална компјутерски управљана апаратура, чији је значај потврђен и верификован техничким решењем из класе М83 према рангирању ресорног Министарства,

- успешан рад апаратуре ствара могућност за алтернативна решења у једној области нових технологија која захтева веома велика улагања,

- анализом велике базе остварених резултата показана је могућност да се утицајима променљивог притиска и висине ребра у комбинацији за условима трења и геометријом ребра постигне жељена зависност промене вучне силе, тј. затезућег напона у лиму за време трајања процеса обликовања,

- карактер реакције зависности вучне силе указао је да је могуће погодном комбинацијом симултаног деловања промене притиска, промене висине затезног ребра, услова трења и геометрије затезног ребра, суштински и контролисано утицати на ток процеса обликовања лима,

- резултати овог истраживања, због своје оригиналности представљају значајну базу података, која се може користити у даљим истраживањима проблема управљања процесом дубоког извлачења,

- реализована апаратура са релативно једноставним изменама и прилагођавањима на механичком модулу и софтверу, пружа могућност истраживања на осталим физичким моделима процеса обликовања дубоким извлачењем, као што су: клизање траке лима између равних површина, клизање преко заобљења ивице матрице итд.,

- остварени резултати, заједно са резултатима предвиђених истраживања, могу се користити као значајни подаци за нумеричке симулације процеса обликовања и непосредну примену у пракси при решавању технолошких проблема дубоког извлачења делова сложене геометрије,

- истраживање понашања нових материјала (челични лимови повишене чврстоће, челични лимови са антикорозионим превлакама, нерђајући челични лимови, ТWВ лимови, ламинатни лимови итд.) отвара могућности за остварење нових, оригиналних резултата,

- значајнијом надоградњом хардвера и софтвера могуће је подићи ниво управљања чиме би се створили услови за директно истраживање проблема сложенијих, активних система управљања.

6. Применљивост и корисност резултата у теорији и пракси

Експериментална истраживања са реалним материјалима, у реалним условима, увек имају велики апликативни значај, а најчешће су и непосредно корисна за практичну примену. Дисертација кандидата мр Томислава Д. Вујиновића представља прави пример резултата таквог приступа. Због тога она може да послужи као узор за једно квалитетно експериментално истраживање са великом базом резултата који се, готово директно, могу користити у технолошкој пракси. Процес дубоког извлачења танких лимова представља истраживачку основу, пре свега због убрзаног развоја и примене нових материјала поменутих у претходном поглављу овог Извештаја. Сваки материјал носи толико специфичности да, најчешће, захтева потпуно нова истраживања. Ту лежи једна од значајних вредности лабораторијске апаратуре развијене за потребе ове дисертације. Са релативно малим изменама, могуће је изводити низ тестова и истраживања и отворати нова сагледавања различитих проблема уз омогућавање њихових решавања.

7. Начин презентирања резултата научној јавности

Још за време израде ове дисертације део резултата је презентирањем научној јавности. Реч је о излагању радова на међународним научним скуповима. Један број тих радова наведен је у прегледу референци у поглављу 3 овог Извештаја. После позитивног прихватања приказаних резултата од научне јавности Кандидат је, у сарадњи са тимом са Факултета инжењерских наука у Крагујевцу, припремио још неколико научних радова. Три рада су прихваћена за објављивање у међународним часописима, од којих су два часописи на међународној SCI листи.

Посебно треба истаћи да је оригинална лабораторијска апаратура реализована за потребе ове дисертације верификована као техничко решење на Факултету инжењерских наука у Крагујевцу, преко чије WEB странице је доступна јавности. Решење је вредновано високим рангом М83, који означава ново лабораторијско постројење према одговарајућем правилнику ресорног Министарства.

Комисија сматра да база остварених резултата ове дисертације, због свог обима и квалитета, омогућава објављивање већег броја научних радова у домаћим и иностраним научним часописима.

На основу увида у комплетан научноистраживачки рад представљен у овој докторској дисертацији Комисија доноси следећи:

ЗАКЉУЧАК

- Урађена докторска дисертација кандидата мр Томислава Д. Вујиновића по обиму и квалитету одговара одобреној теми, према одлукама Наставно-научног већа Машинског факултета у Крагујевцу бр. 01-11/2 од 02. 02. 2006.г. и бр. 01-1/321-18 од 17. 02. 2011.г.
- Разматрана тема поседује научну заснованост и актуелност, а дисертација даје значајан допринос у области изучавања сложених процеса пластичног обликовања у променљивим условима.
- У оквиру израде ове докторске дисертације развијен је оригинални софистицирани лабораторијски уређај који је омогућио истраживање и добијање велике базе значајних експерименталних резултата.
- Резултати остварени у дисертацији поред чисто научне имају и значајну апликативну вредност у области нових технологија пластичног обликовања металних материјала.
- Део остварених резултата до сада је публикован на међународним конференцијама, а у току је објављивање у међународним часописима са SCI листе. Апаратура је верификована као техничко решење класе М83 према Правилнику о класификацији ресорног Министарства.

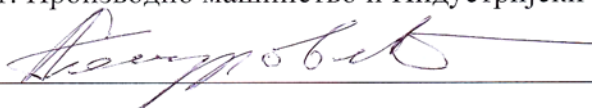
На основу свега претходно изложеног, Комисија за оцену писменог дела и усмену јавну одбрану, једногласно је закључила да докторска дисертација под насловом:

„Дубоко извлачење танких лимова при управљању клизањем на ободу”,

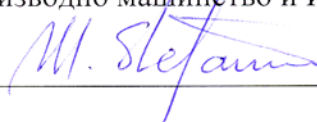
кандидата мр Томислава Д. Вујиновића, дипл. маш. инж., по обиму, квалитету и оствареним резултатима у потпуности задовољава све законске, научне и стручне критеријуме за израду докторских дисертација, па стога предлаже Наставно-научном већу Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, да овај Извештај у целини прихвати и после спроведених осталих предвиђених процедура, закаже усмену јавну одбрану дисертације.

Чланови Комисије

1. **Др Србислав Александровић, ред. проф.**, ментор
Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу
Научна област: Производно машинство и Индустијски инжењеринг



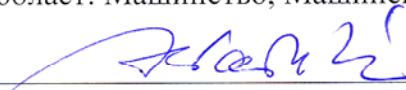
2. **Др Миленције Стефановић, ред. проф.**
Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу
Научна област: Производно машинство и Индустијски инжењеринг



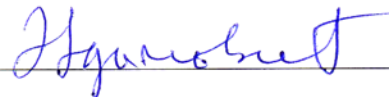
3. **Др Вукић Лазић, ред. проф.**
Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу
Научна област: Производно машинство и Индустијски инжењеринг



4. **Др Живко Бабић, ванр. проф.**
Машински факултет Универзитета у Бањој Луци
Научна област: Машинство, Машинске конструкције



1. **Др Драган Адамовић, ванр. проф.**
Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу
Научна област: Производно машинство и Индустијски инжењеринг



У Крагујевцу и Бањој Луци
12. 03. 2012.г.