

## ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА

## ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

-обавезна садржина- свака рубрика мора бити попуњена

(сви подаци уписују се у одговарајућу рубрику, а назив и место рубрике не могу се мењати или изоставити)

<b>I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ</b>
<p>1. Датум и орган који је именовao комисију Решење Декана Факултета техничких наука у Новом Саду, бр. 012-199/32-2017 од 01. 02. 2018.</p> <p>2. Састав комисије са назнаком имена и презимена сваког члана, звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање, датума избора у звање и назив факултета, установе у којој је члан комисије запослен:</p> <p>1. Јован ВЛАДИЋ, редовни професор (у пензији), УО: Пројектовање и испитивање машина и конструкција, транспортна техника и логистика, 15. 12. 1999. Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду</p> <p>2. Влада ГАШИЋ, доцент, УО: Механизација, 08. 07. 2013. Машински факултет, Универзитет у Београду</p> <p>3. Растислав ШОСТАКОВ, ванредни професор (у пензији), УО: Пројектовање и испитивање машина и конструкција, транспортна техника и логистика, 14. 05. 2013. Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду</p> <p>4. Милосав ГЕОРГИЈЕВИЋ, редовни професор (у пензији), УО: Пројектовање и испитивање машина и конструкција, транспортна техника и логистика, 15. 04. 2000. Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду</p> <p>5. Нинослав ЗУБЕР, ванредни професор, УО: Пројектовање и испитивање машина и конструкција, транспортна техника и логистика, 13. 09. 2016. Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду.</p>
<b>II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ</b>
<p>1. Име, име једног родитеља, презиме: Атила, Андраш, Зелић</p> <p>2. Датум рођења, општина, држава: 31. 01. 1985., Врбас, Република Србија</p> <p>3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив Факултет техничких наука (Универзитет у Новом Саду) Механизација и конструкционо машинство, Мастер инжењер машинства</p> <p>4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија 2010., Машинство</p> <p>5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране: ---</p> <p>6. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука: ---</p>
<b>III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:</b>
Утицај сила закошења на замор носеће конструкције мосне дизалице при њеном кретању

#### **IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

Навести кратак садржај са назнаком броја страна, поглавља, слика, шема, графикона и сл.

Дисертација садржи 194 нумерисане стране, написана је на српском језику, латиничним писмом. Структура дисертације обухвата 7 глава, 105 слика и 8 табела. Иза насловне странице приложена је кључна документацијска информација на српском и енглеском језику, после које следе захвалница и садржај. На почетку излагања дат је списак употребљених ознака и скраћеница, као и попис слика и табела.

Главни ток излагања у дисертацији одређен је следећим главама:

1. Уводна разматрања.
2. Преглед досадашњих истраживања.
3. Закошавање мосних дизалица. Полазне теоријске основе.
4. Експериментални део истраживања.
5. Резултати експеримената и дискусија.
6. Практично увођење сила закошавања у процедуру доказа заморне чврстоће носеће конструкције дизалице.
7. Закључак.

На крају дисертације је дат списак употребљене литературе.

#### **V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

Наслов рада је јасно формулисан у складу са темом и садржајем дисертације и у потпуности осликава истраживану проблематику.

Дисертација у целини (као и њени појединачни делови) је добро организована и садржи све елементе неопходне за разумевање изложене проблематике. Рад је написан језички коректно. Текст и илустрације су стилски и технички обликоване, уз једнозначну нумерацију слика, табела и једначина.

У *Глави 1* дата су уводна разматрања. Образложена је потреба за истраживањем, постављене су хипотезе, дефинисан је предмет и циљ истраживања. Поред тога, формулисан је и очекивани научни-стручни допринос. Претходно наведени елементи увода су јасно изнети и аргументовани. Комисија је мишљења да су циљеви истраживања и хипотезе адекватно дефинисане.

Референтни оквир рада и преглед актуелног стања у области дат је у *Глави 2*. С обзиром на малобројну литературу (првенствено на нашем, па чак и на енглеском језику) која обрађује проблематику закошавања, као и замор носећих конструкција дизалица услед хоризонталних оптерећења, презентовани хронолошки преглед досадашњих приступа и резултата, представља драгоцену основу за сва даља истраживања у овој области.

У првом делу *Главе 3* постављене су теоријске основе, који потпомажу формирање комплетније слике о феномену закошавања дизалица. Јасно су дефинисани кључни појмови, неопходни за разумевање изложеног истраживања. Поједина критичка запажања кандидата у вези недовољно јасних релација и одредби у опису *круте методе* за рачунско одређивање сила закошења у оригиналној (енглеској) верзији норме EN 15011, унета су у националне напомене стандарда SRPS EN 15011. Ово свакако доприноси смањењу конфузије у практичној примени претходно наведене рачунске методе у пројектовању мосних дизалица.

*Глава 4* представља засебну целину у дисертацији и односи се на експериментални део истраживања. Прво, презентовани су предлози метода мерења сила закошења током кретања мосне дизалице по шинској стази, уз минорне измене конструкције. Приказане су две јединствене и потпуно различите конструкције давача сила. Дата је спецификација коришћене опреме и приказан је систем за прикупљање резултата мерења. Описан је план и ток експерименталног одређивања сила закошења на реалном објекту – једноредој мосној дизалици носивости 3,2 t и распона 8,91 m. Комисија сматра да предложене методе одговарају постављеним циљевима рада и да омогућавају експериментално добијање спектра оптерећења, неопходних за анализу утицаја сила закошења на замор носеће конструкције мосне дизалице.

У *Глави 5* репрезентативни резултати експерименталних истраживања су представљени јасно и поред дискусије на основу анализе истих, дата је и евалуација предложених метода континуалног

праћења сила закошавања током кретања мосне дизалице. Ради образложења адекватности ових експерименталних метода, приказани су примери одговарајућих спектра оптерећења, добијени помоћу специфичног софтверског пакета *nCode GlyphWorks* (који је код нас незнатно заступљен, упркос томе што се у свету сматра водећим рачунарским програмом за анализу замора).

Кључна питања практичног увођења оптерећења изазваних закошавањем дизалице у нормирану процедуру доказа заморне чврстоће њене носеће конструкције, разматрана су у *Глави 6*. С обзиром да ни у релевантним европским нормама, нити у другим изворима литературе нису дате јасне смернице на основу којих би се могло проценити утицај сила закошавања на замор носеће конструкције дизалице, концепт предложен у овој дисертацији засигурно може дати задовољавајуће резултате, подједнако применљиве како у пројектантској пракси, тако и у даљем истраживању проблема на научној бази.

У *Глави 7* концизно су приказани најважнији закључци, базирани на добијеним резултатима спроведених експеримената на испитиваној дизалици. Јасно је наглашена применљивост изнетих метода за прикуљање релевантних података потребних за анализу утицаја сила закошења на замор носеће конструкције дизалице. Поред тога, изнета је и визија даљих истраживања на овом пољу.

Списак употребљене литературе садржи значајан број извора којим је свеобухватно покривена проблематика, разматрана у поднетој дисертацији.

## VI СПИСАК НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КОЈИ СУ ОБЈАВЉЕНИ ИЛИ ПРИХВАЋЕНИ ЗА ОБЈАВЉИВАЊЕ НА ОСНОВУ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА У ОКВИРУ РАДА НА ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ

Таксативно навести називе радова, где и када су објављени. Прво навести најмање један рад објављен или прихваћен за објављивање у часопису са ISI листе односно са листе министарства надлежног за науку када су у питању друштвено-хуманистичке науке или радове који могу заменити овај услов до 01. јануара 2012. године. У случају радова прихваћених за објављивање, таксативно навести називе радова, где и када ће бити објављени и приложити потврду о томе.

Kategorija M22:

**Zelić, A.,** Zuber N., Šostakov, R. (2018). Experimental determination of lateral forces caused by bridge crane skewing during travelling. *Eksploatacija i Niezawodnosc – Maintenance and Reliability*. Vol. 20, No. 1, pp. 90-99.

Kategorija M33:

**Zelić, A.,** Szabó, L. (2016). A hídvaruk mozgása közben jelentkező befeszülési erők kiszámítása az EN 15011 szabvány alapján (eng. Calculation of Bridge Crane Skewing Forces According to EN 15011). U: *Zbornik radova sa „24<sup>th</sup> International Conference on Mechanical Engineering – OGÉT 2016”*, Deva, pp. 499-502.

**Zelić, A.,** Szabó, L. (2015). A szerkezeti monitoring jelentősége marótárcsás kotró-gépek és daruk példáján (eng. On the Importance of Structural Monitoring at Bucket Wheel Excavators and Cranes). U: *Zbornik radova sa „23<sup>rd</sup> International Conference on Mechanical Engineering – OGÉT 2015”*, Şumuleu Ciuc, pp. 407-410.

Šostakov, R., **Zelić, A.,** Zuber, N., Ličen, H., Szabó, L. (2014). Defining the loadings due to bridge crane skewing during travelling, according to EN 15 011 - Calculation rigid method. U: *Zbornik radova sa „8<sup>th</sup> International Symposium - KOD 2014 – Machine and Industrial Design in Mechanical Engineering”*, Balatonfüred, pp. 75-78.

Šostakov, R., **Zelić, A.,** Zuber, N., Ličen, H. (2014). Skewing loadings in the scope of material fatigue phenomena of crane structure and travelling mechanism components. U: *Zbornik radova sa „5<sup>th</sup> International Conference Transport and Logistics - TIL”*, Niš, pp. 101-104.

Šostakov, R., **Zelić, A.** (2012) Lateral skewing loads of crane supporting structures in the light of replacement of previous national regulations with new EN standards. U: *Zbornik radova sa „7<sup>th</sup> International Symposium KOD 2012 – Machine and Industrial Design in Mechanical Engineering”*,

Balatonfüred, pp. 133-138.

Šostakov, R., **Zelić, A.**, Ličen, H. (2012). Bridge crane skewing loads calculation – Today's state and near improvements. U: *Zbornik radova sa „20<sup>th</sup> International Conference on Material Handling, Constructions and Logistics”*, Belgrade, pp. 83-88.

Kategorija M52:

Šostakov, R., **Zelić, A.**, Knežević, I., Zuber, N., Rafa, K. (2014). Application of Rigid Method for Determining the Skewing Forces on Bridge Cranes and Trolleys according to EN 15011. *Machine Design*, Vol. 6, No. 2, pp. 59-62.

Kategorija M53:

Stevanov, B., Zuber, N., Šostakov, R., Tešić, Z., Bojić, S., Georgijević, M., **Zelić, A.** (2016). Reengineering the Port Equipment Maintenance Process. *International Journal of Industrial Engineering and Management*, Vol. 7, No. 3, pp. 103-109.

Kategorija M63:

**Zelić, A.**, Szabó, L. (2015). A daruk szerkezeti elemeinek fāradási analizise. U: *Zbornik radova sa „Tudás és régió – Vajdasági Magyar Tudóstalálkozó 2015”*, Subotica/Novi Sad, pp. 263-268.

## VII ZAKЉUČICI OДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Анализом и дискусијом добијених резултата кандидат је формулисао најзначајније закључке својих спроведених истраживања:

У уводном делу кандидат је врло детаљно обрадио постојеће, релативно малобројне радове у вези сила закошења при кретању дизалица, посебно у вези утицаја истих на замор носећих конструкција. Сем, тога, кандидат је детаљно обрадио проблематику пара точак - шина, као и основе механике кретања мосне дизалице.

У оригиналној енглеској верзији важећег стандарда EN 15011 наведене су поједине нејасне одредбе у објашњењу круте методе за израчунавање сила закошења. У дисертацији је уз образложење указано на ове тачке и дат је предлог прецизирања истих, што свакако доприноси адекватнијем тумачењу и примени круте методе у прорачунима мосних дизалица.

Кандидат је дисертацију засновао на отвореном питању утицаја сила закошења на замор носеће конструкције дизалица, како је то наведено у горе поменутом стандарду. С обзиром на уочени изразито стохастички карактер, као и бројност утицаја на вредности ових сила, кандидат је сасвим оправдано за основу приступа решавању овог проблема изабрао експериментално одређивање истих.

Предложене су методе одређивања утицаја сила закошења на основу временских записа њихове промене, од којих једна до сада није помињана у доступној литератури, те су затим тестиране на расположивом реалном објекту (једноредој електричној мосној дизалици). За потребе експеримента кандидат је пројектовао посебне конструкције давача сила, који се уз минималне модификације могу применити и на другим врстама дизалица. Кандидат је кроз вишефакторни експеримент прикупио значајан број временских записа мерених величина, те их је обрадио у специфичном софтверском пакету. На основу њих, формирао је одговарајуће спектре сила закошења, чиме је потврдио погодност практичне примене предложених експерименталних метода и на реалним конструкцијама дизалица.

Такође је предложио могући погодан критеријум на основу којег се силе закошења могу сврстати у одговарајућу категорију оптерећења. Тиме је дефинисан први корак у решавању питања преко које релевантне европске норме прећутно прелазе – како силе закошења још у фази пројектовања увести у нормирану процедуру доказа заморне чврстоће носеће конструкције дизалице, ако се утврди да се исте могу третирати као редовна оптерећења.

Након тога, дате су смернице за формирање неопходне „каталожке базе” у виду репрезентативних релативних спектра бочних оптерећења, снимљених праћењем истих на реалним дизалицама у

експлоатацији. С обзиром на потребне минималне измене конструкције дизалице, тиме се омогућава прикупљање ових записа у дужим временским интервалима (чак и континуални мониторинг) без извођења скуних и захтевних експеримената.

Кандидат је као мерило оцене релевантности утицаја сила закошења на замор материјала носеће конструкције дизалице предложио фактор спектра оптерећења силама закошења (као величину аналогну спектру напона). У даљем поступку процене заморне чврстоће, преносним функцијама се своди дејство сила закошења до тачака детаља носеће конструкције које се проверавају.

#### **VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА**

Експлицитно навести позитивну или негативну оцену начина приказа и тумачења резултата истраживања.

Гледајући генерално, дисертација је адекватно структурирана, јасно и прегледно написана.

Теоријске основе, реализација експерименталног рада и резултати истраживања приказани су систематично и концизно. Тумачења добијених резултата су одговарајућа и коректна.

Текст дисертације је проверен путем софтвера за детекцију плагијаризма *iThenticate* и нису пронађене сличности које би указивале на било какву врсту плагијаризма (Similarity Index = 1%).

У складу са претходним, Комисија позитивно оцењује приказ резултата и тумачења истих.

#### **IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

Експлицитно навести да ли дисертација јесте или није написана у складу са наведеним образложењем, као и да ли она садржи или не садржи све битне елементе. Дати јасне, прецизне и концизне одговоре на 3. и 4. питање:

1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме  
Дисертација је у потпуности написана у складу са наведеним образложењем у пријави теме.

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе  
Да, докторска дисертација садржи све битне елементе.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци

Оригинални научни допринос дисертације представљају предложене методе експерименталног детерминисања вредности сила закошења при кретању дизалице. Овакав приступ је неопходан, с обзиром на изразито стохастички карактер ових сила. Изнете методе омогућавају директно мерење сила закошења у склопу постојећег точка уз минималне измене његове конструкције (а евентуално и посредно - на основу вибрација осовина/вратила точкова дизалице у правцу њихових оса). Ова решења уз даља унапређења биће интегрисана и у комплексне системе континуалног мониторинга стања дизалица од посебног значаја. Подаци прикупљени кроз такве експерименте на постојећим дизалицама у експлоатацији биће основа за формирање „каталога” репрезентативних спектра хоризонталних оптерећења. Предвиђено је да такви спектри буду квантификовани кроз одговарајућу вредност фактора спектра ових сила. Тиме се дефинише поуздан и практично спроводив правац даљег рада на проблему одређивања утицаја ових оптерећења на замор носећих конструкција дизалица. Свакако да ће се због наведеног њиховог стохастичког карактера, наведени резултати моћи увести у практичну употребу тек након дефинисања вредности парцијалних фактора релевантних утицаја на фактор спектра. Тиме се отвара пут за научно заснован и експериментима подржан приступ давању одговора на данас још увек отворено питање релевантности утицаја сила закошења при спровођењу доказа заморне чврстоће носећих конструкција дизалица.

Комисија сматра да докторска дисертација представља оригиналан допринос науци.

4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања

Комисија сматра да дисертација нема недостатака и у складу са тим нема утицаја истих на резултате истраживања.

**X ПРЕДЛОГ:**

На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже:

На основу претходно изнетих чињеница, Комисија предлаже да се докторска дисертација под називом **Утицај сила закошења на замор носеће конструкције мосне дизалице при њеном кретању** прихвати, а кандидату **Атили Зелићу** одобри јавна одбрана.

**ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:**

У Новом Саду, \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
др Јован ВЛАДИЋ, редовни професор (председник)

\_\_\_\_\_  
др Влада ГАШИЋ, доцент (члан)

\_\_\_\_\_  
др Растислав ШОСТАКОВ, ванредни професор (члан)

\_\_\_\_\_  
др Милосав ГЕОРГИЈЕВИЋ, редовни професор (члан)

\_\_\_\_\_  
др Нинослав ЗУБЕР, ванредни професор (ментор)

**НАПОМЕНА:** Члан комисије који не жели да потпише извештај јер се не слаже са мишљењем већине чланова комисије, дужан је да унесе у извештај образложење односно разлоге због којих не жели да потпише извештај.