

## ВЕЋУ ДОКТОРСКИХ СТУДИЈА

**Предмет:** Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Тамаре Голубовић, мастер инжењера машинства

Одлуком 3255/2 бр. од 21.12.2017. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације под насловом

### **"Интеграција људских и организационих фактора у модел процене ризика и интегритета опреме под притиском"**

кандидата Тамаре Голубовић, мастер инжењера машинства.

После прегледа достављене Дисертације и других пратећих материјала и разговора са Кандидатом, Комисија је сачинила следећи

## РЕФЕРАТ

### 1. УВОД

#### 1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Кандидат Тамара Голубовић, мастер инжењер машинства пријавила је тему докторске дисертације под насловом **"Интеграција људских и организационих фактора у модел процене ризика и интегритета опреме под притиском"** на Машинском факултету, Универзитета у Београду по Пријави бр. 1408/1 од 16.06.2016.год. На основу пријаве кандидата, предлога Катедре за индустријско инжењерство број 1408/2 од 08.07.2016., и одлуке Наставно - научног већа Машинског факултета Универзитета у Београду број 1408/3 од 14.07.2016., именована је Комисија за оцену подобности теме и кандидата у саставу:

- др Весна Спасојевић-Бркић, ред. проф., ментор
- др Угљеша Бугарић, ред. проф.
- др Зорица Вељковић, в.проф.
- др Александар Петровић, ред. проф.
- др Марко Ракин, ред. проф., Технолошко-металуршки факултет Универзитета у Београду

Након тога је Већу докторских студија предат реферат Комисије под бројем 1408/4 од 13.09.2016. По добијању сагласности Већа докторских студија Машинског факултета да се

прихвата научна заснованост теме докторске дисертације Одлуком 1408/5 од 15.09.2016., на основу ове одлуке поднет је захтев Већу научних области техничких наука, које је дало своју сагласност одлуком 61206-4928/2-16 од 31.10.2016 чиме је кандидату Тамари Голубовић одобрен је рад на докторској дисертацији под насловом "Интеграција људских и организационих фактора у модел процене ризика и интегритета опреме под притиском", а под менторством проф. др Весне Спасојевић Бркић. Ментор проф. др Весна Спасојевић Бркић обавестила је Наставно-научно веће Машинског факултета Универзитета у Београду о завршетку докторске дисертације Тамаре Голубовић дописом 3255/1 од 19.12.2017. Наставно-научно веће је 21.12.2017. усвојило обавештење о завршетку дисертације кандидата и донело Одлуку 3255/2 о именовану Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације у саставу:

- др Весна Спасојевић-Бркић, ред. проф.
- др Угљеша Бугарић, ред. проф.
- др Зорица Вељковић, в.проф.
- др Александар Петровић, ред. проф.
- др Марко Ракин, ред. проф., Технолошко-металуршки факултет Универзитета у Београду

### 1.2. Научна област дисертације

Предмет истраживања у докторској дисертацији "Интеграција људских и организационих фактора у модел процене ризика и интегритета опреме под притиском", обухвата истраживање и анализу утицаја људских и организационих фактора на процену ризика опреме под притиском, укључујући и нови приступ процени ризика применом принципа интегритета конструкција, који припадају научном подручју (научној области) Индустијско инжењерство – МАШИНСТВО, за коју је Машински факултет Универзитета у Београду матичан. Предметна дисертација представља мултидисциплинарни приступ у ужим подобластима организационе културе, управљања ризиком и понашања материјала кроз механику лома. Ментор проф. др Весна Спасојевић Бркић има 32 рада публикована у међународним часописима (категорије M21-M23), од чега је преко 15 радова у ужим научним подобластима предметне дисертације.

### 1.3. Биографски подаци о кандидату

Тамара Голубовић рођена је 06.05.1987. године у Београду. Основну школу "Ђуро Стругар" завршила је 2002. године у Београду, са одличним успехом. Гимназију "Свети Сава" завршила је 2006. године у Београду, смер природно-математички, такође са одличним успехом.

Основне студије завршила је на Машинском факултету Универзитета у Београду 2009. године, са чиме је стекла титулу инжењер машинства (инж.маш. - В.Sc) са просечном оценом 9.95 и оценом 10 на завршном раду.

Мастер студије је уписала школске 2009/2010. године на Машинском факултету Универзитета у Београду, на модулу Индустијско инжењерство. Мастер студије завршила је 2011. године са просечном оценом 10 и успешно одбрањеним мастер радом (оцена 10) под називом: "ПРИМЕНА ВИБРОДИЈАГНОСТИКЕ У ТЕРОТЕХНОЛОШКОМ УПРАВЉАЊУ РИЗИКОМ". Ментор мастер рада била је проф. др Весна Спасојевић Бркић.

Тамара Голубовић је школске 2011/12 године уписала докторске студије на Машинском факултету Универзитета у Београду. Положила је све испите предвиђене планом и програмом са просечном оценом 10,00.

Тамара Голубовић је запослена на Машинском факултету у Београду најпре као стручни сарадник на пројекту TR 35017 (Развој стохастичког модела утврђивања времена рада производног циклуса и њихова оптимизација за серијску производњу у металопрерађивачкој индустрији и у процесима рециклаже, Сајферт З., Спасојевић Бркић В., и др. , МНТРС, 2011-2014.), а од 07.07.2011. године запослена је као асистент на Катедри за Индустијско инжењерство. Тамара Голубовић је члан Организационог одбора Шестог Међународног симпозијума „Индустијско инжењерство“ - SIE 2015. Завршила је IRCA курс за провераваче/водеће провераваче система менаџмента квалитетом према стандарду ISO 9000:2008 - SSCE/QMSLAC.

Тамара Голубовић активно учествује у извођењу вежби из предмета Теротехнолошко управљање ризиком ID: 0513, позиција у распореду 2.4 (MAC), носилац предмета проф.др Весна Спасојевић Бркић; Вредновање пројеката у области информационах технологија ID: 0512, позиција у распореду 3.5 (MAC), носилац предмета проф. др Никола Дондур и Техно-економска анализа пројеката, ID: 1042, позиција у распореду 3.4 (MAC), носилац предмета проф.др Никола Дондур. Кроз ове активности, кандидат је стекао искуство и у настави и показао склоност ка педагошком раду.

Као аутор или коаутор објавила је 16 радова, од тога 6 радова у часописима од међународног значаја (3 категорије M23 и 4 категорије M24), 5 радова на међународним научним скуповима, штампаних у целини (M33), 3 рада у часописима националног значаја (1 категорије M51 и два категорије M53), и 1 рад на националном научном скупу, штампаном у целини (M63). Коаутор је и једног техничког решења категорије M81. Учествовала је у изради два међународна пројекта у оквирима програма Eureka и Saffera, а учествује је и пројекту програма технолошког развоја TP35017.

Активно се служи енглеским језиком и различитим програмским пакетима.

Све напред наведене чињенице преузете су из биографије коју је доставио кандидат.

## **2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ**

### 2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација Тамаре Голубовић, дипл. инж. маш., под називом: “Интеграција људских и организационих фактора у модел процене ризика и интегритета опреме под притиском“, написана је на српском језику, садржи 222 стране формата А4, 29 слика, 21 табелу, 45 математичких израза и списак коришћене литературе, који садржи 117 референци.

Дисертација садржи следећа поглавља:

1. Уводна разматрања;
2. Претходна истраживања;
3. Предмет и научни циљ истраживања;
4. Развој методологије процене ризика опреме под притиском базиране на механици лома и утицају људских и организационих фактора;
5. Верификација методологије процене ризика опреме под притиском базиране на механици лома и утицају људских и организационих фактора;
6. Закључна разматрања и
7. Литература.

Осим наведеног, дисертација садржи предговор, резиме на српском и енглеском језику, садржај, биографију аутора и изјаву о ауторству, изјаву о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и изјаву о коришћењу.

## 2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У наставку је дат сажет приказ поглавља на начин како их кандидат конципира и приказује у дисертацији.

У првом поглављу рада су дата уводна разматрања, укључујући област и мотиве за избор теме дисертације, као и кратку анализу значаја обрађених области менаџмента ризиком, механике лома и интегритета конструкција, уз идентификацију данас актуелних проблема у пракси.

У другом поглављу је дат приказ претходних истраживања уз дискусију ограничења постојећих приступа и детерминисање могућности за њихово унапређење. Број и узрок несрећа и отказа са озбиљним последицама у фабрикама и постројењима је тема, односно проблем коме ће се још дуго придавати пуно пажње. Већ деценијама се интензивно ради на увођењу, имплементацији и унапређењу стандарда везаних за безбедност и здравље на раду и управљање ризицима у раду, што је свакако довело до одређених побољшања и напредка у спречавању несрећа, међутим ситуација је далеко од циљева документа Vision Zero и ово питање захтева константан рад и тежњу ка бољим резултатима. Како историја индустријских инцидената показује, процесна индустрија је најкритичнија по питању отказа опреме и последица које прате те отказе. Стога је посебан акценат стављен на проблеме хаварије посуда под притиском и анализирана је могућност спречавања истог, како с феноменолошке тачке гледишта, тако и са тачке гледишта утицаја ретко разматраних људских и организационих фактора. Анализа претходних истраживања показује да до данас у моделе процене ризика нису у довољној мери, нити на адекватан начин или нису уопште интегрисани индикатори људских и организационих фактора. Додатно, интегритет конструкција, који је поред људских и организационих фактора кључан у раду са опремом под притиском, такође захтева дубљу анализу и могуће нове предлоге у смислу процене ризика дате опреме примењујући механику лома.

У трећем поглављу су детаљније описани предмет и научни циљ истраживања, са приказом плана истраживања и поставком основних и помоћних хипотеза истраживања. Постоје два основна циља овог истраживања, чији синергетски ефекат треба да резултује оригиналним моделом процене ризика у експлоатацији опреме под притиском. Први циљ подразумева креирање универзалне мерне скале којом ће моћи да се, у конкретним фабрикама и постројењима, довољно тачно, прецизно и брзо измери постојеће стање утицаја људских и организационих фактора на ризик у експлоатацији опреме под притиском. Тако ће бити утврђени кључни утицајни људски и организациони фактори чијом квантификацијом кроз једначине ће се омогућити њихово интегрисање у постојеће моделе процене ризика у експлоатацији опреме под притиском. Други циљ подразумева увођење новог начина процене ризика, у који је укључена и процена интегритета посуда под притиском. Такође, јасно је одређен опсег истраживаног проблема, методологија, коју је могуће применити и детерминисани су очекивани резултати, као и могући научни доприноси.

У четвртном поглављу, на основама налаза другог поглавља дисертације и дефинисане структуре у трећем поглављу, конципиран је математички модел процене ризика и интегритета опреме под притиском са интегрисаним људским и организационим факторима. У оквиру овог модела најпре су приказани идентификација и анализа утицајних људских и организационих фактора кроз формирање истраживачког инструмента, који укључује прикупљање података на терену на довољно великом и репрезентативном узорку (268 оператера и 253 менаџера) и на различитим организационим нивоима, као и њихову даљу статистичку обраду, након чега се спроводи поступак квантификације добијених резултата. Решавањем система већег броја структурних једначина, кандидат потврђује да постављени статистички модел на адекватан начин описује теоријски модел зависности постављен у овој дисертацији. Затим је приказана процена интегритета опреме под притиском, дата на основу процене опасности од кртог лома и од пластичног колапса, тзв. дијаграм лома, као најпогодније методе за примену на опрему под притиском, посебно велике сферне и

цилиндричне резервоаре за TNG, који припадају категорији IV, а затим процена ризика посуда под притиском применом класичног приступа, односно уобичајене матрице ризика. У овом делу је разрађен нови приступ, који интегрисхе процену ризика од стране људског и организационог фактора у модел процене ризика базиран на механици лома и процени интегритета конструкције.

У петом поглављу су резултати моделирања добијени у четвртом поглављу примењени на студију случаја у оквиру реверзибилне хидроелектране Бајина Башта у циљу додатне потврде адекватности модела. Тако су дати примери процене ризика посуда под притиском, посебно велике сферне и цилиндричне резервоаре за TNG, укључујући анализу одређивања вероватноће и последице, чиме је показана исправност предметног модела, а добијени резултати показали су и његов практични значај.

У шестом поглављу су дата закључна разматрања, односно приказани су изведени закључци, дата ограничења овог и предлози даљих истраживања. Модел постављен у дисертацији потврђен је експериментално на великом, репрезентативном узорку, али и кроз конкретну студију случаја показујући следеће карактеристике: 1. једноставност, 2. висока могућност квантификације, и 3. погодност за употребу, узимајући у обзир финансијске временске ресурсе и 4. примењивост у различитим типовима индустрије и код предузећа различитих демографских карактеристика. Ограничење истраживања огледа се у начину прикупљања података искључиво у Србији, уз проверу валидности и поузданости, али и увек могућу извесну присутност субјективности. Стога је препоручена даља провера модела ван граница Србије.

На крају, у седмом поглављу је дат приказ коришћене литературе кроз приказ 117 извора према редоследу појављивања.

### **3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ**

#### 3.1. Савременост и оригиналност

Последњих деценија контрола процесне безбедности је постала врло актуелна, а још увек недовољно истражена тема. У почетку, та контрола је споровођена путем идентификације и проучавања потенцијалних опасности сведених на одређене материјале и процесе помоћу алата као што су HAZOP, FTA и слично и велики број компанија и даље базира своју процесну безбедност на примени тих алата. Међутим, како је искуство показало, ови алати нису довољни да би се несреће са озбиљним последицама спречиле или контролисале у адекватној мери. Несреће које се и даље дешавају представљају комбинацију утицаја више фактора као што су организациони фактори, људски фактори као и технички фактори који се могу тумачити кроз старење опреме тј. кроз интегритет конструкције. Развој софистицираног дизајна у оквиру комплексних индустрија, као и све већа потреба за смањењем напорног рада особља, довели су до потребе да се овај проблем посматра свеобухватније. Тако, број и узрок несрећа и отказа са озбиљним последицама у фабрикама и постројењима је тема, односно проблем коме ће се још дуго придавати пуно пажње. Већ деценијама се интензивно ради на увођењу, имплементацији и унапређењу стандарда везаних за безбедност и здравље на раду и управљање ризицима у раду, али ситуација је далеко од идеалне и ово питање захтева константан рад и тежњу ка бољим резултатима. Како историја индустријских инцидената показује, процесна индустрија је најкритичнија по питању отказа опреме и последица које прате те отказе. Последице отказа опреме под притиском обухватају последице по човека (повреда или фатални исход), последице по околину (које такође могу индиректно утицати на безбедност и здравље људи), и последице у смислу материјалне и финансијске штете (штета на објектима и у околини, финансијски губици прекида у производњи и санирања последица). Управо због озбиљности наведених последица је од изузетне важности контролисање потенцијалних узрока несрећа и отказа на начин да се не учи на сопственом већ на туђим искуствима. У теорији и пракси постоји већи

број решења и процедура за процену ризика различитих техничких система. Са једне стране су обимни и компликовани стандарди као што су API 581 и RIMAP, а са друге стране је расположив већи број техника и модела за било квалитативну било квантитативну процену ризика, међутим, до данас, не постоји универзално прихваћена методологија процене ризика опреме под притиском. Поред овога, API 581 и RIMAP су изузетно компликовани стандарди, јако исцрпни и временски и финансијски веома захтевни за примену, тако да представљају изазов и за велика постројења и системе, а практично су неприменљиви у случајевима мањих постројења и фабрика. Анализа историје несрећа, такође показује да је механички интегритет опреме значајан индикатор и у том смислу се анализа ризика оваквих система фокусира у датом смеру. Међутим, детаљнијом анализом постаје јасно да у највећем броју случајева не би дошло до отказа опреме или би последице биле значајно мање, да није било људске грешке или пропуста у организацији. Чињеница је да у оквиру претходних истраживања у моделе процене ризика нису у довољној мери, на адекватан начин или нису уопште интегрисани индикатори људских и организационих фактора. Додатно, интегритет конструкција, који је поред људских и организационих фактора пресудан за сигуран рад опреме под притиском, захтева дубљу анализу и могуће нове предлоге у смислу процене ризика примењујући механику лома, као и интеграцију са осталим утицајним факторима.

Сходно томе, тема ове докторске дисертације је врло атрактивна и недовољно истражена у светским размерама, а новоуспостављен модел који је произашао из ње обухвата квантификацију утицаја људских и организационих фактора на процену ризика опреме под притиском, коју интегрише са применом принципа интегритета конструкција у свеобухватан, а једноставан алат за процену ризика.

С обзиром на значај проблематике, сваки нови допринос је вредан пажње како са теоријског аспекта, тако и због преко потребне могућности за практичну примену резултата истраживања. Ово истраживање је једно од првих које даје одговор на дато нерешено питање поставком и провером оригиналног модела. Тако, коначно, резултати овог савременог и оригиналног истраживања потврђују и описују квантитативне везе утицаја којима организације могу да побољшају своје безбедносне перформансе са одговарајућим овладавањем факторима дефинисаним у моделу. Посебан квалитет овог истраживања представља и чињеница да су подаци прикупљени у индустријским системима различитих демографско-организационих карактеристика, па се може очекивати њихова универзална примењивост. Из наведених разлога истраживање у оквиру ове дисертације се може сматрати савременим, а добијени резултати оригиналним.

### 3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Литература која је мотив и полазна тачна овом истраживању је најпре природно везана за преглед свих несрећа у експлоатацији опреме под притиском и сагледавање њихових последица. Како истраживања указују на то да се број несрећа не смањује, заправо у неким секторима индустрије се и повећава, постоји реална потреба да се на ову тему раде даља истраживања. У оквиру процесне индустрије најпознатији стандард за процену ризика је API 581, који, између осталог, покрива и опрему под притиском, а одликује га висок степен детаљности и захтевних прорачуна. У API 581 стандарду није укључен људски фактор, док је утицај организационих фактора (менаџмент фактора) узет у обзир кроз неку врсту упитника, уопштено и без укључивања свих неопходних специфичности рада опреме под притиском.

Интеграција различитих модела за процену ризика и утицаја људских и организационих фактора је слабо заступљена у расположивој литератури генерално посматрано. Не постоји универзално прихваћена методологија процене утицаја људских и/или организационих фактора на ризик у експлоатацији опреме под притиском. Све постојеће технике и методе, биле компликоване или једноставне, мање или више ефектне, су

изучаване као области за себе, нису инкорпориране у процедуре за анализу ризика или нису повезане са индустријским несрећама са озбиљним последицама. Међутим да би било могуће развити статистички валидан алат за оцену утицаја људских и организационих фактора на ризик у раду са опремом под притиском (која обухвата практично све индустријске несреће са озбиљним последицама) и након тога тај алат интегрисати у неки модел процене ризика, који би био довољно једноставан и приступачан за употребу, како финансијски тако и временски, потребно је изучити и упоредити све постојеће технике и алате на ову тему. Тако су у докторској дисертацији анализирани: Упитници за оцену климе безбедности, Технике за оцену непосредне људске грешке, API 581, европске директиве (RIMAP и Seveso), HSE алат за оцену људских фактора у управљању несрећама са озбиљним последицама и OECD водич – смернице за виши менаџмент у високоризичној индустрији.

Коришћена литература је адекватна, покрива изложену проблематику, савремена је и обрађује значајан број радова аутора који обележавају ову област својим референцама и цитатима после 2000. године. Наравно, у циљу хронологије развоја проблематике, цитиран је и одређен број референци које датирају из прошлог века, а које су од суштинског значаја за настанак и развој области.

Најважније референце које су подстакле истраживање налазе се у радовима који се односе на потребу и проблематику свеобухватније моделовања ризика опреме под притиском, међу којима су најзначајније:

- Fabiano, B., & Currò, F. (2012). From a survey on accidents in the downstream oil industry to the development of a detailed near-miss reporting system. *Process Safety and Environmental Protection*, 90(5), 357-367
- Swuste, P., Theunissen, J., Schmitz, P., Reniers, G., & Blokland, P. (2016). Process safety indicators, a review of literature. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 40, 162-173.
- Marhavilas, P. K., Koulouriotis, D., & Gemeni, V. (2011). Risk analysis and assessment methodologies in the work sites: On a review, classification and comparative study of the scientific literature of the period 2000–2009. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 24(5), 477-523.
- Nivolianitou, Z., Konstandinidou, M., & Michalis, C. (2006). Statistical analysis of major accidents in petrochemical industry notified to the major accident reporting system (MARS). *Journal of hazardous materials*, 137(1), 1-7.
- Christou, M., & Konstantinidou, M. (2012). Safety of offshore oil and gas operations: Lessons from past accident analysis. *Joint Research Centre of the European Commission*, 1-60.
- Smith, P., Kincannon, H., Lehnert, R., Wang, Q., & D Larrañaga, M. (2013). Human error analysis of the Macondo well blowout. *Process Safety Progress*, 32(2), 217-221.
- Jovanovic, A. (2004). Overview of RIMAP project and its deliverables in the area of power plants. *International journal of pressure vessels and piping*, 81(10), 815-824.
- Skogdalen, J. E., & Vinnem, J. E. (2011). Quantitative risk analysis offshore—human and organizational factors. *Reliability Engineering & System Safety*, 96(4), 468-479.
- Wold, T., & Laumann, K. (2015). Safety management systems as communication in an oil and gas producing company. *Safety science*, 72, 23-30.
- Milazzo, M. F., & Aven, T. (2012). An extended risk assessment approach for chemical plants applied to a study related to pipe ruptures. *Reliability Engineering & System Safety*, 99, 183-192.
- Mearns, K., Whitaker, S. M., & Flin, R. (2003). Safety climate, safety management practice and safety performance in offshore environments. *Safety science*, 41(8), 641-680.
- Glendon, A. I., & Stanton, N. A. (2000). Perspectives on safety culture. *Safety Science*, 34(1), 193-214.

Прегледом листе коришћене литературе закључује се да је кандидат имао на располагању и проучио сву доступну референтну литературу. Она је била полазна основа како за приказ постојећег стања у области истраживања, тако и за избор поступка моделирања. У оквиру дисертације кандидат се позива на анализе, резултате и закључке објављене у референтној литератури, на начин који показује да је коректно проучио и цитирао литературне изворе.

### 3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Истраживање представљено у овој дисертацији базирано је на прикупљању података аквизицијом из реалних индустријских система, који су подвргнути адекватним поступцима моделирања. Током рада на докторској дисертацији кандидат је применио савремене истраживачке поступке, те користио програмске пакете за статистичку обраду података (SPSS и AMOS програмске пакете).

Током реализације циљева истраживања и провере полазних хипотеза коришћене су следеће методе и технике истраживања:

- Методе анализе и синтезе - при систематизацији како претходних, тако и налаза овог истраживања
- Метода компарације - при систематизацији како претходних, тако и налаза овог истраживања
- Метода систематизације и класификације – за утврђивање праваца истраживања у докторској дисертацији
- Прикупљање података методом анкетања
- Статистичка обрада прикупљених података која обухвата:
  - Дескриптивну статистику
  - Анализа поузданости скупа
  - Експлоративну факторску анализу
  - Анализу поузданости корелација полазних променљивих и
  - Конфирматорну факторску анализу (моделирање структурним једначинама)
- Експерименталне и нумеричке методе механике лома и
- Системска метода - присутна у целокупном истраживању, јер се модел заснива на системском изучавању изабране проблематике.

Примена наведених метода је резултовала развојем оригиналног интегрисаног модела процене ризика и интегритета опреме под притиском, који је осим значајног теоријског доприноса, показао и своју практичну снагу у примерима који су потврдили адекватност примењених научних метода.

### 3.4. Применљивост остварених резултата

Резултати до којих је кандидат дошао поред несумњивог научног доприноса имају и практичну примену. Можемо закључити да се практични допринос истраживања огледа у користи за:

а) истраживаче у научној области јер се очекује даљи развој модела, као и његова провера на другим примерима опреме под притиском, као и примена у другим индустријским објектима,

б) стручњаке у индустрији који ће применом уведеног модела у пракси унапредити сигурност рада и процеса,

ц) менаџмент индустријских предузећа, који ће моћи на релативно једноставан начин да добију све потребне податке за доношење важних одлука.



### 3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Чланови комисије сматрају да је кандидат показао смисао и знање неопходно да самостално препозна и систематски решава инжењерске и научне проблеме, примењујући савремене научне методе, и успешно користећи расположиву литературу. С обзиром да је кандидат дошао до оригиналних и проверљивих резултата, закључује се да је показао висок ниво способности и самосталности у доношењу и спровођењу одлука, чиме је демонстрирао способност за самостални научни рад. Осим кроз урађену докторску дисертацију, кандидат је и учешћем у изради и публикавању 8 радова проистеклих директно из дисертације, показао тражене компетенције не само за индивидуалан, већ и за тимски рад, који је битна одредница у савременом научно-истраживачком раду.

## **4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС**

### 4.1. Приказ остварених научних доприноса

Научни допринос овог рада обухвата дефинисање и проверу оригиналног интегрисаног модела процене ризика и интегритета опреме под притиском, што се огледа у:

- Утврђивању кључних људских фактора који утичу на процену ризика у експлоатацији опреме под притиском;
- Утврђивању кључних организационих фактора који утичу на процену ризика у експлоатацији опреме под притиском;
- Квантификацији утицаја људских и организационих фактора кроз дефинисање једначина веза између значајних утицајних фактора;
- Могућности интегрисања квантификованих људских и организационих фактора у постојеће моделе процене ризика; и
- Дефинисању новог приступа процени ризика применом принципа механике лома, односно интегритета конструкција.

### 4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Дефинисањем циљева истраживања утврђена је методологија истраживања примењена током израде ове докторске дисертације. Увидом у доступну литературу из ове области истраживања као и разматрањем резултата истраживања добијених применом одабране методологије у оквиру ове дисертације, види се да се добијени резултати значајно допуњују постојеће резултате, имајући у виду потребу да се интегришу сви битни утицаји на процену ризика опреме под притиском. Осим несумњиво значајних доприноса ово истраживање има и одређена ограничења, која се односе на упрошћења уведена и циљу добијања једноставне процедуре и могућа субјективност која је у највећој мери умањена провером валидности и поузданости. Такође, ограничење овог истраживања представљају и оне промене које нису дефинисане претходним истраживањима нити пословном праксом, па нису могле бити контролисане механизмима овог истраживања. Међутим, наведена ограничења не само да представљају препоруку за даља истраживања у области, већ и представљају добру полазну основу за даљу разраду модела.

### 4.3. Верификација научних доприноса

Део доприноса докторске дисертације верификован је и у радовима које је кандидат публиковао у међународним часописима, у националним часописима и на међународним конференцијама. Кандидат је аутор/коаутор и других радова, који се овде не наводе, јер нису директни резултати дисертације.

### Категорија М23

**Голубовић, Т.**, Седмак, А., Спасојевић Бркић, В., Кирин, С., Ракоњац, И. Novel risk based assessment of pressure vessels integrity. Tehnički vjesnik/Technical Gazette, 231(13), ISSN 1330-3651, Impact Factor: 0,723, DOI: 10.17559/TV-20170829144636 – in press – потврда у прилогу

### Категорија М24

Вучетић, И., Кирин, С., Вучетић, Т., **Голубовић, Т.**, Седмак, А. (2018). Analiza rizika u slučaju havarije rezervoara za vazduh u RHE Вајина Вашта. Integritet i vek konstrukcija, 18(1), 3-8

**Седмак Т.**, Бакић Р., Седмак С., Миловић Љ., Кирин С. (2012) Applicability of strategy for risk based maintenance to a penstock, Integritet i vek konstrukcija, 12(3), 191-196, ISSN1451-3749

### Категорија М33

Спасојевић Бркић В., Томић Б., Вељковић З., **Голубовић Т.** & Омић С. (2014). Risk Management and Organizational Culture Dimensions Relationship. Proceedings of 2100 Project Association Joint Conferences. Povoа de Vazim, Portugal, 1, 236-242. ISSN 2183-3060

Кирин С., Седмак А., **Седмак Т.**, Дамњановић В. (2013) Modern mining industry management - synergy of quality and risk based approach, 5th Balkan Mining Congress, Ohrid, Macedonia, 482-490, ISBN 978-608-65530-2-9

Игор Мартић, Galip Buyukyildirim, **Тамара Голубовић**, Рамо Бакић. (2015) Certification of personnel for api 510 pressure vessel inspector, Pp. 602-606, Proceedings of TEAM 2015, 7th International Scientific and Expert Conference of the International TEAM Society 15–16th October 2015, Belgrade, Serbia Publisher: Faculty of Mechanical Engineering, University of Belgrade ISBN 978 – 86 -7083 – 877 – 2

### Категорија М51

Седмак, А., Кирин, С., **Голубовић, Т.**, Митровић, С., & Станојевић, П. (2016). Risk Based Approach to Integrity Assessment of a Large Spherical Pressure Vessel. Procedia Structural Integrity, 2, 3654-3659, ISSN: 2452-3216.

### Категорија М63

Седмак А., Кирин С., **Седмак Т.**, Нинковић Д. (2012) Quality assurance of welding as a special process, European week of quality – 2012, Novi Sad, Serbia JUSK, ISSN 2217-8155, 63-74

**Напомена:** Девојачко презиме (до марта 2013. године) Голубовић Тамаре било је Седмак.

## **5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ**

На основу прегледа и детаљне анализе докторске дисертације под називом "**Интеграција људских и организационих фактора у модел процене ризика и интегритета опреме под притиском**" кандидата Тамаре Голубовић, мастер инж. маш., Комисија за оцену и одбрану 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.

На основу резултата и закључака приказаних у докторској дисертацији и чињенице да је анализирана проблематика значајна и актуелна у стручној и научној јавности, констатује се да је кандидат мр Тамаре Голубовић, дипл. инж. маш., успешно завршила докторску дисертацију у складу са предвиђеним предметом и постављеним циљевима истраживања. Кандидат је остварио оригиналне резултате у оквиру докторске дисертације, користећи при томе адекватну расположиву литературу и резултате сопственог експерименталног истраживања. Резултати истраживања су систематично обрађени и на основу њих изведени

су вредни закључци значајни за научну јавност, али и друштвену заједницу, јер на основама овог рада могуће је релативно једноставно оценити процесни ризик у компанији, што ће резултирати повећању процесне безбедности а она утиче на све од здравља људи, преко финансијских аспеката, до утицаја на околину. Научна и стручна јавност је упозната са резултатима истраживања публиковањем 1 рада у међународном часопису (категорије М23) и 7 радова других категорија.

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације закључила је да дисертација представља оригинални научни рад са научним доприносом у области техничких наука, ужа научна област Индустрijско инжењерство, па сагласно томе предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета Универзитета у Београду да прихвати Реферат Комисије, а дисертацију **"Интеграција људских и организационих фактора у модел процене ризика и интегритета опреме под притиском"** кандидата Тамаре Голубовић, мастер инж. маш., стави на увид јавности и извештај упуту на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, а да након тога кандидата позове на јавну одбрану.

У Београду, 31.01. 2018. године

## ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

.....  
Др Весна Спасојевић-Бркић, ред. проф.  
Машински факултет Универзитета у Београду

.....  
Др Угљеша Бугарић, ред. проф.  
Машински факултет Универзитета у Београду

.....  
Др Зорица Вељковић, в. проф.  
Машински факултет Универзитета у Београду

.....  
Др Александар Петровић, ред. професор  
Машински факултет Универзитета у Београду

.....  
Др Марко Ракин, ред. проф.  
Технолошко-металуршки факултет Универзитета у Београду

To:

Your ref.:

Our ref.: AA-TV-20170829144636

Slavonski Brod, 16-10-2017

Subject: **Acceptance of Article**Article ID: **TV-20170829144636**DOI Number<sup>1)</sup>: **10.17559/TV-20170829144636**Title: **NOVEL RISK BASED ASSESSMENT OF PRESSURE VESSELS INTEGRITY**Author/s: **Tamara Golubović, Aleksandar Sedmak, Vesna Spasojević Brkić, Snežana Kirin, Ivan Rakonjac**

Dear author!

Your article (mentioned above) has been accepted for publication in the journal Tehnički vjesnik/Technical Gazette (Print: ISSN 1330-3651, Online: ISSN 1848-6339), Vol. **25/No. 3** to be published towards the end of **June 2018**. The article is classified as **original scientific paper**. The Journal indexed in Web of Science (Science Citation Index Expanded), Journal Citation Reports (IF = 0,723 for 2016), Scopus, INSPEC, Compendex, Geo Abstracts etc.

Attached is the Copyright Transfer Agreement with Payment Data. Please read carefully the enclosed Copyright Transfer Agreement with Payment Data and if you agree with the given terms fill in the necessary data, sign the form, keep a copy for yourself and send the original to our address by regular mail (also e-mail a copy to [tehnvj@sfsb.hr](mailto:tehnvj@sfsb.hr) or send a fax to +385 35 446 446).

When we have received the Copyright Transfer Agreement, your article will be published in the Journal.

Yours sincerely,

Editor-in-Chief:  
Prof. dr. Pero RaosSTROJARSKI FAKULTET U SLAV. BRODU  
SLAVONSKI BROD OIB 65410788616  
Tel: 035 446 446 Fax 035 446 446  


Enclosed documents:

- Copyright Transfer Agreement and Payment Data

---

✉ **Strojarski fakultet/Tehnički vjesnik**, Trg Ivane Brlić-Mažuranić 2, HR-35000 Slavonski Brod, Croatia  
☎ +385 35 493 423, Fax: +385 35 446 446, e-mail: [tehnvj@sfsb.hr](mailto:tehnvj@sfsb.hr), <http://hrcak.srce.hr/tehnicki-vjesnik>

<sup>1)</sup> The DOI number will be active after publishing and it should not be cited in references before publishing.