

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ФАКУЛТЕТА ИНЖЕЊЕРСКИХ  
НАУКА  
ВЕЋУ ЗА ТЕХНИЧКО-ТЕХНОЛОШКЕ НАУКЕ УНИВЕРЗИТЕТА  
У КРАГУЈЕВЦУ

На седници Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу одржаној 24. 12. 2019. године (број одлуке: 01-1/5041-14) и на седници Већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу одржаној 22. 01. 2020. (број одлуке: IV-04-8/11) одређени смо за чланове Комисије за писање извештаја о оцени научне заснованости теме докторске дисертације: **„Унапређење ПФМЕА анализе у савременим концептима производње – решавање проблема рангирања и оптимизације унутар неизвесности”** у научној области Индустрijско инжењерство и инжењерски менаџмент, кандидата **Николе Коматине**, маг. инж. маш. На основу података којима располажемо достављамо следећи

## ИЗВЕШТАЈ

### 1. Научни приступ проблему предложеног нацрта докторске дисертације и процена научног доприноса крајњег исхода рада

У предложеном нацрту докторске дисертације, кандидат је образложио предмет и циљ истраживања, истакавши значај и актуелност истраживања у области унапређења процеса производње у аутомобилској индустрији, која представља један од најзначајнијих области прерађивачког сектора. Унапређење процеса производње доводи до повећања степена остварења пословних циљева, како на оперативном, тако и на стратегијском нивоу. Унапређење процеса производње, између осталог, може да се постигне кроз идентификовање, анализу и елиминисање грешака које могу да настану у току реализације процеса производње, а са којима се менаџмент тимови предузећа из ове области прерађивачког сектора свакодневно сусрећу. Метода која се у пракси користи у ову сврху, а чије је коришћење у аутомобилској индустрији прописано стандардном IATF 16949:2016, је FMEA анализа (енгл. *Failure Mode and Effects Analysis*), односно PFMEA анализа (енгл. *Process Failure Mode and Effects Analysis*), када се говори конкретно о реализацији процеса производње. Стога се сматра да је коришћење ове анализе обавезно за сва предузећа која послују у оквиру ланца снабдевања у аутомобилској индустрији.

Поступак спровођења PFMEA анализе дефинисан је приручником, који је објављен од стране Акционе групе за аутомобилску индустрију (енгл. *Automotive Industry Action Group – AIAG*) и Немачке асоцијације за аутомобилску индустрију (нем. *Verband der Automobilindustrie – VDA*; енгл. *German Association of the Automotive Industry*). Последњом верзијом овог приручника (*AIAG&VDA: PFMEA manual*), која је објављена 2019. године, елиминисани су многобројни недостаци конвенционалне PFMEA анализе. Упркос томе, прегледом релевантне литературе и увидом у реалне, практичне проблеме, утврђено је да

и даље постоји велики простор за унапређење поступка спровођења PFMEA анализе, како би се добили поузданији резултати.

За спровођење PFMEA анализе у предузећима задужени су PFMEA тимови, чији је основни задатак, поред идентификације потенцијалних и насталих грешака, да процене вредност три фактора ризика: (1) озбиљности последице коју нека грешка може да изазове (енгл. *Severity* – *S*), (2) учесталости појаве грешке (енгл. *Occurrence* – *O*) и (3) могућност откривања грешке (енгл. *Detection* – *D*), на скали мера [1-10]. Као што је познато, ближе људском начину размишљања је да доносиоци одлука своје процене исказује речима, а не прецизним бројевима. Увођење теорије фази скупова за описивање неизвесности и непрецизности које егзистирају у разматраном проблему може значајно унапредити поступак спровођења ове анализе. Такође, чланови PFMEA тима често процене исказују на основу свог искуства и знања. Може се сматрати да доносиоци одлука треба да у току процеса процене респектују и податке из евиденције. На основу података која се могу наћи у предузећима аутомобилске индустрије, која егзистирају у нашем региону, може се тврдити да готово не постоји довољан број одговарајућих података из евиденције. Стога креирање базе података о грешкама које могу настати током реализације процеса производње, као и њиховој фреквенцији појављивања, може значајно побољшати примену PFMEA анализе.

Што се тиче методолошког унапређења PFMEA анализе, препозната је потреба за разматрањем више аспеката фактора ризика који је означен као озбиљност последице (*S*). У конвенционалној PFMEA анализи, озбиљност последице разматра се само са аспекта квалитета и у мањој мери са аспекта безбедности. У овој докторској дисертацији фактор ризика *S* ће бити разматран са четири аспекта: квалитет, трошкови, безбедност и важност производа. У општем случају, ови аспекти немају једнаку важност. Одређивање фактора важности аспеката може да се постави као проблем фази групног одлучивања. Агрегирана вредност озбиљности последице на нивоу грешке биће израчуната коришћењем правила фази алгебре.

Реалан проблем са којим се сусрећу инжењери, односно чланови PFMEA тимова, у пракси је одређивање редоследа којим идентификоване и оцењене грешке треба елиминисати или поправљати. У пракси и литератури не постоје никаква упутства или препоруке како се решава овај проблем. У овој докторској дисертацији, редослед елиминисања грешака биће решаван применом метода метахеуристике. Добијени резултат може да буде од великог значаја, како у теоријском, тако и у практичном домену. Као додатан допринос дисертације истиче се одређивање менаџмент мера, које треба да доведу до елиминисања или смањења утицаја идентификованих грешака, као и развој софтверског решења које кореспондира предложеном моделу.

Кандидат је предложио план истраживања у наведеној области, који је у складу са савременим научним методама истраживања. Истраживање се заснива на примени теорије фази скупова, метода метахеуристике, метода математичке статистике и метода вишекритеријумске оптимизације.

Приказани нацрт докторске дисертације, са респектовањем приказа проблема истраживања, полазних хипотеза и предложених научних метода истраживања, садржи све елементе који су потребни, да би се у изради докторске дисертације дао научни допринос, значајан за даљи развој научних истраживања у области унапређења процеса производње у аутомобилској индустрији.

#### Наслов докторске дисертације

Комисија је утврдила да је неопходна модификација предложеног наслова докторске дисертације, уз то да се скраћеница PFMEA у наслову пише латиничним, а не ћириличним писмом, као што је био случај у радном наслову из Пријаве теме докторске дисертације. Разлог томе је то што је PFMEA скраћеница за назив анализе на енглеском језику. Стога, предлаже се следећи наслов докторске дисертације:

**„Унапређење процеса производње применом модификоване PFMEA анализе и метода оптимизације”**

#### Веза са досадашњим истраживањима

У досадашњем научно-истраживачком раду кандидат Никола Коматина, мастер инжењера машинства, је проучавао проблеме унапређења квалитета пословних процеса. Посебна пажња кандидата била је усмерена на побољшање PFMEA анализе, што се може лако констатовати увидом у објављене радове кандидата у научним и стручним часописима. У раду (Ђурић, et al., 2019<sup>1</sup>) оцена и анализа грешака засновани су на коришћењу PFMEA оквира. Неизвесности у релативној важности фактора ризика (озбиљност последице (S), учесталост појаве грешке (O) и могућност откривања грешке (D)), као и њихове вредности, моделиране су помоћу тип-2 фази бројева. Одређивање ранга грешака постављено је као задатак вишекритеријумске оптимизације. Решење разматраног проблема одређено је применом модификоване COPRAS (енгл. *COmplex PROportional ASsessment*) методе. Унапређење производног пословног процеса у домену рециклаже може, између осталог, да се реализује и кроз примену PFMEA анализе, као што је приказано у раду (Aleksić, et al., 2019<sup>2</sup>). У овом раду, фактори ризика су одређени према конвенционалној PFMEA анализи. Релативне важности разматраних фактора ризика су постављене као проблем фази-групног одлучивања и одређене су на директан начин. Релативне важности и вредности фактора ризика су процењене помоћу унапред дефинисаних лингвистичких исказа. Моделовање ових лингвистичких исказа засновано је

<sup>1</sup> Ђурић, G., Mitrović, Č., Komatina, N., Tadić, D., & Vorotović, G. (2019). The hybrid MCDM model with the interval Type-2 fuzzy sets for the software failure analysis. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 37(6), 7747-7759.

<sup>2</sup> Aleksić, A., Runić Ristić, M., Komatina, N., & Tadić, D. (2019). Advanced risk assessment in reverse supply chain processes: A case study in Republic of Serbia. *Advances in Production Engineering & Management*, 14(4).

на коришћењу тип-2 фази бројева. Проблем одређивања ранга грешака, које могу да настану у процесу производње, постављен је као задатак виšekритеријумске оптимизације и дефинисан је помоћу модификоване TOPSIS (енгл. *Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution*) методе.

Истраживање кандидата ослањало би се на публиковане радове, који могу да се пронађу у литератури (Zimmermann, 2010<sup>3</sup>; Liu, et al., 2014<sup>4</sup>; Liu, et al., 2015<sup>5</sup>; Djapan, et al., 2015<sup>6</sup>), у којима су описани недостаци конвенционалне PFMEA анализе. У циљу елиминисања идентификованих грешака, многи аутори сугеришу коришћење лингвистичких исказа који су моделирани фази бројевима, за описивање неизвесних вредности фактора ризика (Silva, et al., 2014<sup>7</sup>; Liu, et al., 2016<sup>8</sup>; Liu, et al., 2019<sup>9</sup>; Đurić, et al., 2019<sup>1</sup>).

Фактор ризика означен као озбиљност последице у литератури је разматран са више аспеката. Тако, на пример: а) озбиљност последице је разматрана са аспекта квалитета и трошкова (Zammori and Gabrielli, 2012)<sup>10</sup>, б) Abdelgawad and Fayek (2010)<sup>11</sup> сугеришу да је неопходно да се озбиљност последице разматра са трошковног, временског и аспекта квалитета, док в) Banduka, et al. (2018)<sup>12</sup> сугеришу да озбиљност последице треба да се разматра са аспекта квалитета, трошкова и безбедности.

---

<sup>3</sup> Zimmermann, H. J. (2010). Fuzzy set theory. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, 2(3), 317-332.

<sup>4</sup> Liu, H. C., Fan, X. J., Li, P., & Chen, Y. Z. (2014). Evaluating the risk of failure modes with extended MULTIMOORA method under fuzzy environment. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 34, 168-177.

<sup>5</sup> Liu, H. C., Li, P., You, J. X., & Chen, Y. Z. (2015). A novel approach for FMEA: Combination of interval 2-tuple linguistic variables and gray relational analysis. *Quality and Reliability Engineering International*, 31(5), 761-772.

<sup>6</sup> Djapan, M. J., Tadic, D. P., Macuzic, I. D., & Dragojovic, P. D. (2015). A new fuzzy model for determining risk level on the workplaces in manufacturing small and medium enterprises. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part O: Journal of Risk and Reliability*, 229(5), 456-468.

<sup>7</sup> Silva, M. M., de Gusmão, A. P. H., Poletto, T., e Silva, L. C., & Costa, A. P. C. S. (2014). A multidimensional approach to information security risk management using FMEA and fuzzy theory. *International Journal of Information Management*, 34(6), 733-740.

<sup>8</sup> Liu, H. C., You, J. X., Li, P., & Su, Q. (2016). Failure mode and effect analysis under uncertainty: An integrated multiple criteria decision making approach. *IEEE Transactions on Reliability*, 65(3), 1380-1392.

<sup>9</sup> Liu, H. C., You, J. X., & Duan, C. Y. (2019). An integrated approach for failure mode and effect analysis under interval-valued intuitionistic fuzzy environment. *International Journal of Production Economics*, 207, 163-172.

<sup>10</sup> Zammori, F., & Gabrielli, R. (2012). ANP/RPN: A multi criteria evaluation of the risk priority number. *Quality and Reliability Engineering International*, 28(1), 85-104.

<sup>11</sup> Abdelgawad, M., & Fayek, A. R. (2010). Risk management in the construction industry using combined fuzzy FMEA and fuzzy AHP. *Journal of Construction Engineering and Management*, 136(9), 1028-1036.

<sup>12</sup> Banduka, N., Tadić, D., Mačužić, I., & Crnjac, M. (2018). Extended process failure mode and effect analysis (PFMEA) for the automotive industry: The FSQC-PFMEA. *Advances in Production Engineering & Management*, 13(2), 206-215.

Ранг грешака у литератури је одређен применом различитих модификованих вишекритеријумских метода (Tsai and Yeh, 2015<sup>13</sup>; Panchal and Kumar, 2016<sup>14</sup>; Zhou and Thai, 2016<sup>15</sup>; Liu, et al., 2015<sup>16</sup>). Коришћење комбинације теорије фази скупова и вишекритеријумске оптимизације омогућава да се многи недостаци PFMEA анализе елиминишу. Основни недостатак овог приступа је његова комплексност и релативно тешка практична применљивост.

Приоритет грешака у литератури је често одређиван на основу модификованог RPN индекса (Zammori and Gabbrielli, 2012<sup>10</sup>; Zhou and Thai, 2016<sup>15</sup>). У новом PFMEA приручнику дефинисана је процедура помоћу које може да се одреди приоритет грешака не користећи RPN индекс, чиме се елиминишу недостаци конвенционалне анализе у вези са одређивањем приоритета грешака, што је планирано и у овој докторској дисертацији.

Истраживачки рад кандидата Николе Коматине, мастер инжењера машинства, до сада је преваходно био усмерен на спровођење научних истраживања у домену примене и унапређења PFMEA анализе у различитим областима прерађивачког сектора индустрије, као и на решавање различитих проблема у области индустријског инжењерства и инжењерског менаџмента.

До сада су објављени радови кандидата уско повезани са претпоставкама које су уведене у предложеној докторској дисертацији. Стога се може сматрати да резултати научно-истраживачког рада кандидата представљају добар основ за реализацију ове докторске дисертације.

---

<sup>13</sup> Tsai, T. N., & Yeh, J. H. (2015). Identification and risk assessment of soldering failure sources using a hybrid failure mode and effect analysis model and a fuzzy inference system. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 28(6), 2771-2784.

<sup>14</sup> Panchal, D., & Kumar, D. (2016). Integrated framework for behaviour analysis in a process plant. *Journal of loss prevention in the process industries*, 40, 147-161.

<sup>15</sup> Zhou, Q., & Thai, V. V. (2016). Fuzzy and grey theories in failure mode and effect analysis for tanker equipment failure prediction. *Safety science*, 83, 74-79.

<sup>16</sup> Liu, H. C., You, J. X., You, X. Y., & Shan, M. M. (2015). A novel approach for failure mode and effects analysis using combination weighting and fuzzy VIKOR method. *Applied Soft Computing*, 28, 579-588.

## 2. Образложење предмета, метода и циља који уверљиво упућују да је предложена тема од значаја за развој науке

### Предмет, циљеви и хипотезе ове дисертације обухватају следеће

Процес производње је један од најважнијих пословних процеса, како у аутомобилској индустрији, тако и у свакој другој области прерађивачког сектора. Елиминисање грешака које могу да настану у току реализације процеса производње значајно је из разлога што оне могу да доведу до смањења профита, смањења конкурентности, губитка купаца, и многих других негативних последица које се могу одразити на целокупно пословање предузећа.

Предмет истраживања може се исказати на следећи начин: (1) централизација свих података о грешкама и узроцима који доводе до настајања грешака; (2) увођење теорије фази скупова за описивање неизвесности и непрецизности које егзистирају у разматраном проблему; (3) проширење RFMEA анализе које обухвата увођење нових аспеката према којима се процењује озбиљност последице; (4) одређивање оптималног редоследа елиминисања грешака применом метода метахеуристике, (5) одређивање менаџмент мера које треба да се предузму у циљу елиминисања узрока, а самим тим и грешака, применом метода за унапређење квалитета и метода вишекритеријумске оптимизације и (6) развој софтверског решења.

Кроз реализацију ове докторске дисертације планирано је да се истраживање спроведе у шест корака.

У првом кораку, план је да се изврши одређивање узрока и последица на нивоу сваке идентификоване грешке које се могу јавити током реализације процеса производње. Узроци који могу да доведу до настајања сваке грешке, као и последице које могу да настану услед реализације грешке, биће одређене на основу процене доносиоца одлука. Њихове процене ће се заснивати на знању, искуству, подацима из релевантне литературе, анализи пословних извештаја сличних компанија и др.

У другом кораку, вредности сваког од три фактора ризика ( $S$ ,  $O$  и  $D$ ), на нивоу сваке грешке, треба да буду процењене од стране доносилаца одлука и/или применом метода математичке статистике. У овој докторској дисертацији, биће уведена претпоставка да доносиоци одлука своје процене исказују користећи унапред дефинисане лингвистичке исказе. Квантитативно описивање ових лингвистичких исказа биће засновано на примени теорије фази скупова и применом правила фази алгебре. Посебна пажња је усмерена на одређивање вредности озбиљности последице и учесталости појаве грешке. У конвенционалној RFMEA анализи, озбиљност последице се процењује једино са аспекта квалитета и у мањој мери са аспекта безбедности. Узимајући у обзир сугестије многих аутора, у овој докторској дисертацији фактор ризика озбиљност последице биће разматран са четири аспекта: квалитет, трошкови, безбедност и важност производа. Као што је већ речено, сматра се да наведени аспекти немају једнаку важност. Одређивање фактора важности сваког аспекта може поставити као проблем фази групног одлучивања. Агрегирана вредност озбиљности последице на нивоу грешке биће израчуната

коришћењем правила фази алгебре. У складу са захтевима Индустије 4.0., може се увести претпоставка да постоји централизована база података о грешкама, као и тачна евиденција о учесталости њихове појаве. Унутар ове претпоставке, вероватноћа појаве сваке грешке, у односу на обим производње, може да се одреди применом теорије вероватноће и математичке статистике, што представља улазни податак на основу којег се процењује вредност другог фактора ризика (O).

Примена процедуре за одређивање приоритета мера за редуковање или елиминисање грешака која је прописана приручником *AIAG&VDA: PFMEA manual* биће извршена у кораку 3.

Респектујући принцип нула дефеката који је дефинисан у концепту Тотално управљање квалитетом, али и у другим савременим концептима производње, све идентификоване грешке морају да буду елиминисане током одређеног временског периода (најчешће је то период од једне године). Проблем одређивања редоследа елиминисања грешака ће бити разматран у кораку 4. У конвенционалној PFMEA анализи сматра се да редослед елиминисања грешака кореспондира њиховом приоритету који је одређен у PFMEA анализи. Међутим, на основу резултата добре праксе може да се тврди да не постоји апсолутна корелација између оптималног редоследа елиминисања грешака и одређеног приоритета грешака. Стога, одређивање редоследа елиминисања грешака, у овој докторској дисертацији, разматра се као задатак сам за себе. Одређивање редоследа елиминисања грешака биће постављен као класичан оптимизациони задатак који је у литератури означен као проблем трговачког путника. Функција циља се дефинише, како од стране PFMEA тима, тако и од стране менаџера производње, квалитета, логистике, људских ресурса, и др.

Кроз пети корак планирано је да се дефинишу менаџмент иницијативе које треба да буду предузете респектујући резултате добије у претходном кораку, као и кроз резултате анализе узрока које доводе до настајања грешака.

Шести корак је развој софтверског решења које кореспондира развијеном моделу. На овај начин би се PFMEA тиму значајно олакшао поступак примене PFMEA анализе, како у домену процене вредности фактора ризика (*S*, *O* и *D*), тако и у домену одређивања редоследа елиминисања грешака.

Циљ ове докторске дисертације може да се дефинише као проширење PFMEA анализе и унапређење поступка решавања проблема поузданости процеса производње у аутомобилској индустрији.

Подциљеви разматраног циља су:

- Централизација и дигитализација података о грешкама које могу да настану у процесу производње у ауто индустрији;
- Оцена озбиљности сваке последице на нивоу сваке грешке са респектовањем више аспеката у условима неизвесности;

- Оцена учесталости појаве сваке идентификоване грешке;
- Одређивање редоследа елиминисања идентификованих грешака применом метода метахеуристике;
- Одређивање менаџмент мера на егзактан начин које треба да доведу до елиминисања и смањења идентификованих грешака.

Реализација дефинисаног циља у овој докторској дисертацији оствариће се кроз реализацију његових парцијалних циљева.

Основне хипотезе од којих се полази у овој докторској дисертацији су:

X1: Процена озбиљности последица са респектовањем више аспеката, као и коришћењем теорије фази скупова и правила фази алгебре, значајно могу да повећају поузданост резултата PFMEA анализе у аутомобилској индустрији.

X2: Редослед елиминисања грешака може да се постави као оптимизациони задатак и решење се налази применом метахеуристичких метода.

#### Методе истраживања

У овој докторској дисертацији ће бити коришћене различите квалитативне и квантитативне методе за решавање различитих истраживачких проблема:

Прикупљање и представљање података који егзистирају у разматраном проблему биће извршено применом **метода и алата квалитета** (анкета, интервју метода, FMEA извештаји, Ишикава дијаграм, методе дескриптивне статистике, итд.).

Моделовање неизвесних и непрецизних променљивих (озбиљност последице, могућност детекције грешака, итд.) који егзистирају у проблему одлучивања биће засновано на **теорији фази скупова**.

Одређивање вредности непрецизних променљивих биће засновано на правилима **фази алгебре и математичке статистике**.

Редослед елиминисања идентификованих грешака може се одредити применом метода **метахеуристике**.

Отклањање узрока који доводе до реализације грешака засновано је на примени **квалитативних метода одлучивања**, као и на примени метода **вишекритеријумске оптимизације**.



## Оквирни садржај докторске дисертације

1. Увод
2. Унапређење PFMEA анализе унутар неизвесности
3. Одређивање оптималног редоследа елиминисања грешака
4. Побољшање процеса отклањања узрока идентификованих грешака
5. Студија случаја
6. Закључак
7. Литература
8. Додаци: PFMEA извештаји и анкете

### **3. Образложење теме за израду докторске дисертације које омогућава закључак да је у питању оригинална идеја или оригиналан начин анализирања проблема**

Предложена тема, образложени предмет рада и очекивани резултати докторске дисертације имају следеће елементе оригиналности, у научном и стручном смислу:

Примена PFMEA анализе у аутомобилској индустрији обавезна је према стандарду IATF 16949:2016 за сва предузећа која кореспондирају у ланцу снабдевања, па је стога унапређење ове анализе веома актуелна тема, како за истраживаче, тако и за производне менаџере. Основни допринос дисертације може да се реализује кроз:

- (1) Примену предложеног модела за одређивање озбиљности последице на нивоу сваке идентификоване грешке, где се озбиљност последице разматра са више аспеката. Процена озбиљности последице разматрана са сваког аспекта се одређује на основу процене PFMEA тима и моделира се применом теорије фази скупова. Укупна озбиљност последице се добија применом правила фази алгебре.
- (2) Проблем смањивања или елиминисања узрока који доводе до настајања грешака може да се опише формалним језиком. Оптимално решење проблема добија се применом одговарајућих математичких метода.
- (3) Повећање ефикасности процеса производње у аутомобилској индустрији кроз унапређење процеса одлучивања PFMEA тима.
- (4) складиштење података на одређеној платформи и примену метода математичке статистике за одређивање учесталости појаве грешака;
- (5) одређивање оптималног редоследа елиминисања идентификованих грешака на егзактан начин – применом метода метахеуристике;

(6) примену квалитативних метода одлучивања и метода вишекритеријумске анализе; мере које треба да доведу до отклањања узрока су засноване на резултатима примене метода за елиминисање идентификованих грешака.

Унапређење процеса производње, кроз унапређење PFMEA анализе, је актуелни научни изазов који се може сагледати у великом броју публикованих научних радова. Кандидат је као аутор/коаутор публиковао радове у којима су развијене неке оригиналне методе за унапређење PFMEA анализе. У пријави дисертације кандидат додатно дефинише могућности за унапређење и примену ове анализе.

#### **4. Усклађеност дефиниције предмета истраживања, основних појмова, предложене хипотезе, извора података, метода анализе са критеријумима науке уз поштовање научних принципа у изради коначне верзије докторске дисертације**

Кандидат је у достављеној пријави теме докторске дисертације користио одговарајућу терминологију у доменима: менаџмента пословним процесима, метахеуристике, вишекритеријумске оптимизације и фази моделирања. Предмет истраживања је усклађен са предложеним хипотезама и методама истраживања. Предложена научно-стручна литература је одговарајућа и актуелна.

#### **5. Преглед научно-истраживачког рада кандидата**

##### **а. Кратка биографија кандидата**

Никола Коматина је рођен 8. новембра 1993. године у Чачку. Основно образовање је стекао у Основној школи „Кирило Савић” у Ивањици. Након завршене основне школе уписао је Техничку школу у Ивањици, где је 2012. године завршио смер Машински техничар за компјутерско конструисање са одличним успехом. Исте године је започео студирање на Факултету инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, где је диплому основних академских студија и звање Инжењер машинства стекао 2015. године. Мастер академске студије на Факултету инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу је уписао 2015. и завршио 2017. године са просечном оценом 9,13. Докторске академске студије уписао је 2017. године, такође на Факултету инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, одредивши се за смер Индустијско инжењерство и инжењерски менаџмент. Запослен је на Факултету инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу као Истраживач-приправник.

## 6. Научно-истраживачки рад

Кандидат је као аутор или коаутор публиковао више радова у часописима домаћег и међународног значаја, као и на међународним и домаћим научним конференцијама.

### • Списак објављених радова

#### M23

1. Đurić Goran, Mitrović Časlav, **Komatina Nikola**, Tadić Danijela, Vorotović Goran: The hybrid MCDM model with the interval Type-2 fuzzy sets for the software failure analysis, Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, ISSN 1064-1246, Vol. 37, No. 6, pp. 7747-7759, 2019, doi: 10.3233/JIFS-182541.

#### M33

1. **Komatina Nikola**, Tadić Danijela, Arsovski Slavko, EVALUATION OF INFLUENCE RECYCLING DEVICE ON ENVIRONMENT IN PRODUCTION PROCESS PHASE BY TOPSIS METHOD, 9th International quality conference, Kragujevac, 2015, 4th-6th June, pp. 239-244, ISBN 978-86-6335-015-1
2. **Komatina Nikola**, Arsovski Slavko, Tadić Danijela, Aleksić Aleksandar, DEFINING THE INPUT VALUES IN FIRST HOUSE OF QUALITY OF QFD METHOD USING FUZZY AHP METHOD, 3RD INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE - COMETA 2016, Jahorina, 2016, 7th-9th December, pp. 493-500, ISBN 978-99976-623-7-8
3. Živković Dajana, **Komatina Nikola**, DETERMINATION OF THE LEVEL OF RISK IN MANUFACTURING SUPPLY CHAIN, 2nd International conference on Quality of Life, Kragujevac, 2017, 8th-10th June, pp. 153-160, ISBN 978-86-6335-043-4
4. **Komatina Nikola**, Živković Dajana, DETERMINATION OF BUSINESS SUCCESSFUL OF SUPPLY CHAIN AND INFLUENCE ON CUSTOMERS AND EMPLOYEES, 2nd International conference on Quality of Life, Kragujevac, 2017, 8th-10th June, pp. 161-166, ISBN 978-86-6335-043-4
5. Cvetić Tijana, Živković Dajana, **Komatina Nikola**, Đurić Dušan, ANALYZING INFLUENCE OF DETERMINANTS OF LEADERSHIP, HUMAN RESOURCES AND QUALITY ON ACHIEVEMENT OF SUSTAINABLE SUCCESS IN ORGANIZATIONS, V International Scientific Conference: Quality system condition for successful business and competitiveness, Kopaonik, 2017, 29th November - 1st December, pp. 103-110, ISBN 978-86-80164-06-9

6. Aleksić Aleksandar, **Komatina Nikola**, Tadić Danijela, THE SELECTION OF EQUIPMENT FOR RECYCLING BY USING FUZZY COPRAS METHOD, 7th International Symposium on Industrial Engineering, Belgrade, 2018, 27th-28th September, pp. 164-167, ISBN 978-86-7083-981-6
7. Zahar Đorđević Marija, **Komatina Nikola**, Ignjatov Nemanja, ANALYSIS OF STARTUP COMPANIES AND PROJECTS IN THE REPUBLIC OF SERBIA, 3rd International Conference on Quality of Life, Kopaonik, 2018, 28th-30th November, pp. 99-104, ISBN 978-86-6335-056-4
8. **Komatina Nikola**, Ljepava Nikolina, Tadić Danijela, THE ANALYSIS PROCEDURE AND APPLICATION OF MULTI-CRITERIA DECISION-MAKING METHODS IN SELECTION OF INDUSTRY EQUIPMENT, 3rd International Conference on Quality of Life, Kopaonik, 2018, 28th-30th November, pp. 157-164, ISBN 978-86-6335-056-4
9. Savković Marija, Aleksić Aleksandar, Tadić Danijela, **Komatina Nikola**, Cvetić Tijana, THE ANALYSIS OF THE IMPACT OF RECYCLING EQUIPMENT IN THE AUTOMOTIVE INDUSTRY IN TERMS OF CIRCULAR ECONOMY, 13. International Quality Conference, Kragujevac, 2019, 30th May - 1st June, pp. 759-768, ISBN ISSN 2620-2832
10. **Komatina Nikola**, Aleksić Aleksandar, Tadić Danijela, THE SIGNIFICANCE OF ELV RECYCLING EQUIPMENT FROM THE ASPECT OF PRESERVING NATURAL RESOURCES IN THE REPUBLIC OF SERBIA, 13. International Quality Conference, Kragujevac, 2019, 30th May - 1st June, pp. 753-758, ISBN ISSN 2620-2832

#### M34

1. **Komatina Nikola**, Nestić Snežana, Tadić Danijela, Misita Mirjana, EVALUATION AND SELECTION OF MANUFACTURING COMPANIES BASED ON FUZZY AHP AND FUZZY TOPSIS WITH THE INTERVAL TYPE-2 FUZZY SETS, XIII Balkan Conference on Operational Research, Belgrade, 2018, 25th-28th May, pp. 26, ISBN 978-86-80593-65-4

#### M51

1. Peko Marin, **Komatina Nikola**, Banduka Nikola, Crnjac Marina: Ocena i rangiranje grešaka u industriji informacionih tehnologija zasnovani na FMEA i višekriterijumskoj optimizaciji, Ekonomski horizonti, ISSN 1450-863, Vol. 20, No. 3, pp. 257-268, 2018, doi: 10.5937/ekonhor1803257P.
2. **Komatina Nikola**, Nestić Snežana, Aleksić Aleksandar: Analysis of the performance measurement models according to the requirements of the procurement business process, International Journal of Industrial Engineering and Management, ISSN 2217-2661, Vol. 10, No. 3, pp. 211-218, 2019, doi: 10.24867/IJIEM-2019-3-241.

## M63

1. Vulić Miroslav, Cvetić Tijana, **Komatina Nikola**, KRATAK PREGLED EKONOMSKE I EKOLOŠKE ODRŽIVOSTI SA ASPEKTA RECIKLAŽE MOTORNIH VOZILA NA KRAJU ŽIVOTNOG CIKLUSA (ELV), Druga nacionalna naučno–stručna konferencija sa međunarodnim učešćem - Trendovi u poslovanju 2018, Kruševac, 2018, 17th May, pp. 335-340, ISBN 978-86-7566-046-0
2. **Komatina Nikola**, Đorđević Aleksandar, Zahar Đorđević Marija, ANALIZA KVALITETA KOMERCIJALNIH ERP SOFTVERKIH REŠENJA, 46. Nacionalna konferencija o kvalitetu, Kragujevac, 2019, 30th May - 1st June, pp. 99 - 116, ISBN 978-86-6335-059-5
3. **Komatina Nikola**, Puškarić Hrvoje, Cvetić Tijana, PRAVCI RAZVOJA SAVREMENIH ERP REŠENJA, 46. Nacionalna konferencija o kvalitetu, Kragujevac, 2019, 30th May - 1st June, pp. 117 - 126, ISBN 978-86-6335-059-5
4. Cvetić Tijana, Stefanović Miladin, **Komatina Nikola**, Đorđević Aleksandar, ORIJENTISANOST POSLOVNIH MODELA U REPUBLICI SRBIJI: Studija slučaja, 46. Nacionalna konferencija o kvalitetu, Kragujevac, 2019, 30th May - 1st June, pp. 85 - 92, ISBN 978-86-6335-059-5

### • Учесће у научноистраживачким пројектима

Кандидат учествује у реализацији једног научноистраживачког пројекта.

1. Назив пројекта: TP-35033 "Одрживи развој технологија и опреме за рециклажу моторних возила"

Координатор пројекта: Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

Период реализације: 2011. – до данас.

Назив институције носиоца пројекта: Универзитет Привредна академија у Новом Саду, Факултет за економију и инжењерски менаџмент

### • Страни језици

У свом научно-истраживачком раду, кроз читање, писање и конверзацију, кандидат се успешно служи енглеским језиком.

На основу свега наведеног у претходним тачкама овог извештаја Комисија доноси следећи

## ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ КОМИСИЈЕ

**Никола Коматина, мастер инжењера машинства**, испунио је све предвиђене услове за олобрење израде докторске дисертације.

Предложена тема докторске дисертације је оригинална и има научну заснованост. Предложена методологија израде докторске дисертације је у складу са научним принципима. Очекивани резултати докторске дисертације треба да представљају оригинални научни допринос у области унапређења производних процеса са аспекта квалитета.

Комисија предлаже Наставно-научном већу Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу и Већу за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу да наведену предложену тему за докторску дисертацију:


### „Унапређење процеса производње применом модификоване PFMEA анализе и метода оптимизације”


прихвати и одобри њену израду кандидату **Николи Коматини, мастер инжењеру машинства**.

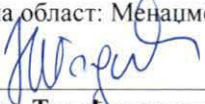
Комисија предлаже да ментор ове докторске дисертације буде др Данијела Тадић, редовни професор Факултета инжењерских наука, Универзитета у Крагујевцу.

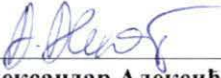
У Крагујевцу,  
19. 02. 2020. год.


КОМИСИЈА

  
др Драган Д. Милановић, редовни професор,  
Машински факултет, Универзитет у Београду – председник Комисије  
Ужа научна област: Индустрijско инжењерство

  
др Јасмина Весић Васовић, редовни професор,  
Факултет техничких наука, Универзитет у Крагујевцу – члан Комисије  
Ужа научна област: Менаџмент и операциона истраживања

  
др Данијела Тадић, редовни професор,  
Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу – члан Комисије  
Уже научне области: Производно машинство и Индустрijски инжењеринг

  
др Александар Алексић, доцент,  
Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу – члан Комисије  
Ужа научна област: Индустрijско инжењерство и инжењерски менаџмент

  
др Марко Бапан, доцент,  
Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу – члан Комисије  
Ужа научна област: Индустрijско инжењерство и инжењерски менаџмент