

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ФАКУЛТЕТА

**Предмет: Извештај о подобности кандидата и научној
заснованости пријављене докторске дисертације**

Одлуком наставно-научног већа ФОН-а бр. 3/89-11 од 15.10.2014. године именовани смо у Комисију за преглед и одбрану приступног рада и оцену научне заснованости пријављене докторске дисертације кандидата Петра Павловића, под насловом:

Одређивање скупа компонената најзначајних за поузданост система

и на основу тога подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Петар Павловић је рођен 19.07.1978. године у Шапцу. Основну школу и гимназију, општи смер, је завршио у Шапцу. Након завршене гимназије 1997. године је уписао Факултет организационих наука, Београдског Универзитета, смер Информациони системи. Дипломирао је 2005. године, са просечном оценом 7,77 у току студија. 2006. године уписао је додатну годину дипломских академских студија (мастер) на Факултету организационих наука, смер Информациони системи. Мастер диплому је стекао 2008. године, са просечном оценом на додатној години мастер студија 9,86 и са укупном просечном оценом 8,06. Након мастер студија 2009. године уписује докторске студије на Факултету организационих наука, смер Информациони системи и менаџмент, модул Операциона истраживања. Положио је све испите предвиђене планом и програмом са просечном оценом 10.

Радно искуство

Од новембра 2005. до фебруара 2006. радио је у Републичком заводу за статистику, одељење у Шапцу, као ИТ систем администратор. Од фебруара 2006. до данас запослен је у Високој технолошкој школи струковних студија Шабац, на студијском програму Информационе технологије. Радио је најпре у звањима стручног сарадника, потом асистента у настави и коначно у звању наставника практичних вештина, при чему је обављао бројне наставне и техничко административне послове. Тренутно је ангажован на извођењу рачунарских вежби на четири наставна предмета, техничким пословима комплетне имплементације и администрације школског веб сајта, бројним комисијама као што су комисија за упис студената на основним и специјалистичким програмима,

комисија за набавку техничке опреме и др. Радно искуство непрестано обогаћује разноврсним хонорарним пословима за појединце и приватне фирме.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Школске 2009/2010 године, Петар Павловић је уписао докторске студије на Факултету организационих наука, студијски програм Информациони системи и менаџмент, изборно подручје Операционих истраживања. Током досадашњих студија, положио је све планом и програмом предвиђене испите са просечном оценом 10:

Вишекритеријумска оптимизација и одлучивање	10 ЕСПБ
Комбинаторна оптимизација	10 ЕСПБ
Нелинеарно програмирање	10 ЕСПБ
Глобална оптимизација	10 ЕСПБ
Метахеуристике	10 ЕСПБ
Нови трендови у операционим истраживањима	10 ЕСПБ
Статистика у менаџменту	10 ЕСПБ
Теорија алгоритама	10 ЕСПБ
Управљање ланцима снабдевања – одабрана поглавља	10 ЕСПБ

Кандидат је одбранио приступни рад под називом „Нови приступ одређивању компонената најзначајнијих за поузданост система“ и остварио 30 ЕСПБ бодова. Укупно је остварио 120 ЕСПБ бодова са просечном оценом 10.

Списак објављених радова

1. Makajić-Nikolić D., Andric B., Stanojević M., Pavlović P.: *Simulacija rada semafora pomoću Petrijevih mreža*, Zbornik radova sa konferencije XXXIII SYMOPIS, Banja Koviljača 2006, str. 433-436
2. Grujić I., Pavlović P.: *Konvertor JAVA SWING aplikacija u GWT aplikacije*, Zbornik radova sa konferencije YU INFO 2010, Kopaonik 2010
3. Pavlović P., Makajić-Nikolić D., Grujić I.: *Simulacija rada signalisane raskrsnice primenom Petrijevih mreža*, Zbornik radova sa konferencije XXXVII SYMOPIS, Tara 2010, str. 681-684
4. Vujić S., Benović T., Miljanović I., Hudej M., Milutinović A., Pavlović P.: *Fuzzy Linear Model for Production Optimization of Mining Systems With Multiple Entities*, International Journal of Minerals, Metallurgy and Materials, Vol. 18 No. 6, 2011, pp. 633-637, ISSN: 1674-4799, IF(2013)=0,573
5. Pavlović P., Makajić-Nikolić D., Vujošević M.: *Primena Petrijevih mreža u analizi i modeliranju lanaca snabdevanja*, Zbornik radova sa konferencije XLI SYMOPIS, Divčibare 2014, str. 299-304

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Кандидат Петар Павловић је завршио основне студије и мастер академске студије на Факултету организационих наука Универзитета у Београду. На докторским студијама Факултета организационих наука положио је свих девет испита предвиђених

планом и програмом студија и и одбранио приступни рад чиме је остварио 120 ЕСПБ бодова.

У току докторских студија стекао је различита знања и искуства из области теорије поузданости, математичког моделирања, комбинаторне оптимизације, теорије алгоритама и метахеуристика, која су неопходна за израду дефинисане теме. Поред тога, поседује знања програмских језика потребних за имплементацију алгоритама који ће се развијати. Током похађања докторских студија, кандидат је објавио и одређен број научних радова чиме је потврдио способност научноистраживачког рада.

На основу свега наведеног, сматрамо да кандидат Петар Павловић поседује потребно знање и искуство за израду докторске дисертације на тему „**Одређивање скупа компонената најзначајних за поузданост система**“.

2. Предмет и циљ истраживања

Предмет и проблем истраживања

Предмет истраживања докторске дисертације је поузданост сложеног система који се састоји од великог броја међусобно повезаних компонената. Детаљније се разматрају утицаји поузданости појединачних компонената на укупну поузданост система. Проблем је одредити оне компоненте које највише утичу на поузданост система. Овај утицај се у теорији поузданости утврђује помоћу мера значајности. Са практичног аспекта, овај проблем је важан у процесу пројектовања када се настоји обезбедити што је могуће виша поузданост система, као и у процесима експлоатације и одржавања када се тежи остваривању што више расположивости а ресурси који су на располагању за повећање поузданости компонената су ограничени. Са теоријског аспекта, у решавању овог проблема постоји више изазова.

Концепт мера значајности је увео Бирнбаум, шездесетих година прошлог века и до данас постоји континуирано интересовање за ову област. Широк преглед мера значајности може се наћи у (Kuo & Zhu, 2012). По овим ауторима, мере значајности се могу разврстати у три категорије. Прву категорију чине структурне мере значајности које мере релативну значајност различитих компонената у односу на њихову позицију у систему. Структурне мере значајности су засноване на познавању структуре система, не узимају у обзир поузданост компонената и суштински показују само важност позиције у систему коју посматрана компонента заузима. Другу категорију чине мере значајности засноване на поузданости које подразумевају да је време рада система дато имплицитно и код ових мера се компоненте процењују на основу њихове поузданости у одређеном тренутку времена. Ове мере значајности зависе и од структуре система и од поузданости компоненте. Трећу категорију чине временске мере значајности које су засноване на животном веку компонената система. Ова мера подразумева да систем и компоненте система имају дугорочну или временски неограничену улогу у систему. Временске мере значајности зависе и од позиције компоненте у систему и од њеног трајања. Основни проблем код постојећих приступа је што се не узима у обзир међусобни утицај компонената у систему већ се одређују вредности одабране мере

значајности за сваку од појединачних компонената након чега се издваја одређен број компонената које се могу сматрати најзначајнијим за поузданост система.

Многе од постојећих мера значајности се дефинишу помоћу минималних пресека и/или минималних путева. Минимални пресеци (*minimal cut sets* - MCS) и минимални путеви (*minimal path sets* - MPS) се могу генерисати у оквиру анализе стабла неисправности. Стабла неисправности су логички блок дијаграми који исказују стање система (вршни догађај) преко стања његових компонената (примарни догађаји). У третинологији стабла неисправности, пресек представља скуп примарних догађаја чије одигравање обезбеђује одигравање вршног догађаја а пут скуп примарних догађаја чије неодигравање гарантује да се вршни догађај неће десити. Пошто је, коришћењем стабла неисправности, могуће успоставити дуалност између пресека и путева, у дисертацији ће бити разматрани само минимални пресеци, који представљају скупове компонената чији ће отказ изазвати отказ система. Отказ једне од компоненти не мора узроковати отказ целог система, али реализација било ког од минималних пресека мора довести до отказа система. Минимални пресеци су у општем случају зависни јер је могуће да имају неке заједничке компоненте. У даљем тексту ће се под вршним догађајем подразумевати отказ система а под примарним догађајем отказ компоненте система.

У дисертацији ће акценат бити на мерама значајности које се одређују на основу минималних пресека. Дефиниција минипресека на којој се заснива основна идеја нових мера значајности је „Минимални пресек је пресек који не садржи неки други пресек”. На основу дефиниције следи да се минимални пресек не може даље редуковати а да и даље гарантује одигравање вршног догађаја. Редукција подразумева искључивање неког примарног догађаја из минималног пресека. У контексту поузданости, искључивање примарног догађаја значи обезбедити да се примарни догађај (отказ компоненте) не догоди или свести његову вероватноћу на заменарљиво малу вредност. Други део дефиниције се може посматрати на следећи начин: уколико се било који примарни догађај из неког минималног пресека не догоди (редукује), тај минимални пресек престаје да буде узрок одигравања вршног догађаја и може се сматрати елиминисаним. Даље, уколико је могуће осигурати да се неки примарни догађај не деси, сви минимални пресеци који садрже тај догађај аутоматски бивају елиминисани. Најбољи могући исход представља елиминација свих минималних пресека, чиме се осигурава да се отказ система неће догодити.

Полазећи од дефиниције минималних пресека и њихове редукције, нове мере значајности ће се формулисати као следећи оптимизациони проблеми: проблем налажења минималног броја примарних догађаја чијим издвајањем се елиминишу сви минимални пресеци; проблем изабора k примарних догађаја тако да број елиминисаних пресека буде максималан; проблем изабора k примарних догађаја тако да укупна вероватноћа елиминисаних пресека буде максимална; проблем расподеле ограничених ресурса на примарне догађаје који се желе издвојити тако да се максимизира вероватноћа елиминисаних минималних пресека. Сваки од наведених проблема се може свести на неку од варијанти проблема покривања скупа.

Централни проблем који ће се разматрати у дисертацији је формулисање и валидација нових мера значајности којима се, за разлику од постојећих приступа, узима у обзир међусобни утицај компонената и истовремено издваја скуп најзначајнијих

компонената система. Нове мере су формулисане као оптимизациони проблеми који се свode на различите варијанте проблема покривања скупова. Потреба за добијањем добрих мера значајности за системе великих димензија захтева развој хеуристика којима би се такви проблеми решавали.

Циљеви истраживања

Научни циљ истраживања је повећање научног фонда у области мера значајности у теорији поузданости новим приступом којим се истовремено одређују компоненте најзначајније за поузданост система и у коме се разматра и међузависност компонената. Задатак који је постављен је и валидација приступа упоређивањем експерименталних резултата са резултатима добијених традиционалним приступима над групом тест примера. Циљ је утврдити корелацију између нових и постојећих, пре свега класичних, мера значајности.

Општи циљ истраживања је да се применом формулисаних модела и развијањем хеуристика за њихово решавање омогући одређивање најзначајнијих компонената у комплексним системима са великим бројем компонената.

Оквирна листа релевантних библиографских извора која ће се користити приликом израде докторске дисертације:

- [1] Ageev AA, & Sviridenko MI (1999) Approximation Algorithms for Maximum Coverage and Max Cut with Given Sizes of Parts. Integer Programming and Combinatorial Optimization, Lecture Notes in Computer Science 1610, 17-30
- [2] Aven T, Nokland TE (2010) On the use of uncertainty importance measures in reliability and risk analysis. Reliability Engineering and System Safety 95, 127-133
- [3] Barlow RE, & Proschan F (1975) Statistical Theory of Reliability and Life Testing Probability Models. Holt, Rinehart & Winston
- [4] Birnbaum ZW (1969) On the importance of different components in a multicomponent system. P.R. Krishnaiah (Ed.) Multivariate Analysis-II, Academic Press, New York
- [5] Borgonovo E (2007) A new uncertainty importance measure. Reliability Engineering and System Safety 92, 771-78
- [6] Borst M, Schoonakker H (2001) An overview of PSA importance measures, Reliability Engineering & System Safety, 72(3), 241–245
- [7] Cassady CR, Pohl EA, Jin S (2004) Managing availability improvement efforts with importance measures and optimization. IMA Journal of Management Mathematics 15, 161–174
- [8] Chang HW, Chen RJ, Hwang FK (2002) The structural Birnbaum importance of consecutive-k systems. Journal of Combinatorial Optimiyation 183-197
- [9] Contini S, Matuzas V (2011) New methods to determine the importance measures of initiating and enabling events in fault tree analysis. Reliability Engineering and System Safety 96, 775-784
- [10] Čepin M (2002) Optimization of safety equipment outages improves safety. Reliability Engineering and System Safety 77, 71-80

- [11] Du D, Ko K, Hu X (2012) Design and analysis of approximation algorithms, Springer Optimization and its applications 62
- [12] Duflo N, Berenguer C, Dieulle L, Vasseur D (2009) A min cut-set-wise truncation procedure for importance measures computation in probabilistic safety assessment. Reliability Engineering and System Safety 94, 1827-1837
- [13] Ericson II CA (2005) Hazard Analysis technique for System Safety. New Jersey: John Wiley & Sons
- [14] Espitritty JF, Coit DW, Prakash U (2007) Component criticality importance measures for the power industry, Electric Power Systems Research, 77, 407-420
- [15] Gao X, Baranady J, Markeset T (2010) Criticality analysis of production facility using cost importance measures. International Journal of System Assurance Engineering and Management 1:17-23
- [16] Gendrenau M, Potvin J (2010) Handbook of metaheuristics. International series in operations research and management science, vol 146, Springer
- [17] Gupta S, Bahttacharya J, Barabady J, Kumar U (2013) Cost-effective importance measure: A new approach for resource prioritization in a production plant. International Journal of Quality & Reliability Management, Vol 30, Iss 4, 379-386
- [18] Haimes YY (2008) Risk Modeling, Assessment, and Management. 3rd Edition. New Jersey: John Wiley & Sons
- [19] Hamada M, Martz HF, Reese CS, Graves T, Johnson V, Wilson AG (2004) A fully Bayesian approach for combining multilevel failure information in fault tree quantification and optimal follow-on resource allocation. Reliability Engineering and System Safety 86, 297-305
- [20] Heyde CC, Seneta E (2001) Statisticians of the centuries. Springer Science & Business Media, ISBN 978-0-387-95283-3
- [21] Institute of Electrical and Electronics Engineers (1990) IEEE Standard Computer Dictionary: A Compilation of IEEE Standard Computer Glossaries. New York, NY, ISBN 1-5593-079-3
- [22] Karp R (1972) Reducibility among combinatorial problems. Complexity of computer computations, New York: Plenum, 85-103.
- [23] Kececioğlu DB (2002) Reliability Engineering Handbook. Lancaster: DEStech Publications, Inc
- [24] Khuller S, Moss A, Naor J (1999) The budgeted maximum coverage problem. Information Processing Letters, Vol 70, Iss 1, 39-45
- [25] Krčevinac S, Čangalović M, Kovačević-Vučić V, Martić M, Vujošević M (2004) Operaciona istraživanja, Beograd, FON
- [26] Kuo W, Zhu X (2012) Importance Measures in Reliability, Risk, and Optimization. John Wiley & Sons, Ltd
- [27] Limnios N (2007) Fault Tree. ISTE Ltd, Wiltshire
- [28] Makajić-Nikolić D, Vujošević M, Nikolić N, (2012) Određivanje skupa najkritičnijih komponentata. Zbornik radova / XXXIX simpozijum o operacionim istraživanjima - SYM-OP-IS 2012, Tara, 647-650
- [29] Makajić-Nikolić D (2012) Novi pristup analizi pouzdanosti sistema primenom inverznih Petrijevih mreža, doktorska disertacija. FON, Beograd

- [30] Shashank SB, Wajid M, Mandavalli S (2012) Fault Detection in resistive ladder network with minimal measurements. *Microelectronics Reliability* 52, 1586-1592
- [31] Samee AH (2009) Approximation algorithms: Lecture 3, CS598CSC, University of Illinois
- [32] Stamatelatos M, Vesely W (2002) *Fault Tree Handbook with Aerospace Applications*. Washington: NASA Headquarters
- [33] Van der Borst M, Schoonakker H (2001) An overview of PSA importance measures. *Reliability Engineering and System Safety* 72(3), 241–245
- [34] Van PD, Barros A, Bérenguer C (2010) From differential to difference importance measures for Markov reliability models. *European Journal of Operational Research* 204, 513–521
- [35] Vaurio JK (2010) Ideas and developments in importance measures and fault-tree techniques for reliability and risk analysis. *Reliability Engineering and System Safety* 95, 99-107
- [36] Vesely WE, Belhadj M, Rezos JT (1994) PRA importance measures for maintenance prioritization applications. *Reliability Engineering and System Safety* 43, 307-318
- [37] Vujošević M (1983) Analiza stabla neispravnosti: pregled osnovnih pojmova i tehnika. *Tehnika* 38 (11), 1546-1555
- [38] Vujošević M (2012) Metode optimizacije u inženjerskom menadžmentu. Akademija inženjerskih nauka, Fakultet organizacionih nauka, Beograd
- [39] Yao Q, Zhu X, Kuo W (2014) A Birnbaum-importance based genetic local search algorithm for component assignment problems. *Annals of Operations Research* 212, 185–200
- [40] Wu S (2005) Joint importance of multistate system. *Computers & Industrial Engineering* 49, 63-67
- [41] Zhu X, Kuo W (2014) Importance measures in reliability and mathematical programming. *Annals of Operations Research* 212(1), 241-267

3. Полазне хипотезе

На основу анализе доступне литературе и постављеног предмета и циља истраживања може се поставити општа хипотеза као и посебне хипотезе докторске дисертације, које ће у раду бити потврђене или оповргнуте.

Општа полазна хипотеза истраживања гласи:

- Задаци одређивања компонената најзначајнијих за поузданост система могу да се формулишу као оптимизациони проблеми којима се разматра међусобна веза компонената и истовремено одређује цео скуп најзначајнијих компонената.

Посебне хипотезе истраживања истраживања:

- Постојеће мере значајности не узимају у довољној мери у обзир међусобни утицај компонената у систему што може довести до погрешних закључака о најзначајнијим компонентама система.
- Ако се, приликом дефинисања мере значајности, поред структуре система и поузданости компонената, разматра и међусобни утицај компонената, може се

обезбедити већа поузданост система када су ресурси намењени за повећање поузданости компонената ограничени.

- Решења проблема одређивања минималног броја примарних догађаја којима се елиминишу сви минимални пресеци и проблема одређивања k примарних догађаја којима се елиминише максималан број минималних пресека представљају структурне мере значајности и могуће је утврдити корелацију између њих и постојећих мера значајности.
- Решења проблема одређивања k примарних догађаја којима се елиминишу највероватнији минипресеци и проблема расподеле ресурса на примарне догађаје којима се елиминишу највероватнији минипресеци представљају поједностављене мере значајности засноване на поузданости и могуће је утврдити корелацију између њих и постојећих мера значајности.
- Постављени оптимизациони проблеми се могу преформулисати тако да њихова решења представљају мере значајности засноване на поузданости.
- За решавање постављених оптимизационих проблема је могуће развити хеуристике које ће омогућити одређивање најзначајнијих компонената у системима великих димензија.

4. Научне методе истраживања

Од општих метода, у дисертацији ће се користити методе прикупљања и анализе постојећих научних приступа и резултата у вези мера значајности. Такође се планира прикупљање и анализа научних резултата у области решавања различитих варијанти проблема покривања скупа. У формулисању постављених проблема користиће се методологија математичког програмирања. За потврђивање очекиваних резултата биће извршени експерименти над групом примера помоћу посебно развијених хеуристика. За егзактно решавање формулисаних математичких модела користиће се софтверски пакет GLPK а за имплементацију хеуристика програмски језик C. Анализа добијених резултата и њихово упоређивање са резултатима добијеним традиционалним методама ће бити основ за валидацију новог приступа.

5. Очекивани научни допринос

У дисертацији ће се дати систематски критички приказ стања у области истраживања и образложити следећи очекивани научни доприноси:

- дефинисање нове мере значајности скупа компонената за поузданост система,
- формулација математичких модела за одређивање најзначајнијег скупа компонената
- решавање формулисаних оптимизационих проблема егзактним алгоритмима,
- развој хеуристичких алгоритама за решавање постављених задатака за случајеве сложених система великих димензија.

Дефинисањем и валидацијом новог приступа, дисертација ће проширити научна сазнања у овој области, и отворити могућности за даља истраживања у правцу који утврђује предложени нови концепт.

6. Оквиран план истраживања и структура дисертације по поглављима

У циљу израде и одбране докторске дисертације, планиране активности су:

- прикупљање, систематизација и анализа постојећих резултата
- формулисање математичких модела проблема који ће се разматрати
- развијање хеуристика за решавање формулисаних проблема
- експериментисање над групом тест примера за које су позната егзактна решења
- потврђивање исправности хеуристика на основу резултата експеримената
- упоређивање мера значајности добијене новим приступом са мерама значајности добијеним класичним приступом
- валидација предложеног новог приступа одређивању компонената најзначајнијих за поузданост система

У наставку је дат оквирни предлог радног садржаја докторске дисертације, базиран на планираној реализацији дисертације:

Оквирни предлог садржаја докторске дисертације:

1. Увод
 - Предмет и циљеви истраживања
 - Полазне хипотезе
 - Методологија истраживања
2. Преглед области и досадашњих резултата истраживања
 - Анализа стабла неисправности
 - Минимални пресеци
 - Класичне мере значајности
 - Нове мере значајности
 - Критички осврт на досадашње резултате истраживања
3. Проблеми покривања скупа
 - Варијанте проблема покривања скупа
 - Приступуи у решавању проблема покривања скупа
4. Формулација нових мера значајности
 - Мере значајности као оптимизациони проблеми засновани на минипресецима
 - Мере значајности као проблеми покривања скупа
5. Развој хеуристика за одређивање нових мера значајности
6. Валидација новог приступа
 - Одређивање компонената најзначајнијих за поузданост система применом класичних мера значајности над групом тест примера
 - Одређивање компонената најзначајнијих за поузданост система применом новог приступа над групом тест примера
 - Утврђивање корелације између постојећих и нових мера значајности
7. Научни и стручни доприноси
8. Закључак и будућа истраживања

7. Закључак и предлог

На основу образложења предложене докторске дисертације, Комисија закључује да кандидат, **Петар Павловић**, дипломирани инжењер и мастер организационих наука, модул Операциона истраживања, испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању и Статутом Факултета, за израду докторске дисертације. Према мишљењу Комисије, тема **„Одређивање скупа компонената најзначајних за поузданост система“** спада у научно подручје које се развија на Факултету организационих наука. Тема докторске дисертације по предмету истраживања, садржају и очекиваним доприносима представља значајно подручје истраживања, како са теоријског, тако и са аспекта примене у пракси, у области Техничких наука, уже научне области Операциона истраживања.

На основу наведеног, Комисија предлаже Наставно-научном већу Факултета организационих наука да кандидату **Петру Павловићу** одобри израду докторске дисертације под насловом:

„Одређивање скупа компонената најзначајних за поузданост система“

и за ментора именује **др Драгану Макајић-Николић**, доцента Факултета организационих наука, Универзитета у Београду.

Београд, 09.12.2014.

Комисија

др Драгана Макајић-Николић, доцент
Универзитет у Београду, Факултет организационих наука

Проф. др Мирко Вујошевић, редовни професор,
Универзитет у Београду, Факултет организационих наука

Проф. др Владимир Поповић, ванредни професор,
Универзитет у Београду, Машински факултет

Проф. др Мирјана чангаловић, редовни професор,
Универзитет у Београду, Факултет организационих наука

Проф. др Милан Станојевић, ванредни професор,
Универзитет у Београду, Факултет организационих наука