

ПРИМЉЕНО			
18.05.2023			
Орг. јед.	Број	Паркер	Својност
	879		

УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ  
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА У ЧАЧКУ

**НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА У ЧАЧКУ  
ВЕЋУ ЗА ТЕХНИЧКО-ТЕХНОЛОШКЕ НАУКЕ УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ**

**Предмет:** Извештај Комисије о оцени научне заснованости теме и испуњености услова кандидата Предрага Столића, дипл. инж. индустријске информатике.

Одлуком Већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу број IV-04-232/9 од 19. априла 2023. године, а на предлог Наставно-научног већа Факултета техничких наука у Чачку, Одлука број 012-87-387/14 од 15. марта 2023. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену научне заснованости теме и испуњености услова кандидата за израду докторске дисертације под радним називом:

**„РАЗВОЈ САМОАДАПТИРАЈУЋИХ ВИРТУЕЛНИХ МАШИНА У ЦИЉУ ПОБОЉШАЊА  
ИСХОДА УЧЕЊА У ХЕТЕРОГЕНОМ РАЧУНАРСКОМ ОКРУЖЕЊУ“**

из образовно-научног поља Техничко-технолошких наука, научна област Електротехничко и рачунарско инжењерство, ужа научна област Информационе технологије и системи, кандидата Предрага Столића, дипл. инж. индустријске информатике.

На основу пријаве дисертације и увида у научни рад кандидата, достављамо следећи:

**ИЗВЕШТАЈ**

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

Предложена тема докторске дисертације обухвата научна истраживања у области примене савремених техника виртуелизације у циљу савладавања изразите хетерогености рачунарских окружења која се користе приликом остваривања савремених наставних процеса. Представљени научни радови, из релеватних научних области, који су наведени у Пријави докторске дисертације, као и остала релевантна литература, указују на студиозан приступ кандидата приликом проучавања тренутног стања у подручју истраживања, коришћених метода и методологија и осталих релеватних аспеката, уз уочавање потенцијалних недостатака и могућности побољшања тренутно реализованих решења.

Фокус наставног процеса се трансформисао и у извођењу целокупног наставног процеса постају доминантни принципи тзв. „обрнуте учионице“, односно тежи се ка томе да кандидати савладавају предвиђено градиво радом код куће, док се капацитети образовних институција више стављају у један консултативни план, односно у оквиру рада у учионицама и лабораторијама се више пажње посвећује спровођењу одговарајућих дискусија, анализа и сличних поступака које кандидати не могу самостално савладати код куће употребом личних ресурса. У ту сврху данас имамо реализоване разне методе, методологије, технике, реализовани су одговарајући системи за електронско учење, за рад на даљину, турски системи, убачена је одговарајућа интелигенција у системе како би се савладали различити стилови учења. Овакав приступ дао је изузетне резултате посебно у условима отежаног извођења наставног процеса какав је, на пример, био у периоду од 2020. до 2022. године где су, услед пандемијских услова, капацитети образовних институција постали делом или у целости недоступни коментима образовног процеса.

Иако напред наведени приступ испољава многе квалитете, он, такође, испољава и одређене недостатке који су уочени током различитих нивоа реализације учења на даљину („онлајн учења“). Један

од основних проблема које треба превазићи јесте изразита хетерогеност рачунарског окружења која се испољава приликом реализације наставног процеса на горе поменути начин. Приликом извођења наставног процеса у оквиру капацитета образовне институције, рачунарско окружење се може сматрати хомогеним и предавачи и кандидати су јасно и недвосмислено упознати са капацитетима, карактеристикама и особеностима целокупне рачунарске опреме која се користи у реализацији наставног процеса па су могућности појаве грешака, погрешних интерпретација или неких непредвиђених околности сведене на минимум, а уколико до њих ипак дође може се одреговати правовремено, недвосмислено и на одговарајући начин. Трансфером учења на ресурсе који нису везани за домен образовних институција, односно коришћењем личних ресурса у виду рачунарске опреме која је у власништву самих кандидата, овај проблем постаје врло сложен и изразит будући да имамо изузетну хетерогеност рачунарског окружења. Сваки кандидат поседује рачунарске ресурсе различитих капацитета, карактеристика, стања, начина коришћења и врло је тешко постићи униформност. Употреба различитих рачунарских система од стране кандидата манифестује се у томе да ће се задаци који се представљају пред кандидате реализовати у различитим окружењима, различити ће бити поступци инсталација софтвера, различите ће бити перформансе у извршавању, различите ће бити грешке које се могу испољити и које се испољавају приликом инсталације софтвера, стартовања истог, коришћења и сличних операција.

Један од начина превазилажења постојећих ограничења јесте увођење виртуелизације у сам наставни процес. Реализацијом виртуелних машина обезбеђује се одговарајућа конзистентност окружења које ће се користити за потребне спровођења разних активности које се подразумевају приликом реализације наставних активности. Такође, виртуелне машине омогућавају реализацију једне врсте изолованог окружења у коме се све активности које се спроводе ограничавају на домен виртуелне машине чиме се спречава настајање таквих грешака које могу нарушити стабилност или довести до таквих грешака које могу у потпуности онемогућити систем који користе кандидати и што може у извесној мери бити ствар и одговорности предавача који спроводи сам наставни процес, па чак и саме образовне институције. Виртуелне машине нуде могућност једне врсте превођења хетерогености рачунарског окружења у хомогену средину. При томе треба омогућити такве аутоматизоване механизме са софтверског и хардверског становишта који ће из процеса постизања пуне функционалности виртуелне машине и њене одрживости у хетерогеном рачунарском окружењу приликом употребе у реализацији наставног процеса у високошколском образовању искључити актере у виду крајњих корисника, односно студената, наставног и техничког особља, или њихову улогу свести на прихватљив минимум.

На основу свега наведеног у пријави теме докторске дисертације, кандидат закључује да је потребно реализовати самоадаптивност виртуелне машине, како у софтверском, тако и у хардверском смислу, како би се могла обезбедити њена пуна функционалност и како би она могла адекватно бити инкорпорирана у изразито хетерогено рачунарско окружење, а сам наставни процес у високошколском образовању базиран на њеној употреби одржив. Ово оправдава потребу за истраживањем начина и дефинисања метода којим ће се постизати одговарајућа софтверска самоадаптивност, али и начина и дефинисања метода којим ће се постизати и одговарајућа хардверска самоадаптивност. При томе потреба истраживања се односи, како на формирање нових самоадаптирајућих виртуелних машина, тако и на трансформацију виртуелних машина које су већ у употреби у наставном процесу високошколског образовања у самоадаптирајуће.

Кандидат је у пријави описао кораке које треба спровести од полазних основа потребних за правилно идентификовање проблема који се у дисертацији обрађује до идентификације уочених ограничења и могућих даљих праваца развоја. Спроведени су поступци анализе хетерогености рачунарског окружења у коме се одвија наставни процес и примењивост поступака је приказана на реалном узорку. Приказана је идеја развоја софтверске самоадаптивности употребом принципа онтолошког инжењерства, као и идеја развоја хардверске самоадаптивности кроз дефинисање кључних узрочно-последичних веза, праћења стања и реализације адекватних поступака за анализу и предикцију одговарајућих временских серија и обједињавања у интегрисани концепт самоадаптирајуће виртуелне машине. Предвиђено је и потврђивање крајњих резултата кроз одговарајућа тестирања у контролисаним лабораторијским условима, али и на одговарајућем теством узорку у реалном наставном процесу.

У складу са изложеним, може се проценити постизање следећих научних доприноса:

- Дефинисање методе којом се адекватно сагледава и дефинише хетерогеност рачунарског окружења у коме се спроводе активности учења.

- Нови методолошки приступи у раду са виртуелним машинама када се оне користе као једно од средстава у остваривању циљева наставног процеса.
- Већи степен разумевања интеракције између реалног и виртуелног хардвера кроз дефинисање узрочно-последичних веза које се могу испољити када се виртуелни хардвер користи у домену реализације наставног процеса у хетерогеном рачунарском окружењу.
- Дефинисање методологије за развој самоадаптивне виртуелне машине и трансформацију постојећих виртуелних машина у самоадаптивне виртуелне машине.
- Унапређење остваривања исхода учења у случају када се наставни процес изводи у онлајн окружењу и када наставни процес подразумева употребу инсталираног и адекватно конфигурисаног софтвера на рачунарима крајњих корисника који су дислоцирани у односу на образовну институцију.

### **Веза са досадашњим истраживањима**

Кандидат се током студија на докторским академским студијама на Факултету техничких наука у Чачку Универзитета у Крагујевцу бавио применом рачунарске технике и информационих система у домену образовања са посебним освртом на ужу примену у високошколском образовању. У досадашњим активностима, које је кандидат реализовао са предложеним ментором, испитиване су могућности примене алтернативних софтверских решења, а посебно решења заснованих на принципима отвореног кода (open source), у различитим наставним процесима и њихова одрживост. План докторске дисертације детаљно је образложен у Пријави теме докторске дисертације и указује на свеобухватан приступ приликом развоја самоадаптирајућих виртуелних машина које ће се користити у реализацији наставних процеса. Тема докторске дисертације је врло актуелна и има широку применљивост на различита подручја рада. Кандидат је из области докторске дисертације већ публиковао радове, што указује на позитиван крајњи исход:

1. **P. Stolić, D. Milošević, Z. Stević:** Introduction to non-contact temperature measurement procedures using the Python programming language, 9<sup>th</sup> International scientific conference Technics and Informatics in Education, Čačak, Serbia, Proceedings, pp. 153-158, ISBN: 978-86-7776-262-9
2. **P. Stolić, Z. Stević, Z. Stanimirović, I. Stanimirović:** Implementation of anti-covid measures in the university educational process using the advantages of the thermal imaging approach, , XXIII International Scientific-Practical Conference Modern Information and Electronic Technologies – MIET 2022, Odessa, Ukraine, Proceedings, pp. 34-37, ISBN: 2308-8060
3. **P. Stolić, Z. Stević, S. Dimitrijević, Z. Stanimirović, I. Stanimirović:** Data handling culture - a forgotten aspect of the integration of renewable electrical power sources, 10<sup>th</sup> International Conference on Renewable Electrical Power Sources, Belgrade, Serbia, Proceedings, pp. 173-180, ISBN: 978-86-85535-13-0
4. **P. Stolić, J. Ivaz, D. Petrović, Z. Stević,** Advantages of Mining Engineering Curriculum Realization Using Solutions Based on Free Software, The 52nd International October Conference on Mining and Metallurgy - IOC 2021, Bor, Serbia, 2021., Proceedings, pp. 221-224, ISBN 978-86-6305-119-5
5. **P. Stolić, D. Milošević,** Alternative Software Solutions for Ensuring the Continuity of the Teaching Process in Emergency Situations, 8<sup>th</sup> International Scientific Conference Technics and Informatics in Education, Čačak, Serbia, 2020., Conference Proceedings, pp. 196-203, ISBN 978-86-7776-247-6
6. **P. Stolić, D. Milošević, Z. Stević,** Some aspects of the use of new electronic platforms in the implementation of the system for the application of renewable electricity sources, 7<sup>th</sup> International Conference on Renewable Electrical Power Sources, Belgrade, Serbia, 2019. , Proceedings, pp. 37-42, ISBN 978-86-81505-97-7
7. **Predrag Stolić, Danijela Milošević,** Using web server log files for analysis and improvements related to study programs , 7<sup>th</sup> International Scientific Conference Technics and Informatics in Education, Čačak, Serbia, 2018. , Conference Proceedings, pp. 168-173, ISBN 978-86-7776-226-1
8. **Predrag Stolić, Danijela Milošević, Aleksandra Milosavljević,** E-learning and log analysis in introduction the new technologies and technological solutions, 50<sup>th</sup> International October Conference on Mining and Metallurgy, Bor Lake, Serbia, 2018. , Proceedings, pp. 491-495, ISBN 978-86-7827-050-5
9. **Predrag Stolić, Danijela Milošević,** Site administration and analysis – Do traditional statistics tell us everything?, 49<sup>th</sup> International October Conference on Mining and Metallurgy, Bor Lake, Serbia, 2017. , Proceedings, pp. 456-459, ISBN 978-86-6305-066-2

10. **Predrag Stolić**, Danijela Milošević, Zoran Stević, Use of data science in the renewable energy resources, 5<sup>th</sup> International Conference on Renewable Electrical Power Sources, Belgrade, Serbia, 2017. , Proceedings, pp. 263-268, ISBN 978-86-81505-84-7
11. **Predrag Stolić**, Snežana Stolić, Aleksandra Milosavljević, Some of text analytics applications in higher education institutions, 6<sup>th</sup> International Conference Technics and Informatics in Education, Čačak, Serbia, 2016. , Conference Proceedings, pp. 211-217, ISBN 978-86-7776-192-9

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

### **Предмет, циљ, хипотезе и методе**

**Предмет истраживања** поменуте докторске дисертације се може дефинисати као налажење одређеног скупа метода које ће омогућити правилну реализацију и рад виртуелних машина у поменутом изразито хетерогеном рачунарском окружењу и адекватну адаптацију виртуелних машина на променљивост окружења у коме остварују своје задатке. Овде се намерно користи одредница „скуп метода“ како би се указало да се морају обухватити оба аспекта адаптације виртуелних машина; како у хардверском, тако и у софтверском смислу. На тај начин реализује се један свеобухватан приступ, уместо парцијалних приступа усмерених само на софтвер, или само на хардвер, чиме би се покрила само једна од особености које су разматране претходно и чиме би се изгубио један део функционалности решења за којим се у дисертацији трага.

**Циљ докторске дисертације** представља примена претходно поменутих добијених методолошких принципа на реализацију самоадаптирајуће виртуелне машине. Развојем самоадаптивности виртуелне машине постиже се њена адаптација на изразито хетерогено и променљиво рачунарско окружење кроз одговарајуће поступке и решења. Тиме би се остварило једно аутоматизовано, паметно и интелигентно решење чиме би се различити корисници (студенти, предавачи, техничко особље и остали заинтересовани) боље фокусирали на остварење исхода учења у целокупном наставном процесу уместо честе праксе да се део фокуса губи услед разних активности везано за различите софтверске и хардверске аспекте рада виртуелне машине (праћење перформанси, конфигурисање, инсталације, ажурирања, оптимизације и остало). Реализацијом самоадаптирајућих виртуелних машина стиче се један велики простор за коришћење овако реализоване виртуелизације у различитим врстама образовања јер се смањује неопходна количина техничког знања из различитих домена рачунарске технике (оперативних система, рачунарских система, виртуелизације итд.) будући да се често јавља ситуација да корисници немају нека основна предзнања из домена рачунарске технике, или та знања поседују у недовољној количини, а чест је случај и погрешних тумачења, као и недовољне информисаности приликом доношења значајнијих одлука и спровођења кључних акција.

**Основне хипотезе** од којих кандидат полази у оквиру докторске дисертације и које настоји да докаже истраживањем су општа хипотеза и посебне хипотезе:

а) Општа хипотеза:

- Може се развити скуп одговарајућих метода које ће омогућити реализацију самоадаптирајућих виртуелних машина, како са хардверског, тако и са софтверског аспекта, уз помоћ којих се проблем хетерогености рачунарског окружења може адекватно савладати и тиме омогућити боље остварење предвиђених исхода учења у наставном процесу.

б) Посебне хипотезе:

- Постоји изражено хетерогено рачунарско окружење у софтверском и хардверском смислу у коме се одвија наставни процес у предметима где је доминантна употреба рачунара када се тај процес спроводи приликом активности које се спроводе ван образовних институција („учење код куће“).
- Проблеми које изазива хетерогеност рачунарског окружења у софтверском и хардверском смислу може се превазићи употребом метода виртуелизације и виртуелних машина.
- Може се развити самоадаптирајуће виртуелно окружење у софтверском смислу за употребу у наставном процесу где је доминантна употреба рачунара.

- Може се развити самоадаптирајуће виртуелно окружење у хардверском смислу за употребу у наставном процесу где је доминантна употреба рачунара.
- Употребом самоадаптирајућег виртуелног окружења врши се унапређење фокуса конзумента наставног процеса на сам наставни процес, чиме се остварују додатни бенефити у погледу реализације исхода учења.
- Самоадаптирајуће виртуелно окружење омогућава стварање таквог окружења за реализацију наставног процеса које је мање захтевно у инфраструктурном, економском и енергетском погледу.

**Метод**е које ће кандидат користити током истраживања у оквиру ове докторске дисертације су:

- За савладавање сложености система, односно за адекватну анализу система и захтева које систем треба испунити користиће се методе Структурне системске анализе (ССА).
- У целокупном развоју система користиће се итеративно-инкрементални приступ.
- За анализу хетерогености рачунарског окружења развиће се одговарајући софтвер за идентификацију основних хардверских и софтверских параметара рачунара. Софтвер ће бити развијен за Windows, Linux и macOS платформу како би се обезбедила примењивост на свим платформама које се могу наћи у хетерогеном рачунарском окружењу. Софтвер ће бити дистрибуиран путем Интернета одговарајућој тестној групи корисника. За прикупљање добијених података извршиће се моделовање одговарајуће релационе базе података, а потом ће се на основу одговарајућег инжењеринга над креираним моделом реализовати физичка база података у одговарајућем систему за управљање релационим базама података. Након извршеног прикупљања података, добијени подаци ће се адекватно анализирати одговарајућим статистичким методама.
- Развој самоадаптирајућег виртуелног окружења извршиће се на основу Linux guest оперативног система, док ће се развој у односу на host оперативни систем извршити за Windows, Linux и macOS платформу. Користиће се VirtualBox хипервизор типа 2 који постоји у одговарајућим изведбама за Windows, Linux и macOS платформе.
- Снимање параметара неопходног софтвера и подешавање софтвера на виртуелној машини вршиће се употребом принципа онтолошког инжењерства. Развој онтологије базираће се употребом OWL синтаксе, док ће се за приступ подацима који ће бити садржани у развијеној онтологији користити SPARQL упити. Релевантни подаци добиће се употребом скриптовања у Linux shell-у, као и коришћењем одговарајућег софтвера развијеног у програмском језику Python. Самоадаптација виртуелне машине са становишта софтвера биће реализована употребом програмског језика Python и релевантних библиотека.
- Сервиси за снимање хардверских параметара и одговарајућих хардверских стања host рачунара реализоваће се употребом програмског језика Python, одговарајућег скриптовања у shell-у на Linux и macOS платформама и коришћењем WMI (Windows Management Instrumentation) код Windows платформе.
- Сервис за снимање параметара и стања дефинисаног виртуелног хардвера на Linux виртуелној машини реализоваће се употребом Python програмског језика и његових одговарајућих библиотека, као и употребом скриптовања у Linux shell-у.
- Снимање података вршиће се употребом релационих база података које ће се реализовати у оквиру MySQL система за управљање релационим базама података на основу претходно развијених модела. Сходно томе приступ овим подацима реализоваће се извршавањем адекватних SQL упита. У појединим моментима ће се користити паралелно и употреба текстуалних датотека које ће бити реализоване у CSV (Comma Separated Value) формату како би се повећала интероперабилност добијених података између различитих софтвера и платформи.
- Анализа добијених података вршиће се применом одговарајућих математичких статистичких метода везаних за анализу временских серија (time series analysis), а у циљу добијања одговарајућих увида и предикција користиће се и елементи науке о подацима, као и одговарајући алгоритми вештачке интелигенције везаних за предвиђање временских серија (time series forecasting) коришћењем одговарајућих Python библиотека.

- Целокупно управљање хипервизором у циљу адаптације виртуелног хардвера вршиће се реализовањем наменског софтвера у програмском језику Python за Windows, Linux и macOS платформе.
- Наменски сервери који ће се користити приликом развоја, тестирања и продукције крајњег решења биће реализовани употребом LEMP стека који у себи обједињава интегрисано решење базирано на одговарајућој Linux дистрибуцији у оквиру које се извршава Nginx веб сервер, MySQL систем за управљање релационим базама података или MariaDB систем за управљање релационим базама података који остварује компатибилност са MySQL системом и PHP динамичко процесирање.

#### Оквирни садржај докторске дисертације:

1. Увод
2. Анализа хетерогености рачунарског окружења
3. Софтверске основе предложеног решења
4. Хардверске основе предложеног решења
5. Реализација самоадаптирајуће виртуелне машине
6. Резултати тестирања
7. Примењивост у наставном процесу
8. Уочена ограничења и могући будући правци развоја
9. Закључак
10. Литература

Приликом реализације наставних процеса у високошколском образовању, без обзира на ниво студија, када се примењује неки од принципа који подразумева имплементацију неког до модела наставе који укључује „учење код куће“, целокупан наставни процес се изводи у изразито хетерогеном рачунарском окружењу што уноси додатне непознате компоненте у сам наставни процес. Зато се тежи да се изврши неки вид трансформације и да се поменуто окружење приближи што је више могуће неким основним карактеристикама хомогеног окружења, што је омогућено концептом виртуелизације кроз употребу одговарајућих виртуелних машина. Међутим, у поменутој трансформацији употребом виртуелних машина, у којој се тежи одређеном прелазу из хетерогености у хомогеност, испољавају се два доминантна проблема.

Први је дат у софтверском домену и подразумева да ће се све активности везане за инсталацију и конфигурацију неопходног софтвера за коришћење у оквиру виртуелне машине спровести од стране крајњег корисника. Будући да се ради о индивидуалном приступу, очекивано је да ће се јавити мања или већа разноликост у тумачењу процедура, у реализацији самих поступака, одабиру софтвера и слично, па не можемо говорити о одређеној униформности и имаћемо значајнија одступања од начела хомогености. Такође, овде треба истаћи да не би било адекватно решење ни обезбеђивање виртуелне машине од стране техничког особља образовне институције јер бисмо имали два могућа сценарија. У првом сценарију би била реализована једна виртуелна машина за целокупну образовну институцију, односно за све нивое студија, све студијске програме и све предмете. Таква виртуелна машина би била преобимна, захтевна у погледу ресурса, на истој би се налазио целокупан софтвер од кога велика већина за крајњег корисника и није неопходна (не слуша све предмете, други студијски програм и слично) и на крају таква виртуелна машина би била врло збуњујућа за употребу од стране крајњих корисника. У другом сценарију посматрамо реализацију појединачних виртуелних машина за сваки од предмета. То практично значи стварање велике количине виртуелних машина (на десетине виртуелних машина) где се сада јавља додатна оптерећеност техничког особља и ресурса саме образовне институције што такође није препоручљиви концепт. Овде би се вероватно испољили и још неки додатни пропратни ефекти попут могућег предимензионисања система у појединим моментима, повећање степена комплексности инфраструктуре, додатни економски напори и слично.

Други проблем је више оријентисан на хардверску компоненту употребе виртуелне машине. Иако је речено да постоји изолованост виртуелне машине, овде ипак морамо узети у обзир чињеницу да се виртуелне машине неће извршавати у потпуности самостално, односно да ипак постоји одређена повезаност између гостујућег система (виртуелна машина) и примарног система (host) који у суштини представља рачунарски систем крајњег корисника са свим особеностима и разноликостима који се могу

јавити. У складу са тим постоји директна узрочно-последична веза између стварних ресурса коју поседује рачунарски систем корисника и виртуелних ресурса које ће црпети виртуелна машина. Свакако три кључна ресурса који се издвајају по повезаности стварног система и виртуелне машине јесу централна процесорска јединица (CPU), меморија и дискови (било да се ради о изведби у виду HDD или SSD). Ове три компоненте су кључне за правилно функционисање виртуелних машина и виртуелне машине и заузимају значајно физичке капацитете, тако да правилна алокација и управљање овим ресурсима постају ствари од суштинској значаја. Међутим, већ је напоменуто постојање изразите хетерогености рачунарског окружења, што значи да ћемо између рачунара крајњих корисника имати значајне варијације у погледу ових ресурса. Имаћемо различите процесоре по типу виртуелизације коју они омогућавају, по броју физичких и логичких језгара, по сету инструкција и слично, имаћемо различиту количину реално расположиве меморије, имаћемо различиту партиционисаност дискова и различито заузеће по партицијама. На ово све треба додати и временску променљивост доступности ових ресурса, будући да се заузеће процесора мења током рада, као и количина расположиве меморије, а имамо и мању или већу променљивост у заузећу на партицијама. Овде треба напоменути да свакако постоји утицај и графичког подсистема (интегрисане и дискретне графичке карте), мрежних контролера (жичних и бежичних), улазно-излазних (I/O) јединица, али њихов утицај је мање доминантан у односу на процесор, меморију и дискове па се због обимности анализе неће узети у разматрање. Као што се из реченог види због различитости и саме променљивости окружења у коме се виртуелна машина реализује и у коме ће виртуелна машина остваривати своје задатке и овде имамо проблем налажења једног свеобухватног и универзалног решења.

У складу са претходно изложеним, потребно је налажење одређеног скупа метода које ће омогућити правилну реализацију и рад виртуелних машина у поменутом изразито хетерогеном рачунарском окружењу и адекватну адаптацију виртуелних машина на променљивост окружења у коме остварују своје задатке, подједнако у софтверском и хардверском смислу. Поменуте методе је неопходно интегрисати у једно обједињено функционално решење које ће представљати самоадаптирајућу виртуелну машину и које ће бити применљиво како на нове, тако и на додавање самоадаптивности на већ постојеће виртуелне машине. Претходно је оствариво кроз реализовање софтверских решења на бази примене онтолошког инжењерства, развојем одговарајућих сервиса за праћење и документовање потребних стања реалног хардвера на host машинама заснованим на најзаступљенијим оперативним системима (Windows, Linux и macOS платформе), сервиса за праћење и документовање потребних стања виртуелног хардвера на виртуелној машини (заснована на коришћењу одговарајуће Linux дистрибуције), развојем одговарајућег софтверског решења за аутоматско управљање одговарајућим кључним елементима рада хипервизора, успостављања одговарајућих узрочно-последичних веза између реалног и виртуелног света коришћењем одговарајућих метода анализе и предикције временских серија.

Комисија процењује да је истраживање развоја предложених метода за реализацију самоадаптирајућих виртуелних машина актуелно и потребно, са указаном могућношћу изузетне примене у домену високошколског образовања, али и могућношћу примене у многим другим доменима ван образовног.

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

Примена виртуелних машина у остварењу наставних процеса нису новина и постоји читав низ различитих имплементација и врсти примена. Уколико посматрамо такву примену виртуелних машина са софтверског становишта, до сада су такве примене подразумевале да се комплетно функционална виртуелна машина реализује углавном на три могућа начина: реализацијом од стране одговарајућег техничког или наставног особља, реализацијом од стране корисника, односно студената, или комбиновањем претходна два поступка. То практично значи да у првом случају имамо ситуацију да особље образовне институције спроводи инсталацију виртуелне машине у целисти и на крају завршеног поступка комплетну виртуелну машину ставља на употребу кориснику без икаквих додатних интервенција. У другом случају, целокупно тежиште процеса је на кориснику, односно крајњи корисник (студент) спроводи комплетну реализацију виртуелне машине од почетка до краја без икаквих интервенција особља образовне институције. Трећи случај представља комбинацију претходна два, односно особље образовне институције започиње спровођење поступка реализације виртуелне машине и у неком кораку виртуелна машина се предаје на коришћење крајњем кориснику, а онда крајњи корисник

спроводи остатак поступака до крајње финализације виртуелне машине. У сва три случаја врши се делимично померање фокуса интересних група са остваривања исхода учења на техничко обезбеђење услова и одређених норматива. Оваква тенденција узрокује додатно оптерећење свих заинтересованих страна у наставном процесу, чиме се остваривање исхода учења може значајно умањити. Такође, овде се претпоставља да све заинтересоване стране поседују довољну количину техничког знања из различитих домена рачунарске технике (оперативних система, софтверског инжењерства, виртуелизације итд.), док се у пракси често испољавају ситуације везане за недостатак неких основних предзнања из домена рачунарске технике, или поседовања тих знања у недовољној количини, а чест је случај и погрешних тумачења, као и недовољне информисаности приликом доношења значајнијих одлука и спровођења кључних акција. Отежано је и постизање униформности целог процеса услед тенденције да сваки корисник спроводи процес инсталације виртуелне машине индивидуално онако како га он разуме и доживљава, што у реализацију целокупног наставног процеса може унети нове непознанице, могу се испољити неки нови, додатни, проблеми које треба адекватно савладати, чиме се непотребно увећава комплексност реализације самог наставног процеса.

У литератури се доста анализирао проблем управљања софтвером, међутим анализе су углавном усмерене ка превазилажењу овог проблема у два домена, пословном, где је разматран проблем управљања софтвером у корпоративном окружењу и развојном, где је разматран проблем управљања софтвером у пројектним тимовима који се баве развојем софтвера. Проблем управљања софтвером у домену образовања, а посебно у домену високошколског образовања је врло ретко разматран, а није се наишло на конкретна решења која у целокупну проблематику укључују и адекватне технике виртуелизације, односно решења која се односе на проблеме управљања софтвером на виртуелним машинама када се оне употребљавају као средство за постизање одговарајућих исхода учења у наставном процесу. Такође, постојећа решења нису адекватно разматрала ни проблем хетерогености рачунарског окружења и све специфичности које оно испољава када се говори о домену употребе у образовању. Када разматрамо принципе онтолошког инжењерства у циљу обезбеђивања потребног знања у одређеном домену, постоји велики број онтологија које су развијане за софтверски домен, међутим ниједна од онтологија на коју се наишло у себи не обједињује адекватна знања неопходна за управљање софтвером у академском окружењу, односно нема адекватне повезаности специфичности везаних за високошколско окружење и управљања софтвером када се тај софтвер користи у сврху реализације наставних активности у остваривању примарних задатака високошколског образовања.

Уколико разматрамо примену виртуелних машина са хардверског становишта, када говоримо о примени виртуелних машина у остваривању задатака у домену реализације наставних процеса у високошколском образовању, овде се посебно мора обратити пажња на постојање проблема утицаја виртуелне машине на физичко окружење у коме се она налази и обрнуто, утицаја физичког окружења на саму виртуелну машину, без обзира на карактеристику изолованости саме виртуелне машине. У већини случајева се ови утицаји свесно или несвесно занемарују, без обзира што могу довести до повећања одређених постојећих и испољавања неких нових ризика. У појединим случајевима ови ризици могу значајније угрозити стабилност целокупног система, како виртуелног, тако и физичког, а постоје и случајеви када долази до губљења дела функционалности система или функционалности система у целости. Постоје многи разлози наведеног занемаривања ових утицаја од стране крајњих корисника, односно у овом случају, студената. Од доминантних разлога могу се издвојити следећи: недовољно постојање информисаности корисника о тренутном стању виртуелног и физичког хардвера, односно непостојање адекватног праћења тренутног стања система, непостојање адекватних упозорења (аларма) о потенцијално критичним стањима система, као и недовољно поседовање одређених техничких знања од стране крајњег корисника. Овде се мора напоменути да сами оперативни системи поседују одређене уграђене механизме који омогућавају праћење стања ресурса, као и окидање одређених заштитних функција у случају јављања аларма, али се сва дешавања реализују на нивоу оперативног система. То значи за корисника да сам мора да протумачи и дође до одређених закључака шта се у ствари догодило у конкретном случају и каква се одређена интеракција десила између физичког и виртуелног хардвера, односно између физичког рачунара на коме се налази виртуелна машина и саме виртуелне машине. Самим неразумевањем интеракције не могу се обезбедити ни адекватни предиктивни механизми.

У литератури се углавном сусрећи радови који се баве узајамним дејствима између самих виртуелних машина. Већина радова циља могућности уступања одређених ресурса једне виртуелне машине другој виртуелној машини у одређеним условима, дефинишући начине уступања и прихватања



ресурса, као и услове под којим је та размена ресурса остварива без угрожавања задатака које обављају виртуелне машине. Углавном се сусрећу радови који третирају проблем недовољне меморијске искоришћености код виртуелних машина, на пример, велика количина радова је усмерена ка постизању што бољих ефеката тзв. балон технологија (balloon technologies) како би се омогућило уступање меморијских ресурса виртуелне машине која није оптерећена оној која је тренутно оптерећена и захтева додатне меморијске ресурсе у оквиру једног хипервизора. Врло мало пажње се посећује односима између самог host рачунара и виртуелне машине која се реализује у оквиру тог host-а, а што може бити од огромне важности када говоримо у употреби виртуелних машина у остваривању задатака везаних за реализацију наставних процеса у високошколском образовању. Јасно дефинисање и разумевање тих узрочно-последичних веза је пресудно како би се употреба виртуелних машина у хетерогеном рачунарском окружењу могла сматрати одрживим решењем када је реч о употреби у домену образовања.

Предложеним решењем у оквиру докторске дисертације горе описане тенденције се мењају у софтверском смислу будући да се о довођењу виртуелне машине до стања пуне функционалности стара управо сама виртуелна машина коришћењем одговарајућих аутоматизованих процеса и обезбеђеног знања у оквиру одговарајуће онтологије без додатних интеракција са особљем институције или крајњим корисником. У хардверском смислу, у оквиру докторске дисертације показано је да се може извршити адекватно праћење ових узрочно-последичних веза и да се на основу тог праћења ризици могу свести на прихватљив минимум кроз одговарајуће акције које омогућавају правовремено и проактивно деловање. У оквиру докторске дисертације добила би се реализација потпуно функционалне самоадаптирајуће виртуелне машине која на одговарајући начин може одговорити на изазове рада у променљивом хетерогеном рачунарском окружењу. У том смислу се и идеја коју је кандидат предложио планом истраживања може сматрати оригиналном и новом.

На основу предложених хипотеза, научног циља, метода истраживања и очекиваних резултата, Комисија сматра да је тема ове докторске дисертације нова и актуелна. Очекује се да се реализована самоадаптивност виртуелне машине може успешно применити у домену високошколског образовања, али да ће наћи и ширу примену кроз многе друге домене.

#### **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 Предраг Столић је у достављеној пријави теме докторске дисертације правилно дефинисао предмет истраживања коришћењем одговарајуће научне и стручне терминологије. Предложене хипотезе засноване су на изворима података из међународне научне литературе објављене у последњих пет година у области хетерогених рачунарских окружења, пројектовања информационих система, софтверског инжењерства, оперативних система, онтолошког инжењерства, рачунарске архитектуре, виртуелизације, e-learning система и примене рачунара у образовању, као и резултата теоријског и практичног истраживачког рада кандидата у овој области.

Тема је мултидисциплинарног карактера која укључује потребне целине из области системске анализе, хетерогених рачунарских окружења, математичке статистике, анализе и предвиђања временских серија, релационих база података, онтолошког инжењерства, софтверског инжењерства, развоја сервиса, виртуелизације, примењених информационих технологија у домену образовања. Појмови и искази су усклађени и омогућавају схватање основне идеје и замисли, као и план даље разраде. На основу свеобухватне анализе проблематике која је предмет докторске дисертације, предложен је и одговарајући скуп метода за реализацију самоадаптирајуће виртуелне машине уз поштовање свих научноистраживачких принципа.

#### **5. Преглед научноистраживачког рада кандидата**

##### **Биографски подаци**

Предраг Столић је рођен у Бору, 1980. године. Завршио је Гимназију "Бора Станковић" у Бору као одличан ученик. Основне студије на Техничком факултету у Бору, Универзитета у Београду, завршио је у оквиру Одсека за информатику, смер Индустијска информатика, са просечном оценом девет током студија. Докторске академске студије уписао је 2015. године (школска 2014/2015. година) на студијском програму Електротехничко и рачунарско инжењерство, модул Рачунарска техника, Факултета техничких

наука у Чачку, Универзитета у Крагујевцу. Тренутно је запослен на Техничком факултету у Бору, Универзитета у Београду, у звању асистента, ужа научна област Аутоматика и рачунарска техника. У оквиру тренутног радног места поверено му је држање вежби на предметима Информатика 1, Информатика 2, Интернет технологије, Рачунарске мреже, Алгоритми и структуре података, Пословна информатика и Процесна мерна техника на основним академским студијама, као и Контрола и регулација технолошких процеса у минералним и рециклажним технологијама, Аутоматизација технолошких процеса и Термички третман отпада на мастер академским студијама. Такође, на Техничком факултету у Бору именован је и за Лице за заштиту личних података у складу са Законом о заштити личних података Републике Србије. Именовани је до сада објавио 39 радова као водећи аутор или као коаутор, од којих 2 рада у категорији М20, 27 радова у категорији М30, 1 рад у категорији М50 и 9 радова у категорији М60. Током 2021. и 2022. године учествовао је на пројекту Фонда за иновациону делатност Републике Србије под називом „Развој до нивоа прототипа система за индукционо каљење челика“ (FID ваучер бр. 1096), а 2022. године био је и један од аутора техничког решења „Развој инвертора индукционе пећи за каљење“ (категорија М85). Именовани поседује низ сертификата везаних за Big Data и Data Science област примене, као и сертификат из домена Примене закона о заштити личних података. Члан је IEEE, као и IEEE Computer Society, IEEE Computational Intelligence Society и IEEE Education Society. Био је члан организационих одбора неколико међународних симпозијума. Кандидат је, између осталог био ангажован и у оквиру домаћих и иностраних тимова који су произвели више софтверских, web, серверских и осталих решења у домену информационо-комуникационих технологија за потребе домаћих и иностраних клијената. У оквиру Међународне конференције "Нове технологије у образовању" (New Technologies in Education), фебруара 2017. године, у Београду, у оквиру конференцијског програма везаног за област високог образовања, одржао је изузетно посећено и запажено предавање на тему "Примена Big Data решења у образовању". У оквиру Међународне конференције "Нове технологије у образовању" (New Technologies in Education), јуна 2018. године, у Београду, одржао је још једно изузетно посећено и запажено предавање са темом "Open datasets – потенцијал за развој компетенција". Априла 2021. године, у оквиру Међународног стручног скупа "Дигитално образовање 2021" (Digital Education 2021), одржао запажено предавање на тему "Open Source у високошколству – нова снага?". Област интересовања кандидата обухвата подручје примене рачунарства у унапређењу образовних процеса, а посебно у домену високошколског образовања, са различитих софтверских и хардверских аспеката.

#### **Стечено научноистраживачко искуство**

Кандидат је у оквиру својих докторских академских студија на Факултету техничких наука у Чачку Универзитета у Крагујевцу, смера Електротехничко и рачунарско инжењерство, модул Рачунарска техника, положио све испите и испунио све обавезе предвиђене планом и програм, које, између осталог, обухватају и самостални истраживачки рад и публикување научних резултата.

#### **Списак испита које је кандидат положио на докторским академским студијама:**

- Теоријске и експерименталне методе истраживања,
- Примена рачунара при синтези и карактеризацији материјала,
- Интелигентни системи,
- Одабрана поглавља из метрологије,
- Технике виртуелизације,
- Рачунарство у медицини,
- Перформансе дискова и система датотека,
- Докторска дисертација – теоријске основе.

#### **Списак објављених научних и стручних радова:**

Кандидат је у свом досадашњем раду, као аутор или коаутор, објавио 39 радова и то: 2 рада из категорије М20, 27 радова из категорије М30, 1 рад из категорије М50 и 9 радова из категорије М60.

#### **Рад у часопису међународног значаја који је на СЦИ листи (М20)**

#### **Рад у истакнутом међународном часопису (М22)**

1. **Predrag Stolic**, Zoran Stevic, Sanja Petronic, Vojkan Nikolic, Misa Stevic, Dragan Kreculj, Danijela Milosevic, Modelling, Simulation, and Computer Control of a High Frequency Wood Drying System, Electronics, 12 (2023), Issue 1, 226, doi: 10.3390/electronics12010226

#### Рад у међународном часопису (M23)

1. Zoran Stevic, Misa Stevic, Ilija Radovanovic, **Predrag Stolic**, Milos Milesevic, Milos Marjanovic, Milan Radivojević, Sanja Petronic, Computer-controlled voltage/current source and response monitoring system for electrochemical investigations, International Journal of Electrochemical Science, 16 (2021) Article ID: 210659 doi: 10.20964/2021.06.04

#### Зборници међународних научних скупова (M30)

#### Саопштења са међународног скупа штампано у целини (M33)

1. **P. Stolić**, D. Milošević, Z. Stević: Introduction to non-contact temperature measurement procedures using the Python programming language, 9<sup>th</sup> International scientific conference Technics and Informatics in Education, Čačak, Serbia, Proceedings, pp. 153-158, ISBN: 978-86-7776-262-9
2. Z. Stanimirović, I. Stanimirović, **P. Stolić**, Z. Stević: RuO<sub>2</sub>/Bi<sub>2</sub>Ru<sub>2</sub>O<sub>7</sub> thick-film strain sensor with low-temperature sensitivity, XXIII International Scientific-Practical Conference Modern Information and Electronic Technologies – MIET 2022, Odessa, Ukraine, Proceedings, pp. 62-65, ISBN: 2308-8060
3. **P. Stolić**, Z. Stević, Z. Stanimirović, I. Stanimirović: Implementation of anti-covid measures in the university educational process using the advantages of the thermal imaging approach, , XXIII International Scientific-Practical Conference Modern Information and Electronic Technologies – MIET 2022, Odessa, Ukraine, Proceedings, pp. 34-37, ISBN: 2308-8060
4. Z. Stević, M. Stević, **P. Stolić**, I. Radovanović, D. Đurašković, T. Aleksić, O. Bondarenko: Plant for metal induction heating, 10<sup>th</sup> International Conference on Renewable Electrical Power Sources, Belgrade, Serbia, Proceedings, pp. 257-260, ISBN: 978-86-85535-13-0
5. **P. Stolić**, Z. Stević, S. Dimitrijević, Z. Stanimirović, I. Stanimirović: Data handling culture - a forgotten aspect of the integration of renewable electrical power sources, 10<sup>th</sup> International Conference on Renewable Electrical Power Sources, Belgrade, Serbia, Proceedings, pp. 173-180, ISBN: 978-86-85535-13-0
6. Z. Stević, **P. Stolić**, I. Radovanović, M. Stević, Z. Stanimirović, I. Stanimirović: Solar energetics - state and perspectives, 10<sup>th</sup> International Conference on Renewable Electrical Power Sources, Belgrade, Serbia, Proceedings, pp. 135-140, ISBN: 978-86-85535-13-0
7. Z. Stanimirović, I. Stanimirović, **P. Stolić**, Z. Stević: Optimization of 10 kΩ/sq Bi<sub>2</sub>Ru<sub>2</sub>O<sub>7</sub> thick-film resistors sintering parameters, 10<sup>th</sup> International Conference on Renewable Electrical Power Sources, Proceedings, pp. 235-240, Belgrade, Serbia, ISBN: 978-86-85535-13-0
8. Z. Stević, M. Stević, I. Radovanović, **P. Stolić**, M. Radivojević, S. Petronić, PC and LabVIEW based voltage and current source for electrochemical investigations, XXII International Scientific-Practical Conference Modern Information and Electronic Technologies – MIET-2021, Odesa, Ukraine, 2021., Proceedings, pp. 46-49, ISSN 2308-8060
9. **P. Stolić**, Z. Stević, M. Stević, I. Radovanović, M. Radivojević, S. Petronić, Personal data protection: challenges of the COVID-19 pandemic, XXII International Scientific-Practical Conference Modern Information and Electronic Technologies - MIET-2021, Odesa, Ukraine, 2021., Proceedings, pp. 24-27, ISSN 2308-8060
10. **P. Stolić**, Z. Stević, A. Milosavljević, The use of modern traffic solutions in the field of renewable electrical power sources, 9<sup>th</sup> International Conference on Renewable Electrical Power Sources, Belgrade, Serbia, 2021., Proceedings, pp. 209-216, ISBN 978-86-85535-09-3
11. **P. Stolić**, J. Ivaz, D. Petrović, Z. Stević, Advantages of Mining Engineering Curriculum Realization Using Solutions Based on Free Software, The 52nd International October Conference on Mining and Metallurgy - IOC 2021, Bor, Serbia, 2021., Proceedings, pp. 221-224, ISBN 978-86-6305-119-5
12. **P. Stolić**, D. Milošević, Alternative Software Solutions for Ensuring the Continuity of the Teaching Process in Emergency Situations, 8<sup>th</sup> International Scientific Conference Technics and Informatics

- in Education, Čačak, Serbia, 2020., Conference Proceedings, pp. 196-203, ISBN 978-86-7776-247-6
13. **P. Stolić**, D. Milošević, Z. Stević, Some aspects of the use of new electronic platforms in the implementation of the system for the application of renewable electricity sources, 7<sup>th</sup> International Conference on Renewable Electrical Power Sources, Belgrade, Serbia, 2019. , Proceedings, pp. 37-42, ISBN 978-86-81505-97-7
  14. **Predrag Stolić**, Danijela Milošević, Using web server log files for analysis and improvements related to study programs , 7<sup>th</sup> International Scientific Conference Technics and Informatics in Education, Čačak, Serbia, 2018. , Conference Proceedings, pp. 168-173, ISBN 978-86-7776-226-1
  15. **Predrag Stolić**, Danijela Milošević, Aleksandra Milosavljević, E-learning and log analysis in introduction the new technologies and technological solutions, 50<sup>th</sup> International October Conference on Mining and Metallurgy, Bor Lake, Serbia, 2018. , Proceedings, pp. 491-495, ISBN 978-86-7827-050-5
  16. **Predrag Stolić**, Aleksandar Peulić, Dejan Tanikić, Software development for thermovision application in triage procedures of emergency conditions, XXVI International Conference “Ecological Truth and Environmental Research” - EcoTER '18, Bor Lake, Serbia, 2018. , Proceedings, pp. 379-384, ISBN 978-86-6305-076-1
  17. **Predrag Stolić**, Danijela Milošević, Site administration and analysis – Do traditional statistics tell us everything?, 49<sup>th</sup> International October Conference on Mining and Metallurgy, Bor Lake, Serbia, 2017. , Proceedings, pp. 456-459, ISBN 978-86-6305-066-2
  18. **Predrag Stolić**, Danijela Milošević, Zoran Stević, Use of data science in the renewable energy resources, 5<sup>th</sup> International Conference on Renewable Electrical Power Sources, Belgrade, Serbia, 2017. , Proceedings, pp. 263-268, ISBN 978-86-81505-84-7
  19. **Predrag Stolić**, Danijela Milošević, Improving of e-waste management using data science elements, XII International Symposium on Recycling Technologies and Sustainable Development, Bor Lake, Serbia, 2017. , Proceedings, pp. 147-153, ISBN 978-86-6305-069-3
  20. **Predrag Stolić**, Aleksandar Peulić, Dejan Tanikić, Thermovision application in triage procedures for emergency orthopedic conditions, XXV International Conference “Ecological Truth” - Eco-Ist '17, Vrnjačka Banja, Serbia, 2017. , Eco-Ist '17 Proceedings, pp. 621-627, ISBN 978-86-6305-062-4
  21. **Predrag Stolić**, Snežana Stolić, Aleksandra Milosavljević, Some of text analytics applications in higher education institutions, 6<sup>th</sup> International Conference Technics and Informatics in Education, Čačak, Serbia, 2016. , Conference Proceedings, pp. 211-217, ISBN 978-86-7776-192-9
  22. **Predrag Stolić**, Aleksandra Milosavljević, Snežana Stolić, Conceptual design of virtual laboratory for river water flows pollution monitoring, XI International Symposium on Recycling Technologies and Sustainable Development, Bor, Serbia, 2016. , Conference Proceedings, pp. 215-220, ISBN 978-86-6305-051-8
  23. **Predrag Stolić**, Borislav Đorđević, Some considerations about development of future big data oriented file systems, 48<sup>th</sup> International October Conference on Mining and Metallurgy, Bor, Serbia, 2016. , Conference Proceedings, pp. 335-338, ISBN 978-86-6305-047-1
  24. **Predrag Stolić**, Snežana Stolić, Aleksandra Milosavljević, Mirjana Pantović, Monitoring and improvement energy efficiency of commercial vehicle fleet based on data driven approach, XXIV International Conference “Ecological Truth” - Eco-Ist '16, Vrnjačka Banja, Serbia, 2016. , Eco-Ist '16 Proceedings, pp. 526-532, ISBN 978-86-6305-043-3
  25. Aleksandra Milosavljević, **Predrag Stolić**, Danijela Milošević, Internet of labs as a new concept in prediction and validation of results in laboratory investigations, 47<sup>th</sup> International October Conference on Mining and Metallurgy, Borsko jezero, Bor, Serbia, 2015. , Conference Proceedings, pp. 485-488, ISBN 978-86-7827-047-5
  26. **Predrag Stolić**, Borislav Đorđević, Mirjana Pantović, Reducing environmental impact of big data using server virtualization technology in data centers, XXIII International Conference “Ecological Truth” - Eco-Ist '15, Kopaonik, Serbia, 2015. , Eco-Ist '15 Proceedings, pp. 198-206, ISBN 978-86-6305-032-7
  27. Aleksandra Milosavljević, Dragana Živković, **Predrag Stolić**, Tin activity determination in the Ag-Cu-In-Sn system, 15<sup>th</sup> International Research/Expert Conference „Trends in the Development of Machinery and Associated Technology“ – TMT 2011, Prague, Czech Republic, 2011. , TMT 2011 Proceedings, pp. 209-212, ISSN 1840-4944

### Радови у часописима националног значаја (M50)

#### Рад у националном часопису (M53)

1. Александра Милосављевић, Драгана Живковић, **Предраг Столић**, Предвиђање термодинамичких особина Ag-In-Sn-Cu, Техника-Нови материјали, Vol.19 (2010) 2, 6-11

#### Саопштења на скуповима националног значаја (M60)

#### Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини (M63)

1. Александра Милосављевић, **Предраг Столић**, Улога специјализованих информационих система у управљању индустријским отпадом, Индустријски отпад – II међународна научно-стручна конференција о управљању отпадом, Тара, 2009. година, Зборник радова Конференције, стр. 154-159, ISBN 978-8685013-07-2
2. **Предраг Столић**, Јелена Лукић, Александра Милосављевић, Дигиталне технологије у функцији академског образовања и истраживања – концепт е-универзитета и е-института, Конференција Информационе технологије и развој техничког и информатичког образовања, Зрењанин, 2009. година, Зборник радова Конференције, стр. 123-127, ISBN 978-86-7672-118-4
3. Радомир Михајловић, Дарко Михајловић, **Предраг Столић**, Experimental contact-web-based transatlantic college level education, 53. конференција „ЕТРАН“, Врњачка бања, 2009. година, Електронски зборник радова 53. конференције ЕТРАН, RT 1.1-1.4, ISBN 978-86-80509-64-8
4. **Предраг Столић**, Јелена Лукић, Александра Милосављевић, Реализација информационих система и дата центара посматраних кроз смањење негативних утицаја на околину, Научно-стручни скуп Еколошка истина, Кладово, 2009. године, Зборник радова, стр. 199-203, ISBN 978-86-80987-57-6
5. Радисав Столић, Александра Милосављевић, **Предраг Столић**, Математички модел процеса конверторовања у производњи бакра, XIX конгрес о процесној индустрији “Процесинг 2006” са међународним учешћем, Београд, 2006. године, Зборник радова (CD-ROM),
6. Бранислав Радновић, Владана Станојев, Споменка Лазић, **Предраг Столић**, Могућности примене веб портала као подршке решавању текућих проблема у општинама, Научно-стручни симпозијум Инфотех, Јахорина, Република Српска, 2006. године, Зборник радова, стр. 310-312, ISBN 99938-624-2-8
7. Александра Милосављевић, Радисав Столић, **Предраг Столић**, Могућности третирања ИТ отпада путем рециклажних технологија на територији Србије, Симпозијум о рециклажним технологијама и одрживом развоју са међународним учешћем, Соко бања, 2006. године, Зборник радова, стр. 289-293, ISBN 86-80987-45-X
8. **Предраг Столић**, Могућности примене интернет технологија у приступу савременим еколошким проблемима, Научно-стручни скуп са међународним учешћем Еколошка истина ECOIST '05, Борско језеро, Бор, 2005. године, Зборник радова, стр. 544-547, ISBN 86-80987-31-X

#### Саопштење са скупа националног значаја штампано у изводу (M64)

1. Александра Милосављевић, Драгана Живковић, **Предраг Столић**, Предвиђање термодинамичких особина система Ag-In-Sn-Cu, Осма конференција младих истраживача – Наука и инжењерство нових материјала, САНУ, Београд, 2009, Програм и књига апстраката, стр. 31, ISBN 978-86-80321-22-6

#### 6. Предлог за ментора са његовим референцама којим се доказује испуњеност услова за менторство

Комисија предлаже да ментор за израду докторске дисертације буде др Данијела Милошевић, редовни професор Факултета техничких наука у Чачку Универзитета у Крагујевцу, ужа научна област

Информационе технологије и системи, с обзиром да предложена тема припада области којом се предложени ментор годинама уназад успешно бави.

Референце којима се доказује испуњеност услова за менторство:

1. P. Stolic, Z. Stevic, S. Petronic, V. Nikolic, M. Stevic, D. Kreculj, **D. Milosevic**, *Modelling, Simulation, and Computer Control of a High Frequency Wood Drying System*, Electronics, 12 (2023), Issue 1, 226, doi: 10.3390/electronics12010226 **M22**
2. A. Nandal, M. Blagojevic, **D. Milosevic**, A. Dhaka, N. Mishra, Lakshmi, *Fuzzy enhancement and deep hash layer based neural network to detect Covid-19*, Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, vol. 41, no. 1, pp. 1341-1351, 2021, ISSN 1064-1246, doi: 10.3233/JIFS-210222 **M22**
3. J. Atanasijevic, **D. Milosevic**, *Upgrading the Business Intelligence System by Implementing the Decision Tree Model in the R Software Package*, Studies in Informatics and Control, ISSN 1220-1766, vol. 29(2), pp. 243-254, 2020. doi: 10.24846/v29i2y202009 **M23**
4. V. Luković, S. Ćuković, **D. Milošević**, G. Devedžić, *An Ontology-based Module of the Information System ScolioMedIS for 3D Digital Diagnosis of Adolescent Scoliosis*, Computer Methods and Programs in Biomedicine, Elsevier, Volume 178, 2019, pp. 247-263, doi: 10.1016/j.cmpb.2019.06.027 **M21**
5. **D. Milošević**, S. Pepić, M. Saračević, M. Tasić, *Weighted Moore - Penrose generalized matrix inverse: MySQL vs. Cassandra database storage system*, Sadhana - Academy Proceedings in Engineering Science, Springer, Vol. 41, No. 8, 2016, pp. 837-846, ISSN 0256-2499, doi: 10.1007/s12046-016-0523-6 **M23**

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

### **ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ КОМИСИЈЕ**

**Предраг Столић**, дипл. инж. **индустријске информатике**, испунио је све предвиђене услове који се захтевају Законом о високом образовању, Статутом Универзитета у Крагујевцу и Статутом Факултета техничких наука у Чачку за одобрење теме за израду докторске дисертације. Предложена тема докторске дисертације је оригинална и има научну заснованост, а методологија израде докторске дисертације је у складу са научним принципима.

Очекивани резултати докторске дисертације треба да представљају научни допринос у оквиру научне области Информационих технологија и система и примене у будућем пројектовању и реализацији виртуелних машина.

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

#### **„РАЗВОЈ САМОАДАПТИРАЈУЋИХ ВИРТУЕЛНИХ МАШИНА У ЦИЉУ ПОБОЉШАЊА ИСХОДА УЧЕЊА У ХЕТЕРОГЕНОМ РАЧУНАРСКОМ ОКРУЖЕЊУ“**

прихвати и одобри њену израду кандидату **Предрагу Столићу**, дипл. инж. **индустријске информатике**.

Комисија предлаже да ментор ове докторске дисертације буде **др Данијела Милошевић**, **редовни професор** Факултета техничких наука у Чачку Универзитета у Крагујевцу.

У Чачку и Београду,  
18. маја 2023. године

#### **КОМИСИЈА**



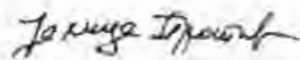
---

**1. др Марија Благојевић**, ванредни професор, председник Комисије  
Факултет техничких наука у Чачку, Универзитет у Крагујевцу  
уџа научна област: Информационе технологије и системи



---

**2. др Данијела Милошевић**, редовни професор, ментор, члан Комисије  
Факултет техничких наука у Чачку, Универзитет у Крагујевцу  
уџа научна област: Информационе технологије и системи



---

**3. др Јелица Протић, редовни професор, члан Комисије**  
Електротехнички факултет у Београду, Универзитет у Београду  
ужа научна област: Рачунарска техника и информатика