

## НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

**Предмет:** Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Јована Поповића, магистра електротехнике

Одлуком Наставно-научног већа Електротехничког факултета у Београду бр. 947/3 од 29.03.2016. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед и оцену докторске дисертације кандидата Јована Поповића под насловом

### **Унапређење метода процене напора у софтверским пројектима**

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

## РЕФЕРАТ

### 1. УВОД

#### 1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Кандидат Јован Поповић је стекао звање магистра електротехнике 2010. године на Електротехничком факултету у Београду из уже научне области Рачунарска техника и информатика.

Кандидат је пријавио тему за израду докторске дисертације под насловом „Унапређење метода процене напора у софтверским пројектима“ на Електротехничком факултету у Београду 26.03.2015. године. Комисија за студије трећег степена Електротехничког факултета у Београду је на састанку 31.03.2015. године разматрала предлог теме за израду докторске дисертације и предлог Комисије о оцени подобности теме и кандидата упутила Наставно-научном већу на усвајање. Наставно-научно веће именовало је Комисију за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације (Одлука бр. 947/1 од 29.4.2015.) у саставу др Драган Бојић, доцент (ментор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет), др Бошко Николић, ванредни професор (Универзитет у Београду – Електротехнички факултет), др Бранко Малешевић, ванредни професор (Универзитет у Београду – Електротехнички факултет) и др Сениша Влајић, ванредни професор (Универзитет у Београду – Факултет организационих наука). Наставно-научно веће 23.6.2015. године усвојило је Извештај Комисије за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације (Одлука бр. 947/2). Веће научних области техничких наука дало је сагласност на предлог теме докторске дисертације (број одлуке 61206-3018/2-15 од 6.7.2015. године).

Кандидат је предао докторску дисертацију 10.03.2016. године. На седници одржаној 15.03.2016. године Комисија за студије трећег степена потврдила је испуњеност потребних

услова за подношење предлога Наставно-научном већу Електротехничког факултета за формирање Комисије за преглед и оцену докторске дисертације. Наставно-научно веће Факултета именовало је Комисију за преглед и оцену докторске дисертације Јована Поповића, магистра електротехнике, под насловом „Унапређење метода процене напора у софтверским пројектима“ (број одлуке 947/3 од 29.3.2016. године). Чланови комисије су: др Драган Бојић, ванредни професор (ментор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет), др Вељко Милутиновић, редовни професор (Универзитет у Београду – Електротехнички факултет), др Душан Старчевић, редовни професор (Универзитет у Београду – Факултет организационих наука).

## 1.2. Научна област дисертације

Научна област дисертације је Електротехника и рачунарство, а ужа научна област је Рачунарска техника и информатика. За ову ужу научну област матичан је Електротехнички факултет у Београду.

Дисертација је рађена под менторством ванредног професора др Драгана Бојића. Ментор испуњава законске услове за ментора и бави се научним радом у ужој области Рачунарска техника и информатика.

## 1.3. Биографски подаци о кандидату

Јован Поповић је рођен 8.12.1980. у Панчеву где је завршио основну и средњу школу са одличним успехом. У том периоду је освајао највиша места на националним такмичењима из математике, физике, електротехнике и електронике. Уписао је Електротехнички факултет Универзитета у Београду школске 1999/2000 године. После завршених основних студија 2004. године на смеру за рачунарску технику и информатику са просеком 9.83, и оценом 10 на дипломском раду код проф. др Вељка Милутиновића, уписао је магистарске студије на истом факултету на смеру Софтверски системи. 2010. године је завршио магистарске студије на Електротехничком факултету са просеком 10.00, одбранивши магистарски рад код доц. др Драгана Бојића. За време магистарских студија држао је вежбе на предмету Програмски преводиоци на Електротехничком факултету.

Запослен је у Microsoft развојном центру Србија као програм менаџер на SQL Server производу. Пре Microsoft развојног центра, радио је као пројект менаџер у софтверској компанији Gowi на великом броју пројеката развијених за клијенте у Великој Британији и Холандији.

Коаутор је две стручне књиге, два рада објављена у међународним научним часописима са СЦИ листе са импакт фактором, као и неколико радова објављених на домаћим и међународним научним конференцијама.

## **2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ**

### 2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација садржи насловну страну и кратак резиме рада на српском и енглеском језику, садржај, девет поглавља, прилоге, списак коришћене литературе, кратку биографију аутора, изјаву о ауторству, изјаву о истоветности штампане и електронске верзије докторске дисертације и изјаву о коришћењу. Поглавља су насловљена: 1. Увод, 2. Методе које се користе ради процене напора, 3. Преглед метода процене величине софтвера, 4. Методе процене утицаја нефункционалних захтева, 5. Компаративна евалуација метода процене функционалних величина коришћених ради процене напора, 6. Унапређење метода за процену

утицаја нефункционалних захтева, 7. Методе процене напора пројектних задатака, 8. Комбиновање формалних и субјективних метода процене напора и 9. Закључак. Прилози укључују релевантне информације о скупу софтверских пројеката коришћених у раду. Дисертација садржи 155 страна, 54 слике и 37 табела.

## 2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

Прво поглавље представља увод у дисертацију. У овом поглављу је уведен проблем који је решаван у дисертацији. Описан је значај процене напора на софтверским пројектима и проблеми који настају у софтверским пројектима ако се напор потребан за израду не процени са задовољавајућом тачношћу. Описане су методе које се тренутно користе ради процене напора, као и тренутно стање у софтверским пројектима и очекиване грешке процене напора.

У другом поглављу дат је преглед метрика, метода, модела и алата који се користе ради процене напора. На почетку су приказане метрике које се користе ради процене величине софтвера, као и методе мерења којима се ове мере могу одредити. Потом су описане методе којима се анализирају зависности између величине софтвера и вредности напора уложеног за његову реализацију, као што су регресија и неуралне мреже. Представљени су статистички параметри и тестови којима се утврђује грешка процене и валидира исправност модела процене. Потом су представљени модели који су коришћени ради складиштења резултата као и алати који су коришћени ради утврђивања функционалних зависности међу софтверским метрикама и напорима потребним да се софтверски пројекти имплементирају. На крају поглавља је укратко описан скуп пројеката над којим је вршена анализа.

У трећем поглављу је дат преглед литературе са описом метода које се тренутно користе ради процене величине софтвера. У оквиру прегледа литературе су представљене методе којима се процењује величина на основу директног увида у изворни код софтвера и прегледом функционалних спецификација.

У четвртном поглављу су описане методе које се користе ради процене утицаја нефункционалних захтева, као и методе којима се на основу функционалних величина и утицаја нефункционалних захтева процењује напор потребан да се пројекат комплетира.

У петом поглављу је приказана компаративна евалуација постојећих метода процене величине софтверских пројеката. Као критеријум евалуације користи се тачност процене напора на пројектима на основу процењених величина. Методе процене величине описане у трећем поглављу су примењене на пројекте из скупа који се користе у анализи, и на основу сваке метрике којом се описује величина софтвера је процењен очекивани напор који би требало уложити ради имплементације софтвера, као и грешка процене. На основу овог критеријума су идентификоване методе које су најприменљивије за процену напора. Методе су класификоване на основу фазе пројекта када се могу применити и на основу тога су идентификоване оптималне методе процене које се могу применити у различитим фазама животног циклуса пројекта.

У шестом поглављу је анализирано како се параметри који се користе у постојећим методама процене величине и напора могу комбиновати како би се добили оптимални параметри који се могу користити ради процене напора. Различите методе процене величине софтвера и утицаја нефункционалних захтева су међусобно комбиноване како би се нашао оптималан пар метода који даје најмању грешку процене напора на скупу пројеката који је коришћен у анализи. Поред тога, представљена је и нова метода процене напора којом се са мањим бројем параметара обезбеђује иста тачност процене као и у оптималној методи.

У седмом поглављу је приказана оригинална метода коришћења параметара величине пројекта ради процене напора који ће бити уложен на појединим пројектним задацима као што су анализа, тестирање, спецификација и слично.

У осмом поглављу је показано како се алгоритми и формалне методе процене напора могу комбиновати са субјективним или експертским методама. Формалним методама и проценама експерата су процењени напори које је потребно уложити на појединим пројектним задацима а онда се комбиновањем процена, регресионим методама и неуралним мрежама добијају процене напора које су и до три пута боље од полазних метода

У деветом поглављу дат је закључак у коме су укратко приказани циљеви и преглед предложеног приступа заједно са резултатима.

### **3 ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ**

#### 3. 1. Савременост и оригиналност

Предмет истраживања у дисертацији је анализа постојећих метода процене напора потребног ради израде софтвера и утицаја различитих елемената, као што су функционални и нефункционални захтеви или различити предикциони модели, на тачност процене. Процене напора утичу на велики број фактора на пројекту као што су буџет, квалитет финалног софтверског производа, као и количина функционалности које ће бити имплементирани током софтверског пројекта. Прва истраживања у области процене напора датирају још од 1960тих година, док су параметризовани модели као што је СОСОМО и функционалне тачке развијају од 1970-80тих, до каснијих рекалибрисаних модела СОСОМО II, COSMIC, као и модела базираних на тачкама случајева коришћења, 1990-2000тих. Од тада је ова област у сталном фокусу истраживача. Свака новоуведена методологија развоја софтвера или промена технологије уводи нове факторе који утичу на процене напора потребног да се имплементира софтверски производ. Нове методе и модели процене који се користе у другим областима науке и технике (као на пример фази логика, неуралне мреже) су такође од великог интереса истраживачима и компанијама које желе да обезбеде поузданије процене напора. О битности ове теме сведоче многобројни радови који се објављују у признатим међународним часописима и на познатим међународним конференцијама. У индустријском пракси према неким истраживањима још доминирају експертски, неформални методи процене напора где је тенденција да се напор потцени, тако да само трећина софтверских пројеката просеку буде завршена у предвиђеним роковима и у оквиру буџета. Услед овако ниског степена успешности пројеката, проблем процене напора стално добија на значају, чиме се бави и ова дисертација. Стога се може закључити да се дисертација бави савременим проблемом који све више добија на значају.

У дисертацији су предложене нове и оригиналне методе за процену напора на софтверским пројектима. Приступ је заснован на употреби метрика којима се квантификују функционалности које је потребно имплементирати, као и утицаја нефункционалних захтева који утичу на време израде софтвера. У раду се користе постојеће метрике и методе процене, али и модификације метрика и метода којима се на основу величина софтверских система процењује напор на пројекту. Предложене методе и унапређења су упоређене са постојећим методама за процену напора. Ради поређења су коришћени реални пројекти и математичке и статистичке методе за одређивање грешке процене напора. Резултати представљени у дисертацији показују да предложена унапређења метода на посматраном скупу пројеката дају процене напора и до три пута боље од оригиналних метода, што додатно потврђује оригиналност и значај резултата представљених у дисертацији.

### 3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Кандидат је извршио детаљну анализу метода које се тренутно користе ради процене напора као и постојеће литературе и радова у овој области. У дисертацији је прецизно наведено 106 библиографских референци на литературу која је у тесној вези са темом дисертације. Литература садржи и најновије радове релевантне за тему дисертације, као и одговарајуће радове из часописа на СЦИ листи и конференција чији је кандидат аутор то јест коаутор, а који су у непосредној вези са облашћу која је обрађена у дисертацији. Два поглавља у дисертацији су посвећена представљању постојећих метода процене величине софтвера, утицаја нефункционалних захтева и метода процене напора.

### 3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Истраживање у оквиру докторске дисертације обухватило је следеће активности:

1. Систематично проучавање литературе из области процене напора на основу величина софтвера и нефункционалних карактеристика. Систематично представљање метрика и математичких модела којима се процењује напор на основу софтверских захтева.
2. Компаративна евалуација постојећих метода којима се процењује величина софтвера на основу функционалних захтева применом формалних математичких и статистичких метода. Евалуацијом су идентификоване метрике које дају најбоље процене напора као и фазе пројеката у којима се могу применити наведене методе и метрике.
3. Испитивање могућности комбиновања постојећих метода процене утицаја нефункционалних захтева са постојећим методама процене величине софтвера на основу функционалних метода. У овој фази су идентификовани оптималне комбинације параметара за оцену утицаја софтверских захтева ради процене напора.
4. Испитивање могућности примене метода процене напора појединих делова и дисциплина софтверских пројеката, чиме су идентификоване дисциплине у којима се тачније може тачније проценити напор потребан да се дисциплина заврши.
5. Развој нових метода којима се на основу редукованог броја параметара процењује напор потребан ради имплементације софтверских пројеката. Нове методе су валидиране стандардним математичким и статистичким моделима које су показале да је грешка процене мања у поређењу на постојеће методе.
6. Испитивање могућности комбиновања формалних и експертских метода процене са неуралним мрежама и другим моделима процене напора. У овој фази истраживања су предложене нове методе које дају и до три пута боље процене напора од оригиналних метода пронађених у литератури. Валидација експерименталних резултата је извршена статистичким методама које су потврдиле ваљаност резултата.
7. Нове методе за процену напора су одређене на основу параметара који највише утичу на напор, при чему су примењена и сазнања до којих се дошло у току проучавања литературе.

Комисија констатује да су примењене научне методе исправне и у потпуности одговарају проблему и постављеном циљу дисертације. Нови или модификовани теоријски модели су експериментално верификовани на одговарајући начин.

### 3.4. Применљивост остварених резултата

У оквиру дисертације су предложене нове методе којима се могу унапредити постојеће технике процене напора на софтверским пројектима. Неколико предложених метода представљају оригиналне приступе проблему процене напора. Предложене методе се базирају

на параметрима који се могу оценити на реалним пројектима и користе стандардне моделе процена као што су линеарна регресија и неуралне мреже.

Резултати истраживања омогућавају софтверским компанијама да стекну утисак о опсегу тачности процена напора које се могу гарантовати у зависности од фаза пројеката и примењених метода процене.

Предложене методе се могу применити на реалним пројектима под претпоставком да пројектни тимови прикупе информација карактеристикама софтверских производа које се користе у предложеним методама.

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

Кандидат је у изради дисертације показао способност за самостални научно-истраживачки рад. Систематски је анализирао постојећа решења, евалуирао могућности њихове примене на реалне пројекте и извршио компаративну анализу тачности процена које се могу добити постојећим методама. Развио је више оригиналних приступа којима се могу унапредити постојеће методе и доказао валидност експерименталних резултата. Показао је да су предложена унапређења изузетно битна и применљива у пракси. Резултате својих истраживања објавио је у два часописа међународног значаја са импакт фактором.

## **4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС**

### 4.1. Приказ остварених научних доприноса

Остварени научни доприноси дисертације могу се резимирати на следећи начин:

- Идентификација кључних проблема планирања са којима се сусрећу софтверске организације и њихов утицај на успешност завршетка пројекта.
- Систематска анализа метода које се тренутно користе ради процене утицаја функционалних и нефункционалних захтева у софтверским пројектима, укључујући и њихову компаративну евалуацију на изабраном скупу реалних пројеката.
- Систематска анализа предикционих математичких модела и модела који користе вештачку интелигенцију ради процене напора на основу утицаја софтверских захтева.
- Предлагање нових метода процене напора на софтверским пројектима којима се комбинују параметри за оцену утицаја функционалних и нефункционалних захтева из постојећих метода. Анализом комбинованих метода је утврђена оптимална група параметара за оцену утицаја софтверских захтева чијим се коришћењем добија грешка процене напора мања од постојећих метода.
- Анализа могућности примене метода процене напора на поједине софтверске активности и групе пројектних задатака. Анализа је идентификовала активности којима се напор може прецизније проценити у односу на тачност процене напора целокупног пројекта.
- Предлог нових метода процене напора којима се комбинују формалне методе процене напора са експертским проценама, као и додатних унапређења комбинованих метода коришћењем вишеструке регресије и неуралних мрежа. Експериментални резултати извршени у дисертацији показују да ова унапређења доводе до смањења грешке процене и до три пута у односу на оригиналне методе.

#### 4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Увидом у дисертацију и циљеве истраживања, Комисија констатује да је кандидат успешно одговорио на постављене изазове, и да резултати оправдавају почетна очекивања. Предложене су нове и оригиналне методе којима се унапређују постојеће технике за процену напора на софтверским пројектима. Идентификоване су метрике којима се адекватно квантификује утицај софтверских захтева, као и математички модели и модели вештачке интелигенције којима се на основу метрика успешно процењује напор. Већина предложених унапређења представљају оригиналне методе које нису присутне постојећој литератури, уз неколико метода које представљају комбинације постојећих метода којима се добијају прецизније процене напора у поређењу са оригиналним методама. Валидност резултата је потврђена на скупу реалних пројеката применом статистичких тестова. Дисертација отвара и нове правце за даље истраживање и усавршавање метода процене напора с обзиром да садржи смернице за унапређења метода које се могу користити у будућности. Резултати истраживања су од интереса свим софтверским компанијама које морају да дају процену потребног напора у софтверским пројектима на основу понуда и тендерске документације, пошто тачније процене повећавају вероватноћу успешно реализованих уговора.

#### 4.3. Верификација научних доприноса

Резултати истраживања у оквиру докторске дисертације кандидата Јована Поповића су публиковани у два рада у часописима са импакт фактором и четири рада на домаћим и међународним конференцијама.

##### Раd у часопису међународног значаја (M23):

1. **Popović J., Bojić D.:** „*A Comparative Evaluation of Effort Estimation Methods in the Software Life Cycle*“, Computer Science and Information Systems, Vol. 9, No. 1, pp. 455-484, 2012, ISSN: 1820-0214, DOI:10.2298/CSIS110316068P, **IF 0.549** (2012).
2. **Popović J., Bojić D., Korolija N.:** „*Analysis of task effort estimation accuracy based on use case point size*“, IET Software, Vol 9, No. 6, Dec, 2015, pp. 166-173, ISSN: 1751-8806, DOI:10.1049/iet-sen.2014.0254, **IF 0.595** (2015)

##### Раd на међународном скупу (M33):

1. **Popović J., Purić S., Batić M., Bojić D.,** *Enhancing Use Case Point estimation method using Fuzzy algorithms*, Zbornik radova sa 23. Telekomunikacionog foruma TELFOR 2015, Beograd, Srbija, novembar 24-26. 2015., pp. 886 – 889, ISBN: 978-1-5090-0054-8, DOI:10.1109/TELFOR.2015.7377607

##### Раd на скупу националног значаја (M63):

1. **Popović J.:** *Merenje tokom procesa razvoja softvera*, Zbornik radova sa 53. konferencije ETRAN 2009, Jun 2009, Vrnjačka Banja, Srbija, RT4.7.1-4, ISBN: 978-86-7466-375-2
2. **Popović J.:** *Tehnike merenja softvera*, Zbornik radova XV konferencije YuInfo 2009, 8-11 mart, 2009., Kopaonik, Srbija, ISBN: 978-86-85525-04-9
3. **Popović J.:** *Definicija procesa merenja u skladu sa CMMI standardom*, Zbornik radova XV konferencije YuInfo 2009, 8-11 mart, 2009., Kopaonik, Srbija, ISBN: 978-86-85525-04-9

## 5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Комисија констатује да дисертација кандидата Јована Поповића, магистра електротехнике, под насловом „Унапређење метода процене напора у софтверским пројектима“ садржи оригиналне научне доприносе, испуњава све законске, формалне и суштинске услове, као и све критеријуме који се уобичајено примењују приликом вредновања докторских дисертација на Електротехничком факултету у Београду. У спроведеним истраживањима предложене су нове методе за процену напора на пројектима коришћењем различитих параметара којима се може квантификовати комплексност софтверских пројеката. Практична примена предложених унапређења је потврђена експериментално на скупу реалних пројеката. Објављивањем резултата истраживања у часописима и конференцијама од међународног и националног значаја, кандидат је показао способност за самосталан научни рад, а доприноси истраживања добили су адекватну потврду ваљаности.

Комисија предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета у Београду да се докторска дисертација под називом „Унапређење метода процене напора у софтверским пројектима“ кандидата Јована Поповића, прихвати, а затим упуту на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

У Београду, 13.4.2016. године

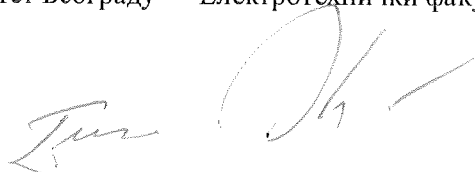
### ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



др Драган Бојић, ванредни професор  
Универзитет у Београду — Електротехнички факултет



др Вељко Милутиновић, редовни професор  
Универзитет Београду — Електротехнички факултет



др Душан Старчевић, редовни професор  
Универзитет у Београду – Факултет организационих наука