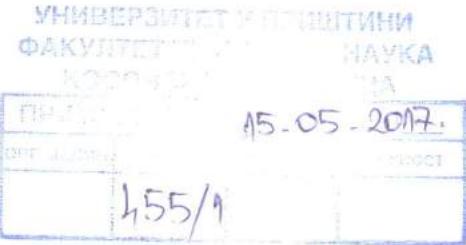


УНИВЕРЗИТЕТ У ПРИШТИНИ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА
КОСОВСКА МИТРОВИЦА



НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА У КОСОВСКОЈ МИТРОВИЦИ

Предмет: Извештај Комисије са оценом урађене докторске дисертације кандидата мр Звонимира Божиловића, дипл. инж. грађ.

На основу члана 62. став 1. тачка 13 и члана 142. став 3 и 4. Статута Факултета техничких наука у Косовској Митровици, а у складу са одредбама Правилника о пријави, изради и одбрани докторске дисертације, Наставно-научно веће Факултета у Косовској Митровици на седници одржаној 22.03.2017. године донело је Одлуку бр. 240/3-2 којом смо именовани за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану урађене докторске дисертације кандидата мр Звонимира Божиловића, дипл. инж. грађ.

ОПТИМАЛНИ ИЗБОР ИЗВОЂАЧА РАДОВА НА ПРОЈЕКТУ СА СТАНОВИШТА ТРОШКОВА И ВРЕМЕНА

После прегледа предметне докторске дисертације кандидата, Комисија подноси Наставно-научном већу ФТН у Косовској Митровици следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. БИОГРАФСКИ ПОДАЦИ КАНДИДАТА

Мр Звонимир Божиловић је рођен 14.05.1965. год. у Скопљу. Завршио је Грађевинску школу у Београду и 01.02.1992. засновао радни однос на неодређено време у Компанији „Градитељ-Инжењеринг“ у Београду, ул. Висока 28. Дипломирао је 07.09.1999. год. на Грађевинско-Архитектонском факултету Универзитета у Приштини, одсек Грађевински, смер Конструктивни. На Факултети за градитељски менаџмент Универзитета „Унион“ (сада Универзитет Унион „Никола Тесла“) у Београду је 10.09.2007. год. са магистарском тезом „Поступак грађевинске калкулације у информационом саставу пројекта“ стекао научни степен магистра техничких наука у области грађевинарства.

Радом у Компанији „Градитељ-Инжењеринг“ кандидат је стицао практична искуства полазећи од руковођења извођењем грађевинских објеката (1992-1999), сарадника у Пројектном бироу за пројектовање стамбених објеката (1999-2000) и руководиоца

стручног тима за израду пројекта и извођење стамбено-пословних објеката (2001-2004), до успешног руководиоца Компаније (директор од 2004. до данас).

Директор је и сувласник Компаније „Градитељ-Инжењеринг“ д.о.о. у Београду, ул. Висока 29. <http://www.graditelj-inzenjering.co.rs/>. Сувласник је и Председник Управног одбора Универзитета „Унион – Никола Тесла“ у Београду, ул. Цара Душана 62-64. <http://www.fpb.edu.rs/>

Живи у Београду. Ожењен је и отац двоје деце. Говори и пише на енглеском језику и служи се руским језиком.

2. ПУБЛИКОВАНИ РАДОВИ

2.1. Радови у иностраним часописима са рецензијом

1. Božilović Z., Nikolić N., „Liquidity planning of construction project with given formation dynamics of budget and constraints for labor and mechanization“, *Annals of the University of Oradea, Fascicle of Management and Technological Engineering*, Volume XXIV (XIV), 2015/3, ISSN 1583-0691 (online), CNCSIS „Clasa B+“, pp. 33-38., <http://imtuoradea.ro/auo.fmte/article.php?v1=2015-3&v2=0>
2. Božilović Z., Nikolić N., „Planning of materials and liquidity on project with available resources of type work“, *Annals of the University of Oradea, Fascicle of Management and Technological Engineering*, Volume XXV (XV), 2016/2, ISSN 1583-0691 (online), CNCSIS „Clasa B+“, pp: 33-38., <http://imtuoradea.ro/auo.fmte/article.php?v1=2016-2&v2=0>
3. Božilović Z., Nikolić N., "Planning of material resources and liquidity on project", *Annals of the University of Oradea, Fascicle of Management and Technological Engineering*, Volume XXV (XV), 2016/3, ISSN 1583-0691 (online), CNCSIS „Clasa B+“, pp: 31-36., <http://imtuoradea.ro/auo.fmte/article.php?v1=2016-3&v2=0>

2.2. Радови у часописима међународног значаја са рецензијом

- 1.a Božilović Z., Nikolić N., „Analytical Approach to the Selection of Performers of the Project: Classification of Problems and an Illustration of an Example“, *Journal: IMK-14 – Research and Development in Heavy Machinery* 21(2015)4, EN107-117, UDC 621 ISSN 0354-6829.
<http://www.imk14-rad.com/index.php/en/journal/item/analytical-approach-to-the-selection-of-performer-of-the-project-classification-of-problems-and-an-illustration-of-an-example>
- 1.b Božilović Z., Nikolić N., „Analitički pristup izboru izvođača projekta: Klasifikacija problema i ilustrativni primer“, isti часопис
<http://www.imk14-rad.com/index.php/sr/casopis/item/analiticki-pristup-izboru-izvodaca-projekta-klasifikacija-problema-i-ilustracija-jednog-primera>

2.3. Радови на међународним конференцијама, рецензирани и објављени у целости у Зборницима радова

1. Nikolić I., Urošević J., Božilović Z., Ristoski R., "Tok novca i likvidnost projekata – Da li postoji efikasna softverska podrška?", *Zbornik radoja, YUPMA 2002, VI*

Internacionalni simpozijum iz Project Managementa - Upravljanje projektima u sprovođenju reformi, Zlatibor, 8.-10. Maj 2002., str. 112-116.

2. Nikolić I., Urošević J., **Božilović Z.**, Ristoski R., "Upravljanje tokom novca i likvidnošću na više projekata primenom MS Project 2000", *Zbornik radova, YUPMA 2002, VI Internacionalni simpozijum iz Project Managementa - Upravljanje projektima u sprovođenju reformi*, Zlatibor, 8.-10. maj 2002., str. 117-121.
3. Nikolić I., **Božilović Z.**, "Four aspects of the program management process with several projects in the residential construction industry", *SymOrg 2012, XIII International Symposium - Innovative Management and Business Performance*, June 5-12, 2012, Zlatibor, Serbia, ISBN 978-86-7680-25-5, COBISS.SR-ID 191307276, p. 1531-1538; <http://symorg.fon.bg.ac.rs/proceedings/html/papers.html>, Project Management
4. Nikolić I., **Božilović Z.**, "Minimization the duration of the program with several projects by using overtime and/or increasing the intensities of resources", *Proceedings, 3th International Conference – Life Cycle Engineering and Management*, June 28-29, 2012, Belgrade, Serbia, ISBN 978-86-86355-11-9, COBISS.SR-ID 191735052, p. 215-220.
5. Nikolić I., **Božilović Z.**, "Minimization of maximum monthly cost of program with several projects in housing construction industry", *Proceedings, 3th International Conference - Life Cycle Engineering and Management*, June 28-29, 2012, Belgrade, Serbia, ISBN 978-86-86355-11-9, COBISS.SR-ID 191735052, p. 221-226.
6. Nikolić I., **Božilović Z.**, Nikolić N., (Plenary Lectures) "Minimization of the project duration and cost with maximization of the value of works to favored participants on project", *Proceedings, 4th International Conference - Life Cycle Engineering and Management*, June 27-28, 2013, Belgrade, Serbia, COBISS.SR-ID 199083788, pp. 77-87.
7. **Božilović Z.**, Nikolić N., "Neki kriterijumi i ograničenja izbora izvođača na projektu sa jednoznačnim podacima za aktivnosti", *Zbornik radova, YUPMA 2014, XVIII Internacionalni simpozijum iz projektnog menadžmenta*, Zlatibor, 13.-15. maj 2014., ISBN 978-86-86385-11-6 COBISS.SR-ID 207044876, 318-323.
8. **Božilović Z.**, Nikolić N., "Some criteria and restrictions on the selection of contractors on a project with options of data to the duration and costs of activities", *Proceedings, 5th International Conference - Life Cycle Engineering and Management*, June 27-28, 2014, Belgrade, Serbia, COBISS.SR-ID 207635212, pp. 304-309.
9. **Božilović Z.**, "Klasifikacija problema izbora izvođača projekta kada neke aktivnosti imaju više potencijalnih izvođača i / ili više varijanti za vreme i troškove", *Zbornik radova, ICDQM 2015, 17th International Conference – Dependability and Quality Management*, Prijedor, 25-26 Jun 2015., str. 491-494.
10. **Božilović Z.**, Nikolić N., „Planiranje likvidnosti prorjekta sa datim iznosima priliva novca za formiranje budžeta u toku izvođenja projekta“, *Zbornik radova, YUPMA 2016, XX Internacionalni simpozijum iz projektnog menadžmenta*, Zlatibor, 13.-15. maj 2016., ISBN 978-86-86385-13-0 COBISS.SR-ID 223362060, 81-86.
11. **Božilović Z.**, Dutina V., Nikolić N(Plenary Lectures) „Selection the most favorable contractor of project using AHP method in the case of housing construction“, *Proceedings, EMONT 2016, 6th International Conference: "Economics and*

Management - Based on New Technologies", 16-19 June 2016, Vrnjačka Banja, Serbia, pp. 1-10.

12. Božilović Z., Nikolić N., „Selection of the contractors on the project with some possible conditions of potential contractors“, *Proceedings, ICDQM 2016, 7th International Conference – Life Cycle Engineering and Management*, 25-26 June 2016., Prijevor, Serbia, pp. 417-426.
13. Božilović Z., Nikolić N., „Analysis of the project duration and costs as functions of the periods to performe some activities“, *Proceedings, RaDMI 2016, 16th International Conference “Research and development in mechanical industry”*, 15-18 September 2016, Belgrade, Serbia, pp. 66-73.
14. Božilović Z., Nikolić N., „O promenljivim troškovima na projektu – Zapažanja 1: Vrste troškova“, *ICDQM 2017, 19th International Conference – Dependability and Quality Management*, Prijevor, 25-26 Jun 2017., стр. 1-6. (Прихваћен рад).

2.4. Радови на домаћим конференцијама са иностраним учешћем, рецензијани и објављени у целости у Зборницима радова

1. Nikolić I., Božilović Z., Nikolić N., "Minimizacija trajanja projekta i maksimizacija vrednosti radova favorizovanih izvođača na projektu sa ograničenim troškovima", *Zbornik radova, SYM-OP-IS 2013, XL Simpozijum iz operacionih istraživanja*, Zlatibor, 8-12 September 2013., ISBN 978-86-7680-286-9, COBISS.SR-ID 201617932, str. 215-220.
http://www.symopis2013.fon.bg.ac.rs/wp-content/uploads/Zbornik_radova_SYMOPIS_2013.pdf
2. Nikolić I., Božilović Z., Nikolić N., „Neke specifičnosti planiranja trajanja i troškova projekta sa više izvođača“, *SPIN 2013, IX Skup privrednika i naučnika - Evropske integracije i Operacioni menadžment*, Fakultet organizacionih nauka u Beogradu i Privredna komora Srbije, Beograd, 5-6 novembar 2013., COBISS.SR-ID 202252044, str. 161-168.
http://www.spin.fon.bg.ac.rs/doc/Zbornik_radova_SPIN_2013.pdf
3. Božilović Z., Nikolić N., "Optimalni izbor više izvođača građevinskog projekta razmatranjem prioriteta i kapaciteta potencijalnih izvođača", *Zbornik radova, SYM-OP-IS 2014, XLI Simpozijum o operacionim istraživanjima*, Divčibare, 16-10.09.2014. str. 927-932, COBISS.SR-ID 201617932.
4. Božilović Z., Nikolić N., "Dva pristupa izboru učesnika na projektu razmatrajući vremena i troškove", *YuInfo 2014, XX konferencija iz oblasti informacionih i komunikacionih tehnologija*, Kopaonik, 9-13 Mart 2014., ISBN: 978-86-85525-13-1, str. 200-205. http://yuinfo.org/zbornik_2014_WEBverzija.pdf, Oblast primenjena informatika
5. Božilović Z., Nikolić N., „Ilustracija planiranja likvidnosti projekta sa datim terminima priliva novca za formiranje budžeta tokom izvođenja projekta“, *YuInfo 2016, XXII konferencija iz oblasti informacionih i komunikacionih tehnologija*, Kopaonik, 28.02.-02.03.2016., ISBN 978-86-85525-17-9, str. 248-251. <http://www.yuinfo.org/zbornici/2016/YUINFO2016.pdf>
6. Božilović Z., Nikolić N., „Promenljivi troškovi resursa u vremenu projekta kao značajna karakteristika u građevinarstvu“, *YuInfo2017, XXIII konferencija iz*

Пре пријаве докторске дисертације кандидат је којутор на седам радова. Након пријаве докторске дисертације кандидат је први аутор на четрнаест радова, аутор на једном раду (9 у групи 2.3 у коме дефинише основни резултат трогодишњег истраживања „Класификација проблема оптималног избора извођача пројекта када неке активности имају више потенцијалних извођача и/или варијанте за време и трошкове“) и каојутор на једном раду. Четири рада разматрају управљање са више пројеката који конкуришу за исте ресурсе (2, 3, 4 и 5 групе 2.3), а остали радови се односе на појединачне пројекте. Мањи број радова излажу проблеме управљања општим пројектима, а већи број радова су о пројектима у области станоградње.

Два рада су изложена на пленарним секцијама међународних симпозијума (други аутор и први аутор). Избор извођача пројекта, као резултата уже области истраживања на дисертацији, излажу четнаест радова групе 2.2 (1.a, 1.b), 2.3 (6 до 9, 11 до 14) и 2.4 (1 до 4). Планирање ликвидности пројекта, као шире области истраживања, обухваћена је са осам радова групе 2.1 (1 до 3), 2.3 (1, 2, 10) и 2.4 (5, 6).

3. ПРИКАЗ ПРЕДМЕТА ИСТРАЖИВАЊА У ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ

Сложени инвестициони пројекти у области грађевинарства, које изводи одређена компанија или установа локалне самоуправе (општина, градова и региона), односно државна установа, изискују утрошак великих материјалних, природних и људских ресурса. Њихова реализација је изузетно комплексан процес у зависности од многих и разноврсних фактора, те се таквим пројектима не може дозволити спонтано одвијање.

У пракси је потврђено да на реализацију пројеката са наведеним карактеристикама утиче низ фактора, првенствено:

1. локални, климатски, тржишни и други и услови окружења,
2. захтевани високи критеријуми квалитета (често задовољавајући квалитет у прописаним границама),
3. задати рокови,
4. високи трошкови,
5. расположиве финансије,
6. велики број учесника различитих струка,
7. супротстављени интереси учесника,
8. заштита животне средине и др.

Произилази да тема докторске дисертације „*Оптимални избор извођача радова на пројекту са становишта трошкова и времена*“ експлицитно обухвата више од половине наведених фактора (3 до 7) и посредно један фактор (2). У суштини, фактори 3 до 7 су најзначајнији и на њих се може утицати ефикасним планирањем, континуалним праћењем реализације, корекцијама планова у случајевима одступања реализације, предвиђање могућих поремећаја у будућности уз осмишљавање и правовремено предузимање неопходних мера са циљем да се неутралишу или ублаже негативне последице, и анализа управљања изведеним пројектом са извођењем закључака за успешније планирање и реализацију наредних пројеката.

Неопходност да грађевинска компанија успостави, одржава и унапређује *добре пословне односе са извођачима*, постављени су као битнији елементи успешног пословања у дужем временском периоду. Извршена је анализа *у којој мери је прихватљиво уважавати захтеве појединачних извођача*, првенствено оних са којима је остварена успешна сарадња у ранијем периоду, за њихово фаворизовање на наредним пројектима. Тиме је *промовисано усаглашавање парцијалних циљева извођача и глобалних циљева предузета*.

Глобални предмет истраживања је разматрање управљања једним пројектом уз примену математичких модела и софтвера. Конкретна *истраживања су спроведена на првој фази за планирање пројекта* док је са становишта друге фазе за реализацију и контролу пројекта указано на основне карактеристике и специфичности.

Са становишта трошкова разматрани су аспекти буџета и ликвидности на пројекту који нису постављени као предмет дисертације. Указано је на радове других аутора и радове са резултатима истраживања спроведених при изради дисертације који обухватају дефинисање модела за основне могуће ситуације формирања буџета у току реализације пројекта и обезбеђивање ликвидности у терминима исплате трошкова сходно утврђеној месечној реализацији радова:

- Дати термини прилива новца (одређивање потребних износа новца без промене трајања пројекта, односно уз минимално прекорачење рока завршетка пројекта),
- Дати износи прилива новца (одређивање потребних термина прилива без промене трајања пројекта, односно уз минимално прекорачење рока завршетка пројекта),
- Дати термни и износи прилива новца (одређивање плана извођења активности са дозволом евентуалне промене трајања пројекта и минимизација трајања пројекта).

Осврт на најављене научне доприносе дисертације

Кандидат је у Пријави докторске дисертације и Уводном делу израђене дисертације дефинисао наредне *елементе научних доприноса* (које је прихватила Комисија за оцену подобности теме и кандидата, те предложила Научном већу да кандидату одобри израду дисертације):

- Теоријски и емпиријски развој методологије планирања пројекта са више учесника за одговарајуће делове пројекта.
- Развој општих вишекритеријумских математичких модела за планирање различитих видова пројекта са становишта циљева, ограничења и више учесника на пројекту.
- Дефинисање метода за решавање одабраних проблема планирања пројекта у складу са постављеним циљевима и условима на почетку пројекта – усаглашавање циљева потенцијалних учесника са циљевима пројекта и избор учесника на пројекту.
- Идентификовање потреба да се одреде сва парето-оптимална решења која представљају варијанте плана пројекта или да се одреди примерени скуп таквих решења који се сматра да представља прихватљиву основу за даљи избор једног решења за примену.

- Дефинисање модела вишеатрибутивног одлучивања за избор коначног решења плана пројекта са изабраним учесницима и избор ефикасног метода решавања.

Истакнуто је да *стручни допринос дисертације* представља конкретизација развијене методологије планирања пројекта са више учесника на одабраном пројекту у области станоградње и одабраним хипотетичким примерима пројекта.

Осврт на основне хипотезе, примењене методе и апликације резултата

Општа хипотеза у истраживању на докторској дисертацији:

- Планирање сваког реалног пројекта представља сложен вишекритеријумски проблем, што карактерише и целокупан процес управљања пројектом.

Посебне хипотезе за фазу планирања пројекта, као предмета истраживања:

- Сваки пројекат може да се опише одговарајућим вишекритеријумским математичким моделом са скупом циљева (трајање, цена, квалитет и сл.) и скупом ограничења (расположива финансијска средства, радна снага, механизација, материјали и сл.).
- Комплексан пројекат може да представља скуп проблема вишекритеријумске оптимизације (ВКО) из класе програмирања (ВКП) или вишециљног одлучивања (ВЦО) и проблема вишекритеријумске анализе (ВКА) или вишеатрибутивне оптимизације (ВАО).
- Предузеће може доделити пројекат једном извођачу (проблем ВАО) или бирати више извођача за делове пројекта (проблем ВКП за избор извођача са одређивањем варијанти решења и проблем ВАО за избор коначног решења).
- Предузеће може да изведе део пројекта сопственим ресурсисма и за остатак ангажује једног извођача (проблем ВАО) или више извођача (проблем ВКП и проблем ВАО).
- Пројекат може да има више циљева, првенствено трајање и трошкове, који су подједнако значајни или различитих приоритета.
- При избору више извођача, критеријуми пројекта су већег степена значајности од критеријума извођача којима се могу доделити одговарајући приоритети.
- Ако различита предузећа реализују исту врсту пројекта, настају посебни проблеми који исказују циљеве и ограничења одговарајућих предузећа.
- Ако једно предузеће реализује исту врсту пројекта, не мора нужно да се поставе исти критеријуми и/или иста ограничења (разлика у локацији, времену, наручиоцу, подизвођачима, квалитету, висини и/или динамици буџета и друго), тако да се ранији и нови пројекат могу разматрати као различити проблеми, односно описати различитим математичким моделима, и могу имати различита решења.

Одговарајуће хипотезе могу се поставити за фазу реализације и контролу пројекта, које нису предмет детаљнијег истраживања у оквиру докторске дисертације.

Појединачне хипотезе за фазу планирања пројекта са становишта модела за избор више извођача, као предмета истраживања:

- Базични математички модел пројекта из класе вишекритеријумског мешовитог целобројно линеарног програмирања представља комбинацију релација за опис: критеријума пројекта (трајање и трошкови), графа са структуром пројекта, потреба за ресурсима, расположивих ресурса и динамике буџета. Решава се применом одговарајућег софтвера.
- Проширени математички модел пројекта уводи потенцијалне извођаче са њиховим условима и циљевима, што захтева коришћење одговарајућих бинарних променљивих.
- Наведеном проблему одговара скуп парето-оптималних решења, уколико нема савршено решење са оптималним вредностима за све критеријуме. Потребно је бирати једно коначно решење које се сматра да је најповољније у датим условима.
- Није увек могуће одредити сва парето-оптимална решења, или то није рационално. Довољно је одредити подскуп таквих решења за које се усвоји да представљају прихватљиву основу при избору коначног решења.
- Стандардни софтвер за управљање пројектима потребно је користити за детаљно планирање пројекта са усвојеним решењем о извођачима и даље управљање реализацијом пројекта.

4. СТРУКТУРА И ОБИМ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Марта 2016. године кандидат је поднео завршену дисертацију на 285 страна основног текста са литературом и 277 страна прилога (преглед слика и табела, преглед математичких ознака и илустративни примери за поглавља 2 до 5 из основног текста, *латиничним писмом*). На предлог ментора кориговао је обим докторске дисертације на укупно 263 страна (254 странице основног текста са литературом и 9 страница два прилога – преглед слика и табела, уз изостављање прегледа математичких ознака и прилога за поглавља 2 до 5, *ћириличним писмом*).

Релативно велики обими поједињих поглавља (табела А) настали су услед неопходности коришћења одговарајућих слика или графика (114), табела (64), математичких записа (237) и цитата (168). Литература (228) укључује ширу библиографију радова (209), одабрана законска акта и листу одобраних симпозијума – конференција, часописа и удружења. При цитирању аутора, посебно из области оптимизације, у више случајева је одступљено од позива на (нај)новије радове. Цитирани су домаћи аутори за које је познато да су први разматрали те области код нас и исте увећали у високошколско образовање, мањом преношењем радова страних аутора, сматрајући да је то примереније од цитирања новијих страних и домаћих радова који понављају познате резултате.

Управљање пројектима (првенствено у фази планирања) и оптимизација, као комплексне области наметнуле су неопходност да се њиховим истраживањем обухвате:

- велики број познатих проблема у поглављима 2 и 3, и нових проблема у поглављу 4 као резултата истраживања на дисертацији од којих је 20 решено у поглављу 5 (у заградама су издвојени бројеви нових проблема)
- одговарајући алгоритми решавања тих проблема (у заградама су нови алгоритми).

Табела А. Преглед резултата истраживања за поглавља 2 до 5

Поглавља	Проблеми / Мет-тех.		Алгоритми		Математ. записи	Слике	Табеле	Цитати + понајавања	Страна
	Разматрани	Решени	Разматрани	Примењени					
2	28	-	39	-	21	49	21	42+43	51
3	49	-	31	-	115	4	14	47+30	46
4	31(31) ↓	19	32(32) ↓	13	101	17	19	3+1	56
5	20(19)		20(13)		-	44	10	1+1	73
Укупно	128(31)	19	112(32)	13	237	114	64	93+75	226

Бр. алгор. = бр. проблем.; погл. 5 решава проблем. из погл. 4; у заградама бр. нових

Основни научни доприноси докторске дисертације постављени као *циљеви и предмет истраживања* у поглављу 1 су остварени у поглављу 4 са становишта теорије и у потпуности потврђени на конкретном пројекту у поглављу 5. Поглавља 2 и 3 садрже теоријске основе за поглавље 4. У поглављу 6. *Закључна разматрања* дат је преглед резултата истраживања, наведени су остварени доприноси и набројани будући правци истраживања. Поглавље 7 садржи литературу. Поглавље 8 су два прилога: Преглед слика и Преглед табела.

❖ *Поглавље 2. Управљање пројектима у теорији и пракси* обухвата познате области са одговарајућим тумачењима.

- Указано је на 28 познатих проблема, односно метода и техника. Под проблемима се подразумевају: дефинисање WBS, конструкција два облика МД, анализа времена по СРМ и PERT, прорачун вероватноћа одигравања догађаја у планираним роковима за PERT, одређивање времена и трошкова активности, линеарна апроксимација нелинеарних трошкова активности, два проблема методе PERT/COST, нивелисање ресурса типа радне снаге, планирање материјала, формирање буџета у току реализације пројеката, избор једног из скupa потенцијалних пројеката, избор једног извођача из скupa потенцијалних извођача за цели пројекат, избор више извођача из скupa потенцијалних извођача за одговарајуће делове пројекта итд.
- Алгоритми (39) се односе на појединачне проблеме. При оптимизацији трајања пројекта и коришћења ресурса могу се разматрати 6 подпроблема или захтева и одговарајући алгоритми. За разматрање утицаја динамике и висине прилива новца на трајање пројекта постоје 7 облика полазних података и алгоритам.

❖ *Поглавље 3. Једнокритеријумска и вишекритеријумска оптимизација* садржи поставке, решавање и анализу модела потребних у наредним поглављима:

- проблем линеарног програмирања (*ЛП*) са једном функцијом критеријума
- вишекритеријумски проблеми (*ВКП*) са даљом поделом:
 - вишесијано одлучивање (*ВЦО*) или вишекритеријумска оптимизација (*ВКО*), разматран је модел вишекритеријумског линеарног програмирања (*ВКЛП*)
 - вишетрибутинво одлучивање (*ВАО*) или вишекритеријумска анализа (*ВКА*), разматране су обе области.

Приказана су 4 проблема *ЛП* са једним критеријумом (минимизација и максимизација критеријума, реалне променљиве, целобројне променливе, бинарне

променљиве и комбинације типова променљивих), 18 проблема ВКЛП, проблем циљног ЛП и 24 проблема ВАО. 8 алгоритама су за област ВКЛП и 23 за ВАО.

Указано је на решавање и анализу модела ЛП и изложене су одабране методе решавања модела и анализе модела ВКО:

- две варијанте лексикографске методе, тежинска сума критеријума, оптимизацији свих критеријума метода ε -ограничења за одређивање Парето-оптималних решења модела ВКЛП,
- непосредно рангирање алтернатива модела ВАО без разматрања приоритета критеријума, четири једноставне методе избора најповољније алтернативе без приоритета критеријума (метода доминације, *MAXIMIN*, *MAXIMAX* и лексикографска метода), метода са адитивним тежинама и метода аналитичких хијерархијских процеса – АХП са више нивоа критеријума и одговарајућим приоритетима (метода је детаљно изложена услед недовољног тумачења аспеката дефинисања вредности критеријума на више нивоа у доступној литератури, а цитирање великог броја аутора са указивањем на предности или недостатке методе вршено је са циљем указивања на значај методе која има велику примену у свету и усвојена је за решавање конкретног проблема у поглављу 5)
- анализа осетљивости решења и параметарску анализа за ВКЛП код два модела: (1) методе ε -ограничења (кофицијената уз променљиве разматраног критеријума и слободних чланова: десних страна за структурна ограничења, граница критеријума у ограничењима и комбиновано), и (б) наизменичне максимизације сваког критеријума (кофицијената уз променљиве разматраног критеријума и слободних структурних ограничења).

❖ *Поглавље 4. Класификација проблема оптималног избора више извођача пројекта, општи математички модели ВК-МЦЛП и алгоритми решавања* садржи основне научне доприносе дисертације.

Поглавље обухвата класификацију проблема, дефинисање проблема, избор циљева пројекта, постављање приоритета и циљева фаворизованих извођача, формирање општих математичких модела типа мешовито-целобројног ЛП (ВК МЦЛП) са два типа бинарних променљивих, алгоритме усаглашавања циљева пројекта (минимизација трошкова и трајања пројекта, вишег нивоа значајности са једнаким или различитим приоритетима) и циљева таквих извођача (максимизација вредности – трошкова додељених радова, низих нивоа значајности у односу на циљеве пројекта и једнаких или различитих међусобних приоритета), анализу добијених Парето-оптималних решења и избор најприхватљивијег решења.

- Разматра се општи пројекат са m фаза или врста радова A_i , $i \in I = \{1, \dots, m\}$.
- На пројекту је могуће ангажовати укупно n потенцијалних извођача B_j , $j \in J = \{1, \dots, n\}$ сагласно њиховим квалификацијама. Основни услов је да се одређена врста радова додељује само једном од потенцијалних извођача.
- Из наведеног скупа са n потенцијалних извођача издвојено је првих n^+ извођача B_j који се фаворизују у односу на преостале извођаче при разматрању вредности додељених радова, $j \in J^+ = \{1, \dots, n^+\}$.
- Постоје потенцијални извођачи пројекта B_j са ограниченим капацитетима, $j \in J^-$, $J^- \subseteq J$, независно да ли су из групе фаворизованих $j \in J^+$ или нефаворизованих $j \notin J^+$.

Наредна табела пренета из текста поглавља приказује означавање задатака, односно модела за основне класе проблема 1. до 3. са типовима или варијантама проблема: а) познати су извођачи свих радова, и б) постоје радови са више потенцијалних извођача.

Потенцијални извођачи пројекта у свакој варијанти могу имати: 1. довољне капацитете или 2. ограничено капацитете. Извршена је допуна са елементима избора за моделе 1.б.1 и даље (модели 1.б.1 и 1.б.2 имају познате извођаче сваке фазе):

- (i) потенцијални извођачи за случајеве б)
- (ii) параметри пројекта (трајање и трошкови) и одговарајући параметри радова (времена и трошкови), односно потенцијални извођачи: за класу 2. (варијанте параметара радова за познате извођаче) и за класу 3 (извођачи и варијанте параметара радова).

Табела Б. Класификација проблема оптималног избора више извођача на пројекту и елементи избора (поглавље 4)

Параметри радова A_i (време и трошкови)	Особине за радове A_i и потенцијалне B_j	Капацитети за B_j на пројекту	
		1. Довољни	2. Ограничени
1. Јединствени параметри (t_i, c_i) за све радове A_i	а) Сваки рад A_i са познатим B_j	P.1.a.1	P.1.a.2 Не врши се избор
	б) Бар један рад A_i са бар два B_j	P.1.b.1	P.1.b.2 Избор B_j , ако $n_{ij} > 1$
2. Јединствене варијанте D_{iv} параметара (t_{iv}, c_{iv}) за све потенцијалне B_j истог рада A_i	а) Сваки рад A_i са познатим B_j и бар један A_i са $v > 1$	P.2.a.1	P.2.a.2 Избор $(T_p^{(k)}, C_p^{(k)})$, D_{iv} , ако $d_i > 1$
	б) Бар један рад A_i са бар два B_j	P.2.b.1	P.2.b.2 Избор $(T_p^{(k)}, C_p^{(k)})$, B_j , D_{iv} , ако $n_{ij} > 1$
3. Различите варијанте D_{ijv} параметара (t_{ijv}, c_{ijv}) за неке потенцијалне B_j истог рада A_i	а) Сваки рад A_i са познатим B_j и бар један A_i са $v > 1$	P.3.a.1	P.3.a.2 Избор $(T_p^{(k)}, C_p^{(k)})$, D_{iv} , ако $d_{ij} > 1$
	б) Бар један A_i са бар два B_j различит. D_{ijv}	P.3.b.1	P.3.b.2 Избор $(T_p^{(k)}, C_p^{(k)})$, B_j , D_{ijv} , ако $n_{ij} > 1$
<i>Напомена:</i> Нису укључени тривијални случајеви: Сваки A_i има познатог B_j и познату D_{iv} под 2), односно познатог B_j и познату D_{ijv} под 3)		Нумерација проблема и математ. модела са елементима за избор: n_{ij} – број B_j за исти A_i d_i, d_{ij} – бројеви D_{iv}, D_{ijv} $(T_p^{(k)}, C_p^{(k)})$ – трајање, трошк. прој.	

Полазна 12 проблема настала класификацијом се проширује на 31 проблем и 32 алгоритма, у зависности од циљева пројекта, циљева потенцијалних извођача, приоритета (циљева пројекта и извођача) и процеса решавања.

- Модел 1.б.1 са јединственим параметрима радова и довољним капацитетима извођача има вишеструко решење са минималним вредностима (T_p^{\min}, C_p^{\min}) за трајање и трошкове пројекта, а за рад са више потенцијалних извођача може се бирати било који од извођача. Потребно је вршити максимизацију трошкова фаворизованих извођача ($C_j, j \in J$) сагласно њиховим приоритетима применом

лексикографска методе (ако су извођачи различитих приоритета) или методе ε -ограничења (ако има извођача једнаких и различитих приоритета).

- Остали модели са варијантама параметара радова и довољним капацитетима извођача имају Парето-оптимална решења $h^{(k)}$ (бинарне променљиве прве врсте за избор извођача) са вредностима критеријума $(T_p^{(k)}, C_p^{(k)}, C_j^{(k)}, j \in J^+)$, $k = 1, 2, \dots$
 - Методом *PERT/COST* одређују се решења $h^{(k)}$ разматрајући све вредности или одобрани скуп $(T_p^{(k)}, C_p^{(k)})$ са временима и трошковима пројекта.
 - Са усвојеним вредностима $(T_p^{(k)}, C_p^{(k)})$ врши се максимизација трошкова $C_j^{(k)}$ фаворизованих потенцијалних извођача, $j \in J^+$.
 - Почетна анализа модела (етапа 1) узастопном максимизацијом C_j сваког извођача одређује екстремно Парето-оптимално или маргинално решење $h_j^{(k)*}$ са идеалним (максималним) трошковима $C_j^{(k)*}$, $j \in J^+$, и последицама на трошкове осталих извођача.
 - ✓ Ако постоји савршено решење $h_j^{(k)**}$ са идеалним трошковима свих фаворизованих извођача, не постоји конфлкт циљева извођача (такво решење се усваја и процес решавања се завршава).
 - ✓ Ако не постоји савршено решење, може се одабрати најповољније $x_j^{(k)*}$ са прихватљивим трошковима извођача као коначно решење (етапа 3) и процес решавања се завршава. У супротном се наставља процес решавања.
 - Налажење нових Парето-оптималних решења (етапа 2) применом методе ε -ограничења. Настају варијанте модела у зависности од приоритета извођача (алгоритми у делу 4.4).
 - Избор коначног решења (етапа 3) врши се разматрајући вредности $(T_p^{(k)}, C_p^{(k)}, C_j^{(k)}, j \in J^+)$.
- Модели б) са ограниченим капацитетима извођача пројекта дефинишу се бинарним променљивама друге врсте $h(t)$. Решавање модела б) врши се применом софтвера за управљање пројектима са решењем модела а) без ограничења капацитета извођача. Софтвером се врши нивелисање ресурса, односно свођење потребних капацитета извођача у њихове расположиве границе.
 - Ако се задржава разматрано минимално трајање пројекта $T_p^{\text{мин}}$ у моделу 1.6.2, односно трајање $T_n^{(k)}$ у осталим моделима, усваја се повољније решење са становишта трошкова фаворизованих извођача.
 - Ако се продужава разматрано време пројекта, усваја се решење са мањим прекорачењем времена пројекта и већим трошковима фаворизованих извођача.
- ❖ Поглавље 5. Примена одобраних вишекритеријумских модела оптималног избора извођача пројекта станоградње садржи доприносе са становишта имплементације резултата из поглавља 4. Разматрано је 20 од 31 проблема (нових 19 од 31) и решавано је 19 проблема применом 20 од 32 алгоритма (нових 13 од 32).

- Проблем оптималног избора једног извођача пројекта из поглавља 2 решаван је применом модела *BAO*, односно софтвером *Expert Choice* за методу *AHP*.
 - Разматране су две групе потенцијалних извођача (са учјем и без учешћа на ранијим пројектима компаније) и три групе циљева проблема избора: циљеви пројекта (трајање, укупни трошкови и услови исплате трошкова),

карактеристике потенцијалних извођача (техничка и кадровска оптимљеност, извођење целих пројекта и делова пројекта за разматрану компанију, односно за друге компаније, и извођење целих пројекта за друге компаније у области станоградње и у другим областима) и очекивани квалитет радова.

- Дефинисано је хијерархијско стабло критеријума са четири нивоа, одређено је решење – вишекритеријумска ранг листа потенцијалних извођача, извршена је анализа осетљивости решења и одређени су интервали приоритета за критеријуме првог нивоа који омогућавају стабилност решења, приказана је параметарска анализа модела са свим допустивим вредностима приоритета критеријума првог нивоа и указано је на најповољнијег извођача.
- *Оптимални избор више извођача на пројекту* илустрован је на свим примерима за карактеристичне вредности трајања и трошкова радова из поглавља 4.
 - Указано је да није неопходно тражити сва решења и одређена су карактеристична Парето-оптимална решења применом одговарајућих алгоритама из поглавља 4 коришћењем софтвера *Linear and Integer Programming (LP-ILP)* из пакета *WinQSB* и стандардног софтвера *MS Project* за управљање пројектима.
 - Уважавана су правила да се одређена група технолошки зависних радова додеље истом извођачу.
 - Дата су образложења за избор најповољнијих решења, посматрајући трајање и трошкове пројекта као критеријуме са вишим приоритетима у проблему и трошкове потенцијалних извођача (сагласно њиховим приоритетима) као критеријуме низких приоритета у проблему.

Засебно су разматрана четири проблема са условима извођача који су једини конкурисали за извођење одговарајућих радова:

- (i) почетак ангажовања после најкаснијег термина из оптималног плана (потребан је каснији почетак пројекта, ако је то прихватљиво, или се продужава трајање пројекта),
- (ii) почетак ангажовања пре најранијег термина из оптималног плана (потребан је ранији почетак пројекта, ако је то прихватљиво, или не постоји решење),
- (iii) почетак ангажовања једног извођача пре најранијег термина и другог извођача после најкаснијег термина из оптималног плана (настаје дуже трајање пројекта и потребан је ранији почетак пројекта, ако је то прихватљиво, или не постоји решење)
- (iv) почетак ангажовања једних извођача пре најранијих завршетка предходних радова других извођача који такође могу постављати услове (не постоји решење).

На крају поглавља извршена је анализа изложених модела избора једног извођача пројекта у целости и више извођача за одговарајуће делове са условима једна врста радова – један извођач.

- Изведени су закључци да се модели могу успешно применити у пракси.
- Дате су одговарајуће препоруке.

5. ОЦЕНА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ И АУТОРОВИ ДОПРИНОСИ

Имајући на уму научне и стручне доприносе аутора, Комисија оцењује позитивно предметну докторску дисертацију, што шире образлаже у наредном поглављу са закључцима и предлогима.

Аутор је дао одговарајуће доприносе у сваком поглављу 2 до 5 које образлаже у поглављу 6 са закључцима, истовремено са набрајањем познатих резултата.

❖ *Поглавље 2. Управљање пројектима у теорији и пракси* садржи одређене доприносе који нису ужи предмет дисертације. Наиме, аутор је проширио познате резултате више аутора и извршио систематизацију наредних проблема који имају позитивне рецензије на научним конференцијама и у часописима.

- Планирање материјала пројекта са расположивим ресурсима типа рада и механизације.
- Планирање материјала и ликвидности пројекта са расположивим ресурсима типа рада и механизације.

❖ *Поглавље 3. Једнокритеријумска и вишекритеријумска оптимизација* садржи доприносе из ужег и ширег предмета дисертације, као и резултате који нису предмет дисертације већ разматрају опште проблеме оптимизације. Може се сматрати да су ови доприноси на граници научних и научно-стручних доприноса.

- Комбиновање методе PERT/COST и методе ε -ограничења за каснију примену у моделима избора више извођача пројекта у поглављима 4 и 5.
- Комбиновање методе истовремене оптимизације свих критеријума проблема и методе ε -ограничења (дате илустрације у изостављеним прилозима).
- Анализа осетљивости и параметарска анализа модела ε -ограничења и методе вишекритеријумског линеарног програмирања(дате илустрације у изостављеним прилозима).
- Детаљно тумачење познатог приступа „непосредног или брзог одлучивања“ у проблемима вишекритеријумске анализе (ВКА), односно вишеатрибутивног одлучиваса (ВАО) када су сви критеријуми подједнако значајни.
- Детаљно тумачење процеса решавања модела ВАО методом АХП (метода аналитичких хијерархијских процеса) и софтвером *Expert Choice* уз истицање наредних аспеката. Оцењено је да се ова метода у извornом облику и софтвер могу успешно користити за решавање проблема избора једног извођача пројекта у целости у поглављу 6.
 - Превођења модела са више нивоа хијерхије критеријума на одговарајућем стаблу критеријума са циљем примене других метода које не разматрају више нивоа критеријума, као што су ELECTRE и PROMETHEE (илustrација познатог приступа).
 - Указивање да се у доступној литератури за АХП и упуству за коришћени софтвер *Expert Choice* (верзија из 2000-те године) тумачи примена само на примеру модела са једним нивоом критеријума. Услед тога, приказана је методологија прорачунавања локалних и глобалних приоритета критеријума одговарајућих нивоа и извођење приоритета алтернатива за вишекритеријумску ранг-листу као решења модела.

- Разврставање проблема ВАО у зависности од начина дефинисања вредности разматраних критеријума са одговарајућим алтернативама и препоруке за примену.
 - Прво се истиче непотребно вербално поређење свих парова алтернатива применом „Saaty-јеве скале 9 тачака“ код разматраног критеријума (уз сукцесивно разматрање свих критеријума) и решавање проблема када су унапред задате одговарајуће вредности и изостанак: (а) решавања модела са познатим вредностима критеријума, (б) решавања модела на основу поређења свих парова критеријума, (в) поређење решења, и (г) извођење закључака и препорука. Указује се да су наведени приступи изложени у неким универзитетским уџбеницима, али без навођења аутора и назива уџбеника.
 - Затим се указује да је у наведеним случајевима неопходно вршити анализу (а) до (г). Даље су јасно обrazложене могуће варијанте полазних података: (1) дате вредности алтернатива за све критеријуме, (2) нису дате вредности алтернатива за одређене критеријуме или све критеријуме, те је потребно вршити поређење свих парова алтернатива код сваког од критеријума без дефинисаних вредности алтернатива.
 - Указивање на облике дефинисања приоритета критеријума истог нивоа хијерархије подржане софтвером *Expert Choice*: (1) непосредно дефинисање тежина, односно тежинских кофицијената, (2) нумеричко поређење парова критеријума, (3) графичко поређење парова критеријума, (4) вербално поређење парова критеријума применом „Saaty-јеве скале 9 тачака“. b
 - Дискусија предности и недостатака основне поставке методе АХП са цитирањем великог броја аутора који истичу предности, односно недостатке.
- ❖ *Поглавље 4. Класификација проблема оптималног избора више извођача пројекта, општи математички модели ВК-МЦЛП и алгоритми решавања* јесте најбитнији део дисертације. Оно садржи нове научне доприносе за делове 4.1 до 4.3 који су наведени напред у делу 4. СТРУКТУРА И ОБИМ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ и систематизовани у табели Б. Класификација проблема избора више извођача на пројекту и елементи избора (поглавље 4). Алгоритми одређивања Парето-оптималних решења у делу 4.4 дефинисани су за одабране приоритетете фаворизованих извођача.
- ❖ *Поглавље 5. Примена одбабраних вишекритеријумских модела оптималног избора извођача пројекта* стапоградње имплементира познате и нове резултате из поглавља 2 до 4, што је детаљно изложено делу 4 овог извештаја.
- Избор једног извођача пројекта у целости из скupa потенцијалних извођача подељених у два подскупа (извођачи који јесу и нису учествовали на ранијим пројектима компаније) и са одговарајућим приоритетима за фаворизоване извођаче.
 - Избор више извођача пројекта за одговарајуће делове пројекта из скupa потенцијалних извођача, сагласно специјалностима одговарајућих радова са условима да се један рад додељује једном извођачу и зависно од приоритета фаворизованих извођача.

6. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ КОМИСИЈЕ

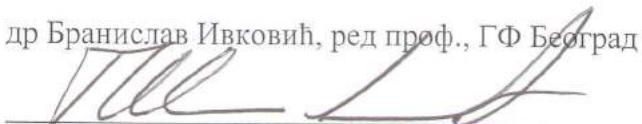
Комисија изводи закључак да је докторска дисертација мр Звонимира Божиловић, дипл. инж. грађ., под насловом „**Оптимални избор извођача радова на пројекту са становишта трошкова и времена**“, урађена у складу са образложењима наведеним у пријави теме.

Дисертација својим насловом, садржајем, резултатима и тумачењем резултата има све захтеване елементе, и садржи оригиналне резултате и научне доприносе у области Грађевинског менаџмента и Управљања пројектима. Урађена је методолошки коректно, уз коришћење адекватне стручне терминологије. Резултати и закључци изложени у дисертацији представљају допринос бољем сагледавању проблема оптималног избора извођача радова на пројекту са становишта трошкова и времена. Промовисањем усаглашавања парцијалних циљева извођача са глобалним циљевима инвеститора се успостављају, одржавају и унапређују добри пословни односи са извођачима као битним елементима успешног пословања у дужем временском периоду.

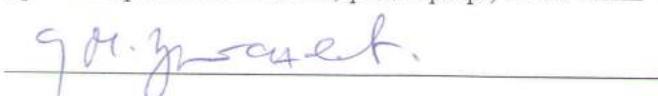
С обзиром на актуелност проблематике која је обрађена и остварене резултате, чланови Комисије предлажу Наставно-научном већу Факултета техничких наука у Косовској Митровици да прихвати оцену Комисије поднете дисертације под насловом „**Оптимални избор извођача радова на пројекту са становишта трошкова и времена**“, тј. да се докторска дисертација прихвати и да се кандидату мр Звонимиру Божиловићу одобри усмена одбрана.

Чланови комисије:

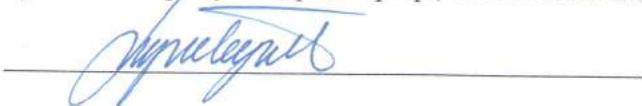
1. др Бранислав Ивковић, ред проф., ГФ Београд – председник



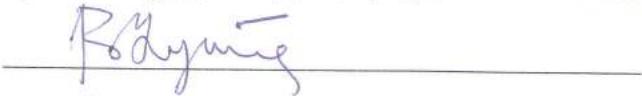
2. др Милорад Златановић, ред. проф., ГАФ Ниш – члан



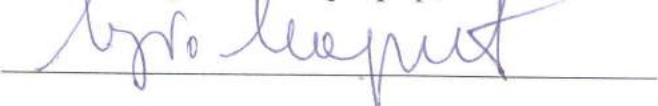
3. др Милан Тривунић, ред. проф., ФТН Нови Сад – члан



4. др Велимир Дутина, ред. проф., ФТН Косовска Митровица – ментор



5. др Љубо Марковић ванр. проф., ФТН Косовска Митровица – члан



У Косовској Митровици, 28. априла 2017. године