

Факултет Рударско-геолошки

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

(Број захтева)

Веће научних области техничких наука
(Назив већа научне области коме се захтев упућује)

(Датум)

ЗАХТЕВ**за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације за кандидата на докторским студијама**

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тач. 3. Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета", број 162/11-пречишћени текст, 167/12, 172/13 и 178/14), дате сагласност на предлог теме докторске дисертације:

„Оптимизација концепта животног века помоћне механизације на површинским коповима лигнита“

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ

Рударско инжењерство

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног од родитеља и презиме кандидата:

Иван (Владислав) Јанковић, дипл. инж. рударства

2. Претходно образовање (назив и седиште факултета, студијски програм):

Универзитет у Београду – Рударско-геолошки факултет3. Година дипломирања: 2006. год.4. Година уписа на докторске студије: школска 2012/13. година5. Назив студијског програма
докторских студија:Рударско инжењерство

Обавештавамо вас да је Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду
(назив надлежног тела факултета)

на седници одржаној 24.05.2018. године размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације јер садржи оригиналну идеју и да је од значаја за развој науке, примену њених резултата, односно развој научне мисли уопште.

ДЕКАН

Рударско-геолошког факултета

Проф. др Душан Поломчић

Прилог

1. Предлог теме докторске дисертације са образложењем.
2. Акт надлежног тела факултета о подобности теме за израду докторске дисертације.
3. Електронска верзија

На основу члана 30. Закона о високом образовању, члана 111. Статута Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду и члана 57. Правилника о докторским студијама на Рударско-геолошком факултету, Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, на својој седници одржаној 24.05.2018. године, донело је

О Д Л У К У

1. Усваја се извештај Комисије за оцену подобности теме, кандидата и ментора предложене теме докторске дисертације **Ивана Јанковића, дипл. инж. рударства.**
2. Одобрава се именованом израда докторске дисертације под насловом *"Оптимизација концепта животног века помоћне механизације на површинским коповима лигнита"*.
3. За ментора се именује др Драган Игњатовић, ред. проф.
4. Сагласност на предлог теме докторске дисертације из ове одлуке даје Веће научних области техничких наука.

Д Е К А Н

др Душан Полоччић, ред. проф.

Достављено:

- Већу научних области техничких наука
- Ментору
- Именованом
- Одељењу за студентска питања

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

за кандидата: Ивана Јанковића, дипломираног инжињера рударства

Име и презиме ментора: **др Драган Игњатовић**

Звање: **редовни професор**

Ужа научна област: **механизација у рударству и енергетика**

Докторска дисертација припада научној области рударство.

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Jovancic Predrag D Kolonja Bozo M Ignjatovic Dragan M Tanasijevic Milos Lj Madzarevic Aleksandar Krstic Vojislav Energy resources in the Republic of Serbia: Development policy (Article) , ENERGY SOURCES PART B-ECONOMICS PLANNING AND POLICY, (2016), vol. 11 br. 11, str. 1020-1026
2. Petrovic Branko Petrovic Ana S Ignjatovic Dragan M Grozdanovic Ines B Kozak Drazan Katinic Marko Assessment of the Maximum Possible Extension of Bucket Wheel SchRs740 Boom Based on Static and Dynamic Calculation TEHNICKI VJESNIK-TECHNICAL GAZETTE, (2016), vol. 23 br. 4, str. 1233-1238
3. Rakicevic Branislav B Mitic Sasa R Jovancic Predrag D Ignjatovic Dragan M Maneski Tasko Dj Identification of modular firefighting superstructures' dynamic behaviour JOURNAL OF VIBROENGINEERING, (2016), vol. 18 br. 1, str. 324-333
4. Boskovic Sasa Jovancic Predrag D Ignjatovic Dragan M Rakicevic Branislav B Maneski Tasko Dj Vibration as deciding parameter during revitalization process for replacing the bucket wheel drive JOURNAL OF VIBROENGINEERING, (2015), vol. 17 br. 1, str. 24-32
5. Bugaric Ugljesa S Tanasijevic Milos Lj Polovina Dragan Ignjatovic Dragan M Jovancic Predrag D Reliability of Rubber Conveyor Belts as a Part of the Overburden Removal System - Case Study: Tamnava-East Field Open Cast Mine TEHNICKI VJESNIK-TECHNICAL GAZETTE, (2014), vol. 21 br. 5, str. 925-932
6. Brkic Aleksandar DJ Maneski Tasko Dj Ignjatovic Dragan M Jovancic Predrag D Spasojevic-Brkic Vesna K Diagnostics of Bucket Wheel Excavator Discharge Boom Dynamic Performance and Its Reconstruction EKSPLOATACJA I NIEZAWODNOSC-MAINTENANCE AND RELIABILITY, (2014), vol. br. 2, str. 188-197
7. Jovancic Predrag D Celovic Sefket Ignjatovic Dragan M Maneski Tasko Dj Redesigning components of power transmission according to numerical model and vibration diagnostics JOURNAL OF VIBROENGINEERING, (2013), vol. 15 br. 3, str. 1322-1329
8. Tanasijevic Milos Lj Ivezić Dejan D Jovancic Predrag D Ignjatovic Dragan M Bugaric Ugljesa S Dependability Assessment of Open-Pit Mines Equipment - Study on the Bases

- of Fuzzy EKSPLOATACJA I NIEZAWODNOSC-MAINTENANCE AND RELIABILITY, (2013), vol. br. 1, str. 66-74
9. Bugaric Ugljesa S Tanasijevic Milos Lj Polovina Dragan Ignjatovic Dragan M Jovancic Predrag D Lost Production Costs of the Overburden Excavation System Caused by Rubber Belt Failure EKSPLOATACJA I NIEZAWODNOSC-MAINTENANCE AND RELIABILITY, (2012), vol. br. 4, str. 333-341
 10. Maneski Tasko Dj J ovancic Predrag D Ignjatovic Dragan M Milosevic-Mitic Vesna O Maneski Milos Condition and behaviour diagnostics of drive groups on belt conveyors ENGINEERING FAILURE ANALYSIS, (2012), vol. 22 br. , str. 28-37
 11. Jovancic Predrag D Ignjatovic Dragan M Tanasijevic Milos Lj Maneski Tasko Dj Load-bearing steel structure diagnostics on bucket wheel excavator, for the purpose of failure prevention ENGINEERING FAILURE ANALYSIS, (2011), vol. 18 br. 4, str. 1203-1211
 12. Tanasijevic Milos Lj Ivezic Dejan D Ignjatovic Dragan M Polovina Dragan Dependability as criteria for bucket wheel excavator revitalization JOURNAL OF SCIENTIFIC & INDUSTRIAL RESEARCH, (2011), vol. 70 br. 1, str. 13-19
 13. Jovancic Predrag D Tanasijevic Milos Lj Ignjatovic Dragan M Relation between numerical model and vibration: behavior diagnosis for bucket wheel drive assembly at the bucket wheel excavator JOURNAL OF VIBROENGINEERING, (2010), vol. 12 br. 4, str. 500-513
 14. Ivezic Dejan D Tanasijevic Milos Lj Ignjatovic Dragan M Fuzzy Approach to Dependability Performance Evaluation QUALITY AND RELIABILITY ENGINEERING INTERNATIONAL, (2008), vol. 24 br. 7, str. 779-792
 15. Petrovic Branko Vujic Slobodan Cebasek Vladimir Gajic Grozdana Ignjatovic D Predictive analysis of slope stability of internal dumps in Tamnava-West field mine after flooding JOURNAL OF MINING SCIENCE, (2016), vol. 52 br. 1, str. 110-114

8.05.2018

Декан Рударско-геолошког факултета

Проф др Душан Полочић

Универзитет у Београду

Рударско-геолошки факултет

Наставно-научном већу

Предмет: Научна заснованост теме докторске дисертације кандидата Ивана Јанковић, дипломираног инжењера рударства.

Одлуком бр. 1/86 од 23.04.2018. именовани смо за чланове Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације кандидата Ивана Јанковић дипломираног инжењера рударства, под називом: Оптимизација животног века помоћне механизације на површинским коповима лигнита.

На основу приложеног материјала, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Биографски подаци

Кандидат Иван Јанковић рођен је 1979. године у Београду. Средњу школу техничке струке завршио је у Лазаревцу. На Рударско – геолошки факултет уписао се школске 2000/2001 године. Смер за површинску експлоатацију завршава 2006. године, са просечном оценом 7,8 и оценом 10 на дипломском раду, чиме стиче звање дипломираног инжењера рударства, смер за површинску експлоатацију. Након дипломирања, 2006. године запошљава се на Рударско – геолошком факултету као стручни сарадник на Катедри за површинску експлоатацију.

Стручни испит, прописан за рударске инжењере положио је 2009. године.

Докторске студије на Рударско – геолошком факултету на студијском програму Рударско инжењерство уписује 2012. године.

Са Рударско – геолошког факултета ступа у радни однос у Министартву природних ресурса, рударства и просторног планирања 2013. године, на радно место за праћење стања и управне послове у области вршења површинске експлоатације минералних сировина. У току 2014 године, Законом о министарствима, формира се Министарство рударства и енергетике а Министарство природних ресурса, рударства и просторног планирања престаје да обавља послове из делокруга области рударства и геологије. 2017. године ступа на функцију помоћника министра Министарства рударства и енергетике за област геологије и рударства.

Од 2007. године до данас, учесник је на три научно истраживачка пројекта финансирана од Министарства просвете, науке и технолошког развоја.

Учествовао је у изради значајног броја научних радова саопштених у целини, штампаних у зборницима радова са скупова од међународног значаја и часописа од међународног значаја.

Израдио је велики број пројеката, студија и елабората из области површинске експлоатације лежишта минералних сировина.

Научно истраживачки пројекти

- Назив пројекта: ТР-6623 “Систем за програмирано иницирање експлозивних пуњења и смањење потреса од минирања”, чији је период реализације 01.01.2005 – 31.12.2007;
- Назив пројекта: ТР-1703 “Систем за праћење негативних утицаја минирања на околну средину”, чији је период реализације 01.04.2008 – 31.3.2011;
- Назив пројекта: ТР-33003 “Вишенаменски аутономни систем за даљинско праћење параметара стања у рудницима и окружењу”, период реализације 2011 - 2014.

Чланство у радним групама, комисијама и др.

- Савез инжењера и техничара Србије – Председник комисије за полагање стручних испита у области рударства;
- Члан Владине Радне групе за имплементацију пројекта "Јадар"
- Министарство рударства и енергетике - Члан Радне групе (2015 и даље) као подршка ИПА пројектима који припадају надлежности Министарства рударства и енергетике у области послова које прати Сектор за геологију и рударство;
- Министарство рударства и енергетике - Члан радне групе за утврђивање и оверу резерви чврстих минералних сировина и нафте и гаса на територији републике Србије;
- Министарство рударства и енергетике – Израда програма остваривања Стратегије развоја енергетике Републике Србије – Лице задужено за праћење реализације уговора.
- Министарство рударства и енергетике - Члан стручног тима (2014. год.) за израду идејног пројекта Плана санације површинског копа Привредног друштва за производњу, прераду и транспорт угља, Рударски басен Колубара д.о.о. Лзаревац;

Списак објављених радова

Кандидат је до сада објавио 17 радова у часописима и у зборницама међународних и домаћих саветовања.

Радови објављени у часописима од међународног значаја:

1. **Measurement of crack displacement on residential structure due to blast – induced vibrations and daily changes of temperature and relative humidity.** Accepted paper and will be published in SCI Journal Technics Technologies Education Management, Vol. 7. No.1 u II/III 2012.
2. **Environmental and safety accidents related to blasting operation**, American Journal of Environmental Science, 2012, 8(4), 360-365. ISSN: 1553-345X©2012 Science Publication

Списак научних радова саопштених и у целини штампаних у зборницима радова са скупова од међународног значаја:

1. **Секвенцијални систем иницирања (SSI) експлозивних пуњења са RF бежичним системом управљања (провера тачности кашењења и енергије иницирања)**, (Зборник радова III Међународни симпозијум Бушење и минирање, РГФ, Центар за минирање, Београд 2007., стр. 57 -63, ИСБН: 978–86-7352-165-7);
2. **Примена подводних минирања за уклањање остатака загата на хидроелектрани „Зворник“**(Зборник радова III Међународни симпозијум Бушење и минирање, РГФ, Центар за минирање, Београд 2007., стр. 121 -130, ИСБН: 978–86-7352-165-7);
3. **Примена технологије бушења и минирања у експлоатацији угља за широку потрошњу на површинском копу Поље Д** (IV Међународна конференција УГАЉ 2008, Београд 2008., стр. 260-272, ИСБН: 978-86-7352-193-0);
4. **Influence of rock mass blastability on explosive energy distribution** (Proceedings of the 9th Int. Symp. on Rock Fragmentation by Blasting, Granada, 13-17 Септембар, 2009, Шпанија, 249-256, Балкема, ИСБН: 9780415482967);
5. **Отровни гасови који настају при минирању, методе мерења, одређивање сигурносних растојања** (Зборник радова VIII Међународна конференција НЕМЕТАЛИ 2009, Бања Врујци 2009., стр. 114-125, ИСБН: 978-86-83497-12-6);
6. **Основни принципи руковања амонијум нитратом** (Зборник радова IX Међународна конференција о површинској експлоатацији ОМС 2010, Врњачка Бања, окотбар 2010., стр. 100 – 109, ИСБН: 978-86-83497-15-7);
7. **Development of non explosive fuel mixture for non-invasive procedures of obtaining the blocks of decorative stones.** Proceedings of the 1st International Conference „Harmony of nature and spirituality in stone“ 17-18 March 2011, Kragujevac, Serbia, Stone Studio Association, p.p. 85-89.
8. **Континуирано праћење помераја пукотина на стамбеном објекту у циљу поређења утицаја минирања и временских прилика.** Зборник радова са седмог Научно-стручног саветовања „Оцена стања, одржавање и санација грађевинских објеката и

насеља“, 09-11 мај 2011., Златибор, Србија, Савез грађевинских инжењера Србије, стр.391-400.

9. **Measurement and analysis of blast-induced vibrations in the open pit copper mine „Veliki Krivelj“ Bor.** Proceedings of the XIth National Conference with International Participation of the Open and Underwater Mining of Minerals, 19-23 June, 2011, Varna, Bulgaria, Scientific and Technical Union of mining, geology and metallurgy, p.p.163-170.
10. **Wireless Sequential Blasting Initiation System.** Accepted paper for publishing in Proceedings of IV Balkan Mining Congress BALKANMINE 2011, 18-20 October 2011, Ljubljana, Slovenia, the Chamber of Mining Engineers of Slovenia.
11. **APPLICATION OF CONTOUR BLASTING FOR THE EXTRACTION OF DIMENSION STONE BLOCKS.** 2nd International Conference „Harmony of Nature and Spirituality in Stone“, 15 – 16 March 2012, Kragujevac, Serbia, Stone Studio Association;
12. **Analysis of Crack Displacements on Residential Structure Induced by Blasting and Earthquake Vibrations and Daily Changes of Temperature and Relative Humidity.** Proceedings The First International Conference on Damage Mechanics, ICDM1, Belgrade, 25 – 27 June, 2012, , Serbia, Serbian Chamber of Engineers, Belgrade, Faculty of Civil Engineering, Belgrade.
13. **Добра пракса реаговања у ванредним ситуацијама- план санационог одводњавања поплављеног површинског копа Тамнава-Западно Поље,** Зборник радова 11. Међународне конференције о површинској експлоатацији ОМЦ 2014, ИСБН: 978-86-83497-21-8, стр. 285-298, Златибор, 2014. година.
14. **Planning and Options of Mine Closure, Proceedings 5th International Symposium Mining and environmental protection,** p.p. 285-288, ISBN: 978-86-7352-287-6, Врдник, Србија, 2015. година. PROCEDURAL DECISION MAKING ALGORITAM IN SELECTION OF RECLAMATION SOLUTIONS. XIV International conference of the open and underwater mining of minerals, 03-07 July 2017, Varna, Bulgaria;
15. **Анализа тренда техничке расположивости булдозера на површинским коповима Електропривреде Србије.** Зборник радова са VIII Међународне конференције „Угаљ 2017“, 11 – 14 октобар 2017., Златибор, Србија.

Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

С обзиром на стечено образовање и укупну досадашњу стручну активност кандидата, сматрамо да кандидат Иван Јанковић има све потребне квалификације за успешан рад на предложеној теми докторске дисертације из следећих разлога:

- Поседује одговарајуће стручно и научно образовање из области рударства, стечено на Рударско-геолошком факултету Универзитета у Београду;
- Положио је све испите на докторском студијама предвиђеним планом и програмом на Рударско-геолошком факултету у Београду са просечном оценом 9,80;
- Током досадашњег радног искуства бавио се проблематиком која је директно везана за предложену тему дисертације;

- Поседује потребне способности, вештине и компетенције за озбиљан научно-истраживачки рад из области рударских машина;
- Показује изразит смисао за даље стручно и научно усавршавање кроз докторске студије, кроз писање научних и стручних радова и учешће на конференцијама, семинарима, стручним дискусијама.

2. ПРЕДМЕТ И ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

Савремени површински копови лигнита су по правилу опремљени машинама великог јединичног капацитета за обављање основног технолошког процеса (откопавања, транспорта и одлагања јаловине, односно откопавања, транспорта, дробљења или утовара корисне супстанце). Применом крупних технолошких система на откривци - БТО и угљу БТУ или БТД, остварује се велика концентрација производње и висока продуктивност рада. Међутим, поред основног технолошког процеса који се обавља крупном механизацијом (роторним багерима и ведричарима, транспортерима са гуменом траком и одлагачима) на површинском копу су присутни бројни и веома разноврсни помоћни радови који се ефективно могу обављати само специјалним машинама, у рударској технологији названим помоћним машинама.

Наравно, појам “помоћне машине” треба схватити условно, будући да има не мали број површинских копова (додуше мањих капацитета) и грађевинских предузећа, где основну механизацију представљају искључиво машине из ове групе.

Један од најважнијих предуслова за задовољавајуће временско и капацитетно искоришћење основних технолошких система на површинским коповима, управо лежи у благовременом и квалитетном извршењу бројних помоћних радова од којих треба посебно истаћи следеће: радове на планирању етажних равни, радове на чишћењу, радове на обликовању косина, радове на померању, продужавању, скраћивању или преношењу транспортера, радови на изради и одржавању приступних путева, платоа, рампи, разних насипа и усека, канала и водосабирника за одводњавање копа, радови на обликовању одлагалишних простора у фази техничке рекултивације, радове из домена текућег и инвестиционог одржавања опреме, итд.

На жалост, на нашим површинским коповима још увек преовлађује пракса, као производ погрешних схватања о могућим “уштедама” у инвестиционим улагањима и то на рачун уштеда у набавци помоћне механизације, што се касније вишеструко свети корисницима преко бројних техничко-технолошких проблема који се јављају као последица недостатка ових машина. За набавку једног БТО система улаже се и до 100 милиона US \$, а штеди се неколико милиона на помоћној механизацији. Ово је свакако погрешна логика, јер се релативно велики трошкови набавке и експлоатације помоћне механизације врло брзо компензују високим степеном коришћења основне механизације. Задовољавајуће временско и капацитетно искоришћење технолошких комплекса на површинским коповима могуће је само под претпоставком да се обезбеде оптимални услови за њихов рад. Свакако, један од најважнијих предуслова је благовремено и квалитетно извршавање

свих помоћних радова, што наравно, претпоставља потребу да површински коп располаже одговарајућом помоћном механизацијом (по врсти, броју, капацитету, снази, итд.).

Овде посебно треба истаћи чињеницу да је на површинским коповима са применом механизације континуираног дејства на помоћним радовима ангажовано релативно велики проценат од укупног броја запослених радника. Овако висок степен ангажованости људства на помоћним радовима може се објаснити смањеним потребама у радној снази на основном процесу као последица високе механизованости и аутоматизованости овог процеса са једне стране, али и недостатком одговарајућих специјализованих машина и уређаја за успешно обављање бројних и специфичних помоћних радова. Повећање ефективности помоћних радова, смањење учешћа тешког физичког рада и побољшање услова рада могуће је само правилним избором помоћних машина по броју, врсти, капацитету, снази, итд. уз пуно респектовање специфичних услова радне средине на конкретном површинском копу.

Тренутно на површинским коповима ЕПС-а је ангажовано преко 300 тешких машина и 450 возила. Укупна вредност ове опреме је преко 100 милиона еура. Поред тога век трајања ових машина је 5-10 година тако да је у животном веку копа неопходно неколико пута заменити комплетну опрему. Трошкови набавке и рада помоћних машина су релативно велики и у укупним трошковима се крећу од 15 до 20%, односно једну тону угља оптерећују са око 1,5-2 €.

Овако велики број машина као и велики трошкови експлоатације, и посебно имајући у виду релативно кратки век експлоатације императивно намећу потребу за оптимизацијом управљања животним веком ових машина. Наиме, под животним веком подразумева се комплетан период почевши од концептуалне идеје, преко пројектовања, израде, пријема, преко експлоатације до отписа и продаје машине. Будући да се овде ради о серијским машинама, свакако најважнији период је период експлоатације који са своје стране има дефинисане периоде почев од пробног рада, рада и гарантном периоду, преко редовне експлоатације па до завршетка радног века. У оквиру експлоатације постоје такође јасно дефинисани периоди почев од „економског животног века“ па до „физичког“ животног века између којих су велике разлике у трошковима експлоатације и добити која се остварује радом ове механизације.

Најважнији задаци у животном веку машина помоћне механизације су:

- да се у фази набавке машина изврши њен оптимални избор како по врсти тако и по техничким карактеристикама како би се током пројектовања и израде произвела машина која ће најбоље одговорити конкретним условима радне средине на површинским коповима лигнита,
- да се у фази експлоатације машина оптимално користи и да се одреди оптимално време њихове замене како се становишта трошкова експлоатације и одржавања, тако и са становишта замене када су коефицијенти расположивости и квара још увек у оптималним границама
- да се машина отпише (прода) када је резидуална вредност велика.

Сви наведени захтеви подразумевају свеобухватну анализу рада и трошкова експлоатације и одржавања, као и праћење основних показатеља рада како би се извршила оптимизација животног века помоћне механизације на површинским коповима лигнита.

Релевантни библиографски извори

У досадашњим истраживањима и литератури развијено је више поступака и метода оптимизације животног века помоћне механизације на површинским коповима лигнита заснованих пре свега на процени животног века машина која садржи низ парцијалних показатеља као што су трошкови експлоатације, расположивости, повећање коефицијента квара и др. У наставку се даје списак наведене литературе.

- [1] Optimizacija organizacije, sredstava i troškova pomoćne mehanizacije u cilju povećanja stepena iskorišćenja jalovinskih i ugljenih sistema na površinskim kopovima EPS-a, RGF Beograd 2018
- [2] Ivezić, D., Tanasijević, M., Ignjatović, D. (2008) Fuzzy Approach to Dependability Performance Evaluation. *Quality and Reliability Engineering International*, 24(7), 779-792
- [3] Ристовић И., Ефективност рада и одржавање помоћне механизације на површинским коповима лигнита, Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду, 2007
- [4] Ignjatović, D. "Избор помоћне механизације за површинске копове лигнита“ Задужбина Андрејевић, Београд 2001
- [5] Chaudhuri, D., Suresh, P.V. (1995) An algorithm for maintenance and replacement policy using fuzzy set theory. *Reliability Engineering and System Safety*, 50(1), 79-86.
- [6] NUROCK, D. And PORTEOUS, C. Methodology to determine the optimal replacement age of mobile mining machines. *Third International Platinum Conference 'Platinum in Transformation'*, The Southern African Institute of Mining and Metallurgy, 2008
- [7] Major Equipment Life-cycle Cost Analysis, Douglas D. Gransberg, Principal Investigator Institute for Transportation Iowa State University, 2015
- [8] Hein du Plessis Optimal Replacement Cycle White Paper – Published August 2014
- [9] Tanasijević, M., Ivezić, D., Jovančić, P., Ignjatović, D., Bugarić, U. (2013) Dependability assessment of open-pit mines equipment – study on the bases of fuzzy algebra rules, *Eksploatacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability*, 15(1), 66–74
- [10] Tanasijević, M., Ivezić, D., Jovančić, P., Čatić, D., Zlatanović, D. (2013) Study of Dependability Evaluation for Multi-hierarchical Systems Based on Max–Min Composition, *Quality and Reliability Engineering International*, 29(3), 317–326
- [11] J. S. D'Aversa and J. F. Shapiro* Optimal Machine Maintenance and Replacement by Linear Programmin MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY 50 MEMORIAL DRIVE CAMBRIDGE, MASSACHUSETTS 02139 August 1972
- [12] Eleodor Popescu Determining the optimal moment for replacing equipment University of Petrosani 9. June 2011
- [13] Doc.dr.sc. Dragutin Lisjak PRIMJENA AHP-METODE KAO ALATA METODE ALATA ZA OPTIMALNI IZBOR OPREMEZA OPREME ODRŽAVANJE U SUSTAVU GOSPODARENJA FIZIČKOM IMOVINOM ODRŽAVANJE IMOVINOM. Zagreb 2011
- [14] Colin du Plessis REPLACEMENT OF EARTHMOVING EQUIPMENT AT SURFACE COAL MINING OPERATIONS IN SOUTH AFRICA Johannesburg November, 2007

- [15] J. ŠEBO, J. BUŠA, P. DEMEČ, J. SVETLÍK OPTIMAL REPLACEMENT TIME ESTIMATION FOR MACHINES AND EQUIPMENT BASED ON COST FUNCTION METALURGIJA 52 (2013) 1, 119-122 ISSN 0543-5846
- [16] Amit Sharma¹, Rajesh K. Bawa A MULTILEVEL HYBRID APPROACH FOR SELECTION OF AGILE DEVELOPMENT METHOD USING AHP, PROMETHEE AND FUZZY LOGIC STRUCTURAL INTEGRITY AND LIFE Vol. 17, No 1 (2017), pp. 49–54
- [17] Вујић С., Станојевић Р., Танасковић Т., Зајић Б., Живојиновић Р., Максимовић С., Методе за оптимизацију експлоатационог века рударских машина, Инжењерска академија Србије и Црне Горе, Одељење рударских и геолошких наука, Београд, 2004.
- [18] Станојевић Р., Динамичко програмирање, Економски институт, Београд, 2004.
- [19] Ристовић И., Ефективност рада и одржавање помоћне механизације на површинским коповима лигнита, Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду, 2007.
- [20] Живојиновић Р., Математичко-моделски приступи детерминације оптималног експлоатационог века опреме на рудницима, Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду, Докторска дисертација, 2002.
- [21] Miodragović R., Tanasijević M., Mileusnić Z., Jovančić P., Effectiveness assessment of agricultural machinery based on fuzzy sets theory. Expert Systems with Applications, 2012. 39(10), 8940–8946, ISSN : 0957-4174
- [22] Petrović D.V, Tanasijević M., Milić V, Lilić N, Stojadinović S, Svrkota I. Risk assessment model of mining equipment failure based on fuzzy logic, Expert Systems with Applications, 2014, 41(18), 8157-8164, ISSN: 0957-4174

3. ПОЛАЗНЕ ХИПОТЕЗЕ

Планирано је рад на дисертацији буде заснован на следећим хипотезама:

- У научно – стручној литератури и инжењерској пракси не постоји стандардизовани модел управљања животним веком као ни модел оптимизације животног века у односу на преостале могућности техничког система.
- Трошкови рада, ниво расположивости, структура отказа, повећање коефицијента квара су показатељи животног века техничких система који се могу иницијално користити у процени оптималног времена замене техничког система.
- Ниво расположивости је у корелацији са растом трошкова коришћења и одржавања машине.
- Очекивани пад расположивости и раст трошкова дефинишу период оптималне замене.
- Машине помоћне меахнизације на површинским коповима представљају специфичне техничке системе, који захтевају оригинални модел оптимизације животног века.
- Парцијани показатељи животног века представљају процесе у којима преовладава неизвесност, вишезначност, субјективност, неодређеност и др.

4. НАУЧНЕ МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА

У дисертацији ће бити коришћене следеће научне методе у циљу истраживање оптималног животног века помоћних машина:

- анализа досадашњег рада помоћне механизације са аспекта оствереног времена ангажовања, ефективног времена рада, времена застоја, структура отказа по склоповима, трошкова одржавања, потрошње горива, техничке карактеристике, машина помоћне механизације на основу документације ЕПС-а
- статистичка обрада података
- примена теорије вероватноће у циљу дефинисања функције поузданости, погодности одржавања
- методе избора помоћних машина (софтвер POMEX)
- методе економске анализе трошкова поседовања и рада машина помоћне механизације
- методе одређивања оптималног радног века помоћне механизације и промене економске ефективности, на бази метода оптимизације
- теорија фази логике у циљу формирања фази модела оптимизације животног века помоћних машина
- истраживање метода рангирања у циљу корекције исхода фази композиције (АНР методе и др.)
- у циљу анализе резултата и предвиђања њиховог кретања биће коришћене математичке методе за предвиђање: неуронска мрежа (Neural Networks -NN model), дрво регресије (Regression Trees model), вишепараметарска линеарна регресија (Multiple Linear Regression model), метода фитовања (Curve Fitting model)

Специфичност рада биће формирање модела анализе парцијалних показатеља карактеристика животног века од којих је сваки има своје специфичности с обзиром на природу феномена који се посматра и с обзиром на радне услове; формирање синтезног модела који ће објединити економске и техничке показатеље рада; анализа тренда добијених резултата на парцијалном и синтезном нивоу и њихова адаптација у циљу дефинисања момента отписа машина и оптималног избора.

Као најпогоднији математички и концепцијски модел за анализу и синтезу парцијалних показатеља животног века са становишта техничких и економских показатеља планира се коришћење фази логике. Корекција исхода фази композиције планира се неком од метода рангирања (АНР и сл.)

Методе за предвиђање биће коришћене у завршној фази анализе резултата у циљу дефинисања тенденције истих и у циљу предвиђања понашања техничког система. У стручном смислу резултати овог рада биће коришћени за дефинисање оптималног тренутка за отпис машине, генералног ремонта као и при избору машине.

5. ОЧЕКИВАНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

Један од најважнијих предуслова за задовољавајуће временско и капацитетно искоришћење основних технолошких система на површинским коповима, управо лежи у благовременом и квалитетном извршењу бројних помоћних радова. То наравно подразумева да површински коп располаже довољним бројем помоћних машина одговарајућих техничких карактеристика који ће у сваком тренутку бити спремни да у кратком временском периоду одраде помоћне радове и створе оптималне предуслове за рад основне механизације. Осим тога трошкови рада помоћних машина морају бити што је могуће мањи како би се смањили трошкови производње.

Тема дисертације је актуелна, научни допринос се огледа у формирању модела оптимизације животног века машина помоћне механизације на површинским коповима лигните на бази теорије фази логике и на бази рангирања парцијалних показатеља животног века. На овај начин биће остварен научни допринос у области:

- системских наука (инжењерство одржавања техничких система, теорија поузданости) у смислу развоја модела оптимизације животног века и систематизацији и анализи постојећих концепата анализе животног века
- теорије фази логике, у смислу развоја модела пропозиције и фазификације улазних података у предметни концепцијски модел;
- метода оптимизације у смислу синтезе техничких, експлоатационих, економских и других показатеља животног века предметних машина;
- теорије одлучивања у смислу анализе тренда понашања показатеља животног века машина и у смислу доношења одлука везано за избор и отпис машина.

Овако конципиран научно-истраживачки рад има научну оправданост и може представљати значајан научни и инжењерски допринос, те да ће резултати бити примењени за даљи развој и унапређење у области:

- модела управљања животним веком помоћних рударских машина
- инжењерства одржавања техничких система
- системског приступа у избору и коришћењу машина помоћне механизације, као и за
- свеобухватну анализу оперативних трошкова машина помоћне механизације на коповима ЕПС-а и одређивању оптималног времена њихове замене.

6. ПЛАН ИСТРАЖИВАЊА И СТРУКТУРА РАДА

План истраживања је конципиран на развоју модела анализе животног века машина помоћне механизације на површинским коповима лигнита, кроз димензију парцијалних показатеља, кроз синтезну димензију и кроз димензију оптимизације и прогнозе, уважавајући следеће:

- Показатеље поузданости, расположивости, погодности одржавања (логистичка и конструкцијска), функционалности, ефективности,

- Показатеље везане за техничке карактеристике,
- Трошкове животног века (економских показатеља) помоћне механизације,
- Могућност синтезе анализираних показатеља и дефинисање структуре њихове међузависности,
- Увођење критеријума за формирање оптимизационог модела (набавка, експлоатација, одржавање, продаја, отпис)
- Формирање прогнозног модела у циљу развоја модела управљања животним веком предметних машина.

Структура рада оквирно се може приказати кроз следеће целине:

1. Увод, анализа значаја предметне теме
2. Преглед досадашњих истраживања у области управљања животним веком техничких система
 - 2.1. Анализа модела процене парцијалних показатеља расположивости
 - 2.2. Анализа моделе процене економских показатеља
 - 2.3. Анализа модела процене преосталих могућности тех.система
3. Анализа тренутног стања на коповима ЕПС-а и у свету
4. Теренска истраживања анализираних феномена и показатеља животног века
5. Прикупљање података и обрада на бази статистике и теорије вероватноће
 - 5.1. Област инжењерства техничких система
 - 5.2. Област економских показатеља
- 5.3. Математички синтетички модели, модели рангирања, модели оптимизације, модели прогнозе
6. Развој математичког и концепцијског модела
 - 6.1. Фази пропозиција (дефинисати лингвистичке вредности и лингвистичке променљиве),
 - 6.2. Развој модела фазификације континуалних функција, лингвистичких описа и нумеричких вредности, уважавајући све специфичности и ограничења предметних машина,
 - 6.3. Фази композиција, са ранжираним исходом
 - 6.4. Модел дефазификације коначне оценом у циљу компаративне анализе
7. Развој концепцијског модела управљања животним веком машина
 - 7.1. Увођење критеријума за дефинисање преосталих могућности
 - 7.2. Увођење критеријума везано за повећање ефикасности експлоатације и одржавања
 - 7.3. Увођење критеријума везано за набавку машина
8. Верификација модела поређењем рачунских и практичних резултата
9. Закључак и смернице за даља истраживања

7. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Кандидат **Иван Јанковић дипл.инж. рударства** испуњава све законом прописане услове за израду докторске дисертације. До сада је објавио више радова из области којом ће се бавити дисертација, има вишегодишње искуство раду у струци.

На основу прегледаног материјала из Пријаве докторске дисертације, на основу увида у досадашње резултате постигнуте на докторским студијама, чланови Комисије сматрају да предложена тема докторске дисертације под називом "Оптимизација животног века помоћне механизације на површинским коповима лигнита" треба да се промени и да гласи **"Оптимизација концепта животног века помоћне механизације на површинским коповима лигнита"**. Оваква тема предложене докторске дисертације је у потпуности научно заснована.

Према предмету анализе докторска дисертација припада научној области рударство.

На основу наведеног, предлагемо Наставно-научном већу Рударско-геолошког факултета да кандидату Ивану Јанковићу, дипл.инж.рударства одобри рад на изради докторске дисертације под наведеним насловом а да за ментора именује др Драгана Игњатовића, редовног професора Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду.

У Београду 08.05.2018.

Чланови Комисије:

Др Драган Игњатовић, редовни професор,
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

Др Предраг Јованчић, редовни професор,
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

Др Милош Танасијевић, редовни професор
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

Др Томисав Шубарановић, доцент,
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

Др Угљеша Бугарић, редовни професор
Универзитет у Београду, Машински факултет