

**УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ-
РУДАРСКО-ГЕОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ**

11120 Београд 35, ул. Ђушина 7
Тел: (011) 3219-101, Факс: (011) 3235-539



**UNIVERSITY OF BELGRADE,
FACULTY OF MINING AND GEOLOGY**

Republic of Serbia, Belgrade, Djusina 7
Phone:(381 11) 3219-101, Fax:(381 11) 3235-539

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- Веће научних области техничких наука-

БЕОГРАД
Студентски трг бр. 1

Достављамо вам:

- Образац захтева за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације Мирослава Црногорца, мастер инж. рударства, ради поступка у смислу важећих законских прописа.
- Одлуку Наставно-научног већа Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду о усвајању извештаја Комисије за оцену подобности теме, кандидата и ментора предложене теме за израду докторске дисертације.
- Подаци о ментору
- Извештај Комисије за оцену подобности теме, кандидата и ментора предложене теме за израду докторске дисертације.

**Шеф Одељења за студентска
и наставна питања**

Љиљана Колоња, дипл. инж. рударства

Факултет : Рударско-геолошки

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

(Број захтева)

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

(Датум)

ЗАХТЕВ**за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације**

Молимо да, сходно члану 46. ст.5 тач. 3. Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета“, бр.131/06), дате сагласност на предлог теме докторске дисертације:

„ОПТИМИЗАЦИЈА ИЗБОРА МЕХАНИЧКЕ МЕТОДЕ ЕКСПЛОАТАЦИЈЕ НАФТНИХ БУШОТИНА ПРИМЕНОМ
ФАЗИ ЛОГИКЕ“

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ Рударско инжењерствоСтудијски програм: Рударско инжењерство

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

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

Мирослав (Петар) Црногорац, магист.инж. рударства

2. Назив и седиште факултета на коме је стекао високо образовање:

Универзитет у Београду-Рударско-геолошки факултет

3. Година дипломирања:
- 2011.

4. Назив магистарске тезе кандидата:
- /

Година уписа докторских студија: школска 2011/2012. год.

5. Назив факултета на коме је магистарска теза одбрањена:
- /

6. Година одбране магистарске тезе:
- /

Обавештавамо вас да је Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду

(назив надлежног тела факултета)

на седници одржаној 23.06.2016. год. размотрило предложену тему и закључило да је тема

подобна за израду докторске дисертације

ДЕКАН**Рударско-геолошког факултета**Проф. др Душан Поломчић**Прилог: 1. Предлог теме докторске дисертације са образложењем****Прилог: 2. Акт надлежног тела факултета о подобности теме за израду докторске дисертације**

На основу члана 30. Закона о високом образовању, члана 111. Статута Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду и члана 23. Правилника о студирању на докторским студијама и стицању звања доктора наука – пречишћен текст, Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, на својој седници одржаној 23.06.2016. 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 **Мирослава Црногорца**, маст. инж. рударства.
2. Одобрава се именованом израда докторске дисертације под насловом, тема под насловом *"Оптимизација избора механичке методе експлоатације нафтних бушотина применом фази логике"*.
3. За ментора се именује др Душан Даниловић, ван.проф. и др Милош Танасијевић, ван. проф.
4. Сагласност на предлог теме докторске дисертације из ове одлуке даје Веће научних области техничких наука.

Д Е К А Н

др Душан Поломчић, ред. проф.

Достављено:

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

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

за кандидата Мирослава Црногорца, мастер инжењер рударства.

Име и презиме ментора: Душан Даниловић

Звање: Ванредни професор на Рударско-геолошком факултету у Београду

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Batalović Veselin, Danilović Dušan, Živković Marija, "Centrifugal separation of liquid carbon dioxide from natural gas", *Hemijska Industrija* 2(68), pp.139-148, 2014, ISSN:0367-598X, IF=0.364, M23.
2. Danilović Dušan, Karović-Maričić Vesna, Ivezić Dejan, Batalović Veselin, Živković Marija, Crnogorac Miroslav, "Lowest possible flow temp. offers savings vs. pour point", *OIL & GAS JOURNAL* 8(111), pp.86-90, 2013, ISSN:0030-1388, IF=0.201, M23.
3. Danilović Dušan, Karović-Maričić Vesna, Batalović Veselin, Leković Branko, "Device for more efficient production of heavy oil", *Chemical Engineering Research and Design* (90), pp.328-42, 2012, ISSN:0263-8762, IF=1.927, M21.
4. Karović-Maričić Vesna, Danilović Dušan, Leković Branko, "Serbian oil sector: A new energy policy regulatory framework and development strategies", *Energy Policy* 51, pp.311-322, 2012, ISSN:0301-4215, IF=2.743, M21.
5. Karović-Maričić Vesna, Danilović Dušan, Batalović Veselin, Leković Branko, "Exploration, production pace faster in Serbia, Bosnia and Herzegovina", *OIL & GAS JOURNAL* 110, pp.64-69, 2012, ISSN:0030-1388, IF=0.201, M23.
6. Danilović Dušan, Karović-Maričić Vesna, Ristović Ivica, "Determination of Optimal Parameters of Distributive Gas Pipeline by Dynamic Programming Method", *Petroleum Science and Technology* 29(9), pp.924-932, 2011, ISSN:1091-6466, IF=0.335, M23.
7. Danilović Dušan, Karović-Maričić Vesna, Šećerov Sokolović Radmila, Ivezić Dejan, Živković Marija, "Laboratory Testing and Simulation of the Paraffin Deposition in Turija Field Oil Well in Vojvodina Region, Serbia", *Hemijska Industrija* 3(65), pp.249-256, 2011, ISSN:0367-598X, IF= 0.205, M23.
8. Batalović Veselin, Danilović Dušan, Karović-Maričić Vesna, "Hydraulic lift systems with piston type pump", *Journal of Petroleum Science and Engineering* 2011 (78), pp.267-273. 2011, ISSN 0920-4105, IF= 0.869, M21.
9. Karović-Maričić Vesna, Danilović Dušan, "Preliminary management and optimization of a gas reservoir in central Serbia", *Journal of Petroleum Science and Engineering* 70, 1-2, pp.107-113, 2010, ISSN 0920-4105, IF= 0.997, M21.
10. Danilović Dušan, Karović-Maričić Vesna, Čokorilo Vojin, "Solving Paraffin Deposition Problem in Tubing by Heating Cable Application", *Thermal Science* 1(10), pp.247-253, 2010, ISSN: 54-9836, IF=0.706, M23.

Београд, 23.05.2016.

Декан
Рударско-геолошког факултета

Проф. др Душан Полончић, дипл.инж.геол

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

за кандидата Мирослава Црногорца, мастер инжењер рударства.

Име и презиме ментора: Милош Танасијевић

Звање: Ванредни професор на Рударско-геолошком факултету у Београду

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. D. Petrović, Tanasijević Miloš, V. Milić, Lilić Nikola, Stojadinović Saša, Igor Svrkota, "Risk assessment model of mining equipment failure based on fuzzy logic", Expert Systems with Applications 41(18), pp.8157-8164. 2014, ISSN:0957-4174, IF=2,240, M21.
2. Bugarić Uglješa, Tanasijević Miloš, Polovina Dragan, Ignjatović Dragan, Jovančić Predrag, "Reliability of Rubber Conveyor Belts as a Part of the Overburden Removal System - Case Study: Tamnava-east Field Open Cast Mine", Journal of TEHNIČKI VJESNIK = TECHNICAL GAZETTE 5(21), pp.925-932. 2014, ISSN:1330-3651, IF=0,579, M23.
3. Tanasijević Miloš, Ivezić Dejan, Jovančić Predrag, Ćatić Dobrivoje, Zlatanović D., "Study of Dependability Evaluation for Multi-hierarchical Systems Based on Max–Min Composition", Quality and Reliability Engineering International 4(18), pp.317-326, 2013 ISSN:0748-8017 IF=0,994, M22.
4. Tanasijević Miloš, Ivezić Dejan, Jovančić Predrag, Ignjatović Dragan, Bugarić Uglješa, "Dependability assesment of open-pit mines equipment – study on the bases of fuzzy algebra rules", Eksploatacja i Niezawodnosc – Maintenance and Reliability 1(15), pp.66-74, 2013, ISSN:1507-2711, IF=0,505, M23.
5. Bugarić Uglješa, Tanasijević Miloš, Polovina Dragan, Ignjatović Dragan, Jovančić Predrag, "Lost production costs of the overburden excavation system caused by rubber belt failure", " Eksploatacja i Niezawodnosc – Maintenance and Reliability, 4(14), pp.333-341, 2012, ISSN:1507-2711, IF=0,293, M23.
6. Miodragović Rajko, Tanasijević Miloš, Mileusnić Zoran, Jovančić Predrag, "Effectiveness assessment of agricultural machinery based on fuzzy sets theory", Expert Systems with Applications 10(39), pp.8940-8946. ISSN:0957-4174, IF=1,854, M21.
7. Jovančić Predrag, Ignjatović Dragan, Tanasijević Miloš, Maneski Taško, "Load bearing steel structure diagnostics on bucket wheel excavator, for the purpose of failure prevention", Journal of ENGINEERING FAILURE ANALYSIS 4(18), pp.1203-1211, 2011, ISSN:1350-6307, IF=1,086, M21.
8. Tanasijević Miloš, Ivezić Dejan, Ignjatović Dragan, Polovina Dragan, "Dependability as the Criteria for Bucket Wheel Excavator Revitalization", Journal of Scientific and Industrial Research 1(70), pp.13-19, 2011, ISSN:0022-4456, IF=0,587, M23.
9. Jovančić Predrag, Tanasijević Miloš, Ivezić Dejan, "Serbian energy development based on lignite production", Energy Policy, 2011, 3(39), pp.1191-1199, 2011, ISSN:0301-4215, IF=2,723, M21.
10. Jovančić Predrag, Tanasijević Miloš, Ignjatović Dragan, "Relation between numerical model and vibration: behavior diagnosis for bucket wheel drive assembly at the bucket wheel excavator", Journal of VIBROENGINEERING, 2010, 4(12), pp.500-513, ISSN:1392-8716, IF=0,323, M23.
11. Ivezić Dejan, Tanasijević Milos, Ignjatovic Dragan, " Fuzzy Approach to Dependability Performance Evaluation", QUALITY AND RELIABILITY ENGINEERING INTERNATIONAL, 7(24), pp.779-792, ISSN: 0748-8017, IF=0,828, M22.

Београд, 23.05.2016.

Декан
Рударско-геолошког факултета

Проф. др Душан Поломчић, дипл.инж.геол

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
РУДАРСКО-ГЕОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобности теме и кандидата Мирослава Црногорца, маг. инж. руд. за израду докторске дисертације

Одлуком Наставно-научног већа Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду бр. 1/181 од 25.04.2016. год., именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата **Мирослава Црногорца, маг. инж. руд.** за израду докторске дисертације и научне заснованости теме **„Модел примене фази логике у избору оптималне механичке методе експлоатације нафтних бушотина“.**

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

1.1. Биографски подаци

Мирослав Црногорац је рођен 10. јула 1985. године у Сарајеву. Похађао је Гимназију „Стојан Церовић“ у Никшићу, природно-математички смер.

Основне академске студије на Рударско-геолошком факултету, Универзитета у Београду, смер Инжењерство нафте и гаса уписао је 2006. године и завршио у року, са просечном оценом 9,07 (девет и 7/100). Завршни рад је одбранио у октобру 2010. године, под називом „Оптимална сигурносна опрема на ушћу бушотине“, са оценом 10.

Школске 2010/2011. године уписао је Дипломске академске студије – Мастер на Рударско-геолошком факултету, Универзитета у Београду, смер Инжењерство нафте и гаса, које је завршио у року, са просечном оценом 10 (десет) и у јулу 2011. године је одбранио завршни мастер рад под називом „Одређивање оптималних параметара рада бушотина у гаслифту“, са оценом 10. Тиме је стекао звање Мастер инжењер рударства.

Школске 2011/2012. уписао је докторске студије на Рударско-геолошком факултету, Универзитета у Београду, на студијском програму Рударско инжењерство.

У току докторских студија положио је све испите и освојио 155 ЕСПБ уз просечну оцену 9,93.

У току докторских студија положио је следеће испите:

Ознака	Назив	Оцена	ЕСПБ
Р6РУД20	Мултиваријабилни системи управљања	10	10
РИДИД01	Израда докторске дисертације	10	10
РИДИД02	Израда докторске дисертације	10	10
Р6РУД07	Савремени материјали	9	10
Р6РУД16	Пројектовање информационих система	10	10
Р6РУД11	Интелигентни системи за подршку одлучивању	10	10
Р6РУД21	Одабрана поглавља из експлоатације нафтних и гасних лежишта	10	10
Р6РУД22	Одабрана поглавља из припреме и транспорта нафте и гаса	10	10
Р6РУД35	Управљање и рационално коришћење природног гаса	10	10
Р6РУД28	Одабрана поглавља из стимулације производних система	10	10
РИДИД03	Израда докторске дисертације	10	10
РИДИД04	Израда докторске дисертације	10	10
РИДИД05	Израда докторске дисертације	10	25
РИДНИР1	Научно истраживачки рад	10	5
РИДНИР2	Научно истраживачки рад	10	5

Од октобра 2011. до марта 2014. године био је запослен као **истраживач-приправник** на Катедри за експлоатацију нафте, гаса и технику дубинског бушења, Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, на пројекту Министарства за науку и технолошки развој – Пројекат технолошког развоја број 33001 под називом „Истраживање могућности повећања енергетске ефикасности коришћењем енергетских потенцијала на примеру НИС-Нафтагас-а“.

Одлуком Наставно - научног већа Рударско-геолошког факултета, Универзитета у Београду, бр.С₁ 13/3 одржаном 23.05.2013. године изабран је у истраживачко звање **истраживач-сарадник**.

Од марта 2014. године запослен је као **асистент** на Катедри за експлоатацију нафте, гаса и технику дубинског бушења, Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду.

Докторску дисертацију под називом „**Модел примене фази логике у избору оптималне механичке методе експлоатације нафтних бушотина**“ пријавио је 05.04.2016. године на Рударско-геолошком факултету, Универзитета у Београду.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Кандидат је до сада је као аутор публиковао 2 стручна рада у часопису националног значаја (М51) и као коаутор 6 стручних радова у часописима националног значаја и саветовањима са међународним учешћем (М51, М52, М33) и 1 рад у међународном часопису (М23).

Публиковани радови:

1. Даниловић Д., Каровић Маричић В., Ивезић Д., Баталовић В., Живковић М., Лековић Б., **Црногорац М.:** *Анализа примењених грејних система за загревање бушотинских нафтовода за транспорт парафинске нафте на пољима нафтне индустрије Србије*, -Техника, бр. 6, 2012, стр. 919-923, ИССН 0040-2176, <http://www.sits.org.rs/include/data/docs0386.pdf>
2. Даниловић Д., Елмаброук Елхаддад Е., Каровић Маричић В., **Црногорац М.:** *Карактеристике производње нафте у Либији са посебним освртом на нафтно поље Амал*, -Техника, бр. 1, 2013, стр. 46-50, ИССН 0040-2176, <http://www.sits.org.rs/include/data/docs0417.pdf>
3. Каровић Маричић В., Даниловић Д., Лековић Б., **Црногорац М.**, Игњатић С.: *Критеријуми примене допунских метода повећања искоришћења нафтних лежишта*, Енергетика, бр. 3-4, 2013, стр. 173-180, ИССН 0354-8651, <http://www.savezenergeticara.org.rs/tag/sadrzaj/>
4. Мадаревић А., **Црногорац М.**, Живковић М., Ивезић Д., Петровић Т.: *Процена развоја политике ублажавања утицаја на климатске промене и прилагођавања климатским променама за Србију AMS методом*, -Енергија, 2014, бр. 1-2, стр. 148-155, ISSN 0354-8651
5. **Црногорац М.**, Каровић Маричић В., Лековић Б., Даниловић Д.: *Анализа примене електричних уроњених центрифугалних пумпи на експлоатационом простору јужног дела Панонског басена*, -Енергија, бр. 1-2, 2015, стр. 192-196, ISSN 0354-8651
6. Karović Maričić V., Danilović D., Leković B., **Crnogorac M.:** *Environmental Benefits of Enhanced Oil Recovery by CO2 Injection*, -5th International Symposium Mining and Environmental Protection – Proceedings, Vrdnik, 2015, str. 247-252, ISBN:978-86-7352-287-6
7. Danilović D., Karović Maričić V., Leković B., **Crnogorac M.:** *Preventing Harmful Emissions Into the Atmosphere Upon Manipulation Oil Derivatives*, -5th International Symposium Mining and Environmental Protection – Proceedings, Vrdnik, 2015, str 253-257, ISBN:978-86-7352-287-6
8. **Црногорац М.**, Каровић Маричић В., Лековић Б., Даниловић Д.: *Анализа избора механичке методе експлоатације нафтних бушотина на истражном подручју Србије*, -Енергија, 2016, бр. 1-2, стр 187-193, ISSN 0354-8651
9. Danilovic D., Karovic-Maricic V., Ivezic D., Batalovic V., Zivkovic M., **Crnogorac M.:** *Lowest possible flow temp. offers savings vs. pour point*, -OIL & GAS JOURNAL, Vol. 111, No 8, 2013, pp. 86-90, ИССН 0030-1388, IF=0.201, M23

Ангажован на научно истраживачком пројекту технолошког развоја број 33001 под називом „Истраживање могућности повећања енергетске ефикасности коришћењем

енергетских потенцијала на примеру НИС-Нафтагас-а“, у трајању од 2011 до 2016 године.

Био је ангажован и на ФП 7 пројекту: "PROMITHEAS-4: Knowledge transfer and research needs for preparing mitigation/adaptation policy portfolios", који је подржан од стране Европске комисије у оквиру Области животне средине (укључујући климатске промене). У оквиру овога пројекта је са успехом похађао тромесечни курс електронског учења ("e-learning") и семинар под називом „Developing National Climate Change policy mixtures – Case Study“, који је одржан у Атини почетком децембра 2012. На семинару у Атини добио је сертификат под називом "Certificate of Training PROMITHEAS-4 – Developing Climate Change Policy Mixtures (E-class and Case Study Seminar courses)".

Кандидат је учествовао у једном стручном пројекту и на изради Стратегије развоја енергетике Републике Србије за период до 2025. Године кроз реализацију подлога и документа саме стратегије.

1. Коначан извештај о реализацији пројектног задатка за Партију 1, Израда Подлога за израду нове Стратегије развоја енергетике РС у области производње, прераде, трговине и транспорта нафтом и нафтним дериватима, Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет, Технолошко-металуршки факултет, Београд, 2011.
2. Коначан извештај о реализацији пројектног задатка за Партију 2, Израда Подлога у области производње, транспорта, складиштења и дистрибуције природног гаса, Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет, Технолошко-металуршки факултет, Београд, 2011
3. Израда Стратегије развоја енергетике Републике Србије за период до 2025. године са пројекцијама до 2030. године, Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет, Београд, 2012.
4. Упрошћени рударски пројекат за израду истражне бушотине ИБЛ-1 (Лесковац), Рударско геолошки факултет, 2012. – руководилац Б. Лековић

Кандидат је након избора у звање асистента одржавао вежбе на Катедри за експлоатацију нафте гаса и технику дубинског бушења из следећих предмета: Експлоатација нафтних и гасних лежишта I, Експлоатација нафтних и гасних лежишта II, Припрема нафте и гаса и Транспорт нафте и гаса.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу досадашњег стручног и научно-истраживачког рада кандидата мр Мирослава Црногорца јасно се види да је он директно био везан за област којој припада тема докторске дисертације. Кандидат се проблематиком примене адекватне методе експлоатације бавио током мастер студија, писања научних радова и сада током израде докторске дисертације.

Семинарски радови које је радио током докторских студија из предмета Одабрана поглавља из експлоатације нафтних и гасних лежишта и Одабрана поглавља из стимулације производних система имали су задатак да детаљно размотре примену различитих метода експлоатације и критеријума за њихову примену. Такође, кроз

семинарске радове из предмета Интелигентни системи за подршку одлучивању, Пројектовање информационих система и Мултиваријабилни системи управљања кандидат се оспособио за коришћење савремених алата за израду база податка и софтвера.

Квалитет урађених радова, дубина анализе проблема и ефектност предложених решења несумњиво кандидата чине подобним за рад на предложеној теми.

2. ПРЕДМЕТ И ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

Механичке методе експлоатације имају задатак да омогуће наставак производње бушотина, било да се ради о престанку еруптивног рада бушотина или жеље да се оствари већа производња бушотине од тренутне еруптивне. Најпримењеније механичке методе експлоатације су: гас лифт (Continual and Inermiting Gas Lift), дубинске пумпе са клипним шипкама (Sucker Rod Pump-SRP), електричне уроњене центрифугалне пумпе (Electrical Submersible Pumps-ESP), завојне пумпе (Progressive Cavity Pumps -PCP) и хидрауличне млазне пумпе (Hydraulic jet types Pumps-HP).

Избор механичке методе експлоатације нафтних бушотина представља један од најважнијих фактора при остваривању економичне производње. Разматрање критеријума у смислу њиховог дефинисања, разграничења, анализе и синтезе на ниво оптимизационог критеријума, у циљу добијања предности и недостатака појединачних механичких метода експлоатације представља кључни корак поступка избора адекватне механичке методе. У циљу избора оптималне методе мора се узети у обзир велики број критеријума којима се придружују одговарајући ниво значајности ради дефинисања синтезне оцено. У овом типу приступа избору оптималне механичке методе производње нафтних бушотина користе се приступи на бази модела вишеатрибутивне и вишекритеријумске анализе, као и на бази статистичке обраде података из инжењерске праксе и на бази експертских система.

Више аутора се бавило развијањем техника избора оптималних механичких метода:

Buford Neely и група аутора је 1981. године анализирали могућност примене, предности, недостатке и ограничења неких метода механичке експлоатације (SRP, ESP, HP, GL). Као главне факторе узели су географска и еколошка ограничења а подређени фактори су били лежишни притисак, индекс продуктивности, карактеристике лежишних флуида, карактеристике продуктивности бушотине.

Е.Р. Valentin и F.C. Hoffmann су 1988. године развили паметни интегрисани систем *Optimal pumping unit search* (OPUS) за избор механичких метода експлоатације. OPUS има могућност контроле техничких и финансијских аспеката избора механичких метода експлоатације. Избор механичких метода експлоатације се вршио на основу карактеристика сваке механичке методе, основне вредности инвестиција и трошкова одржавања и опреме, користећи специфични компјутерски алгоритам.

Joe Dunn Clegg се 1988. године бавио проблематиком избора механичких метода експлоатације и као критеријуме разматрао приход, оперативне и инвестиционе

трошкове. Овај аутор је сматрао да оптимална изабрана метода треба да при најнижим оперативним трошковима постиже највећу производњу.

Espin, D.A. и група аутора су 1994. године користили за избор механичких метода експлоатације експертски систем SEDLA који се састоји из три модула: модул експертског знања и искуства, модул теоретског знања и модул економске евалуације.

Lloyd R. Heinze и група аутора су 1995. године користили су „стабло одлука“ за избор механичких метода експлоатације, где је главни фактор дугорочна економска анализа. Остали фактори који утичу на евалуацију метода су оперативни трошкови, примарне инвестиције, трошкови током радног века и енергетска ефикасност.

Mehrdad Alemi са групом аутора (2010, 2011, 2013) се бавио избором механичких метода експлоатације користећи више модела вишекритеријумске анализе: TOPSIS, ELECTRE, SAW и VIKOR, на примеру Иранских нафтних поља. Аутори су користили као улазне податке више сетова података: ограничења производње, лежишта и бушотине; карактеристике производног флуида и инфраструктуре на површини.

Избор оптималне механичке методе експлоатације врши се узимајући у обзир параметре лежишта, бушотине, услове средине, као и економске (пре свега улагања и оперативне трошкове). Избор неадекватне методе може довести до смањења ефикасности и ниске профитабилности или неекономичне производње нафте.

Искусствено посматрано, избор механичке методе експлоатације у финалном делу процеса доношења одлуке је најчешће заснован на субјективним критеријумима тако што се бира метода:

- која може задовољити појединачне захтеве произвођача опреме и експерата појединих компанија или
- која је највише прихваћена од руководећег оперативног кадра на пољу.

Конвенционална методологија избора одговарајуће механичке методе представља процес дефинисања и анализе различитих критеријума где се узимају у обзир опште предности и недостаци појединачних метода.

Развојем технологија у области производње нафте и гаса константно се померају границе примењивости механичких метода што утиче на услове њихове примене, као и на предности и недостатке у пракси.

Теорија фази (расплинутих) скупова и уопште фази логика представља концепцијски и математички алат за моделирање различитих процеса у којима доминира неизвесност, вишезначност, субјективност и неодређеност.

Циљ дисертације је креирање математичког модела заснованог на фази логици којим би се применом различитих критеријумских и подкритеријумских параметара вршило оцењивање различитих механичких метода експлоатације у циљу избора оптималне механичке методе производње нафте.

Модел примене фази логике представљаће релевантнији приступ и анализу у оцени механичких метода у односу на постојеће класичне моделе оптимизације и одлучивања

и значајно ће смањити утицај фактора субјективности присутног у процесу доношења одлуке од стране оперативног кадра или експерата задужених за избор методе.

Валидација модела избора механичких метода експлоатације на бази фази логики била би урађена на основу реалних података са истражног подручја Србије.

Током израде докторске дисертације кандидат ће користити најновија литературна сазнања:

1. Clegg, J.D.: *High rate artificial lift*, -J. Petroleum Technol, Vol 40, No 3, 1988, pp. 277–282
2. Clegg J.D.: Bucaram S.M., Heln J. *Recommendations and Comparisons for Selecting Artificial-Lift Methods(includes associated papers 28645 and 29092)*, -Journal of Petroleum Technology, Vol 45, No 12, 1993, 1128 - 1167
3. Espin, D.A.: Gasbarri, S., Chacin, J.E., *Expert system for Selection of optimum artificial lift method*, -SPE Latin America/Caribbean Petroleum Engineering Conference, Buenos Aires, Argentina, 1994, pp. 691-699
4. Heinze, L.R.: Herald, W., Lea, J.F., *Decision Tree for Selection of artificial lift method*, - SPE Production Operations Symposium, Oklahoma City, Oklahoma, 1995, pp. 1-8
5. Neely, B., Gipson, F., Clegg, J., Capps, B., & Wilson, P.: *Selection of artificial lift method*, -SPE Annual Technical Conference and Exhibition, San Antonio, Texas, 1981, pp. 1-11
6. Valentine, E.P., Hoffman, F.C.: *OPUS: An expert adviser for artificial lift*, -SPE Annual Technical Conference and Exhibition, Houston, Texas, 1988, 1-8
7. Taheri A., Hooshmandkoochi A.: *Optimum Selection of Artificial Lift System for Iranian Heavy Oil Fields*, -SPE Western Regional/AAPG Pacific Section/GSA Cordilleran Section Joint Meeting held in Anchorage, Alaska, U.S.A., 2006, pp. 1-12
8. Mehrdad Alemi, Mansour Kalbasi, Fariborz Rashidi: *A Mathematical Prediction Based on SAW Model*, -Middle-East Journal of Scientific Research, Vol 16, No 1, 2013, pp. 95-100
9. Mehrdad Alemi, Mansour Kalbasi, Fariborz Rashidi: *A Mathematical Prediction Based on VIKOR Model*, -Middle-East Journal of Scientific Research, Vol 16, No 1, 2013, pp. 114-121
10. Mehrdad Alemi, Hossein Jalalifar, Gholamreza Kamali, Mansour Kalbasi: *A prediction to the best artificial lift method selection on the basis of TOPSIS model*, -Journal of Petroleum and Gas Engineering, Vol 1, No 1, pp. 9-15, 2010
11. Mehrdad Alemi, Hossein Jalalifar, Gholam Reza Kamali, Mansour Kalbasi: *A mathematical estimation for artificial lift systems selection based on ELECTRE model*, - Journal of Petroleum Science and Engineering, Vol 78, No 1, 2011, pp. 193–200
12. Ehsan Fatahi, Hossein Jalalifar, Pyman Pourafshari, Afshin Jannat Rostami: *Selection of the Best Artificial Lift Method in One of the Iranian Oil Field by the Employment of ELECTRE Model*, -British Journal of Applied Science & Technology, Vol 1, No 4, 2011, pp. 172-180

13. James F. Lea, Henry V. Nickens: *Selection of Artificial Lift*, -SPE Mid-Continent Operations Symposium held in Oklahoma City, Oklahoma, 1999, pp. 1-30
14. Brown Kermit E.: *Overview of Artificial Lift Systems*, -Journal of Petroleum Technology, Vol 34, No 10, 1982, pp. 2384-2396
15. Khasanov, M. M., Khabibullin, R., Pashali, A., & Semenov, A. A.: *Approach to Selection of the Optimal Lift Technique in the Vankor Field*, -SPE Annual Technical Conference and Exhibition held in Florence, Italy, 2010, pp. 1-10
16. Hirschfeldt C.M., Ruiz R.: *Selection Criteria for Artificial Lift System Based on the Mechanical Limits: Case Study of Golfo San Jorge Basin*, -SPE Annual Technical Conference and Exhibition held in New Orleans, Louisiana, USA, 2009, pp. 1-14
17. Naguib M. A., Bayoumi A., El-Emam N., El Batrawy A.: *Guideline of Artificial Lift Selection for Mature Field*, -SPE Asia Pacific Oil and Gas Conference and Exhibition held in Brisbane, Australia, 2000, pp. 1-10
18. Cuesta J. J., Ortega J.D.: *Selection Criteria And New Technologies On The Artificial Lift Systems For Heavy Oil And Extra Heavy Oil Wells In Colombia*, -SPE Artificial Lift Conference-Americas held in Cartagena, Colombia, 2013, pp. 1-7
19. Kaplan V., Duygu E.: *Selection and Optimization of Artificial Lift System in Heavy Oil Fields*, -SPE Latin American and Caribbean Petroleum Engineering Conference held in Maracaibo, Venezuela, 2014, pp. 1-14
20. Rehman A., Soponsakulkaew N., Bello O., Falcone G.: *A Generic Model for Optimizing the Selection of Artificial Lift Methods for Liquid Loaded Gas Wells*, -SPE Annual Technical Conference and Exhibition held in Denver, Colorado, USA, 2011, pp. 1-15
21. Garrouch A.A., Lababidi H.M.: *Implementation of a Fuzzy Expert System for Multilateral Well Completion: Case Studies*, -SPE Europec/EAGE Annual Conference, Madrid, Spain, 2005, pp. 1-13
22. Thornhill D. G., Zhu, D.: *Fuzzy Analysis of ESP System Performance*, -SPE Annual Technical Conference and Exhibition, New Orleans, Louisiana, 2009, pp. 1-7
23. Takacs G.: *Sucker-Rod Pumping Handbook - Production Engineering Fundamentals and Long-Stroke Rod Pumping*, -Elsevier, 2015, pp. 585
24. Takacs G.: *Electrical Submersible Pumps Manual - Design, Operations, and Maintenance*, -Gulf Professional Publishing, 2009, pp. 440
25. Takacs G.: *Gas lift manual*, -PennWell Books, 2005, pp. 478
26. Clegg J.D.: *Petroleum Engineering Handbook - Volume IV: Production Operations Engineering*, -Society of Petroleum Engineers, 2007, pp. 900
27. Mahmudi M., Sadeghi M.T., *The optimization of continuous gas lift process using an integrated compositional model*, -Journal of Petroleum Science and Engineering, Vol 108, 2013, pp. 321-327

28. Roy Randall Vann R.R., Luis Octavio Alcazar Cancino, Heron Gachuz-Muro, Mauricio Guerra, *Using a New Artificial-Lift System in Mexican Mature Oil Fields*, -SPE Annual Technical Conference and Exhibition, Anaheim, California, U.S.A., 2007, pp. 1-7
29. Tanasijević M., Ivezić D., Jovančić P., Čatić D., Zlatanović D.: *Study of Dependability Evaluation for Multi-hierarchical Systems Based on Max–Min Composition*, -Quality and Reliability Engineering International, Vol 29, No 3, 2013, pp. 317-326.
30. Yu-Jie Wang, *A fuzzy multi-criteria decision-making model based on simple additive weighting method and relative preference relation*, -Applied Soft Computing, Vol 30, 2015, pp. 412-420
31. Ros T.: *Fuzzy logic with engineering application*, 3rd ed., -John Wiley & Sons Ltd, 2010, pp. 606
32. Siler W., Buckley J.: *Fuzzy expert systems and fuzzy reasoning*, -John Wiley & Sons Ltd, 2005, pp. 424
33. Zadeh L.: *Fuzzy sets*, - Information and control, Vol 8, 1965., pp. 338-353
34. Teodorović, D., Kikuchi, S.: *Fuzzy skupovi i primene u saobraćaju*, Saobraćajni fakultet, Beograd, 1994, pp. 129
35. Teodorovic D., Vukadinovic K.: *Traffic Control and Transport Planning:: A Fuzzy Sets and Neural Networks Approach*, - Springer Science & Business Media, 2012, pp.387

3. ПОЛАЗНЕ ХИПОТЕЗЕ

- Досадашњи избор механичких метода експлоатације нафте се базира на примени вишекритеријумских метода и експертских система које карактерише и субјективност.
- Напретком технологије у производњи нафте и гаса карактеристике и границе примењивости механичких метода експлоатације се мењају тј. њихова могућност примене се повећава.
- Кроз до сада развијене начине избора механичке методе је дефинисан скуп параметара на основу којих се врши избор примењене методе експлоатације, пре свега: карактеристике и услови у лежишту и бушотини, производни параметри.
- Параметри који дефинишу одлуку о избору методе експлоатације карактерише неизвесност, вишезначност, субјективност и неодређеност. У том смислу Фази логика представља концепт који потенцијално има велику примену код доношења одлука ради вођења и управљања производњом .

4. НАУЧНЕ МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА

- Метода теоријске анализе - проучавање теоријских сазнања и најновијих емпиријских анализа у вези са темом.

- Идентификација критеријума и подкритеријума који ће бити коришћени у развоју модела тј. избор параметара (карактеристике лежишта, флуида, бушотине у услова експлоатације) и њихово груписање
- Развијање математичког модела који би квантификовао резултате анализе
- Компаративне методе - упоређивање добијених резултата развијеним моделом у односу на сличне приступе (вишекритеријумске моделе).
- Валидација предложених решења имплементацијом предложене методологије у изабраном програмском језику и тестирањем над расположивим подацима.
- Експериментална евалуација – Демонстрација – Дефинисани модели примениће се на нафтним пољима у циљу избора оптималне методе експлоатације.

5. ОЧЕКИВАНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

У дисертацији се анализира проблематика избора оптималне механичке методе експлоатације нафтних бушотина. Избор оптималне механичке методе представља један од најзначајнијих елемената управљања процесом експлоатације нафтних лежишта, који директно утиче на ефикасност и економичност производње нафтне бушотине. Примена теорије фази скупова и фази логике омогућује квалитативну оцену механичких метода експлоатације са аспекта више показатеља који се карактеришу неизвесношћу, вишезначношћу, субјективношћу, неодређеношћу и пружа могућност стварања егзактног модела избора оптималне механичке методе према усвојеном критеријуму оцене. На основу досадашњих, текућих и планираних истраживања, поред опште анализе дефинисаног проблема, научни доприноси који се очекују је:

- Развој математичког и концепцијског модела примене фази логике за избор механичке методе експлоатације нафте;
- Развој системског приступа и алгоритма оцене употребног квалитета механичке методе експлоатације нафте;
- Смањење субјективности у процесу одлучивања при избору механичке методе експлоатације;
- Валидација приступа као једног рачунарски врло ефикасног начина за избор оптималне механичке методе експлоатације нафте;
- По први пут се уводе и еколошки аспекти процеса производње нафте при избору механичке методе и предлажу мере за смањење утицаја на животну средину.
- Практична примена резултата овог истраживања огледа се кроз подршку у поступку стратешког одлучивања при пројектовању и оптимизацији производње нафтних бушотина;

6. ПЛАН ИСТРАЖИВАЊА И СТРУКТУРА РАДА

Поред општих саставних елемената једног рада, као што су резиме на српском и енглеском језику, кључне речи, предговор, садржај, списак скраћеница, слика, табела и литературе, основни садржај докторске дисертације би требало да чине и следеће структурне целине:

- Увод – предмет истраживања и теоријски оквир

- Преглед литературе пре свега из области механичких метода експлоатације нафте, као и из модела оптимизације и из теорије фази логике и фази скупова
- Избор механичких метода
 - Механичке методе експлоатације
 - Механичке методе експлоатације,
 - физичке и механичке карактеристике система,
 - функционална анализа
 - Историјат модела за избор механичких метода
 - Анализа постојећих модела оптимизације,
 - анализа утицајних параметара, критеријума
- Увод у основе теорије фази скупова /логике
 - Основи концепта фази теорије,
 - појам фази скупа и фази броја,
 - Лингвистичка вредност и лингвистичка променљива,
 - Фази релације,
 - Композиција фази релација
- Дефинисање критеријума за избор механичке методе,
 - Анализа утицајних параметара,
 - Формирање синтезног концепта,
 - Дефинисање интеракције између параметара
- Формирање фази модела, структура алгоритма оптимизације, анализа улазних параметара
 - Дефинисање правила пропозиције,
 - Фазификација улазних података,
 - Фази композиција,
 - Идентификација
- Валидација развијеног модела
 - тест осетљивости модела,
 - верификација добијених резултата
- Закључак

7. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу прегледа и анализе достављене документације, Комисија сматра да је предложена тема научно заснована и да може да буде предмет докторске дисертације. Очекивани резултати ће представљати значајан научни допринос у области рударског инжењерства, односно инжењерства нафте и гаса.

Како би се у називу теме акценат ставио на проблем који ће се решавати, а не на методологију која ће се користити, Комисија предлаже да тема докторске дисертације гласи **„Оптимизација избора механичке методе експлоатације нафтних бушотина применом фази логике“**, уместо пријављене „Модел примене фази логике у избору оптималне механичке методе експлоатације нафтних бушотина“.

Кандидат Мирослав Црногорац, маг. инж. руд. испуњава Законом предвиђене услове за пријаву теме и израду докторске дисертације.

На основу наведених података о стручној и научно-истраживачкој активности кандидата Мирослава Црногорца, магист. инж. руд. значаја теме и актуелности предложене методологије истраживања, Комисија закључује:

1. Предложена тема докторске дисертације, под насловом **„Оптимизација избора механичке методе експлоатације нафтних бушотина применом фазне логике“**, научно је заснована и може да буде предмет докторске дисертације.
2. За менторе се предлажу др Душан Даниловић, ванредни професор и др Милош Танасијевић, ванредни професор.
3. Предложена тема докторске дисертације ће се реализовати у оквиру научне области Рударско инжењерство.

Комисија, са задовољством, предлаже Научно-наставном већу Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду да одобри предложену тему и ментора.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

др Душан Даниловић, ванредни професор

Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

др Милош Танасијевић, ванредни професор

Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

др Весна Каровић Маричић, ванредни професор

Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

др Бранко Лековић, ванредни професор

Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

др Драгослав Кузмановић, редовни професор

Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет