

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
Рударско-геолошки факултет

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Мирослава Црногораца, мастер инжењера рударства

Одлуком Наставно научног већа, Рударско-геолошког факултета бр. 1/140 од 27.05.2020. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације под насловом:

"Оптимизација избора механичке методе експлоатације нафтних бушотина применом фази логике"

кандидата Мирослава Црногорца, мастер инжењера рударства.

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

РЕФЕРАТ

1.УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Кандидат Мирослав Црногорац, маст. инж. рударства, тему докторске дисертације је пријавио на Рударско-геолошком факултету Универзитета у Београду 11.04.2016. године (пријава 1/148).

Одлуком Наставно-научног већа Рударско - геолошког факултета у Београду бр. 1/181 од 25.04.2016. године именована је Комисија за оцену подобности теме и кандидата у саставу: др Душан Даниловић, ванр. проф., ментор, Универзитет у Београду - Рударско-геолошки факултет, др Милош Танасијевић, ред. проф., ментор, Универзитет у Београду, Рударско – геолошки факултет, др Весна Каровић Маричић, ванр. проф, Универзитет у Београду - Рударско-геолошки факултет, др Бранко Лековић, ванр. проф., Универзитет у Београду - Рударско-геолошки факултет и и проф. др Драгослав Кузмановић ред. проф. са Саобраћајног факултета Универзитета у Београду, за давање мишљења о научној заснованости докторске дисертације под насловом "Оптимизација избора механичке методе експлоатације нафтних бушотина применом фази логике".

Наставно-научно веће Рударско – геолошког факултета у Београду прихвата извештај Комисије за давање мишљења о научној заснованости теме и доноси одлуку бр. 1/331 од 23.06.2016., којом се прихвата тема докторске дисертације под насловом "Оптимизација избора механичке методе експлоатације нафтних бушотина применом фази логике" кандидата Мирослава Црногорца, и за ментора се именују др Душан Даниловић, ванредни професор и др Милош Танасијевић, редовни професор.

Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду, на седници одржаној 04.07.2016. године, донело је одлуку бр. 61206-3249/2-16 којом се даје сагласност на предложеној тему докторске дисертације.

Кандидат Мирослав Црногорац, мастер инжењер рударства, 08.05.2020. године поднео је молбу за именовање Комисије за оцену и одбрану урађене докторске дисертације под насловом "Оптимизација избора механичке методе експлоатације нафтних бушотина применом фази логике". Катедра за експлоатацију нафте, гаса и технику дубинског бушења упутила је допис Наставно-научном већу Рударско-геолошког факултета број 1/130 од 18.05.2020. са предлогом чланова Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације у саставу: др Душан Даниловић, ванр. проф., ментор, Универзитет у Београду - Рударско-геолошки факултет, др Милош Танасијевић, ред. проф., ментор, Универзитет у Београду, Рударско – геолошки факултет, др Весна Каровић-Маричић, ред. проф, Универзитет у Београду - Рударско-геолошки факултет, др Бранко Лековић, ванр. проф., Универзитет у Београду - Рударско-геолошки факултет и др Александар Миливојевић, ванр. проф., Универзитет у Београду, Машински факултет. На основу наведеног дописа Наставно-научно веће је на седници од 21.05.2020. године донело одлуку бр. 1/140 од 27.05.2020. године којом је усвојило предлог Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације, чиме су се стекли услови за писање овог реферата.

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација „Оптимизација избора механичке методе експлоатације нафтних бушотина применом фази логике“ припада области техничких наука, научној области „Рударско инжењерство“ односно ужој научној области „Инжењерство нафте и гаса“ за коју је матичан Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду.

За менторе ове докторске дисертације именовани су др Душан Даниловић, ванредни професор Рударско-геолошког факултета и др Милош Танасијевић, редовни професор. Први ментор је аутор великог броја научних радова објављених у референтним међународним и домаћим часописима и зборницима са различитих саветовања, који су везани за проблематику експлоатације нафтних бушотина, и у том смислу је компетентан за вођење докторанда у току израде докторске дисертације са горе наведеним насловом. Други ментор је аутор већег броја научних радова објављених у водећим међународним и домаћим часописима и зборницима са различитих саветовања из области системских наука и примене фази логике на управљање животним циклусом рударске механизације, те се сматра компетентним за вођење докторанда у току израде докторске дисертације са горе наведеним насловом.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Мирослав Црногорац, мастер инжењер рударства, 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 је у року. 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. Школске 2011/2012. уписао је докторске студије на Рударско-геолошком факултету, Универзитета у Београду, на студијском програму Рударско инжењерство.

Од октобра 2011. године је запослен на Рударско-геолошком факултету у звању истраживача-приправника, а од маја 2013. године као истраживач-сарадник финансиран са пројекта Министарства просвете, науке и технолошког развоја. Од марта 2014. године ради као асистента на Рударско-геолошком факултету.

Аутор је или коаутор 20 радова објављених у међународним и домаћим часописима као и на међународним или домаћим научно-стручним скуповима из области експлоатације нафтних и гасних бушотина. Међу наведеним радовима налазе се и три рада из категорије М20.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата Мирослава Црногорца, мастер инжењера рударства, под називом "Оптимизација избора механичке методе експлоатације нафтних бушотина применом фази логике", написана је на укупно 86 страна формата А4, на српском језику, ћирилицом, а садржи 55 слика, 14 табела и 57 литературних јединица.

Докторска дисертација је подељена на осам поглавља

1. Увод
2. Производња нафте механичким методама експлоатације
3. Увод у основе теорије фази логике
4. Дефинисање параметара и индикатора за избор механичке методе експлоатације нафтних бушотина
5. Фази модел оптимизације избора механичких метода експлоатације нафтне бушотине
6. Студија случаја и верификација развијеног модела
7. Закључак
8. Литература

Поред тога дисертација садржи Сажетак, Садржај, Биографију и стандардне изјаве о ауторству, истоветности штапане и електронске верзије и коришћењу.

Поглавља 1 до 6 имају више потпоглавља.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

Структуром дисертације дат је приказ тематских поглавља, кроз које се може упознати са значајем проблема, применом методологије и резултатима који су остварени.

У оквиру уводног поглавља образложен је проблем који се посматра, основне претпоставке, циљ истраживања и допринос дисертације.

У другом поглављу дат је хронолошки литературни преглед избора механичких метода и опште познате чињенице о механичким методама, где се истичу предности и недостаци појединачних метода, као и ниво њихове примене у свету.

Треће поглавље се односи на концепцијски и математички модел за аналитичку обраду и интерпретацију различитих процеса хибридног карактера из области теорије одлучивања и оптимизације, У овом поглављу су дати основни појмови који се односе на теорију фази логике.

У четвртм поглављу представљена је структура модела кроз анализу и пропозицију улазних параметара који утичу на избор оптималне методе експлоатације. Дефинисан и описан је начин квантификовања нумеричких параметара, недефинисане су лингвистичке промењиве са функцијама припадности за параметре које није могуће нумерички приказати.

Пето поглавље обухвата развој математичког и концепцијског модела примене фази логике за избор механичке методе експлоатације нафтних бушотина. Овај модел применом различитих критеријума и ~~недефинисаних~~ критеријума параметара врши оцењивање различитих механичких метода експлоатације у циљу избора оптималне механичке методе производње нафте. На крају овог поглавља су приказани резултати као графички и нумерички показатељи.

У шестом поглављу дата је оцена развијеног модела кроз верификацију и компарацију добијених резултата. Урађен је и тест осетљивости модела.

Седмо поглавље представља закључна разматрања уз дискусију и правце даљег развоја модела.

Осмо поглавље даје попис коришћене литературе.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Докторска дисертације кандидата Мирослава Црногорца, мастер инжењера рударства, под називом „Оптимизација избора механичке методе експлоатације нафтних бушотина применом фази логике“ представља савремен и оригиналан приступ избора механичке методе експлоатације нафтних бушотина.

Механичке методе експлоатације нафте имају примену у бушотинама у којима није могућа производња нафте енергијом лежишта, већ се та потребна енергија додаје увођењем ових метода. Да би се остварила оптимална производња важну улогу има избор механичке методе експлоатације нафте. Оптималним избором методе постиже се економична производња. Утицајни параметри на избор методе делом су егзактни, а

делом су описне природе. У релацијама између параметара доминира неизвесност, вишезначност, субјективност и неодређеност. У дисертацији је као математички и концепцијски модел за оптимизацију коришћена фази логика. Као функција циља је уведена перформанса употребљивости. Исходи, односно „IF-THEN“ правила су формиран на бази искуства са више експлоатационих поља у свету. Резултати су приказани на два начина, зависно од могућности интерпретације. Први начин приказа резултата дат је кроз дијаграме на којима су површине неправилних геометријских тела. Поређењем преклапања површине нове бушотине са претходно добијеним површинама појединачних механичких метода добија се проценат примењивости одређене методе на новој бушотини. Кад постоје мале разлике у излазима, примењује се други начин приказа тако што се претходно добијеним површинама одређује тежиште и расипање резултата. На крају је дата анализа осетљивости развијеног модела.

Из наведеног се може јасно закључити да су дисертацијом сагледани актуелни приступи избора механичке методе експлоатације нафтних бушотина, и да је развијен оригиналан модел, а који као излаз даје примењивост одређене механичке методе експлоатације. Модел, који је овде оригинално развијен предстаља резултат фази логичког закључивања. Верификација модела извршена је на више бушотина и да је уз примену адекватне методологије испуњен критеријум оригиналности и савремености.

На основу „Правилника о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду“ и Извештаја из програма iThenticate којим је извршена провера оригиналности докторске дисертације утврђена је количина подударана текста од 20%. Установљени степен подударности је последица цитата, личних имена, библиографских података о коришћеној литератури, тзв. општих места и података, као и претходно публикованих резултата истраживања докторанда, који су проистекли из дисертације, што је у складу са чланом 9. наведеног Правилника. Оригиналноста текста дисертације је оцењена као позитивна у Изјави ментора бр. 1/144 од 27.05.2020.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У докторској дисертацији коришћена је обимна литература, укупно 57 литературних јединица, која третира проблематику избора механичке методе експлоатације нафтних бушотина и теорије фази скупова и фази логике,. Пажња је посвећена пре свега прегледу литературе у циљу анализе стања у области избора механичке методе експлоатације нафтних бушотина и иста је кандидату послужила за дефинисање тезе докторске дисертације. Такође, значајна пажња је посвећена литератури која се односи на истраживања везана за примену експертског закључивања, метода фази логике која је примењене у оквиру ове докторске дисертације.

Обзиром да је кандидат Мирослав Црногорац, у току израде ове дисертације објавио већи број радова из ове области може се констатовати да је био у прилици да проучи већи део релевантне литературе која покрива област избора механичке методе експлоатације, као и примену наведених метода.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Примењена методологија је адекватна анализираном проблему. У том смислу у дисертацији је дат детаљан преглед свих појединачних компоненти модела избора механичке методе експлоатације нафтних бушотина. Кроз референтну научну литературу дат је осврт на методе и алате за креирање модела избора механичке методе експлоатације нафтних бушотина.

Дат је предлог унапређења постојећих модела и развоја новог модела увођењем фази теорије. Поступци фази пропозиције, фазификације, фази композиције и фази закључивања, фази идентификације у највећој мери решавају проблеме који се намећу на основу изнетих закључака. Исход као централни део модела фази закључивања је дефинисан на бази емпиријских података са изабраних нафтних поља. Емпиријски подаци са изабраних поља доносе у модел квалитет који му даје дубину по све три димензије понашања процеса експлоатације, геолошкој, техничкој и економској.

Модел има оптимизациони карактер у циљу избора механичке методе експлоатације нафте. Излаз је у континуалној форми која рангира методе према критеријуму употребљивости и даје тенденцију сваке методе ка граничним условима. За разлику од уобичајених модела који се базирају на више-критеријумској оптимизацији, предложени модел смањује субјективност у дефинисању приоритета приликом дефинисања улазних параметра у модел избора.

Модел садржи аналитички део који сагледава све улазне параметре у оквиру референтних вредности и синтезни који улазне параметре своди у један. Модел садржи механизам закључивања који на основу улазних података и практичног знања о посматраном проблему даје решење. За решавање овакве проблематике коришћена је фази теорија, односно модел композиције који поступак оптимизације своди на идеју избора најмање лошег решења у односу на постојеће емпиријске податке.

Сви добијени резултати испитивања су нумерички и графички приказани што је омогућило прегледно анализирање и поређење са постављеним хипотезама, али и упоређивање са емпиријски познатим резултатима.

3.4. Применљивост остварених резултата

Резултати докторске дисертације применљиви су у научном смислу, али имају и значајну практичну примену.

Модел може да има широку примену, јер избор стандарде механичке методе експлоатације је могуће креирати посебно за свако нафтно поље. На овај начин се може одредити оптимална механичка метода експлоатације још прецизније.

Модел може да нађе примену као део софтвера базе података нафтних компанија, где би на основу постојећих података могао да дефинише предлог избора механичке методе експлоатације у сваком тренутку животног века бушотине. Поред тога кроз филтрирање података модел може да оптимизује резултате тј. прилагоди их свакој ситуацији узевши у обзир специфичности бушотине за коју се врши избор механичке методе експлоатације.

У научном и педагошком смислу развијени модел омогућава студентима инжењерства нафте и гаса на Рударско-геолошком факултету да се упознају са методама избора механичке методе експлоатације нафтних бушотина.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Кандидат је током израде докторске дисертације показао да је у стању да самостално решава научне проблеме и да влада научним и истраживачким методама. Тема коју је обрадио, обзиром на своју комплексност, захтева изражену аналитичност у раду и систематичност у решавању проблема. Кандидат је при томе у потпуности искористио искуство које је стекао вишегодишњим радом на истраживању ове области. Такође, кандидат је у потпуности реализовао планирано истраживање од почетне идеје до завршетка докторске дисертације. Верификација научног доприноса и рада кандидата материјализована је објављивањем рада у часопису категорије M22.

На основу укупно остварених резултата у научно истраживачком раду, закључујемо да је кандидат способан за самостални даљи научно-истраживачки рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Циљ дисертације "Оптимизација избора механичке методе експлоатације нафтних бушотина применом фази логике" био је да се анализом теоретских и емпиријских података изради јединствен и употребљив модел избора оптималне механичке методе експлоатације нафтних бушотина.

Истраживања која су спроведена у дисертацији у научном и стручном смислу могу да се сагледају кроз резиме:

- Удео примене механичких метода експлоатације нафтних бушотина у свјету је велики;
- Избор механичке методе експлоатације нафтних бушотина представља један од најважнијих фактора при остваривању ефикасне а самим тим и економичне производње;
- У пракси не постоји општи модел и стандарди за избор механичких метода експлоатације нафте већ свака нафтна компанија користи експертске системе и моделе, које најчешће сама развија за услове бушотина са подручја њеног ангажовања;
- Развијен је нови модел са перформансом употребљивости као функцијом циља;
- Модел смањује субјективност у дефинисању приоритета приликом дефинисања улазних параметра, за разлику од уобичајених модела који се базирају на више-критеријумској оптимизацији;
- Модел даје могућност синтезе великог броја различитих улазних података хибридног карактера: техничких, геолошких, економских итд. Улазни подаци могу бити дефинисани и као егзактне вредности и као лингвистички описи;

- Модел спада у моделе из области оптимизације, теорије одлучивања и условно може да спада у моделе за предикцију. Модел може да се користи за управљање животним веком експлоатационе бушотине, уколико је познат тренд улазних параметара у будућем периоду експлоатације.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Избор оптималне механичке методе експлоатације нафтне бушотине представља сложен проблем, који може бити правилно решен само мултидисциплинарним приступом. Утицајни параметри, су појединачно комплексни, њихов међусобни утицај и интеракција нису теоријски описани до краја. Без обзира што у појединачним случајевима, сваки параметар јасно и недвосмислено позива одговарајућу методу експлоатације сходно сопственој актуелној вредности; када се сви они заједно посматрају могућа је појава синергетског ефекта, међусобне искључивости, као и међусобне суперпозиције. У научној и стручној литератури није дефинисан модел који би давао обједињену вишепараметарску функцију која би решавала проблем избора оптималне експлоатације. Евидентно је да: улазни подаци су хибридног карактера; међу собом су често несагласни, неконзистентни; не постоји функционална зависност између параметара и индикатора; не постоји теоријски и стручно препоручена функција циља у поступку избора оптималне методе експлоатације; верификација се може обавити само емпиријски и то уз одговарајући ниво поверења.

У дисертацији је дата детаљна анализа радова на тему избора механичких метода експлоатације нафтних бушотина. Урађен је пресек коришћених математичких модела за доношење одлука. Приметна је доминација експертских модела који се базирају на више-критеријумским и више-атрибутивним моделима. Дат је предлог унапређења постојећих модела и развоја новог модела увођењем фази теорије. Поступци фази пропозиције, фазификације, фази композиције и фази закључивања, фази идентификације у највећој мери решавају проблеме који се намећу на основу изнетих закључака. Исход као централни део модела фази закључивања је дефинисан на бази емпиријских података са изабраних нафтних поља. Емпиријски подаци са изабраних поља доносе у модел квалитет који му даје дубину по све три димензије понашања процеса експлоатације. Модел има оптимизациони карактер у циљу избора механичке методе експлоатације нафте. Излаз је у континуалној форми која рангира методе према критеријуму употребљивости и даје тенденцију сваке методе ка граничним условима. За разлику од уобичајених модела који се базирају на више-критеријумској оптимизацији, предложени модел смањује субјективност у дефинисању приоритета приликом дефинисања улазних параметра у модел избора.

Увидом у дисертацију, полазне хипотезе и постављене циљеве истраживања, те на основу прегледа релевантне литературе, сагледавања стања научних истраживања из области докторске дисертације, Комисија констатује да је кандидат у потпуности оправдао очекивања која су зацртана пријавом дисертације. Добијена решења су оригинална, значајна и применљива у пракси. Развијени модели и примењене методе представљају добру основу за даља истраживања у циљу још поузданијег модела за избор оптималне механичке методе експлоатације нафтних бушотина.

Комисија констатује да би примена развијеног модела у пракси унапредила управљање бушотинама које производе нафту механичким методама и да може знатно утицати на смањење субјективности при избору оптималне механичке методе експлоатације нафтних бушотина.

4.3. Верификација научних доприноса

Научни допринос верификован је радом који је објављен у међународном часопису на коме је докторанд првопотписани аутор, а који је везан за истраживање које је спроведено у докторској дисертацији.

Упоредо са израдом дисертације кандидат је резултате добијене током израде дисертације презентовао кроз више радова излаганих на саветовањима, као и у часопису Техника. Управо на овај начин кандидат је у непосредном контакту и у дискусијама са колегама који се интересују за ову област био у прилици да провери и верификује своје научне ставове, методологију и добијене резултате.

У наставку су дати наслови радова из теме докторада који верификују рад кандидата у области коју дисертација обухвата:

Категорија M22

Crnogorac, M., Tanasijević, M., Danilović, D., Karović Maričić, V., & Leković, B. (2020). Selection of Artificial Lift Methods: A Brief Review and New Model Based on Fuzzy Logic. *Energies*, 13(7), 1758, ISSN 1996-1073, doi: 10.3390/en13071758. (IF=2.707)

Категорија M51

Danilović, D. Š., Karović-Maričić, V. D., Leković, B. A., **Crnogorac, M. P.**, & Tanasijević, M. L. (2016). Parametri koji definišu optimalnu proizvodnju naftnih bušotina pri primeni mehaničke metode eksploatacije. *Tehnika*, 71(2), 209-214.

Crnogorac, M. P., Danilović, D. Š., Karović-Maričić, V. D., & Leković, B. A. (2016). Analiza primene višekriterijumskih modela u cilju izbora optimalne mehaničke metode za proizvodnju nafte. *Tehnika*, 71(3), 381-388.

Crnogorac M., Karović Maričić V., Leković B., Danilović D. (2016). Analiza izbora mehaničke metode eksploatacije naftnih bušotina na istražnom području Srbije, -Energija., 1-2, 187-193, ISSN 0354-8651

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Докторска дисертација „Оптимизација избора механичке методе експлоатације нафтних бушотина применом фази логике“ кандидата Мирослава Црногорца, мастер инжењера рударства, поседује савремен, оригиналан и научно утемељен приступ избора механичких метода експлоатације нафтних бушотина. У оквиру дисертације су доказане постављене хипотезе и развијен је оригинални модел.

На основу прегледане докторске дисертације, Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације, закључује да урађена докторска дисертација кандидата Мирослава Црногорца, мастер инжењера рударства испуњава све законске и остале услове за јавну одбрану. Комисија закључује да је урађена докторска дисертација написана према свим стандардима о научно-истраживачком раду као и да испуњава све услове предвиђене „Законом о високом образовању“, „Стандардима за акредитацију“, „Статутом Рударско-геолошког факултета“ и критеријумима које је прописао Универзитет у Београду. Комисија са задовољством констатује да је дисертација велике научне вредности у смислу унапређења избора механичких метода експлоатације нафтних бушотина.

Комисија, на основу горе наведеног, предлаже Наставно-научном већу Рударско-геолошког факултета у Београду да се докторска дисертација под називом „Оптимизација избора механичке методе експлоатације нафтних бушотина применом фази логике“ кандидата Мирослава Црногорца, мастер инжењера рударства прихвати, изложи на увид јавности и упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

Комисија:

др Душан Даниловић, ванредни професор, ментор
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

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

др Весна Каровић Маричић, редовни професор
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

др Бранко Лековић, ванредни професор
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

др Александар Миливојевић, ванредни професор
Универзитет у Београду, Машински факултет