



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

Ректорат

Веће научних области техничких наука

Београд, 04.04.2014. godine

Д О П И С

У складу са закључком Већа научних области техничких наука Универзитета у Београду (02 број: 61206-425/2-14 ЛД) од 28.02.2014. године, који се односи на разматрање захтева за давање сагласности на Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата мр Томислава Шубарановића под називом „Оптимизација система одводњавања површинских копова“, упућујемо вам коригован Реферат, у складу са инструкцијама које сте нам послали.

У оквиру коригованог Реферата је дато образложење у каквој је релацији област часописа The Metallurgia International са облашћу и резултатима докторског рада. Такође је дата и рецензија чланка са наводима и образложењем научног доприноса дисертације који су верификовани и у објављеном чланку Influence on Environment of Sealing Screen at Lignite Opencast Mines. Истакнут је и допринос кандидата и осталих коаутора у ефикасној реализацији предвиђених научних циљева дисертације у области анализе параметара радне средине, технологије израде објеката одводњавања површинских копова и оптимизације система одводњавања површинских копова.

Реферат садржи копију чланка Influence on Environment of Sealing Screen at Lignite Opencast Mines која је дата виду прилога Реферату.

Овим путем желимо да вам се захвалимо на додатним инструкцијама које ће нам убудуће помоћи приликом формирања Извештаја.

Срдачан поздрав,

Декан
Рударско-геолошког факултета

Проф. др Иван Обрадовић

Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, на својој седници одржаној 27.03.2014. године, сходно члану 123. став 4. Закона о високом образовању, донело је

О Д Л У К У

Одобрава се продужење рока за израду докторске дисертације **мр Томислава Шубарановића**, дипл. инж. рударства, под насловом *"Оптимизација система одводњавања површинских копова"*, за годину дана од дана доношења ове одлуке.

Д Е К А Н

проф. др Иван Обрадовић

Достављено:

- Ментору
- Именованом
- Одељењу за студентска питања

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Кориговани Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата мр Томислава Шубарановића, дипл. инж. рударства

Одлуком Наставно-научног већа Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду бр. 1/384 од 27.12.2013. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата мр Томислава Шубарановића, дипл. инж. рударства под насловом

**ОПТИМИЗАЦИЈА СИСТЕМА ОДВОДЊАВАЊА ПОВРШИНСКИХ
КОПОВА**

После прегледа достављене Дисертације и других пратећих материјала и разговора са Кандидатом, и на основу Закључка Већа техничких наука Универзитета у Београду број 61206-425/2-14 од 24.02.2014. године, Комисија је сачинила следећи кориговани

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Томислав Шубарановић, дипл. инж. рударства је 03.11.2006. године одбранио магистарску тезу под називом *Димензионисање водонепропусних екрана у системима одводњавања површинских копова угља*.

На седници Катедре за површинску експлоатацију лежишта минералних сировина Рударско-геолошког факултета одржаној 05.09.2008. године констатовано је да је мр Томислав Шубарановић, дипл. инж. рударства пријавио докторску дисертацију под називом *Оптимизација система одводњавања површинских копова*, и у складу са Статутом Рударско-геолошког факултета Наставно-научном већу Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду предложена је Комисија за давање мишљења о научној заснованости предложене докторске дисертације у саставу: др Владимир Павловић, редовни професор (Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду), др Душан Поломчић, ванредни професор (Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду) и др Милан Кукрика, редовни професор (Географски факултет Универзитета у Београду). За ментора предложене дисертације предложен је др Владимир Павловић, редовни професор (Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду).

Одлуком Наставно-научног већа Универзитета у Београду, Рударско-геолошког факултета бр. 1/178 од 19.09.2008. године донетој на седници одржаној 18.09.2008. године, сходно Статуту Рударско-геолошког факултета за чланове Комисије за давање мишљења о научној заснованости докторске дисертације кандидата мр Томислава Шубарановића, дипл. инж. рударства, под насловом *Оптимизација система одводњавања површинских копова* одређени су: др Владимир Павловић, редовни професор (Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду), др Душан Полочић, ванредни професор (Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду) и др Милан Кукрика, редовни професор (Географски факултет Универзитета у Београду). За ментора предложене дисертације одређен је др Владимир Павловић, редовни професор (Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду).

Након поднетог извештаја Комисије, на захтев Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду бр. 1/307 од 19.12.2008. године, Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду је донело Одлуку о давању сагласности на предлог теме докторске дисертације мр Томислава Шубарановића под називом *Оптимизација система одводњавања површинских копова* бр. 612-25/2009 од 13.03.2009. године.

На седници Катедре за површинску експлоатацију лежишта минералних сировина одржаној 09.12.2013. године констатовано да је кандидат мр Томислав Шубарановић, дипл. инж. рударства предао урађену докторску дисертацију, па је на основу увида у дисертацију и пратећих докумената, а у складу са Статутом Рударско-геолошког факултета, предложено Наставно-научном већу Рударско-геолошког факултета да именује Комисију за оцену и одбрану докторске дисертације мр Томислава Шубарановића, дипл. инж. рударства под насловом *Оптимизација система одводњавања површинских копова* у саставу: др Божо Колоња, редовни професор (Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду), др Душан Полочић, редовни професор (Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду), др Милан Кукрика, редовни професор (Географски факултет Универзитета у Београду) и др Владимир Павловић, редовни професор у пензији.

Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду на седници одржаној 26.12.2013. године, сходно Статуту Рударско-геолошког факултета, донело је Одлуку бр. 1/384 од 27.12.2013. године којом се именује Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације мр Томислава Шубарановића, дипл. инж. рударства под насловом *Оптимизација система одводњавања површинских копова* у саставу: др Божо Колоња, редовни професор (Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду), др Душан Полочић, редовни професор (Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду), др Милан Кукрика, редовни професор (Географски факултет Универзитета у Београду) и др Владимир Павловић, редовни професор у пензији.

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација кандидата под насловом *Оптимизација система одводњавања површинских копова* припада научној области Експлоатација чврстих минералних сировина и механика стена за коју је Рударско-геолошки

факултет Универзитета у Београду матичан, а садржи елементе из ужих области површинске експлоатације и одводњавања површинских копова.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Мр Томислав Шубарановић, дипл. инж. рударства рођен је 16.05.1969. године у Прокупљу, где је завршио основну и средњу школу. Дипломирао је 1998. године на Катедри за површинску експлоатацију минералних сировина на Рударско-геолошком факултету, Универзитета у Београду. На истом факултету је 2006. године магистрирао са темом *Димензионисање водонепропусних екрана у системима одводњавања површинских копова угља*. Од Већа научних области Универзитета у Београду је 13.03.2009. године добио сагласност на предлог теме докторске дисертације под називом *Оптимизација система одводњавања површинских копова*.

Одмах по дипломирању, запошљава се на Рударско-геолошком факултету у Београду као стручни сарадник, где је радио до 2012. године, када прелази на дужност државног секретара у Министарству природних ресурса, рударства и просторног планирања. Положио је Стручни испит 2001. године из области рударства. Учествовао је у изради око 80 пројеката, студија и ревизија. Као аутор и коаутор објавио је у земљи и иностранству преко 90 радова. Као аутор објавио је једну монографију и један уџбеник. У периоду од 2002. до 2013. године радио је на 6 научно-истраживачких пројеката које је финансирала Влада Републике Србије.

Од 2002. до 2012. године обављао је дужност секретара Катедре за површинску експлоатацију и одржавао вежбе из предмета Одводњавање површинских копова, Менаџмент у рударству и Рекултивација површинских копова и одлагалишта. Од 2006. до 2012. године био је и шеф Лабораторије за одводњавање површинских копова на Рударско геолошком факултету.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација под називом Оптимизација система одводњавања површинских копова састоји се од 11 поглавља, при чему списак литературе садржи 95 референци, 218 страна текста са 51 табелом, 105 слика и 3 прилога. Поглавља докторске дисертације су:

1. Увод
2. Преглед истраживања предметне проблематике у земљи и иностранству
3. Одводњавање површинских копова
4. Фазе процеса одводњавања површинских копова
5. Анализа процеса одводњавања површинских копова
6. Поузданост система одводњавања површинских копова
7. Избор оптималног система одводњавања површинских копова на примеру површинског копа Дрмно

8. Закључна разматрања
9. Литература
10. Биографија аутора
11. Прилози

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У првом поглављу дат је приказ поставке и опис проблема, циљеви, основне хипотезе, примењена методологија и применљивост истраживања као и кратак приказ садржаја рада.

У другом поглављу дат је кратак преглед истраживања предметне проблематике у земљи и иностранству.

Трећим поглављем указано је на разноврсност, сложеност и значај одводњавања са аспекта поуздане експлоатације на површинским коповима.

Четвртим поглављем описана је корелација фаза процеса одводњавања и периода животног циклуса површинског копа. У овом поглављу истакнут је значај процеса одводњавања у свим периодима површинске експлоатације.

У петом поглављу дат је приказ процесне анализе и технике изградње процесних модела, извршена је детаљна анализа процеса одводњавања и приказано је формирање методологије одређивања оптималне процесне структуре система одводњавања. Детаљном анализом у потпуности су детерминисани сви процесни садржаји идентификованих управљачких и техничко-технолошких процеса одводњавања на бази којих су изграђени процесни модели за процес одводњавања на општем нивоу као и за идентификоване процесе на нижем нивоу.

У шестом поглављу дат је приказ анализе поузданости, еколошких ризика и економских ефеката рада система у функцији стања елемената система, радне средине, организације рада, одржавања и трошкова. Посебан акценат је дат на методе оптимизације функционалне поузданости елемената система одводњавања које укључују и методе анализе еколошких аспеката као и методе економске оцене.

У седмом поглављу приказан је избор оптималног система одводњавања површинских копова на примеру површинског копа Дрмно, применом дефинисане методологије и интегралног техно-економског модела за оптимизацију система одводњавања површинских копова, као провера и верификација почетне хипотезе истраживања.

Поглавље осам обухвата приказ закључака о развијеној методологији и интегралном техно-економском моделу, као и правце даљег истраживања у домену оптималног избора и поузданог рада система одводњавања.

У поглављу девет дат је приказ коришћене литературе са 95 референци, у поглављу десет се налази биографија кандидата, а у поглављу једанаест три неопходна прилога.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Докторском дисертацијом обрађена је врло актуелна проблематика оптимизације система одводњавања површинских копова. Актуелност и значај поља истраживања ове докторске дисертације произилази и из распрострањене научне и стручне заједнице која у својим радовима у научним и стручним часописима и конференцијама посвећује посебну пажњу овој теми.

При анализи проблематике одводњавања површинских копова утврђена је сва њена сложеност која условљава савремени мултидисциплинарни приступ и захтева потпуно познавање геолошких, хидрогеолошких и хидролошких карактеристика лежишта као и динамике подземних вода, хидротехнике, механике стена, бушачких радова, хидраулике и технике израде бунара, а делом и технологије израде подземних просторија. Обзиром на сву сложеност и мултидисциплинарност, сам избор система и изградња објеката одводњавања површинског копа не може се провести без геолошког и хидродинамичког моделирања радне средине, коришћења савременог приступа при одређивању поузданости система одводњавања и оптимизације избора објеката одводњавања.

За ефективно и ефикасно одводњавање површинских копова није довољан оптималан избор система и објеката већ и добро организован и управљив процес одводњавања односно дефинисан модел процеса система одводњавања. Ефективно и ефикасно одводњавање подразумева и избор одговарајуће методе, објеката и система одводњавања површинских копова који се разликују међу собом, јер непосредно зависе од количина површинских и подземних вода, од физичко-механичких карактеристика минералне сировине и пратећих стена, од технологије експлоатације и др. Правилан избор и реализација процеса одводњавања треба да оправда функционалност и економичност у одговарајућим условима оводњености лежишта. Због своје сложености и значаја за површинску експлоатацију процесу одводњавања неопходно је посветити пуну пажњу у свим периодима односно фазама површинске експлоатације.

Изражена потреба за стратешким управљањем аспектима животне средине при одводњавању површинских копова, стављања ван погона и напуштања објекта, тек недавно је успоставила јасне стандарде дугорочног планирања површинске експлоатације. Процес одводњавања површинског копа, са аспекта укупног планирања површинског копа, је континуиран низ активности који започиње претходним планирањем и пре пројектовања, отварања и изградње објеката, а завршава се постизањем дугорочне стабилности терена и успостављањем самоодрживог екосистема.

При планирању одводњавања до после експлоатационог периода неопходно је остварити, поред услова за сигурну и поуздану експлоатацију, и еколошко-социјалне услове при чему су посебно важни заштита здравља и сигурности људи, елиминисање негативних еколошких утицаја, успешно коришћење земљишта и ресурса воде и социјална и економска корист у току одрживог развоја и рада површинског копа.

Овако спроведена системска анализа представља савремен приступ проблематици одводњавања површинских копова.

Процесном анализом, која представља потпуно нов приступ проблематици одводњавања површинских копова, дефинисано је да процес одводњавања представља скуп активности, да активности процеса одводњавања доприносе стварању нових вредности и изводе их људи и/или опрема и да процес одводњавања укључује параметре радне средине и организационе факторе. Из претходног је произашао принцип да процес одводњавања треба да буде органски, а не механички што значи да су приликом дизајнирања, креирани одрживи процеси који ће деловати дуже време у будућности и који могу у синергији са другим процесима успешно да обављају своје пословне активности.

У функцији управљања процесом одводњавања издвојени су управљачки процеси везани за планирање, реализацију, мониторинг и контролу при чему су они поистовећени са фазама процеса одводњавања, а истовремено су издвојени потпроцеси и процесне активности сваке фазе процеса одводњавања. Тако, група потпроцеса и процесних активности *анализа улазних података и избор метода, објекта и система одводњавања* припада *фази планирања*. Излаз из процеса или фазе планирања су планови изградње објекта одводњавања и мониторинга и они представљају улазне елементе реализације процеса одводњавања. Група потпроцеса и процесних активности *изградња, експлоатација и одржавање објекта одводњавања* припада *фази реализације*. Излаз из процеса или фазе реализације одводњавања су континуални подаци о раду, капацитету, застојима, ефикасности и ефективности система одводњавања на површинском копу. Процеси мониторинга и контроле реализују се све време експлоатације објекта одводњавања и практично припадају фази реализације.

Процесно, одводњавање је анализирано са аспекта управљачких процеса и са аспекта техничко-технолошких процеса. Са аспекта управљања, стандардизовани модел који чине процеси планирања, реализације, мониторинга и контроле чине довољан и потребан ниво детаљности. Детаљном анализом процеса одводњавања површинског копа идентификовани су техничко-технолошки процеси: анализа просторних аспеката, анализа геолошких услова, анализа хидрогеолошких параметара, анализа хидролошких параметара, анализа геомеханичких параметара, анализа рударских радова, избор система одводњавања, изградња објекта одводњавања, избор опреме, систем мониторинга, систем контроле и одржавање система одводњавања.

Дефинисани модел омогућује квалитетно и поуздано одвијање процеса одводњавања у свим његовим фазама, од прелиминарних планова, преко израде инвестиционо-техничке документације до изградње и експлоатације система одводњавања јер има процесно детерминисан ток и јасну процедуру, односно методологију избора система. Обухватањем параметара ефикасности и ефикасности појединих делова система и система у целини преко метода оцене поузданости система, еколошких утицаја и еколошке цене као и економске оцене рентабилности у поменутој методологију добијен је свеобухватни модел за оптимизацију система одводњавања.

Методологија и интегрални техно-економски модел представљени преко модела процеса развијени су тако да обухвате све аспекте процесних активности уз истовремену квантитативну и квалитативну оцену свих специфичности планирања, реализације и управљања системима одводњавања али истовремено може да се користи и као информациона основа за изградњу интегралног информационог система одводњавања. На овај начин представљена је јасна систематизација процесних активности по логичким целинама уз уважавање свих улазних и излазних података у сваки од изграђених модела процеса.

Описани модел представља синтезу теоријских основа као и практичних аспеката реализације система одводњавања. Управо практични аспекти реализације система одводњавања инкорпорирани у теоријске основе омогућили су развој адекватног модела оптимизације система одводњавања који нуди јединствен механизам за анализу као и разноврстан скуп метода и алата за оптимизацију система одводњавања и представља потпуну процедуру стручњацима који практично реализују пројекте одводњавања.

Развијени модел оптимизације система одводњавања омогућава ефективнију и ефикаснију реализацију оваквих пројеката у односу на досадашњи приступ. Користећи овај модел могуће је још у фази планирања пројеката одводњавања избећи све потенцијалне ризике како са техничко-технолошког тако и са социјалног, еколошког и економског аспекта. Предвиђена итеративност у фази планирања оваквих пројеката омогућује стално преиспитивање резултата и учења што је свакако додатни бенефит реализованог модела.

Дефинисани модел у потпуности је верификован на примеру избора објеката одводњавања и оптимизације система одводњавања подземних вода на површинском копу Дрмно.

Уважавајући сву комплексност проблема, актуелност теме и савремен и оригиналан приступ оптимизацији система одводњавања површинских копова закључујемо да је докторска дисертација урађена на високом научном нивоу који задовољава све стандарде за израду докторске дисертације и да добијени резултати докторске дисертације представљају научни допринос у односу на постојеће стање и отварају простор за даља истраживања.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Кандидат се кроз своја научна истраживања и практична искуства сретао са бројним научним и стручним радовима и примерима из праксе, који су послужили као референтни приликом дефинисања проблема истраживања и креирања идеје за развој модела оптимизације система одводњавања на површинским коповима. Тако је у поглављу 9. Литература, наведено 95 литературних навода који су коришћени приликом израде ове докторске дисертације. Наведеним научним и стручним радовима и другом коришћеном литературом обухваћена је проблематика која је од суштинског значаја за израду докторске дисертације и која садржи теоријске основе, експерименталне резултате, анализу и дискусију добијених резултата као и изведене закључке.

Проучавање и анализа наведене литературе омогућили су да се прикаже стање у области одводњавања површинских копова, са акцентом на методологију избора и оцену ефективности и ефикасности система одводњавања из чега су проистекле и смернице за истраживања спроведена у оквиру ове дисертације.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Примењена методологија при изради ове докторске дисертације подразумева системску и процесну анализу избора система одводњавања и дефинисање процесних модела почев од анализе улазних података и услова одводњавања преко избора функционално поузданих, економски и еколошки ефикасних објеката и система одводњавања.

Методолошки посматрано у оквиру истраживања извршене су следеће активности:

- Систематизовано прикупљање, преглед и критичка анализа постојећих научних резултата и достигнућа из области одводњавања и избора и оптимизације система одводњавања;
- Систем анализом извршена је анализа и дефинисање домена система одводњавања површинских копова;
- Процесном анализом дефинисан је модел техничко-технолошких процеса као и модел процеса система одводњавања на општем заједничком нивоу;
- Системском анализом извршена је анализа утицајних података за избор система одводњавања;
- Анализа поузданости, еколошких ризика и економских ефеката рада система у функцији стања елемената система, организације рада, одржавања и трошкова;
- Оптимизација параметара система одводњавања у реалном времену и простору на бази развијене методологије и интегралног техно економског-модела који је базиран на процесној анализи система одводњавања, примени теорије случајних процеса, коришћењу статистичке методе за анализу прикупљених података о раду система одводњавања, техничкој, еколошкој и економској анализи у функцији поузданости и еколошких ризика система одводњавања.
- Верификација развијене методологије и интегралног техно-економског модела на примеру површинског копа Дрмно у костолачком басену угља.

На основу детаљне анализе докторске дисертације, може се закључити да примењене научне методе по свом значају и структури одговарају теми дисертације и спроведеном истраживању.

3.4. Применљивост остварених резултата

Резултати докторске дисертације могу имати широку практичну примену у области одводњавања површинских копова и то у свим периодима површинске експлоатације. У дисертацији је демонстрирана изводљивост и практична примена методологије и интегралног техно-економског модела на примеру избора објеката одводњавања и оптимизације система одводњавања подземних вода на површинском копу Дрмно.

Имајући у виду да површински коп Дрмно има веома велики прилив подземних вода у алувијону река Дунав и Млава, за даљу анализу и оптимизацију, применом процесног модела изабрана су као технолошки одговарајућа два система одводњавања. Систем који је сачињен само од линија бунара и комбиновани систем који чини водонепропусни екран и линије бунара са умањеним бројем бунара.

За оптимизацију и коначан избор система одводњавања коришћене су теорија случајних процеса, статистичке методе за анализу прикупљених података о раду система одводњавања, као и техничка, еколошка и економска анализа у функцији поузданости и еколошких ризика система одводњавања.

На бази симулације рада и техно-економске оцене оба анализирана система у периоду до краја експлоатације површинског копа Дрмно извршен је избор комбинованог система одводњавања који је функционално поузданији, еколошки прихватљивији и економски исплативији.

Практична примена предложене методологије и модела за оптимизацију система одводњавања демонстрирана је на примеру избора објеката одводњавања подземних вода на површинском копу Дрмно. Обзиром на велики прилив подземних вода, извршена је детаљна техно-економска анализа могућности заштите површинског копа Дрмно само линијама бунара или комбинацијом водонепропусног екрана и линија бунара са умањеним бројем бунара. Дате су основе хидродинамичког прорачуна снижења нивоа подземних вода и приказан хидродинамички модел лежишта угља Дрмно, а методологија обухвата рекалибрацију хидродинамичког модела лежишта угља Дрмно, хидродинамички прорачун снижења нивоа подземних вода и резултате прогнозних прорачуна, анализу поузданости, анализу економске цене и техно-економску анализу.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

У току израде докторске дисертације, кандидат Томислав Шубарановић је показао способност да сагледа проблем истраживања са више аспеката и креативно приступи његовом решавању. Анализирајући доступну литературу, учешћем на домаћим и међународним научним и стручним скуповима као и учешћем у реализацији пројеката одводњавања површинских копова у пракси, кандидат је уочио главне недостатке и проблеме постојећих приступа избора и оптимизације система одводњавања површинских копова и предложио оригинални приступ базиран на процесном моделу избора и техно-економској оптимизацији изабраног система одводњавања применом теорије поузданости, анализе еколошке прихватљивости и економске исплативости.

Резултати у вези са истраживањем докторске дисертације верификовани су у оквиру различитих практичних пројеката на површинским коповима и континуирано објављивани на међународним и домаћим конференцијама и часописима.

Свеобухватан и систематизован преглед стања у области која је предмет истраживања дисертације показује способност кандидата за самостално уочавање и сагледавање отворених проблема истраживања, као и критичку анализу постојећих сазнања. На основу наведеног, сматрамо да кандидат Томислав Шубарановић поседује потребно знање и искуство за самосталан научни рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Докторском дисертацијом обрађена је врло актуелна проблематика оптимизације система одводњавања површинских копова и из ње издвајамо следеће научне доприносе:

- Системска анализа којом је дат је свеобухватан и систематизован преглед параметара за избор и оптимизацију система одводњавања површинских копова. Системским приступом у анализи проблематике одводњавања површинских копова утврђени су и приказани сва њена сложеност као и мултидисциплинарни приступ у решавању проблема. Овако спроведена системска анализа представља савремен приступ проблематици одводњавања површинских копова.
- Процесна анализа, представља потпуно нов приступ проблематици одводњавања површинских копова. Процесним приступом дефинисано је да процес одводњавања представља скуп активности, да активности процеса одводњавања доприносе стварању нових вредности и изводе их људи и опрема и да процес одводњавања укључује параметре радне средине и организационе факторе на бази чега су креирани одрживи процеси који у синергији са другим процесима на површинском копу могу успешно да обављају своје пословне активности.
- Модели процеса система одводњавања. Процесно, одводњавање је детерминисано са аспекта управљачких процеса и са аспекта техничко технолошких процеса. Дефинисани модели омогућују квалитетно и поуздано одвијање процеса одводњавања у свим његовим фазама, јер има процесно детерминисан ток и јасну процедуру, односно методологију избора система. Методологија и интегрални техно економски модел избора оптималног система одводњавања представљени преко модела процеса, развијени су тако да обухвате све аспекте процесних активности уз истовремену квантитативну и квалитативну оцену свих специфичности планирања, реализације и управљања системима одводњавања али се може користити и као информациона основа за изградњу интегралног информационог система одводњавања. На овај начин представљена је јасна систематизација процесних активности по логичким целинама уз уважавање свих улазних и излазних података у сваки од изграђених модела процеса
- Дефинисање параметара ефективности и ефикасности појединих делова система и система у целини преко метода оцене поузданости система, еколошких утицаја и еколошке цене као и економске оцене рентабилности представља потпуно нов, свеобухватан, интердисциплинаран приступ и обједињавање знања из више научних области од интереса за избор оптималног система одводњавања.
- Дефинисан модел оптимизације представља синтезу теоријских основа као и практичних аспеката реализације система одводњавања површинских копова. Управо практични аспекти реализације система одводњавања

инкорпорирани у теоријске основе омогућили су развој адекватног модела оптимизације система одводњавања који нуди јединствен механизам за анализу као и разноврстан скуп метода и алата за оптимизацију система одводњавања и представља потпуну процедуру стручњацима који практично реализују пројекте одводњавања. Развијени модел оптимизације система одводњавања омогућава ефективнију и ефикаснију реализацију оваквих пројеката у односу на досадашњи приступ. Користећи овај модел могуће је још у фази планирања пројеката одводњавања избећи све потенцијалне ризике како са техничко технолошког тако и са социјалног, еколошког и економског аспекта. Предвиђена итеративност у фази планирања оваквих пројеката омогућује стално преиспитивање резултата и учења што је свакако додатни бенефит реализованог модела.

- Демонстрација изводљивости и практичне примене модела оптимизације приказана је на примеру избора објеката одводњавања и оптимизације система одводњавања подземних вода на површинском копу Дрмно.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Кандидат је у докторској дисертацији разматрао проблем оптимизације система одводњавања са аспекта поузданости избора, реализације и експлоатације система. Истраживачки рад заснован је на испитивању постојећих резултата академске и стручне заједнице уз укључивање сопствених теоријских и практичних искустава са циљем да се развије методологија и интегрални техно-економски модел за оптимизацију система одводњавања површинских копова.

Увидом у постављене хипотезе и добијене резултате, Комисија констатује да је кандидат успешно одговорио на постављена питања која су од значаја за решење постављених проблема оптимизације система одводњавања.

Методологија и интегрални техно-економски модел за оптимизацију, базирани на системској и процесној анализи система одводњавања, примени теорије случајних процеса, коришћењу статистичке методе за анализу прикупљених података о раду система одводњавања, техничкој, еколошкој и економској анализи у функцији поузданости и еколошких ризика система одводњавања обезбеђује, у процесу планирања и реализације пројеката система одводњавања површинског копа, поузданост, ефикасност и ефективност оваквих пројеката уз најмање негативне еколошке утицаје

Примењена методологија избора и модел оптимизације верификовани на примеру површинског копа Дрмно, како је то у дисертацији и приказано, могу се користити како за оцену и реинжењеринг имплементираних, тако и за пројектовање нових система одводњавања површинских копова без обзира на степен оводњености лежишта и врсту минералне сировине која се експлоатише.

Докторска дисертација садржи нове погледе на проблематику одводњавања површинских копова али истовремено отвара и нове правце истраживања. Када је реч о правцима даљих истраживања из ове области, свакако императив представља изградња интегралног информационог система одводњавања површинских копова базираног на дефинисаном процесном моделу, који треба да омогући квалитетније представљање улазних параметара и услова одводњавања

кроз модел лежишта и модел површинског копа као и специфичних анализа техничко технолошких, еколошких и економских ризика у свим фазама реализације модела односно пројекта одводњавања

4.3. Верификација научних доприноса

Списак објављених научно-стручних радова и научне монографије из области одводњавања површинских копова кандидата Томислава Шубарановића од 2009. године:

Категорија M23

1. **Subaranovic T.**, Pavlovic V., Polomcic D., Malbasic V.: Influence on environment of sealing screen at lignite opencast mines, *Journal Metalurgia International*, Vol. XVIII, No. 5, p.p. 169-175, 2013, (**IF=0,154**) (ISSN: 1582-2214), Romania

Категорија M33

1. Milanovic R., **Subaranovic T.**, Pavlovic M.: Influence of experimental horizontal drain to ground water level in Drmno open pit mine, *Proceedings of 10th Jubilee national conference with international participation of the open and underwater mining of minerals*, p.p. 333-337, 2009, (ISBN: 978-954-92219-6-1), Varna, Bulgaria
2. Stepanovic S., **Subaranovic T.**, Majstorovic J.: Effects of horizontal borehole application in the openpit dewatering system on slope stability, *Proceedings of 10th Jubilee national conference with international participation of the open and underwater mining of minerals*, p.p. 367-375, 2009, (ISBN: 978-954-92219-6-1), Varna, Bulgaria
3. **Subaranovic T.**, Jakovljevic I., Jovic B., Ivos V.: Dewatering effects in function of inner waste stability on open pit mine Drmno in Serbia, *Proceedings of the 4th International Geomechanics Conference Theory and practice of geomechanics for effectiveness the mining production and the construction*, p.p. 533-538, 2010, (ISBN: 978-954-92219-8-5), Varna, Bulgaria
4. Pavlovic V., **Subaranovic T.**, Polomcic D., Jakovljevic I.: The reliability of choice for water supply system of the Stanari thermal power plant, *Proceedings of the 11th National Conference with international participation of the open underwater mining of minerals*, p.p. 276-280, 2011, (ISBN: 978-954-92738-2-3), Varna, Bulgaria

Категорија M42

1. Павловић В., **Шубарановић Т.**: Поузданост, оптимизација и управљање системима одводњавања површинских копова, *Научна монографија*, стр. 140, (ISBN: 978-86-7352-240-1), (COBISS.SR-ID 192077836), Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет, Београд, 2012.

Категорија М52

1. **Шубарановић Т.**, Јоцић Б., Степановић С.: Приказ израде експерименталне хоризонталне дренажне бушотине на површинском копу угља Дрмно, *Часопис Подземни радови*, број 16, стр. 33-38, 2009, (ISSN 0354-2904), Рударско-геолошки факултет, Београд

Категорија М63

1. **Шубарановић Т.**, Јоцић Б., Павловић М.: Могућност примене фреквентне регулације у системима за одводњавање површинских копова, *Зборник радова VIII међународне конференције НЕМЕТАЛИ 2009*, стр. 319-323, 2009, (ISBN: 978-86-83497-12-6), Бања Врујци
2. **Шубарановић Т.**, Јаковљевић И., Јоцић Б.: Предности примене фреквентне регулације у системима за одводњавање површинских копова, *Зборник радова III међународног симпозијума о енергетском рударству - ЕР 2010*, стр. 195-197, 2010, (ISBN: 978-86-73522-15-9) Бања Јунаковић, Апатин
3. **Шубарановић Т.**, Лончар С., Степановић С., (2010), Поузданост избора броја бунара за водоснабдевање термоелектране Станари, *Зборник радова IX међународне конференције о површинској експлоатацији - ОМС 2010*, стр. 315-320, 2010, (ISBN: 978-86-83497-15-7), Врњачка Бања
4. Павловић В., **Шубарановић Т.**, Прокић С.: Техника, технологија израде и могућност примене типова екрана, *Зборник радова IX међународне конференције о површинској експлоатацији - ОМС 2010*, стр. 376-394, 2010, (ISBN: 978-86-83497-15-7), Врњачка Бања
5. **Subaranovic T.**, Polomcic D., Pavlovic V., Pajic N.: A transient three-dimensional numerical model of water impermeable screen effects on the groundwater inflow reduction into the mine (Case Study: Open pit mine Drmno, Serbia), *Proceedings 11th International Conference Research and development in mechanical industry RaDMI 2011*, Vol. 2, p.p. 1257-1264, 2011, (ISBN: 978-86-6075-028-2), Sokobanja, Serbia
6. Петровић Б., **Шубарановић Т.**, Вуковић З.: Провера стабилности завршне косине у односу на прву деоницу екрана на површинском копу угља Дрмно, *Зборник радова V међународне конференције УГАЉ 2011*, стр. 302-311, 2011, (ISBN: 978-86-83497-17-1), Златибор
7. Ћорић С., Павловић В., **Шубарановић Т.**: Провера стабилности прве деонице водонепропусног екрана на површинском копу угља Дрмно, *Зборник радова V међународне конференције УГАЉ 2011*, стр. 18-26, 2011, (ISBN: 978-86-83497-17-1), Златибор
8. **Шубарановић Т.**, Павловић В., Поломчић Д.: Хидродинамички прорачун Деонице 1 екрана на површинском копу угља Дрмно, *Зборник радова V међународне конференције УГАЉ 2011*, стр. 355-361, 2011, (ISBN: 978-86-83497-17-1), Златибор

9. Поломчић Д., Павловић В., **Шубарановић Т.**: Избор система одводњавања површинског копа Дрмно хидродинамичким прогнозним прорачунима, *Зборник радова X Међународне конференције о површинској експлоатацији - ОМС 2012*, стр. 275-290, (ISBN: 978-86-83497-19-5), Златибор
10. Павловић В., **Шубарановић Т.**, Поломчић Д.: Поузданост одводњавања линијама бунара, *Зборник радова VI међународне конференције УГАЉ 2013*, стр. 233-243, 2013, (ISBN: 978-86-83497-20-1), Златибор

Рад *Influence on environment of sealing screen at lignite opencast mines*, кандидат је, као први аутор, објавио у мултидисциплинарном часопису *Journal Metalurgia International*, Vol. XVIII, No. 5, p.p. 169-175, 2013. године (Прилог 1 Извештаја). Овај журнал је постављен на *ISI Web of knowledge regional Journal Expansion European Union 2010, multidisciplinary fields*:
http://isiwebofknowledge.com/products_tools/multidisciplinary/webofscience/contentexp/eu/

Овај мултидисциплинарни часопис објављује радове основних научних и индустријских истраживања у следећим областима: металургија, наука и инжењеринг материјала и различити сродни процеси (*The METALURGIA INTERNATIONAL magazine receives manuscripts of papers including basic scientific research and industrial research in the following fields: metallurgy, materials science and engineering and different relating processes.*). Поред инжењеринга, у оквиру садржаја часописа обухваћена је и проблематика животне средине (*Environmental Issues*). У раду кандидата суштински је, уз инжењеринг мултидисциплинарног процеса одводњавања који обухвата и депоније угља, руда гвожђа, бакра, боксита и др., као и одлагалишта јаловине, пепела и шљаке, како из рударских тако и из металуршких процеса, посебна пажња посвећена заштити животне средине..

У раду *Influence on environment of sealing screen at lignite opencast mines*, кандидат, по први пут у нашој пракси, у фазе планирања и реализације процеса одводњавања површинских копова, уводи еколошке принципе и анализира утицај одводњавања на животну средину што је један од значајних научно-истраживачких доприноса урађене докторске дисертације. Коришћење система дренажних бунара на површинским коповима лигнита проузрокује просторну промену природног режима подземних вода. Обарање нивоа у широкој зони површинских копова доводи до значајног утицаја на структуру плодног земљишта и биљни свет и ставља ван функције постојеће објекте за снабдевање водом. Ово повлачи за собом промену намене земљишта и тешкоће при водоснабдевању и наводњавању. Због тога је у оквиру оптимизације система одводњавања дате у докторској дисертацији, поред економских параметара, уведен као критеријум и услов еколошке одрживости постављеног процеса. На основу формираног хидродинамичког сложеног модела лежишта лигнита са задатим ограничењима и реалним током подземних вода, коришћењем програма *Groundwater Vistas 5.33b*, могу се ефикасно анализирати и оптимизовати разне варијанте система одводњавања. У раду су приказани резултати прорачуна за три варијанте система на примеру одводњавања површинског копа Дрмно, где се у

данашњим условима дренажним бунарима годишње испумпава око 13 милиона метара кубних воде. То су: Варијанта са одводњавањем само дренажним бунарима, Варијанта са делимичним одводњавањем бунарима и делимично екраном и Варијанта са делимичним одводњавањем дренажним бунарима и у потпуности са екраном. Тако је, као резултат доприноса методологије постављене у дисертацији, доказано да се са варијантама које укључују израду екрана значајно смањује количина испумпане воде, драстично ублажује утицај на ниво подземних вода ван контура површинског копа, увећава поузданост рада система одводњавања и обезбеђује сигурнији рад система хидроелектране Ђердап. На тај начин је оптимизацијом научно, техно-економски и еколошки верификована неопходност израде система одводњавања са екранима за површинске копове одводњених лежишта лигнита.

У наведеним и јавно презентованим радовима кандидат је поступно и фазно, као аутор или коаутор, извршио верификацију постављених идеја и хипотетичких ставова за реализацију циља истраживања на изради докторске дисертације, посебно везаних за поглавља која се односе на утврђивање фаза и анализе процеса одводњавања, поузданост система одводњавања и критеријуме за избор оптималног система одводњавања површинских копова. Такође, аутори или коаутори професори Владимир Павловић, Душан Поломчић и Слободан Ђорић (Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет) и професор Малбашић (Универзитет у Бања Луци, Рударски факултет) дали значајни допринос ефикасној реализацији научно предвиђених циљева дисертације у функцији нивоа научног сазнања, уграђивањем резултата научно-истраживачког рада у претходном периоду. Остали коаутори, који су у пракси на површинским коповима задужени за реализацију процеса одводњавања, су својим практичним и научно-истраживачким искуством помогли да се реално сагледају параметри радне средине, технологије израде објеката одводњавања, услови везани за стабилност објеката и критеријуми за избор оптималног система одводњавања површинских копова, а посебно на примеру површинског копа Дрмно.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Докторском дисертацијом обрађена је врло актуелна проблематика оптимизације система одводњавања површинских копова. Процесном анализом, која представља потпуно нов приступ проблематици одводњавања површинских копова, дефинисан је процес одводњавања који представља сложени скуп активности укључујући параметре радне средине и организационе факторе. Процесно, одводњавање је анализирано са аспекта управљачких процеса и са аспекта техничко-технолошких процеса. У функцији управљања процесом одводњавања издвојени су управљачки процеси везани за планирање, реализацију, мониторинг и контролу. Правилан избор и реализација процеса одводњавања оправдава функционалност и економичност у одговарајућим условима одводњености лежишта и обезбеђује поуздан рад површинских копова уз одрживи утицај на животну средину, што је од изузетног значаја за научну област

експлоатације чврстих минералних сировина. Дефинисана методологија и интегрални техно-економски и еколошки модел за оптимизацију система одводњавања површинских копова су применљиви у свим фазама површинске експлоатације, односно у свим фазама животног циклуса површинског копа.

Такође, методологија и модел се могу применити и за постављање кључних индикатора перформанси одводњавања у функцији мониторинга и контроле система одводњавања у експлоатационој и постексплоатационој фази површинског копа. Примена методологије и интегралног техно-економског модела је општег карактера и могућа је на свим површинским коповима без обзира на врсту минералне сировине која се откопава, лежишне услове и примењену откопно-утоварну и транспортну опрему. Свеобухватан и систематизован преглед стања у области која је предмет истраживања дисертације показује способност кандидата за самостално уочавање и сагледавање отворених проблема истраживања, као и критичку анализу постојећих сазнања.

На основу свега изложеног, Комисија констатује да докторска дисертација садржи оригиналне научне доприносе и испуњава све законске одредбе, формалне и суштинске услове, као и све критеријуме који се уобичајено примењују приликом вредновања докторске дисертације.

Комисија предлаже Наставно-научном већу Рударско-геолошког факултета, Универзитета у Београду да се докторска дисертација под називом *Оптимизација система одводњавања површинских копова* кандидата мр Томислава Шубарановића прихвати, изложи на увид јавности и упуту на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

.....
Проф. др Владимир Павловић,
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

.....
Проф. др Колоња Божо,
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

.....
Проф. др Душан Полочић,
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

.....
Проф. др Милан Куклика,
Универзитет у Београду, Географски факултет