

**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 Синише Арсеновића, маг. инж. геологије, 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:

„ПРОСТОРНИ ПОЛОЖАЈ ЛЕЖИШТА УГЉА ЂУРЂЕВИК: ГЕОФИЗИЧКО-ГЕОЛОШКИ МОДЕЛ“

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ Геолошко инжењерство

Студијски програм: Геофизика

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

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

Синиша (Живојин) Арсеновић, маг.инж. геологије

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

Универзитет у Београду-Рударско-геолошки факултет

3. Година дипломирања: 2012.

4. Назив магистарске тезе кандидата: /

Година уписа докторских студија: школска 2012/2013. 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 29.09.2016. год. размотрило предложену тему и закључило да је тема
подобна за израду докторске дисертације

ДЕКАН
Рударско-геолошког факултета

Проф. др Душан Полоччић

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 29.09.2016. 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 **Синише Арсеновића**, мастер инж. геологије.
2. Одобрава се именованом израда докторске дисертације под насловом *„Просторни положај лежишта угља Ђурђевић: геофизичко-геолошки модел“*.
3. За менторе се именују др Драгана Животић, ванр. проф. и др Весна Цветков, ванр. проф.
4. Сагласност на предлог теме докторске дисертације из ове одлуке даје Веће научних области техничких наука.

Д Е К А Н

др Душан Полочичић, ред. проф.

Достављено:

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

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

Име и презиме: др Драгана Животић

Звање: Ванредни професор

Списак радова објављених у научним часописима са Science Citation Index (SCI) листе који квалификују ментора за вођење докторске дисертације.

Радови у врхунским часописима међународног значаја (M₂₁)

1. Vuković N., Žvotić D., Mendonça Filho J.G., Kravić-Stevović T., Hámor-Vidó M., Oliveira Mendonça J., Stojanović K., 2016. **The assessment of maturation changes of humic coal organic matter – insights from closed-system pyrolysis experiments.** *International Journal of Coal Geology*, 154-155 (213-239). Geosciences, Multidisciplinary (21/175); IF₂₀₁₄ = 3,381. ISSN 0166-5162. Publisher: Elsevier.
2. Predeanu G., Panaitescu C., Bălănescu M., Bieg G., Gómez Borrego A., Diez M.A., Hackley P., Kwiecińska B., Marques M., Mastalerz M., Misz-Kennan M., Pusz S., Suárez Ruiz I., Rodrigues S., Singh A.K., Varma A.K., Zdravkov A., Žvotić D. 2015. **Microscopical characterization of carbon materials derived from coal and petroleum and their interaction phenomena in making steel electrodes, anodes and cathode blocks for the microscopy of carbon materials working group of the ICCP.** *International Journal of Coal Geology*, **139**, 63-79. Geosciences, Multidisciplinary (21/175); IF₂₀₁₄ = 3,381. ISSN 0166-5162. Publisher: Elsevier.
3. Žvotić D., Bechtel A., Sachsenhofer R., Gratzner R., Radić D., Obradović M., Stojanović K., 2014. **Petrological and organic geochemical properties of lignite from the Kolubara and Kostolac basins, Serbia: Implication on Grindability Index.** *International Journal of Coal Geology* **131**, 344-362. Geosciences, Multidisciplinary (21/175); IF₂₀₁₃ = 3,313. ISSN: 0166-5162. Publisher: Elsevier.
4. Žvotić D., Bechtel A., Sachsenhofer R., Gratzner R., Radić D., Obradović M., Stojanović K., 2015. Reprint of „**Petrological and organic geochemical properties of lignite from the Kolubara and Kostolac basins, Serbia: implication on grindability index**”. *International Journal of Coal Geology*, **139**, 165-183. Geosciences, Multidisciplinary (21/175); IF₂₀₁₄ = 3,381. ISSN 0166-5162. Publisher: Elsevier
5. Žvotić D., Stojanović K., Gržetić I., Jovančičević B., Cvetković O., Šajnović A., Simić V., Stojaković R., Scheeder G., 2013. **Petrological and geochemical composition of lignite from the D field, Kolubara basin (Serbia).** *International Journal of Coal Geology* **111**, 5-22. Geosciences, Multidisciplinary (26/172); IF₂₀₁₂ = 2,976. ISSN 0166-5162. Publisher: Elsevier.
6. Stojanović K., Žvotić D., 2013. **Comparative study of Serbian Miocene coals – insights from biomarker composition.** *International Journal of Coal Geology* **107**, 3-23. Geosciences, Multidisciplinary (26/172); IF₂₀₁₂ = 2,976. ISSN 0166-5162. Publisher: Elsevier.
7. Žvotić D., Jovančičević B., Schwarzbauer J., Cvetković O., Gržetić I., Ercegovac M., Stojanović K., Šajnović A., 2010. **The petrographical and organic geochemical composition of coal from the East field, Bogovina Basin (Serbia).** *International Journal of Coal Geology* **81**, 227-241. Geosciences, Multidisciplinary (45/167); IF₂₀₁₀ = 2,069. ISSN 0166-5162. Publisher: Elsevier.
8. Žvotić D., Gržetić I., Lorenz H., Simić V., 2008. **U and Th in Some Brown Coals of Serbia and Montenegro and Their Environmental Impact.** *Environmental Science and Pollution Research* **15**, 155-161. Environmental Science, Multidisciplinary (35/163). IF₂₀₀₈ = 2,492. ISSN 0944-1344. Publisher: Springer.
9. Žvotić D., Wehner H., Cvetković O., Jovančičević B., Gržetić I., Scheeder G., Vidal A., Šajnović A., Ercegovac M., Simić V., 2008. **Petrological, organic geochemical and geochemical**

characteristics of coal from the Soko Mine, Serbia. *International Journal of Coal Geology*, **73**, 285-306. Geosciences, Multidisciplinary (18/67). IF₂₀₀₈ = 1,768. ISSN 0166-5162. Publisher: Elsevier.

10. Ercegovac M., Životić D. and Kostić A., 2006. **Genetic–Industrial Classification of Brown Coals in Serbia.** *International Journal of Coal Geology*, **68**, 39-56. Energy&Fuels (9/62); IF₂₀₀₆ = 1,667. ISSN 0166-5162. Publisher: Elsevier.

Радови у часописима међународног значаја (M₂₃)

11. Andrić N., Fügenschuh B., Životić D., Cvetković V., 2015. **The thermal history of the Miocene Ibar Basin (Southern Serbia): new constraints from apatite and zircon fission track and vitrinite reflectance data.** *Geologica Carpatica* **66**, 37-50. Geosciences, Multidisciplinary (126/174); IF₂₀₁₃ = 1,083. ISSN 1335-0552. Publisher: Geological Institute of the Slovak Academy of Science.
12. Đoković N., Mitrović D., Životić D., Španić D., Troskot – Čorbić T., Cvetković O., Stojanović K., 2015. **Preliminary organic geochemical study of lignite from the Smederevsko Pomoravlje field (Kostolac Basin, Serbia) – reconstruction of geological evolution and potential for rational utilization.** *Journal of the Serbian Chemical Society* **80**, 575-588. Chemistry, Multidisciplinary (114/157); IF₂₀₁₄ = 0,871. ISSN: 0352-5139 (Print), ISSN: 1820-7421 (Online). Publisher: Serbian Chemical Society.
13. Stojanović K., Životić D., Šajnović A., Cvetković O., Nytoft H.P., Scheeder G., 2012. **Drmno lignite field (Kostolac Basin, Serbia): origin and palaeoenvironmental implications from petrological and organic geochemical studies.** *Journal of the Serbian Chemical Society* **77**, 1109-1127. Chemistry, Multidisciplinary (103/154); IF₂₀₁₁ = 0,879. ISSN 0352-5139.
14. Jelenković R., Kostić A., Životić D., Ercegovac M., 2008. **Mineral resources of Serbia.** *Geologica Carpathica* **59**, 345-361. Geosciences, Multidisciplinary (86/144); IF₂₀₀₇ = 1,081. ISSN 1335-0552.

Декан Рударско-геолошког факултета

др Душан Полончић, ред. проф.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

Име и презиме: др Весна Цветков

Звање: Ванредни професор

Списак радова објављених у научним часописима са Science Citation Index (SCI) листе који квалификују ментора за вођење докторске дисертације.

Радови у врхунским часописима међународног значаја (M₂₁)

1. Lesić, V., Márton, E., Cvetkov, V., Tomić D., 2013: Magnetic anisotropy of Cenozoic igneous rocks from the Vardar zone (Kopaonik area, Serbia). Geophysical Journal International, 193, 3, 1182-1197; ISSN: 0966-540X; doi: 10.1093/gji/ggt062, F₂₀₁₃ =2.922

<http://gji.oxfordjournals.org/content/193/3/1182.full.pdf>

Радови у истакнутом часописима међународног значаја (M₂₂)

2. Petrović, D., Cvetkov, V., Vasiljević, I., Cvetković, V., 2015: A new geophysical model of the Serbian part of the East Vardar ophiolite: Implications for its geodynamic evolution. Journal of Geodynamics (Pergamon, Oxford, United Kingdom), 90, 1-13; ISSN: 0264-3707; doi: 10.1016/j.jog.2015.07.003; F₂₀₁₅ =2.499

<http://dx.doi.org/10.1016/j.jog.2015.07.003>

Радови у часописима међународног значаја (M₂₃)

3. Rundić, Lj., Vasić, N., Životoć, D., Bechtel, A., Knežević, S., Cvetkov, V., 2016: The Pliocene Paludina Lake of Pannonian Basin: new evidence from northern Serbia. Annales Societatis Geologorum Poloniae, 86,1, 185-209; doi: <http://dx.doi.org/10.14241/asgp.2016.003>; Publisher: Journal of the Polish Geological Society; IF₂₀₁₄ =0.633

http://www.asgp.pl/sites/default/files/in_press_86_2_Rundic.pdf

4. Arsenović S., Urošević M., Sretenović B., Cvetkov V., Životić D. 2016. Modelling of coal seam of the deposit Đurđevik (BIH) by means of 2D reflective seismic. Journal of Geophysics and Engineering 13, 422-428; ISSN 1742-2132; doi:10.1088/1742-2132/13/3/422; IF₂₀₁₅=0.778

<http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-2132/13/3/422/meta>

5. Lesić, V., Márton, E., Cvetkov, V., 2007: Paleomagnetic detection of Tertiary rotations in the Southern Pannonian Basin (Fruška Gora). Geologica Carpathica, 58, 185-193, ISSN: 1335-0552; Publisher: Geological Institute of the Slovak Academy of Science; IF₂₀₀₇=1.081

http://www.geologicacarthica.com/GeolCarp_Vol58_No2_185_193.html

Декан Рударско-геолошког факултета

др Душан Полончић, ред. проф.

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата Синише Арсеновића за израду докторске дисертације

Одлуком Наставно-научног већа Универзитета у Београду – Рударско-геолошког факултета, која је донета на седници одржаној 19. маја 2016. године (бр. 1/246 од 20. маја 2016. године), именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Синише Арсеновића, маг. инж. геологије за израду докторске дисертације и научне заснованости теме под насловом: **„3D модел угљеног слоја Ђурђевичког басена на основу рефлективне сеизмике“**

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Синиша Арсеновић је рођен 31. октобра 1987. године у Тузли, Република Босна и Херцеговина. Основне академске студије „Студијски програм за нове информационе технологије“ на Универзитету “Слобомир П” у Бијељини уписао је школске 2006/07. године. Дипломирао је јула 2010. године са просечном оценом 7,65 и оценом 10 на одбрани завршног рада са темом „Информационе технологије у геофизичко-сеизмолошким истраживањима“. Школске 2010/11. уписао је мастер студије на студијском програму Геофизика, на Рударско-геолошком факултету Универзитета у Београду и завршио их у септембру 2012. са просечном оценом 9,15 и оценом 10 на одбрани мастер рада са темом „Истраживање лежишта угља сеизмичким методама“.

За време трајања мастер студија кандидат је обавио специјализацију у „Институту грађевинарства Хрватске д.д.“ у оквиру сектора за геотехнику – одсек за геофизику у периоду од 13.06.2011 до 16.07.2011. године (уверење бр.00-090/2011).

Аутор је једног рада у међународном часопису са SCI листе и седам радова који су презентовани на домаћим и међународним научним скуповима.

Од страних језика течно говори енглески. Члан је асоцијација European Association of Geoscientists and Engineers (EAGE) и Society of Exploration Geophysicists (SEG).

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Докторске академске студије на Рударско-геолошком факултету Универзитета у Београду на студијском програму Геофизика уписао је 2012. године и положио све планом и програмом предвиђене испите са просечном оценом 10,00.

Кандидат тренутно учествује на двогодишњем билатералном (2016-2017) пројекту између Србије и Словеније бр. 424TTQRAE “Микроструктура, морфологија и магнетизам природних кристала хематита и њихов геолошки значај”.

Као сарадник у ЦТУ ИПКИН, Синиша Арсеновић је учествовао у следећим пројектима који су везани за тему докторске дисертације и методама истраживања које ће бити примењене у изradi тезе и то:

2013. године

- Истраживање лежишта угља „Љешљани“ код Новог Града применом рефлективне сеизмике плићег дубинског захвата;
- Геофизичка истраживања на локалитету града Добој, насеља Шеварлије и Бољанић у склопу пројекта „Употреба обновљиве геотермалне енергије у граду Добоју“;
- Рефлективно-сеизмичка истраживања на лежишту мрког угља РМУ „Бреза“ у централним зонама тектонских блокова К-11, К-12 и К-13 експлоатационог поља јаме „Каменице“;
- Геофизичка истраживања на лежишту мрког угља „Ђурђевић“ у зони заштитног стуба просторија ТХ-18 и ДХ-26 јаме „Ђурђевић“;
- Геофизичка истраживања „Северног ревира“ у руднику „Подземна експлоатација“ РМУ Бановићи, Д.Д. Бановићи;
- Рефлективно сеизмичка истраживања у ближој зони индустријског круга у Сочковцу фирме за производњу и промет техничких гасова Messer BH Gas, д.о.о. Сарајево;

У оквиру SEG асоцијације и GWB (Geoscientists Without Borders) фондације 2015/2016. године учествује као експерт за геоелектрична испитивања на пројекту „Assessment of flood damaged infrastructures in Bosnia & Herzegovina and Serbia“.

У току докторских студија положио је све испите са просечном оценом 10,00. Списак положених испита са ЕСПБ бодовима:

Ред.бр.	Назив предмета	ЕСПБ
1	Глобални геофизички проблеми I	10
2	Докторска дисертација	10
3	Научно-истраживачки рад	10
4	Научно-истраживачки рад	10
5	Петрологија угљева	10
6	Посебна поглавља из математике	10
7	Припрема рада за часопис са СЦИ листе	10
8	Пројекат докторске дисертације	10
9	Семинарски рад I	10
10	Семинарски рад II	10
11	Специјалне области физике	10
12	Теоријски геофизички проблеми I	10
13	Теоријски геофизички проблеми II	10
14	Теренска и /или лабораторијска активност I	10
15	Теренска и /или лабораторијска активност II	10

Рад у међународном часопису - M23

1. Arsenović S., Urošević M., Sretenović B., Cvetkov V., Životić D. 2016. Modelling of coal seam of the deposit Đurđevik (BIH) by means of 2D reflective seismic. Journal of Geophysics and Engineering 13, Number 3, 422-428; Impact factor: 0.778, ISSN 1742-2132; doi:10.1088/1742-2132/13/3/422.

Саопштење са међународног скупа штампано у изводу - M34

2. Suto K., Arsenović S., Sugawara J., Aizawa T., 2016. An investigation of a landslide – prone area by MASW and resistivity surveys. Denver, Colorado USA, SAGEEP 2016; ISSN 1554-8015.

Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини - M63

3. Арсеновић С., Арсеновић Ж. 2015. Дефинисање клизне плохе у простору применом геофизичких метода. Зборник радова првог рударско-геолошког форума, Сребреница, 170-175.
4. Арсеновић С. 2014. Примјена рефлективно сеизмичке методе код идентификације структурно тектонског склопа плићег сегмента стјенског масива за потребе хидрогеолошких истраживања лежишта подземних вода у Брестовског код Сарајевског Кисељака. Зборник радова V симпозијума са међународним учешћем „РУДАРСТВО 2014“, Врњачка Бања, 482-487; ISBN:978-86-80809-84-7.
5. Арсеновић С. 2014. Примјена геофизичких метода код идентификације структурно тектонског склопа у литолошко стратиграфској грађи подповршинског сегмента стенског масива на локацији клизишта „Сарије“ у зони Јужне границе ПК „Богutowo село“, Зборник радова V симпозијума са међународним учешћем „РУДАРСТВО 2014“, Врњачка Бања; 488-493; ISBN:978-86-80809-84-7.
6. Арсеновић С. 2014. Примјена геофизичких метода истраживања код идентификације микро локације у стјенском масиву плићег подземља на подручју града Добој оптималних за експлоатацију геотермалне енергије. Зборник радова V симпозијума са међународним учешћем „РУДАРСТВО 2014“, Врњачка Бања, 494-500; ISBN:978-86-80809-84-7.
7. Арсеновић С., Дурановић Н. 2012. Утицај на животну средину звучних таласа који се распростиру кроз стјенски масив поремећен подземним рударским радовима при минирањима на површинском копу. Зборник радова III симпозијума са међународним учешћем „РУДАРСТВО 2012“, Златибор, 352-361; ISBN:978-86-80809-69-4.

Саопштење са скупа националног значаја штампано у изводу - M64

8. Арсеновић С., Арсеновић Ж. 2013. Моделирање угљеног слоја лежишта Бановићи (БИХ) на основу 2Д рефлективне сеизмике. I Конгрес геолога у Босни и Херцеговини са међународним учешћем, Тузла, Књига сажетака, 136; ISSN 1840-4073.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Кандидат Синиша Арсеновић је студент докторских студија на студијском програму Геофизика, има стручну спрему мастер инжењера геологије, рад у међународном часопису из категорије M23, радове саопштене на научним скуповима и учешће на пројектима, на основу чега Комисија констатује да кандидат поседује формалне услове за рад на докторској дисертацији. Синиша Арсеновић има искуства са сеизмичком методом истраживања чија примена је предвиђена у овој докторској дисертацији. Поред тога, у оквиру предмета „Научно-истраживачки рад“ и „Докторска дисертација“ на докторским студијама, кандидат је унапредио своје знање о структурно-геолошким карактеристикама басена мрких угљева. Све наведено указује да Синиша

Арсеновић задовољава и формалне и суштинске услове за рад на истраживању у оквиру предложене докторске дисертације.

2. Предмет и циљ истраживања

Примена сеизмичке методе код истраживања угљених басена и лежишта угљева присутна је у Великој Британији и Западној Немачкој још од седамдесетих година XX века (Ziolkowski, Lerwill, 1979). Главни циљ геофизичких истраживања је унапређење сазнања о структурно-геолошким карактеристикама лежишта, која омогућавају несметан процес производње у сложеним монтаж-геолошким услова (Clarke, 1976). Преглед геофизичких метода, значајних при истраживању угљева, објављен је од стране удружења SEG (Bunchanan and Jackson, 1986). Томас (Thomas, 2013) у својој књизи која третира проблематику геологије угљева, такође, даје приказ примене различитих геофизичких метода код истраживања угљева са примерима из праксе. Рефлективна сеизмика се показала као поуздана метода код истраживања лежишта угљева (Palmer, 1987; Zilkowski and Lerwill, 1979; Hearn, 2004; Zhou and Hathely 2004; Zhao and Wu, 2005; Zou et al., 2009; Gochioco et al., 2012; Stam et al., 2012), јер пружа довољно валидне податке који заједно са резултатима осталих истражних радова могу представљати основу за планирање процеса производње (Greenhalgh et al., 1986; Gochioco 1900; Poole et al., 1995; Pesowski and Larson, 2000; Jingbin, 2016).

Примарни задатак рефлективне сеизмике при истраживању угљева односи се на дефинисање елемената простирања раседа и угљених слојева (Zhou and Hatherly, 2000; Bates et al., 2009; Hale, 2013; Wu and Hale, 2015). Осим тога, доказано је да подаци добијени рефлективном сеизмиком могу представљати поуздан алат у процени ризика током процеса експлоатације, нарочито код издвајања потенцијално опасних зона у којима ће се вршити експлоатација.

Претходна рефлективна сеизмичка истраживања извршена су на делу лежишту мрког угља Ђурђевик, које представља источни део Бановићког угљеног басена. Угљени басен Бановићи подељен је на три подбасена/лежишта: Ђурђевик у источном, Бановићи у централном и Сеоне у западном делу. Подручје лежишта Ђурђевик изабрано је због комплексних структурно-тектонских односа који представљају добар полигон за тестирање могућности рефлективне сеизмике. Лежиште Ђурђевик је тектонска депресија укупне површине око 15 km², правца пружања запад-исток, чија дужа оса има дужину од 5,5 km а краћа око 3 km. Изграђено је од палеозојских, мезозојских, терцијарних и квартарних седимената (Глишић и др., 1976). Укупна производња у периоду од 1965-2000. године износила је 5 мил. тона угља, а процењена вредност резерви и ресурса износи око 59 мил. тона.

Предмет истраживања биће дефинисање просторног положаја Главног угљеног слоја и сложеног тектоског склопа лежишта Ђурђевик, који представља источни део Бановићког басена (БиХ). Истраживањима би се добио геофизичко-геолошки модел на основу комбинације података 2Д рефлективне сеизмике и података основних, детаљних и експлоатационих истражних радова. Будући да су на овом простору изражени структурно-тектонски односи, неопходна је велика густина података да би се омогућило успешно планирање процеса експлоатације. Дугогодишња експлоатација угља у овом лежишту показала је да није могуће вршити интерполацију између профила сачињених само на основу података истражног бушења, чак и на местима где је удаљеност између комора за истражно бушење (<30 m) јако мала. Велики број раседа оријентације исток-запад, север-југ и северозапад-југоисток, као и пукотинских система који их прати, а који су констатовани током процеса експлоатације, јасан је показатељ комплексног тектонског склопа лежишта. У циљу добијања јасније слике истражног простора неопходно је извршити корелацију података истражних радова (вертикалних и косих истражних пресека и података добијених картирањем јамских истражних радова) са подацима добијеним применом рефлективних

сеизмичких испитивања. Полазећи од делова лежишта за које постоје поуздани подаци, истраживања је потребно усмерити у правцу недовољно истражених делова лежишта, са циљем генерисања полазног модела који ће бити надограђиван кроз процес интерактивне обраде података тј. корелацијом са подацима нових истражних и експлоатационих радова.

Основни циљ истраживања ове докторске дисертације јесте утврђивање просторног положаја угљеног слоја и система раседа који су последица сложених геотектонских односа и геолошке еволуције самог простора на коме се налази лежиште. Њихов просторни положај биће утврђен на основу података геофизичких и геолошких истражних и експлоатационих радова, а обухватаће:

1. Реализацију високог нивоа испитаности истражног подручја применом 2Д рефлективне сеизмике,
2. Квалитативну геолошко-геофизичку интерпретацију података,
3. Формирање просторног модела угљеног слоја на основу података интерпретације сеизмичких секција у корелацији са осталим истражним радовима, као и
4. Дефинисање зона са потенцијалним опасностима за процес експлоатације услед зона деградираног стенског материјала и раседних зона у којима је повећана могућност продора већих количина воде у јамске просторије, као и урушавање кровине – *карта хазарда*.

Литература

- Bates K., Cheret T., Pauget F., Lacaze S. 2009. Vertical displacement on faults extracted from seismic, offshore Nigeria case study; 71st Annual International Conference and Exhibition, EAGE, Extended Abstracts.
- Buchanan D.J., Jackson J.L. 1986. Coal Geophysics. Geophysics Reprint Series No. 6, Society of Exploration Geophysicists, Tulsa, 466.
- Clarke A.M. 1976. Why modern exploration has little to do with geology and much more to do with mining, Colliery Guardian, 224, 323–336. Coal Geophysics. In: Buchanan, D.J., Jackson, J.L. (Eds.), Geophysics Reprint Series No. 6. Society of Exploration Geophysicists, Tulsa, 10–27, 466.
- Глишић Р., Дангић А., Милојевић Р. 1990. Угљоносни басен Бановићи. У: Чичић С., (Ед.), Минералне сировине Босне и Херцеговине, Том I: Лежишта угља; NIŠP Ослобођење Сарајево, 58-73.
- Gochioco L.M., 1990. Seismic surveys for coal exploration and mine planning, The Leading Edge 9(4), 25-28.
- Gochioco L.M., Gochioco J.R., Ruev Jr. F. 2012. Coal geophysics expands with growing global demands for safety and productivity, The Leading Edge 31, 308-314.
- Greenhalgh S., Suprajitno M., King D. 1986. Shallow seismic reflection investigation of coal in the Sydney basin, Geophysics 51, 1426-1437;
- Hale D. 2013. Methods to compute fault images, extract fault surfaces, and estimate fault throws from 3D seismic images. Geophysics 78(2), O33-O43.
- Hearn S. 2004. Shallow, high-resolution converted-wave seismology for coal exploration. Extended abstracts, ASEG 17th Geophysical Conference and Exhibition, Sydney.
- Jingbin C., Zhonghong W., Ping C., Quanhu L., Chen X. 2016. The application of seismic attribute analysis technique in coal field exploration. Interpretation 4 (1), SB13-SB21.
- Palmer D. 1987. High resolution seismic reflection surveys for coal. Geoexploration 24, 397-408;
- Pesowski M.S., Larson R.K. 2000. Seismic exploration methods applied to potash mining: Risk analysis and mine planning. SEG Technical Program Expanded Abstracts 2000, 1105-1108.

- Poole G., Walsh R., Newland A., Leung L. 1995. Combined seismic technology for mine planning - a user's perspective, *Exploration Geophysics* 26 (2/3), 319-324.
- Stam S., Guy G., Gordon N. 2012. Back analysis of roof classification and roof support systems at Kestrel North. *Proceedings 12th Coal Operators' Conference, University of Wollongong & the Australasian Institute of Mining and Metallurgy*, 42-51.
- Thomas L. 2013. *Coal Geology*. 2nd edition; John Wiley & Sons. Chichester, UK. 460 pp.
- Wu X., Hale D. 2015. 3D seismic image processing for faults. *SEG Technical Program Expanded Abstracts 2015*, 1728-1733.
- Ziolkowski A., Lerwill W. 1979. A simple approach to high resolution seismic profiling for coal. *Geophysical Prospecting* 27, 360-393.
- Zhou B., Hatherly P. 2000. Pushing coal seismic to its limits through computer aided interpretation and 3D seismic. *Exploration Geophysics* 31, 343-346.
- Zhou B., Hatherly P. 2004. Coal seismic depth conversation for mine data integration: a case study from the Sandy Creek 3D seismic survey. *Exploration Geophysics* 35, 324-330.
- Zhao P., Wu X. 2005. How seismic has helped to change coal mining in China. *First Break* 23, 31-34.
- Zhou J.P., Peng S.P., Li Y.J., Chen Z.H., Xie H.P. 2009. Investigation of karst collapse based on 3-D seismic technique and DDA method at Xieqiao coal mine, China. *International Journal of Coal Geology* 78, 276-287

3. Полазне хипотезе

Примена недеструктивне сеизмичке методе је честа код истраживања лежишта угљева. На основу резултата сеизмичких рефлективних испитивања пројектује се оптималан број истражних радова са локацијама и дубинама истражних радова које ће дати најбоља решења. Уколико се сеизмичка истраживања укључе накнадно у фази експлоатационих, а не основних истраживања, мења се и начин примене саме методе. У овом случају истраживања ће се врши по мрежи чија је геометрија у складу са постојећим истражним радовима и одступа од правоугаоне - правилне мреже, на основу које се задовољава законом прописан ниво истражености лежишта. На основу оптималне мреже профила са 2Д секцијама може се добити поуздан тродимензионални модел лежишта. Моделовање угљеног слоја може се вршити на основу константне (просечне) вредности дебљине угљеног слоја (пратећи једну слојну границу која „пружа“ јаснији одзив) или на основу интерпретације две слојне границе (кровински седименти - угљена серија и угљена серија - подински седименти). У другом случају, када одступамо од константне дебљине угљеног слоја, долази до одступања од процењених вредности количине резерви угља и модел се приближава стварном „стању“ угљеног слоја.

Један од циљева обраде података рефлективне сеизмике чини стварање погодних подлога за интерпретацију структурно-тектонских односа тј., раседних зона. На основу интерпретације раседних система са мањим и већим скоковима, могуће је вршити процену континуитета пружања угљеног слоја. Такође, могуће је вршити и оконтуривање здробљених-катаклазираних зона, које су саме по себи носиоци ризика за процес експлоатације, и тим подацима надоградити крајњи модел. Тако надограђен модел чини иновативну подлогу за планирање безбеднијег процеса експлоатације.

4. Научне методе истраживања

У овом раду биће анализирани подаци добијени на основу примене дводимензионалне рефлексивне сеизмике и постојећих истражних и експлоатационих радова.

- У теоријском (општем) делу дисертације извршити ће се симулација сеизмичке аквизиције података на синтетичком моделу лежишта угља. За формирање модела користи ће се реални податаци добијени истражним радовима у непосредној близини испитиваног простора. Синтетички модел послужиће као полигон на коме ће се дефинисати оптимални параметри аквизиције и карактеристике сеизмичких извора. Такође, извршиће се синтеза постојећих сазнања проблематике која је тема ове дисертације и донеће се закључци на основу којих ће се извести практични део рада.
- Проблематика танког угљеног слоја, сложен тектонски склоп лежишта, варијације дубине залегања угљеног слоја, чине поступак аквизиције веома захтевним, због чега је потребно извести низ сеизмичких тестова и структурно-тектонску анализу микролокација да би се на правилан начин дизајнирали теренски радови.
- За аквизицију ће бити коришћен двадесетчетвороканални сеизмометар *Geometrics Geode* са геофонима одговарајуће фреквенције. Извор сеизмичких таласа мора обезбедити довољно енергије, са што мањом деградацијом квалитета снимка услед интерференције са сметњама које настају као последица рада машина ангажованих на експлоатацији, зрачног удара као последице активирања импулсног извора и сл. Имајући у виду потребну дубину истраживања, теренске услове и дужину диспозитива потребно је одабрати најоптималнији извор сеизмичких таласа. Приликом извођења аквизиције потребно је водити рачуна о квалитетету прикупљених података, о присуству сметњи, односу користан сигнал/шум и извршити оптималан број стекирања снимака по позицији паљења.
- На синтетичком моделу, на којем ће се тестирати параметри аквизије, вршиће се и оптимализација постојећег алата за обраду сеизмичких података. Вршиће се симулација сеизмичких атрибута (дифракција, мултипли, поларитет амплитуде, рефлексција и сл.) на секцијама. Принцип обраде података са високом резолуцијом биће примењен на свим сеизмичким линијама. Главни циљ овог приступа је да се сачува што више податка, односно да се спречи негативан утицај предимензионисаног филтрирања у коме се уз сметње губи део корисних информација. Анализа брзина на сеизмичким секцијама вршиће се употребом CVS (Constant Velocity Scan), где се у складу са структурном анализом одабирају стекови са константном брзином у првој итерацији и пикирају задовољавајуће вредности за цео опсег брзина. Овај приступ је уобичајен за средине у којима је геологија комплексна. Као завршна фаза обраде сеизмичких података изводи се превођење временске секције у дубинску. У овој фази изврши ће се корелација са постојећим подацима истражних бушења, јамских просторија и јамских бушотина (у непосредној близини сеизмичких секција).
- На основу мреже укрштених 2Д профила, одговарајуће густине, која мора бити прилагођена монтан-геолошким условима лежишта, могуће је направити просторну интерпретацију, односно генерисати тродимензионални приказ угљене серије у зони захваћеној истражним радовима. Пожељно је фактор интерполације свести на минимум, односно оптимализовати зоне у којима се врши интероплација на сегменте у којима је очекивана мања израженост структурно-тектонских дисконтинуитета.

5. Очекивани научни допринос

Коришћењем података дводимензионалне рефлексивне сеизмике, чија је аквизиција вршена дуж траса укрштених профила:

- Постиге се тродимензионална (просторна) сеизмичка интерпретација истражног подручја, под условом да се задовоље критеријуми лежишних услова, односно да се прикупљени подаци узоркују одговарајућом густином.
- Дефинисаће се просторни положај раседних зона, мањег и већег нивоа на испитиваном простору.
- Формира ће се тродимензионални модел ризичних сегмената за процес експлоатације услед повећане вероватноће продора воде у јамске просторије, урушавања јамских просторија услед деградираног стенског материјала у непосредној зони јамске просторије и сл.
- Критичне зоне при експлоатацији угља често се не могу избећи, те би успостављени геофизичко-геолошки модел требало да омогући оптималан приступ при планирању, инфраструктуре електро мреже, постројења за одводњавање и јамских просторија, што би у великој мери ублажило или чак спречило непотребне губитке јамске опреме и оног највреднијег - људских живота.

6. План истраживања и структура рада

План истраживања у оквиру ове докторске дисертације обухвата анализу свих доступних података у циљу формирања интегралног 3Д модела угљеног лежишта са издвојеним раседима, као и са картом хазарда. Овакав приступ је могућ кроз систематски приступ решавању проблема. Најпре је потребно сагледати постојећу документацију и направити пресек потребних сазнања. На основу тога, даље ће се врши израда ситнетичког модела на коме ће се тестирати параметри аквизиције и формирати адекватан дизајн примењеног истраживања у коме се мрежа профила поставља по оптимизираном распореду у односу на постојеће истражне и експлоатационе радове, као и структурно-геолошки склоп лежишта. Након аквизиције врши се обрада и интерпретација. Процес интерпретације мора проћи кроз неколико фаза корелације са новонасталим истражним радовима да би модел у потпуности задовољио критеријуме поузданости за директно планирање експлоатације.

На основу свега наведеног, истраживачки рад на овој докторској дисертацији могуће је грубо поделити у следеће фазе:

1. Анализа постојеће документације, претходних истражних радова и дефинисање микролокације захваћене истражним радовима;
2. Израда синтетичког модела на коме ће се вршити симулације параметара аквизиције и сеизмичких атрибута;
3. Теренска рефлексивна сеизмичка истраживања - аквизиција података путем дефинисане мреже укрштених профила и параметара утврђених у претходним тестовима;
4. Обрада и анализа података уз примену савремених софтверских алата;
5. Корелација и детаљна интерпретација података, израда тродимензионалног модела. У овом делу вршиће се корелација сеизмичких података са подацима осталих геолошких дисциплина са циљем добијања поузданије подлоге за израду тродимензионалног модела циљаних геолошких структура. Креирање модела укључује и интерактиван процес обраде и интерпреације податка. У софтверском пакету *AutoCad* вршиће се интеграција геофизичких секција и осталих истражних и експлоатационих радова (истражне бушотине са површине терена и јамске истражне бушотине), рударски истражни и експлоатациони радови (ходници, ускопи, нископи, окна), као и откопани делови лежишта. У таквом окружењу вршиће се моделовање дела угљеног слоја који је захваћен мрежом сеизмичких профила.

7. Закључак и предлог

На основу анализе поднетог материјала у вези са предложеном докторском дисертацијом, њених циљева, очекиваних резултата, предложене методологије и програма истраживања, као и на основу наведених података о научно-истраживачкој активности кандидата Синише Арсеновића, маг. инж. геологије, Комисија доноси следеће закључке:

1. Кандидат **Синиша Арсеновић, маг. инж. геол.**, испуњава Законом предвиђене услове за пријаву теме и израду докторске дисертације;
2. Предложена тема под насловом: „**3D модел угљеног слоја Ђурђевичког басена на основу рефлексивне сеизмике**“ научно је заснована и може да буде предмет докторске дисертације. Комисија предлаже да се наслов теме промени и да гласи: „**Просторни положај лежишта угља Ђурђевик: гефизичко-геолошки модел**“;
3. Предложена тема докторске дисертације ће се реализовати у оквиру уже научне области **Геофизика**;
4. За ментора Комисија предлаже **проф. др Драгану Животић, ванредног професора и др Весну Цветков, ванредног професора** које испуњавају све законом прописане услове.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

.....
Проф. др Драгана Животић, ванредни професор
Универзитета у Београду, Рударско-геолошки факултет

.....
Проф. др Весна Цветков, ванредни професор
Универзитета у Београду, Рударско-геолошки факултет

.....
Др Бранислав Сретеновић, доцент
Универзитета у Београду, Рударско-геолошки факултет

.....
Проф. др Милован Урошевић, ванредни професор
Curtin University, Department of Exploration Geophysics Perth, Australia

.....
Проф. Др Миленко Буразер, ванредни професор
Универзитета у Новом Саду, Технички факултет „Михајло Пупин“, Зрењанин