

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ – ХЕМИЈСКИ ФАКУЛТЕТ
НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Образложење предлога теме докторске дисертације мастер хемичара Алексе Д. Визија, под радним насловом:

„Упоредна петрографска и геохемијска анализа лигнита из поља Тамнава-Запад и Радљево као индикатор палеовегетације и палеосредине стварања угљоносних слојева у басену Колубара“

1. Научна област: Хемија

Ужа научна област: Примењена хемија

2. Предмет научног истраживања

Предмет истраживања предложене докторске дисертације подразумева геохемијску и петрографску карактеризацију стратиграфски узетих узорака лигнита (горњеоценске старости) са површинских копова поља Тамнава-Запад и Радљево (басен Колубара). Циљ дисертације је да се на основу наведених анализа реконструише порекло и палеосредина стварања угљених слојева.

Подручје истраживања обухвата Колубарски угљоносни басен, то јест површинске копове поља Тамнава-Запад и Радљево. У оквиру овог угљоносног басена налази се руднички басен Колубара, који је један од највећих произвођача лигнита у Србији [1], где се произведе око 29 милиона тона годишње. Ова количина произведеног лигнита представља око 70% произведеног угља у Србији [1, 2]. Пројекције предвиђају да се у периоду 2021-2060. године производња угља остварује на три површинска копа, при чему је важно усклађивање количине угља лошијег квалитета (поља Радљево и Тамнава-Запад) и угља бољег квалитета (поље "Е") [2].

Угаљ се може дефинисати као горућа седиментна стена која се формира таложењем остатака копнених биљака и у знатно мањој мери акватичних организама са малим садржајем неорганског материјала [3]. Основне карактеристике угља и његов квалитет су детерминисани пореклом, средином таложења и зрелошћу (рангом угља) [4]. Лигнит, који је заступљен на подручју истраживања, припада најнижем рангу угља. Овај ранг угља карактерише висок садржај влаге, испарљивих и неорганских супстанци, док су вредности садржаја органског угљеника и топлотна моћ релативно ниске, али се могу знатно разликовати у зависности од литотипа [5-8].

Истраживање угљева се може заснивати на различитим техникама и анализама, у зависности од потреба. На основу раличитих техника, могуће је дефинисати депозиционе услове, порекло органске супстанце и неорганских компоненти, применљивост угља за гасификацију и брикетирање, као и његов утицај на животну средину и здравље људи.

3. Основне хипотезе

Полазећи од предмета и циљева истраживања, у овој докторској дисертацији биће тестиране следеће хипотезе:

1. Општи геохемијски параметри, биомаркери и њихов изотопски састав се, заједно са петрографском анализом, могу користити за одређивање порекла и праћење палеоеколошких и палеоседиментационих промена у угљеним слојевима.
2. Садржаји макро и микроелемената се, заједно са петрографском и минералошком анализом, могу користити у праћењу депозиционих услова и порекла минералних компонената угљених слојева.
3. Свеопшта реконструкција порекла и услова у палеосрединама таложења се може извести свеобухватном анализом органске супстанце и минералне компоненте лигнита.
4. На основу петрографских и геохемијских анализа може се утврдити применљивост лигнита.

4. Циљ истраживања и очекивани резултати

Основни циљ ове докторске дисертације јесте реконструкција порекла и палеосредине таложења лигнита у Колубарском басену, стратиграфске припадности горњег миоцена (пре око 6 милиона година). Поред тога, биће изведена процена применљивости лигнита за брикетирање, гасификацију и употребу у термоелектранама. Резултати ових истраживања ће допринети бољем разумевању геолошког развоја подручја, очувања органске супстанце и променама у палеосредини таложења који су томе допринели.

Конкретни циљеви и очекивани резултати обављају:

1. Одређивање литотипа и квалитета лигнита на основу техничке, хемијске и петрографске анализе..
2. Утврђивање порекла органске супстанце угља (прекурсорских фамилија биљака), и реконструкцију палеоеколошких и палеоседиментолошких услова у средини таложења, У овом циљу биће урађена детаљна анализа биомаркера, израчунат велики број одговарајућих специфичних параметара, одређен изотопски састав најобилнијих индивидуалних биомаркера и израчунати петрографски индекси.
3. Одређивање обогаћења микроелеменатима и њиховог афинитета у колубарском лигниту. Степен обогаћења ће бити одређен у односу на просечне вредности концентрација микроелемената у уљевима истог ранга и састава горњег дела Земљине коре, док ће њихов афинитет бити утврђен на основу корелационе анализе са садржајима укупног органског угљеника и минералних компонената. Поред тога, користећи резултате минералошке и техничке анализе лигнита могуће је одредити порекло присутних елемената.

5. Методе истраживања

Истраживања у оквиру ове докторске дисертације биће реализована у следећим институцијама: Универзитет у Београду – Хемијски факултет, Универзитет у Београду – Рударско-геолошки факултет, Технички универзитет у Леобену (Montanuniversität Leoben), Технички факултет у Хебеју (Hebei University of Engineering) и Институт за нуклеарне науке „Винча“ у Београду.

За потребе докторске дисертације биће примењене следеће методе, технике и процедуре:

- Узорковање угља ће бити изведено стратиграфски. Сви узорци ће бити узорковани у складу са литолошким променама из две бушотине: (1) површински коп "Радљево" (44.468918, 20.183898) и (2) површински коп "Тамнава-Западно поље" (44.464660, 20.223203). Маса узетог узорка ће бити око 50 g, како би се извеле све потребне анализе и обезбедила резервна количина узорка. Узорци ће бити осушени на ваздуху и хомогенизовани у авану.
- На узетим узорцима биће изведена основна техничка анализа угљева, при чему ће бити одређени следећи параметри: садржај влаге, испарљивих материја, коксног остатка, везаног угљеника и пепела. Садржај влаге биће одређен применом двостепене методе (ISO 5068–2:2007), док ће садржај осталих параметара бити одређен према ISO 562:2010 и ISO 1171:2010 стандардима. Помоћу елементарне анализе биће одређен садржај угљеника (органског и неорганског), сумпора, водоника и азота. Ова анализа поред техничке анализе даје неопходне податке за тумачење других резултата.
- Узорци ће бити припремљени за анализу биомаркера на следећи начин.. Најпре ће бити изведена екстракција по Soxhlet-у, при чему ће се као екстракционо средство користити азеотропна смеша дихлорметана и метанола. Из добијеног екстракта ће бити сталожени асфалтени, након чега ће малтени бити фракционисани на силика гелу у микроколони. Фракционисањем ће бити добијене: алифатична, ароматична и поларна малтенска фракција. Добијене алифатичне и ароматичне фракције свих узорака ће бити анализиране на гасном хроматографу куплованим са масеним спектрометром (енг. *Agilent 7890A coupled to a mass selective detector Agilent 5975C, GC/MS*). За обраду хроматограма биће коришћен одговарајући софтвер (*Agilent MSD ChemStation Data Analysis*), док ће идентификација биомаркера бити изведена на основу базе масених спектра Националног института за стандарде и технологије (National Institute of Standards and Technology, NIST) и литературе. Поред идентификације, биће изведена и квантификација биомаркера методом интерног стандарда. Као стндарди биће коришћени деутерисани тетракозан (енг. *tetracosane-d50*) у алифатичној, и 2,2'-бинафтален (енг. *2,2'-binaphthalene*) у ароматичној фракцији.
- У алифатичним и ароматичним фракцијама репрезентативних узорака ће бити измерен изотопски састав угљеника ($\delta^{13}\text{C}$) појединачних биомаркера Овај тип анализе је веома значајан за прецизно одређивање порекла и дијагенетских трансформација органске супстанце.
- Петрографска анализа ће бити изведена на свим узорцима и подразумеваће идентификацију и квантификацију индивидуалних мацерала из група хуминита, липтинита и инертинита. Ова анализа ће бити изведена на флуоресцентном петролошком микроскопу (*Zeiss Axio Imager II microscope with Diskus-Fossil software*). На основу ове анализе биће одређено порекло и тип угља, као и процеси који су могли да доведу до измена органске супстанце.
- Присуство и оквирна заступљеност минерала биће одређена уз помоћ дифракције рендгенских зрака (енг. *X-ray diffraction, XRD*). На основу ових резултата ће бити одређен минерални састав лигнита.
- Садржаји микро и макроелемената ће бити првостепено одређени на спектрометру флуоресценције рендгенских зрака (енг. *X-ray fluorescence spetrometry, XRF*), након чега ће узорци бити припремљени и анализирани на оптичком емисионом спектрометру са индуковано спрегнутом плазмом (енг. *Inductively Coupled Plasma*

Optical Emission Spectroscopy, ICP-OES) и масеним спектрометром са индуковано спрегнутом плазмом (енг. *Inductively Coupled Plasma Mass Spectroscopy, ICP-MS*). На *ICP-MS* ће бити одређен садржај елемената ретких земаља. Садржај радиоактивних елемената биће одређен уз примену методе са затвореном ћелијом (RTM1688-2 de vice of SARAD GmbH). Ове анализе биће искоришћене за различите корелационе и статистичке анализе. У комбинацији са техничком и минералошком анализом, ови подаци ће бити коришћени за тумачење порекла неорганских компонената угља.

- На скенирајућем електронском микроскопу (енг. *Scanning electron microscope, SEM*) ће бити посматрани репрезентативни узорци одабрани на основу петрографске и *XRD* анализе. Резултати ове анализе ће омогућити тумачење порекла неорганске компоненте угља.
- Добијени резултати ће бити сагледавани графички у складу са дубином узорковања. На основу промена параметара и њихових односа биће интерпретиране промене у средини таложења кроз седиментолошки стуб. Заступљеност, распрострањеност и припадност елемената одређеном типу компоненте угља биће статистички обрађена уз помоћ униваријантних и мултиваријантних статистичких метода (нпр. енг. *One-Way ANOVA/Kruskal-Wallis* уз *Tukey post hoc* тест, *Mann-Whitney*, *Linear/multiple regression*, *PCA*, *PERMANOVA* и слични). За анализу података и статистичку обраду резултата ће се користити следећи програми: *Excel*, *PAST*, *OriginPro*, *R*. За потребе интерпретације и приказивања одређених просторних података биће коришћен пакет програма *QGIS*.

6. Литература

1. Đukićin, S., Đorđević, J., Milanković J. (2014) Spatial and Social Changes caused by the Continuous Exploitation of Lignite in the Kolubara Lignite Basin, Serbia. *Acta Geographica Slovenica*, 54-1, pp. 41-49.
2. Институт за архитектуру и урбанизам Србије (2020) Просторни план подручја посебне намене за изградњу термоелектране "Колубара Б". Београд: Министарство грађевинарства, саобраћаја и инфраструктуре
3. Schwarzhauer, J., Jovančičević, B. (2015) Fossil Matter in the Geosphere. Springer Cham. Dostupno na: DOI 10.1007/978-3-319-11938-0.
4. O'Keefe, J. M. K., Bechtel, A., Christanis, K., Dai, S., DiMichele, W. A., Eble, C. F., Esterle, J. S., Mastalerz, M., Raymond, A. L., Valentim, B. V., Wagner, N. J., Ward, C. R., Hower, J.C. (2013) On the fundamental difference between coal rank and coal type, *International Journal of Coal Geology* 118, pp. 58-87. Dostupno na: <http://dx.doi.org/10.1016/j.coal.2013.08.007>.
5. Животић, Д. (2018) Геологија угљева. Београд: Рударско-геолошки факултет
6. Taylor G. H., Teichmüller M., Davis A., Diessel C. F. K., Littke R., Robert P. (1998) *Organic Petrology*. Gebrüder Borntraeger-Berlin-Stuttgart, 704 pp.
7. ECE-UN (1998) Economic Commission for Europe, Committee on Sustainable Energy - United Nations: International Classification of in-Seam Coals. *Energy* 19, 41 pp.
8. Mitrović D., Đoković N., Životić D., Bechtel A., Cvetković O., Stojanović K. (2017) Characterisation of lignite lithotypes from the "Kovin" deposit (Serbia) – Implications from petrographic, biomarker and isotopic analysis. *Journal of the Serbian Chemical Society* 82, 739-754. Dostupno na: <https://doi.org/10.2298/JSC161122030M>.