

РЕЦЕНЗИЈА
НА ДОКТОРСКАТА ДИСЕРТАЦИЈА ПОД НАСЛОВ
„ГЕОИНФОРМАТИЧКО И ГЕОЛОШКО МОДЕЛИРАЊЕ, СТАТИСТИЧКА
И ГЕОСТАТИСТИЧКА РАСПРЕДЕЛБА НА ТЕХНОЛОШКИ-КРИТИЧНИ
ЕЛЕМЕНТИ (ТСЕ) ВО ХОРИЗОНТИТЕ VIII, IX, X, XI ВО РУДНИКОТ
ТРЕПЧА”, ПРИЈАВЕНА НА ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ
НАУКИ ПРИ УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ” ВО ШТИП ОД
КАНДИДАТОТ М-Р БЕРАТ СИНАНИ

Со Одлука број 0206-424/3 од 16.6.2026 година, донесена на седница на Наставно-научниот совет на докторски студии на Кампус 2 (Природно-математички, биотехнички и техничко-технолошки науки) на Универзитет „Гоце Делчев” во Штип, формирана е Комисија за оценка и одбрана на докторската дисертација под наслов „Геоинформатичко и геолошко моделирање, статистичка и геостатистичка распределба на технолошки-критични елементи (ТСЕ) во хоризонтите VIII, IX, X, XI во Рудникот Трепча“ од кандидатот м-р Берат Синани, студент на трет циклус докторски студии во академската 2021/2022 година, на студиската програма Петрологија, минералологија и геохемија, во состав:

- проф. д-р Горан Тасев, претседател;
- проф. д-р Соња Лепиткова, член;
- проф. д-р Тена Шијакова-Иванова, член;
- проф. д-р Арианит Река, член (екстерен ментор);
- проф. д-р Иван Боев, член (интерен ментор).

Врз основа на деталното разгледување на доставената докторска дисертација, Комисија во горенаведениот состав го поднесува следниов

ИЗВЕШТАЈ

Докторската дисертација на кандидатот м-р Берат Латиф Синани, со наслов **„Геоинформатичко и геолошко моделирање, статистичка и геостатистичка распределба на технолошки-критични елементи (ТСЕ) во хоризонтите VIII, IX, X, XI во Рудникот Трепча“** е изработена во областа на петрологијата, минералологијата, геохемијата, геоинформатиката и геостатистичкото моделирање. Трудот обработува актуелна и научно значајна тема поврзана со присуството, концентрацијата, минералошката поврзаност и просторната распределба на избрани технолошко-критични елементи во полиметалниот руден систем Трепча.

Дисертацијата е систематизирана во *вовед, теоретски дел, цел на истражувањето, експериментален дел, резултати и дискусија, заклучоци и препораки, литература и два прилога* со објавени научни трудови. Во трудот се вклучени 11 табели, 100 слики и 58 библиографски единици. Структурата е јасна, логично поставена и овозможува следење на научниот проблем од неговата геолошка и теоретска основа до експерименталната обработка, статистичко-геостатистичката интерпретација и финалните заклучоци.

Во **Вовед** кандидатот ја поставува научната и практичната оправданост на истражувањето. Посебно е нагласена потребата за систематско истражување на технолошко-критичните елементи, чијашто важност е сè поголема

поради нивната примена во современи технологии, енергетска транзиција и високотехнолошки индустрии. Кандидатот правилно го поставува Рудникот „Трепча“ како релевантен полиметален хидротермален систем, познат по Pb-Zn-Ag минерализацијата, но потенцијално значаен и за други елементи од стратешко значење.

Во **Теоретски дел** се дава преглед на геолошките, геоморфолошките, металогенетските и минералошките карактеристики на „Трепча“. Во овој дел се обработени историјата на рудникот, географската положба, геолошката градба, минерализацијата, тектонските карактеристики и улогата на технолошко-критичните елементи во современата наука и индустрија. Теоретскиот дел претставува добра основа за понатамошното толкување на резултатите, бидејќи ја поврзува регионалната геологија со минералошките и геохемиските предуслови за присуство на Bi, Co, Ge, V, W, Li, Ga, In, Te и Nb.

Следното поглавје е **Цел на истражувањето**. Основната цел е да се утврди присуството, концентрацијата, статистичката и геостатистичката распределба на избраните технолошко-критични елементи во рудните тела од хоризонтите VIII, IX, X и XI во Рудникот „Трепча“. Истражувачките задачи се поставени во насока на земање репрезентативни примероци, лабораториска карактеризација, обработка на добиените податоци, корелациска анализа, PCA анализа и изработка на просторни модели за распределба на елементите. Вака поставената цел е јасна, остварлива и во согласност со насловот на дисертацијата.

Во **Експериментален дел** детално е опишана методологијата на земање примероци од активните рудни тела во хоризонтите VIII-XI, подготовката на примероците и лабораториските анализи. Кандидатот ги користи ICP-MS анализата за определување на концентрациите на избраните елементи, XRD анализата за идентификација на минералошките фази, како и SEM-EDX анализата за микроструктурна и микрохемиска карактеризација. Во трудот се применети и софтверски алатки како Microsoft Excel, RStudio, Golden Software Surfer, AutoCAD и GTMod 1.0, со што експерименталната работа е надолполнета со современ пристап на геоинформатичко и геостатистичко моделирање.

Четвртото поглавје **Резултати и дискусија** претставува најобемниот и најзначајниот дел од дисертацијата. Во овој дел се прикажани резултатите од 3D геолошкото моделирање, дигитализацијата и моделирањето на рудните тела, лабораториските анализи, статистичката обработка, корелациската анализа, PCA анализата и просторната дистрибуција на технолошко-критичните елементи. Резултатите покажуваат дека најизразени концентрации се утврдени за Bi, W и Co, со значителна варијабилност помеѓу примероците и хоризонтите. Корелациските односи меѓу W-V, W-Ge и Bi-W укажуваат на можни заеднички геолошки и минералошки контролни фактори.

Посебна вредност на дисертацијата е интегрираниот пристап, преку кој минералошките, геохемиските и микроструктурните резултати се поврзуваат со просторната распределба на елементите. Кандидатот не се ограничува само на аналитичко определување на концентрациите, туку ги интерпретира податоците во контекст на хидротермалната генеза, минералните фази-домаќини и можната металогенетска контрола на елементите. Таквиот пристап му дава на трудот повисока научна вредност и го прави применлив како основа за понатамошни геолошки и минерално-ресурсни истражувања.

Во петтото поглавје **Заклучоци и препораки** кандидатот ги сумира добиените резултати и ги дефинира насоките за понатамошни истражувања. Заклучоците укажуваат дека „Трепча“ претставува сложен хидротермален полиметален систем значаен не само за традиционалната Pb-Zn-Ag минерализација, туку и за појавата на избрани технолошко-критични елементи. Посебно се издвојуваат хоризонтите VIII и IX како зони со поизразено збогатување на одделни елементи, особено Bi и W, додека се препорачува понатамошна примена на напредни техники како EPMA и LA-ICP-MS за детално испитување на инкорпорирањето на овие елементи во поединечните минерални фази.

ЗАКЛУЧОК И ПРЕДЛОГ

Комисијата за оценка на доставената докторска дисертација од кандидатот м-р Берат Синани под наслов „Геоинформатичко и геолошко моделирање, статистичка и геостатистичка распределба на технолошки-критични елементи (TCE) во хоризонтите VIII, IX, X, XI во Рудникот Трепча“ по деталниот преглед на дисертација го доставува следниов заклучок.

1. Докторската дисертација ги содржи сите релевантни елементи предвидени за подготовка на докторски дисертации.

2. Докторската теза „Геоинформатичко и геолошко моделирање, статистичка и геостатистичка распределба на технолошки-критични елементи (TCE) во хоризонтите VIII, IX, X, XI во Рудникот Трепча“ од кандидатот м-р Берат Синани е целосно во согласност со тезата и образложението наведени во апликацијата за темата.

3. Научниот придонес на оваа дисертација се состои во примената на напредни методи на геоинформатика, геолошко моделирање и статистички и геостатистички анализи за проучување на распределбата на технолошко-критичните елементи (TCE) во хоризонтите VIII, IX, X и XI на Рудникот „Трепча“. Преку интеграција на лабораториските анализи (SEM, XRD, ICP-MS) со 3D моделирање на рудните тела и просторни анализи, истражувањето нуди нов пристап во идентификацијата, карактеризацијата и интерпретацијата на распределбата на овие елементи во рамките на рудното лежиште. Ова истражување претставува значаен научен придонес во областа на економската геологија, петрологија, минералологијата и геохемијата, создавајќи вредна база на податоци за проценка на економскиот и стратешкиот потенцијал на критичните елементи во Рудникот „Трепча“ и во поширокиот металогенетски регион на Косово.

Врз основа на сето досега наведено, Комисијата има чест да му предложи на Наставно-научниот совет на докторски студии на КАМПУС 2 да ја прифати позитивната рецензија на докторската дисертација под наслов „Геоинформатичко и геолошко моделирање, статистичка и геостатистичка распределба на технолошки-критични елементи (TCE) во хоризонтите VIII, IX, X, XI во Рудникот Трепча“ од кандидатот м-р Берат Синани, и да одобри јавна одбрана на истата.

РЕЦЕНЗЕНТСКА КОМИСИЈА

Проф. д-р Горан Тасев, претседател, с.р.

Проф. д-р Соња Лепиткова, член, с.р.

Проф. д-р Тена Шијакова-Иванова, член, с.р.

Проф. д-р Аријанит Река, член (екстерен ментор), с.р.

Проф. д-р Иван Боев, член (интерен ментор), с.р.