

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

ХЕМИЈСКИ ФАКУЛТЕТ

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Образложење теме докторске дисертације кандидата мр Бојана Радовића под насловом:

„Утицај промене технологије у топионици бакра на квалитет ваздуха у Бору“

1. Научна област

Научна област: Хемијске науке

Ужа научна област: Аналитичка хемија / Хемија животне средине

2. Научни проблем и теоријски оквир истраживања

Индустријске металуршке активности представљају један од најкомплекснијих извора атмосферског аеросола, будући да истовремено генеришу примарне честице различитог минералогског и хемијског састава, као и секундарне производе настале у атмосфери под утицајем физичко-хемијских трансформација.

Град Бор представља јединствен модел индустријско-урбане средине у којој је деценијама доминантан утицај пирометалуршке прераде сулфидних руда бакра. Историјски посматрано, атмосферски аеросол у овој средини карактерише повишен садржај метала и металоида (Cu, As, Pb, Zn, Cd и др.), са израженим индустријским хемијским „потписом“.

Међутим, у последњој деценији спроведена је технолошка реконструкција топионице, укључујући промену процесних параметара, типа пећи, режима оксидације и система за третман отпадних гасова. Оваква трансформација не подразумева само потенцијално смањење укупних емисија, већ и фундаменталну измену:

- термодинамичких услова формирања честица,
- редокс стања елемената у гасној и чврстој фази,
- механизма нуклеације и кондензације,
- секундарних атмосферских реакција.

Стога се научни проблем ове дисертације не своди на питање „да ли је концентрација мања“, већ на питање:

Да ли је дошло до структурне и токсиколошке трансформације атмосферског аеросола услед индустријске технолошке транзиције?

Предмет истраживања обухвата:

- свеобухватну хемијску карактеризацију PM₁₀ фракције,
- рецепторску апорциону анализу извора применом PMF 5.0,
- специјацију арсена као кључног токсиколошког маркера,
- компаративну анализу у односу на период пре модернизације.

3. Научне хипотезе

H1 – Структурна трансформација извора:

Технолошка модернизација довела је до статистички значајне промене у факторској структури PM₁₀, односно до промене релативног доприноса индустријских, урбаних и секундарних извора.

H2 – Хемијска трансформација аеросола:

Измене процесних услова условиле су промену елементарног, јонског и угљеничног састава честица, што резултира новим хемијским профилем индустријског аеросола.

H3 – Редокс трансформација арсена:

Промена температурних и оксидационих услова у процесу топљења довела је до измене дистрибуције As(III)/As(V) у атмосферским честицама, чиме се мења и њихов токсиколошки потенцијал.

H4 – Методолошка иновација:

Могуће је развити аналитички оптимизовану, економичну и метрологијски валидирану процедуру за специјацију арсена у PM фракцијама, применљиву у рутинском мониторингу.

4. Циљеви истраживања

Главни циљ рада је успостављање интегрисаног аналитичко-моделског оквира који омогућава:

1. реконструкцију извора PM₁₀ у условима индустријске транзиције;
2. квантификацију структурних промена у хемијском „отиску“ аеросола;
3. процену утицаја технолошких промена на редокс стање арсена;
4. унапређење методологије мониторинга токсичних елемената;
5. научно засновану процену потенцијалног здравственог ризика.

5. Методологија

Истраживање ће интегрисати:

- стандардизовано узорковање PM₁₀,
- гравиметријску анализу масене концентрације,

- ICP-OES и ICP-MS за елементарну анализу,
- јонску хроматографију за неорганичке јоне,
- термо-оптичку анализу ОС/ЕС,
- развој селективне екстракционо-сепарационе процедуре за специјацију арсена,
- рецепторско моделовање (PMF 5.0),

Посебан нагласак биће стављен на метролошки поузданост, интерну и екстерну валидацију резултата и статистичку стабилност факторских решења.

6. Научни допринос и значај

Ова дисертација:

- представља прву системску студију у Србији која анализира последице индустријске технолошке транзиције на хемијску структуру атмосферског аеросола;
- уводи специјацију арсена као параметар суштинске важности за процену здравственог ризика;
- интегрише напредне аналитичке технике и рецепторско моделовање у јединствен истраживачки оквир;
- обезбеђује научну основу за креирање политика управљања квалитетом ваздуха у индустријским регионима;
- доприноси развоју националне аналитичке праксе у области мониторинга токсичних елемената.

Оригиналноста рада произилази из концептуалног померања фокуса са квантитативне редуције емисија на квалитативну трансформацију хемијског и токсиколошког профила атмосферских честица, чиме се индустријска модернизација посматра као експеримент великих размера у реалним условима.

7. Шири научни, регулаторни и европски контекст истраживања

Проблем индустријских емисија и њиховог утицаја на хемијску структуру атмосферског аеросола представља једно од кључних питања савремене политике заштите ваздуха у Европској унији, посебно у контексту ревизије Директиве о квалитету амбијенталног ваздуха и усаглашавања са препорукама Светске здравствене организације.

Иако регулаторни оквир превасходно дефинише граничне вредности масених концентрација PM_{10} и $PM_{2.5}$, све је израженија потреба за дубљим разумевањем хемијског састава и токсиколошких карактеристика честица, посебно у индустријским регионима. Савремена научна литература указује да здравствени ризик није искључиво функција масе честица, већ и њиховог хемијског профила, присуства транзиционих метала, металоида и редокс-активних врста.

У том контексту, индустријска модернизација представља јединствен „реални експеримент“ који омогућава процену ефеката технолошке транзиције на:

- структуру емисија,
- редокс стање токсичних елемената,
- биорасположивост и потенцијалну токсичност аеросола.

Истраживање предложено у овој дисертацији има потенцијал да:

- допринесе разумевању механизма трансформације индустријског аеросола у условима технолошке модернизације;
- понуди методолошки модел применљив у другим металуршким регионима југоисточне Европе;
- обезбеди научну основу за интеграцију специјације токсичних елемената у националне и регионалне системе мониторинга;
- унапреди процену здравственог ризика у складу са савременим европским приступом управљању квалитетом ваздуха.

На овај начин, докторска дисертација превазилази локални значај и позиционира се као студија која повезује аналитичку хемију, атмосферску науку, токсикологију и регулаторну политику у јединствен истраживачки оквир.

У Београду,
27.02.2026.

Бојан Радовић
Истраживач-сарадник
Институт за рударско и металургију, Бор