

Рад.јед.	б р о ј	Арх.шифра	Прилог
	801-447/1		

Научном већу Института за физику у Београду

Извештај комисије за избор др Андреје Стојића у звање научни саветник

На седници Научног већа Института за физику у Београду одржаној 4.3.2025. године именовани смо у комисију за избор др Андреје Стојића у звање научни саветник.

Прегледом материјала који нам је достављен, као и на основу личног познавања кандидата и увида у његов рад и публикације, Научном већу Института за физику у Београду подносимо овај извештај.

1. БИОГРАФСКИ ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Др Андреја Стојић је рођен 3. јануара 1976. године у Јагодини где је завршио основну школу и гимназију. Дипломирао је 2007. године на Физичком факултету Универзитета у Београду на смеру Примењена физика и информатика са просечном оценом 9,32. Дипломски рад под називом *Испитивање електричних и спектроскопских карактеристика коаксијалног диелектричног баријерног пражњења* је одбранио под менторством проф. др Братислава Обрадовића и проф. др Милорада Кураице.

Од јула 2007. године кандидат је запослен у Институту за физику у Београду као истраживач-приправник. Докторске студије на смеру Физика атома и молекула на Физичком факултету Универзитета у Београду завршио је са просечном оценом 10. Докторску дисертацију под називом *Анализа расподела и динамике испарљивих органских једињења и аеросола у тропосфери: лидар и масена спектрометрија (Spatio-temporal Distribution of Volatile Organic Compounds and Aerosols in Troposphere: Lidar and Mass Spectrometry)* одбранио је 2015. године под менторством др Зорана Мијића, вишег научног сарадника Института за физику у Београду.

Током докторских студија, бавио се истраживањем утицаја атмосферског загађења на животну средину и здравље људи. Примарни фокус био је утврђивање порекла атмосферских аеросола и испарљивих органских једињења (ИОЈ), њихове динамике и просторне расподеле, као и изучавање феномена и међусобних спрега који их дефинишу.

Кандидат је руководио (назначено), учествовао или учествује на следећим пројектима:

Међународни пројекти

1. 2019-2022. NI4OS-Europe: *National Initiatives for Open Science in Europe*; European Commission, Horizon 2020, Implementing the European Open Science Cloud
2. 2018-2022. *Persistent organochlorine compounds in breast milk and their effect on the level of primary DNA damage in human cells*, bilateral cooperation between the Republic of Serbia and Croatia
3. 2017-2021. *International network to encourage the use of monitoring and forecasting dust products*, COST Action CA16202, European Cooperation in Science and Technology

4. 2016-2018. GEO-CRADLE – *Coordinating and integRating state-of-the-art Earth Observation Activities in the regions of North Africa, Middle East, and Balkans and Developing Links with GEO related initiatives towards GEOSS, Horizon 2020 (H2020) research and innovation programme under grant agreement No 690133*
5. 2015-2019. No 654109: ACTRIS-2 (Aerosols, Clouds, and Trace gases Research Infrastructure) Project supported by the European Commission Horizon 2020 Research and Innovation Framework Programme
6. 2014-2017. *Atmospheric pressure plasma jet for neutralisation of CBW (chemical biological weapons)* – financed by NATO (SfP 984555)
7. 2006-2009. *Reinforcing Experimental Centre for Non-equilibrium Studies with Application in Nano-technologies, Etching of Integrated Circuits and Environmental Research* (IPB-CNP-026328), FP6

Национални пројекти

1. 2024-2027. crAIRsis, *Characterizing crises-caused air pollution alternations using an artificial intelligence-based framework*, бр. 7373, Фонд за науку Републике Србије, Програм ПРИЗМА – руководилац тима из Института за физику у Београду,
2. 2020-2022. ATLAS, *Artificial Intelligence Theoretical Foundations for Advanced Spatio-Temporal Modelling of Data and Processes*, бр. 6524105, Фонд за науку Републике Србије, Програм за развој пројеката у области вештачке интелигенције – руководилац тима из Института за физику у Београду,
3. 2018. *Мапирање извора токсичних, мутагених и канцерогених испарљивих органских једињења на територији Града Београда*, Зелени фонд, Министарство заштите животне средине Републике Србије – руководилац пројекта,
4. 2018. *Студија изводљивости имплементације националне мреже за континуално и аутоматизовано праћење значајних параметара из домена заштите животне средине*, Зелени фонд, Министарство заштите животне средине Републике Србије,
5. 2018. *Временске варијације и просторне карактеристике присуства испарљивих органских једињења и атмосферских честица у широј зони Београда – Реализација кампање фиксног и мобилног прикупљања података током грејне сезоне са аналитичким инструментима минутне резолуције*, Зелени фонд, Министарство заштите животне средине Републике Србије,
6. 2011-2019. *Истраживање климатских промена и њиховог утицаја на животну средину – праћење утицаја, адаптација и ублажавање – III 43007*, Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије,
7. 2011-2019. *Примене нискотемпературних плазми у биомедицини, заштити човекове околине и нанотехнологијама – III 41011*, Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије,
8. 2006-2010. *Емисија и трансмисија полутаната у атмосфери урбане средине – OI 141012*, Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије,
9. 2008-2010. *Примена плазма игле у медицинским и биолошким истраживањима и брза и поуздана детекција волатилних супстанци хуманог и биљног порекла – TR 23106*, Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије,
10. 2008-2009. *Развој и примена савремених археометријских-недеструктивних метода у анализи артефаката културног наслеђа – TR 19046*, Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

Апликативни пројекти

1. 2024. *План квалитета ваздуха у агломерацији Нови Пазар*, Секретаријат за заштиту животне средине Града Новог Пазара,

2. 2023. *План квалитета ваздуха у агломерацији Зрењанин*, Секретаријат за заштиту животне средине Града Зрењанина,
3. 2022. *План квалитета ваздуха у агломерацији Панчево*, Секретаријат за заштиту животне средине Града Панчева,
4. 2021. *План квалитета ваздуха у агломерацији Нови Сад*, Секретаријат за заштиту животне средине Града Новог Сада,
5. 2020. *План квалитета ваздуха у агломерацији Београд*, Секретаријат за заштиту животне средине Града Београда – руководилац тима из Института за физику у Београду,
6. 2016. *План квалитета ваздуха у агломерацији Београд*, Секретаријат за заштиту животне средине Града Београда.

Такође, кандидат је током 2016-2017. године руководио фазама и активностима Националног центра изузетних вредности за примену плазме у нанотехнологијама, биомедицини и екологији Института за физику у Београду.

Истраживачки рад кандидата обухвата области опште и интердисциплинарне физике, хемије животне средине и науке о подацима. Активности се могу поделити у три сегмента:

- прикупљање података, које укључује експериментална мерења (концентрације загађујућих материја у амбијенталном ваздуху у реалним и симулираним мултифазним системима животне средине) и коришћење јавно доступних база података (загађујуће материје – ЕЕА и US EPA, метеоролошки параметри – NOAA и ARL, морталитет – надлежне институције у Републици Србији, мобилност становништва – *Apple* и *Google*, мере државних институција – *OxCGRT*, пандемијска статистика – *Worldometer* и економски показатељи);
- моделирање података применом великог броја статистичких метода, метода машинског учења, метода оптимизације хиперпараметара алгоритама машинског учења и метода за објашњење модела машинског учења и
- развој експерименталних и/или статистичких метода за истраживање мултифазних система животне средине, транспорта загађења ваздуха и утицаја фактора животне средине на здравље људи и морталитет.

Теме истраживања су фокусиране на (1) анализу утицаја фактора животне средине који одређују еволуцију концентрација загађујућих материја у атмосфери у времену и простору, (2) симулацију и анализу мултифазних система животне средине, (3) анализу транспорта загађења ваздуха, (4) анализу утицаја фактора животне средине на живи свет, здравље људи и морталитет, као и (5) развој концепта за анализу података из области животне средине базираног на вештачкој интелигенцији.

Досадашњи рад кандидата укључује 28 радова категорија M20, као и 15 поглавља у међународним монографијама категорија M10. Од 28 радова, 5 је објављено у часописима изузетних вредности категорије M21a, 12 у врхунским међународним часописима категорије M21. Кандидат има развијену међународну научну сарадњу са истраживачком групом у Републици Хрватској (Институт за медицинска истраживања и медицину рада) и започету сарадњу са истраживачком групом у Републици Литванији (*Kaunas University of Technology*). Члан је научног одбора међународне конференције SINTEZA, односно организационог одбора међународне конференције *CNN Tech*.

Кандидат је учествовао је у израдама 2 докторске дисертације, 3 мастер рада и 8 дипломских радова, током школске 2016/2017. године водио је пројекат студентске

праксе за студенте Физичког факултета Универзитета у Београду, а током 2019. године био ментор матурског рада ученика Математичке гимназије у Београду. Ментор је 1 докторске дисертације на Универзитету Сингидунум чија је одбрана планирана 2025. године.

Током 2019. године кандидат је учествовао у акредитацији, а потом је ангажован и као предавач на студијском програму *Животна средина и одрживи развој* Универзитета Сингидунум у Београду, на основним (3 предмета), мастер (2 предмета) и докторским студијама (1 предмет). Коаутор је уџбеника за практичну и теоријску наставу из уже научне области Наука о заштити животне средине Универзитета Сингидунум. Од 2024. године кандидат је у наставном звању ванредни професор.

2. ПРЕГЛЕД НАУЧНЕ АКТИВНОСТИ

Др Андреја Стојић бави се изучавањем утицаја фактора и процеса животне средине на концентрације загађујућих материја у атмосфери и њихову еволуцију у простору и времену који укључују природне и антропогене изворе емисије, физичко-хемијске процесе, метеоролошке и биотичке факторе, топографске карактеристике и др. Савремени трендови, као што су пораст броја становника урбаних средина, економски развој, потребе за енергијом, урбанизација и транспорт, питање загађења стављају у средиште пажње савременог друштва, првенствено због штетних ефеката на јавно здравље, животну средину и климатски систем. Идентификација и карактеризација појединачних извора загађења, локалне и макроскопске динамике (регионалне и глобалне), просторних расподела, доприноса укупном загађењу или режима животне средине који обликују загађење и механизма трансформације, представљају темељ за дубљи увид у њихов утицај на природне и антропогене екосистеме, укључујући њихову отпорност. Резултати ових истраживања пружају научну основу за формирање стратегија усмерених на побољшање квалитета животне средине, унапређење здравља људи и ублажавање ефеката климатских промена.

Кандидат у свом раду користи експерименталне и теоријске концепте и методе из различитих области опште и интердисциплинарне физике, атмосферске хемије и науке о подацима. Његова досадашња истраживања обухватају увођење напредних, унапређење постојећих и развој нових метода за мерење и анализу података који контекстуализују загађење ваздуха у отвореном и затвореном простору, мултифазне системе животне средине, транспорт загађења ваздуха и утицај фактора животне средине на биосферу, здравље људи и морталитет. У новијим истраживањима, примарни фокус кандидата усмерен је на анализу глобалне еволуције загађења ваздуха засноване на јавно доступним подацима и примени напредних метода ML, метахеуристика и XAI.

Рад кандидата се може поделити на следеће теме:

- Физика и хемија животне средине,
- Мултифазни системи животне средине,
- Транспорт загађења ваздуха,
- Утицај фактора животне средине на живи свет, здравље људи и морталитет,
- Развој концепта за анализу података из области животне средине базираног на вештачкој интелигенцији.

2.1 Физика и хемија животне средине

Циљ истраживања у оквиру ове теме, коју је кандидат покренуо током докторских студија, је испитивање просторно-временских расподела загађења ваздуха насталих појединачним и комбинованим утицајима фактора животне средине. Ови фактори обухватају изворе емисије, дисперзију, транспорт загађења, сезоналност, механизме трансформације, топографију, итд. Истраживања су базирана на анализи ИОЈ,¹ аеросола и њиховог хемијског састава (елементни и органски угљеник, тешки метали, јони, полициклични ароматични угљоводоници), неорганских гасова (угљен моноксид, тропосферски озон, оксиди азота, сумпор диоксид и радон) и чађи. Примена великог броја статистичких метода (методе анализе временских серија, рецепторски модели, мултифрактал и инверзна мултифрактал анализа, хибридни рецепторски модели, различите врсте поларних зависности од компоненти ветра, итд.), нумеричких модела (дисперзија), метода машинског учења и њихова хибридизација, омогућила је значајно побољшање квалитета и општег нивоа закључака у вези са процесима који одређују порекло и еволуцију загађујућих материја у ваздуху. Коришћена методологија обезбедила је прецизнију идентификацију и квантификацију локалних, регионалних и удаљених извора загађења, као и фактора животне средине који одређују нивое, промене, флукутације и сингуларитете концентрација загађујућих материја у тропосфери.

У оквиру ове теме испитане су могућности прогнозе концентрација PM_{10} и доприноса извора ИОЈ базиране на примени машинског учења (TMVA, ROOT). Применом рецепторских модела (позитивна факторизација матрица – PMF и *Unmix*) на концентрације ИОЈ, суспендованих честица (PM_{10}) и неорганских гасова (CO , NO_x , NO , NO_2 и SO_2), анализирани су доприноси који потичу из саобраћаја и индустрије.

2.2 Мултифазни системи животне средине

Моноароматични угљоводоници бензен, толуен, етилбензен и изомери ксилена (*benzene*, *toluene*, *ethylbenzene*, *xylene* – BTEX) сматрају се главним носиоцима загађења пореклом из антропогених извора. Повишене концентрације ових токсичних, мутагених и канцерогених једињења у урбаним срединама представљају значајан научни и практични проблем, због њиховог штетног утицаја на животну средину и здравље људи. Циљ истраживања спроведених у оквиру ове теме био је испитивање механизма уклањања BTEX из атмосфере путем процеса мокре депозиције. Ова истраживања спроведена су у симулираним (лабораторијским) и реалним условима, како би се обезбедио шири увид у њихово понашање у атмосфери.

Развој и примена експерименталне методологије за анализу мултифазних система животне средине

За потребе симулације интеракција које прате мокру депозицију ИОЈ и експерименталног одређивања коефицијента расподеле ових једињења између течне и гасне фазе, развијен је оригинални динамички аналитички систем. Овај систем састоји се из динамичке реакционе коморе, у којој се симулирају процеси мокре депозиције, и PTR-MS, помоћу кога се мере промене концентрација ИОЈ у реалном времену. За обраду резултата мерења развијен је низ статистичких процедура за квантитативно одређивање

¹ Прве научне активности кандидата су биле везане за увођење методе масене спектрометрије са трансфером протона (*proton transfer reaction mass spectrometry* – PTR-MS) и мерење концентрација ИОЈ у реалном времену

релевантних параметара. Процедуре обухватају примену параметарских функција за фитовање сигнала и испитивање квалитета фита, одређивање карактеристика еквилибријума као што су време успостављања и концентрација, одређивање количина анализата у течној и гасној фази и друге.

Истраживања су показала да је фактор обогаћења течне фазе једињењима ВТЕХ, дефинисан као однос коефицијента расподеле између фаза и Хенријеве константе, знатно већи од вредности коју предвиђа Хенријев закон. Иако су ароматична једињења на макроскопском нивоу хидрофобна, бензенов прстен може имати улогу акцептора водоничне везе. Афинитет ВТЕХ према формирању водоничне везе одређен је њиховом тенденцијом да отпуштају електроне, израженим као јонизациони потенцијал. Показано је да због изразито негативне линеарне везе између фактора обогаћења и јонизационог потенцијала, водоничне везе нису механизам који доводи до обогаћења течне фазе. Анализе су показале да је адсорпција на граници фаза доминантан механизам обогаћења течне фазе. Ово је потврђено позитивном линеарном везом између фактора обогаћења и хидрофобности, дефинисане логаритмом коефицијента расподеле између октанола и воде. Такође, утврђено је да обогаћење површине на граници фаза расте са величином молекула, као и да је обогаћење обрнуто пропорционално запремини течне фазе и молским уделима ВТЕХ у гасној фази, што такође иде у прилог овом механизму. На крају, позитивна линеарна зависност између фактора обогаћења и ван дер Валсове површине указује на значајан утицај ван дер Валсових интеракција на адсорпцију (*физисорпцију*) и расподелу ВТЕХ једињења у мултифазним системима.

Испитивање капацитета кише за уклањање ИОЈ из атмосфере

Поред адсорпције на граници фаза, у истраживањима спроведеним у реалним условима разматрани су утицаји молских удела ВТЕХ у амбијенталном ваздуху, метеоролошких параметара и физичко-хемијских карактеристика и састава кише (утицај матрице). Утицај промене температуре на Хенријеву константу и фактор обогаћења размотрен је анализом вертикалних профила температуре између површине тла и висине базе облака. На овај начин добијен је вертикални профил фактора обогаћења, из кога се може закључити да се услови који одређују интеракције које доводе до расподеле ВТЕХ између течне и гасне фазе не мењају значајно са повећањем висине.

Применом различитих статистичких метода и метода машинског учења идентификована су четири типа извора који одређују састав кише: извор гасовитих органских једињења, извор чврсте фракције, извор који карактерише висок удео елемената пореклом из Земљине коре и извор који представља фракцију аеросола. Резултати су показали да молски удели ВТЕХ у амбијенталном ваздуху и поједине физичко-хемијске карактеристике имају значајнији утицај на расподелу ових једињења између фаза у односу на метеоролошке параметре. Такође, утврђено је да је фактор обогаћења узорака кише већи него у симулираним условима што се може приписати присуству молекула ВТЕХ адсорбованих на површини аеросола.

Напредак у машинском учењу довео је до примене сложених алгоритама за предикцију, као и до развоја метода за интерпретацију добијених модела. У оквиру ове теме, применом машинског учења (*Extreme gradient boosting* – XGBoost) први пут су моделиране везе између концентрација ТЕХ у кишници и фактора обогаћења, с једне стране, и различитих фактора животне средине, с друге стране (концентрације ТЕХ у амбијенталном ваздуху, физичко-хемијски параметри кишнице и метеоролошки параметри).

Дубљи увид у физичко-хемијске процесе који управљају депозицијом ТЕХ постигнут је интерпретацијом добијених модела коришћењем напредне методе за интерпретацију модела машинског учења *Shapley additive explanations* (SHAP). На овај начин су по први пут утврђене расподеле утицаја фактора животне средине на концентрације ТЕХ у кишници и факторе обогаћења кишнице овим једињењима. Резултати су показали да су концентрације ТЕХ у амбијенталном ваздуху, као и температуре кишнице и ваздуха, доминантни фактори који обликују расподеле ових једињења у кишници. Знатно мањи утицај приписан је брзини ветра, атмосферском притиску, замућености кишнице и садржају укупног органског угљеника, NO_3^- , Cl^- и K^+ , док су се утицаји осталих фактора показали занемарљивим.

2.3 Транспорт загађења ваздуха

Идентификација и карактеризација удаљених извора емисије загађења ваздуха и њиховог доприноса измереним концентрацијама загађујућих материја на месту рецептора (мерно место) могу се извршити применом хибридних рецепторских модела (*hybrid receptor models* – HRM). Ови модели заснивају се на повезивању концентрација измерених на месту рецептора са трајекторијама транспорта ваздуха из удаљених области.

Међутим, постоје четири основна недостатка стандардних HRM:

- **Недовољно укључивање релевантних фактора за транспорт загађења.** Стандардни модели не узимају у обзир кључне факторе који утичу на транспорт загађења са места рецептора. То доводи до прецењивања утицаја удаљених извора и нетачне идентификације географских области које представљају извор загађења.
- **Дводимензионални приступ.** Стандардни модели користе дводимензионални приступ, што онемогућава моделирање вертикалних расподела загађења. Овај недостатак је значајан, јер вертикални профили играју важну улогу у разумевању циркулације ваздуха и процени изложености људи и животне средине.
- **Ниска резолуција крајњих тачака трајекторија.** Резолуција крајњих тачака у стандардним моделима је веома ниска, што онемогућава прецизну идентификацију области релевантних за анализу транспорта. Ово ограничење такође спречава примену HRM за анализу локалних извора загађења, који се налазе у релативној близини мерног места.
- **Немогућност карактеризације типова извора загађења.** Стандардни модели не могу се користити за карактеризацију загађења и диференцирање различитих врста извора емисије.

Најважнији резултат у оквиру истраживања у овој теми је развој тродимензионалног HRM – гранични слој отежињен концентрацијама (*concentration weighted boundary layer* – CWBL), који представља једини HRM који обезбеђује анализу континуалних вертикалних расподела загађења ваздуха дуж путања транспорта посматраних са места рецептора. По први пут су у истраживање укључени ефекти флукуације планетарног граничног слоја и њихов утицај на транспорт загађења, као и на измерене концентрације на месту рецептора.

Поред наведених, значајни резултати огледају се и у развоју тродимензионалних варијанти постојећих HRM, попут тродимензионалне функције потенцијалних доприноса (3D *potential source contribution function* – 3D PSCF) и тродимензионалних трајекторија отежињених концентрацијама (3D *concentration weighted trajectory* – 3D CWT). Ови модели омогућавају анализу дискретних вертикалних расподела загађења, чиме пружају дубљи увид у транспорт загађујућих материја и њихово ширење унутар планетарног граничног слоја.

Веома значајан резултат истраживања представља и унапређење приступа анализи транспорта загађења применом HRM који обухвата прецизну формулацију релевантних података и апроксимација унутар модела. Ово унапређење се састоји из два кључна аспекта:

- **Издавајње удела транспортованог загађења у измереним концентрацијама загађујућих материја.** Овај приступ омогућава диференцијацију апсолутног удела позадинског нивоа загађења, локалних извора и процеса транспорта у концентрацијама измереним на месту рецептора. Укључивањем само удела концентрација који одговарају транспортованом загађењу, значајно се смањује проблем прецењивања утицаја удаљених извора емисије који је карактеристичан за стандардне моделе.
- **Идентификација репрезентативних крајњих тачака трајекторија кретања ваздуха.** Унапређење укључује постављање критеријума за избор крајњих тачака трајекторија кретања ваздуха на основу висине планетарног граничног слоја. На овај начин из анализе транспорта искључују се крајње тачке које се не могу довести у везу са измереним концентрацијама на месту рецептора. Ово значајно побољшава прецизност идентификације географских области које представљају извор загађења.

Такође, као резултат пројекта *Мапирање извора токсичних, мутагених и канцерогених испарљивих органских једињења на територији Града Београда*, који је финансирао Зелени фонд Министарства заштите животне средине Републике Србије којим је кандидат руководио, развијена је иновативна методологија која је остварила и практичну примену. Методологија је заснована на новим, локалним рецепторски оријентисаним моделима и алгоритмима вештачке интелигенције имплементираним кроз методе машинског учења и ХАИ. Она омогућава мапирање и карактеризацију извора, као и просторно-временску прогнозу концентрација загађујућих материја у ваздуху. Такође, доприноси решавању два значајна проблема стандардних HRM, проблема репрезентативности области релевантних за анализу транспорта и ограничења које онемогућава анализу локалних извора загађења и карактеризацију извора емисије.

Истраживања у оквиру ове теме показала су да развијене методе издавајња удела концентрација и репрезентативних крајњих тачака трајекторија, као и нови модели, омогућавају знатно прецизнију идентификацију и карактеризацију локалних и удаљених извора загађења ваздуха. Поред испитивања расподела појединих загађујућих материја, истраживања обухватају и анализу расподела извора загађења, укључујући саобраћај и индустрију. Овим унапређењима HRM обезбеђују тачније и поузданије резултате у

анализи транспорта загађења ваздуха, омогућавајући дубље разумевање порекла и утицаја како блиских, тако и удаљених извора емисије.

2.4 Утицај фактора животне средине на живи свет, здравље људи и морталитет

Током последњих деценија загађење ваздуха препознато је као једна од највећих глобалних претњи по здравље људи. Процењује се да је преко 8 милиона смртних случајева годишње, узрокованих кардиоваскуларним, малигним и хроничним респираторним обољењима, директно повезано са загађењем ваздуха.

У оквиру ове теме истраживани су канцерогени и неканцерогени утицаји честичног загађења у Београду, са посебним фокусом на његов хемијски састав, који укључује тешке метале и бензо[а]пирен. Резултати су показали да хром и бензо[а]пирен значајно повећавају ризик од настанка канцера, док су ефекти арсена и никла изразито токсични, нарочито на урбаним локацијама под утицајем саобраћаја. Поред тога, утврђено је да транспортовано загађење у одређеним периодима може значајно допринети укупном загађењу, са уделом од чак 36%.

Поред канцерогених и неканцерогених здравствених ризика, истраживани су и утицаји краткорочне и дугорочне изложености загађујућим материјама (PM₁₀, SO₂, NO₂ и чађ) на морталитет изазван кардио-васкуларним и респираторним обољењима. Нелинеарна веза између изложености загађењу, ризика од смртности и одложених ефеката услед варијација температуре моделирана је применом *distributed lag nonlinear models* – DLNM. Резултати су показали да краткорочна изложеност повишеним концентрацијама загађујућих материја не повећава значајно ризик од смртности. Међутим, јасна повезаност утврђена је у случају изложености у трајању од 90 дана. Хронична изложеност загађењу показала је израженији утицај на смртност од респираторних обољења у поређењу са кардио-васкуларним, посебно у мушкој популацији млађој од 65 година.

У оквиру ове теме развијена је нова метода за укључивање кумулативних средњорочних ефеката загађења ваздуха у Поасонов регресиони модел, са циљем процене ризика смртности од кардио-васкуларних и респираторних обољења под утицајем климатских фактора. Реалистичније процене ризика повезаног са екстремним климатским условима постају све важније за креирање будућих стратегија и мера прилагођавања актуелним климатским променама.

Истраживања су показала да су кумулативни средњорочни ефекти загађења ваздуха значајнији од одложених (*lag-specific*), који су традиционално укључивани у регресионе моделе. Такође, утврђено је постојање оптималног температурног опсега у коме се не очекује повећање стопе смртности узроковане променама температуре, што се разликује од налаза претходних студија. С друге стране, резултати указују да ефекти загађења ваздуха пружају боље објашњење ризика од смртности током хладнијег времена, који је раније био приписиван искључиво утицају температуре. Поред тога, утврђено је да је релативни значај честичног загађења мањи у односу на сумпор-диоксид, азот-диоксид и чађ. Ово указује да укључивање искључиво података о концентрацији аеросола не представља најефикаснији приступ за процену утицаја загађења ваздуха на здравље људи.

У оквиру ове теме разматрана је акумулација перзистентних органских полутаната (*persistent organic pollutants* – POPs) у мајчином млеку и њихова повезаност са годинама мајке и бројем рођене деце. Применом великог броја статистичких метода и ML

истражена је улога конституентних дескриптора конгенера у акумулацији органохлорних пестицида (OCPs) и полихлорованих бифенила (PCBs). Посебно су значајним показани број и положај атома хлора на фенил прстену, попут орто-положаја. Резултати су показали да нивои PCBs не зависе од броја рођене деце. С друге стране, утврђена је значајна међусобна веза између PCB конгенера -153, -180, -170, -118, -156, -105 и -138, што се приписује њиховој хемијској структури и метаболичким процесима у организму мајке.

Такође, у оквиру ове теме испитивана је акумулација масних киселина, POPs и елемената у траговима у малим пелагичним рибама (сардина, инђун, округла сардинела, скуша и белаци) у источном Медитерану. Резултати су показали да су неорганска једињења знатно заступљенија у ткиву риба у поређењу са органохлорним ксенобиотицима, попут OCPs и PCBs. Анализа профила повезаности ових једињења идентификовала је пет извора, укључујући исхрану морским организмима из нижих трофичких ниша и доприносе из околних компоненти екосистема. Поређење са токсиколошким параметрима показало је да су испитиване врсте риба безбедне за исхрану људи, док садржај масних киселина указује на њихову вредност као нутритивно корисне хране. Истраживање није открило значајну корелацију између 18 масних киселина и липофилних OCPs. Ови резултати допринели су бољем разумевању односа органских и неорганских загађујућих материја и нутритивних параметара у пелагичним рибама, чиме се омогућава прецизнија процена квалитета јестивих врста риба и стања акватичног екосистема источног Медитерана. Истраживање наглашава важност ових врста као извора нутритивно вредне хране, али и као потенцијалних извора опасних органохлорних једињења која могу негативно утицати на здравље људи. Резултати представљају основу за будуће процене ризика, као и за еколошке анализе и оцене стања животне средине у овом риболовном подручју.

2.5 Развој концепта за анализу података из области животне средине базираног на вештачкој интелигенцији

Наука о животној средини суочава се са бројним проблемима у разумевању сложености утицаја различитих фактора на нивое и динамику загађења. Проблеми укључују изразиту комплексност, мултифазност и нелинеарност феномена унутар екосистема, недовољну доступност података високог квалитета, што онемогућава адекватну контекстуализацију феномена, као и изразиту хетерогеност у квалитету примењених научних концепата и метода.

Концентрације загађујућих материја одређују бројни чиниоци, као што су карактеристике медијума животне средине, физичко-хемијске трансформације, климатски и метеоролошки услови, топографија, биотички ефекти, утицај друштвених активности и многи други. Ови фактори, који чине контекст који одређује стање животне средине, интерагују на сложене начине, изазивајући значајне промене у просторној и временској расподели загађења.

У оквиру пројеката Фонда за науку Републике Србије у којима је кандидат учествовао, односно учествује (ATLAS и crAIRsis), развијен је напредни концепт заснован на вештачкој интелигенцији (AI) ради превазилажења ограничења традиционалних приступа. Централно место представља идентификација и детаљна карактеризација режима животне средине (*environmental settings*), концепта који је кандидат увео са својим истраживачким тимом. Режији животне средине интегришу интеракције

природних и антропогенних фактора одговорних за понашање загађујућих материја и стање животне средине.

Примарни ниво концепта подразумева контекстуализацију феномена применом алгоритама машинског учења оптимизованих метахеуристикама. Имплементиране су напредне методе ансамбала стабала одлучивања и дубоког учења, као и многобројне метахеуристике. Овај приступ омогућава повезивање варијабли са феноменом који се истражује у комплексан модел. Добијени модел се интерпретира применом многих метода ХАИ попут SHAP, nSHAP, gSHAP, SAGE, iSAGE и Banzhaf-ов индекс. Идентификација и карактеризација режима животне средине врши се кластеризацијом локалних утицаја помоћу метода попут HDBSCAN уз претходну редукцију димензионалности методама попут UMAP, Trimap и PaCMAP, као и детаљну статичку анализу добијених кластера конвенционалним методама анализе података из области животне средине. Средњи ниво концепта подразумева симулације путем виртуелних експеримената који омогућавају развој сценарија и евентуалну процену ефеката предложених мера за редукцију загађења. Финални ниво представља аутоматизовану интерпретацију добијених резултата и њихову интеграцију са језичким моделима који омогућавају додатно истраживање резултата применом сентимент анализе или ХАИ. Цео концепт подразумева и анализу пропагација несигурности, од грешака мерења, до грешака сваког нивоа моделирања.

Овај концепт примењен је за анализу динамике бензена током ванредног стања у Београду током пандемије Ковид-19. Почетак пандемије обележен је минималним активностима људи, попут транспорта и индустрије, док су активности попут грејања и кућних активности достигле максимуме. Коришћени су подаци који обухватају концентрације ИОЈ, метеоролошке параметре, бројеве заражених и умрлих, мере примењене у циљу сузбијања пандемије, мобилност и друштвено-економске показатеље са више од 400 варијабли. Испитани су и одложени (*lag*) ефекти појединих променљивих. Идентификовано је девет режима животне средине одговорних за варијације концентрација бензена у различитим фазама ванредног стања (увођење ванредног стања, увођење полицијског часа и релаксација мера). Извршена је карактеризација утицаја индустријске производње хемијских једињења, сагоревања нафтних деривата, емисија које не укључују сагоревање, ноћне хемије, метеоролошких прилика, локалних индустријских и других процеса.

Такође, истраживања у оквиру ове теме обухватила су и анализу утицаја режима животне средине на динамику полицикличних ароматичних угљоводоника у ваздуху отвореног и затвореног простора. Идентификована су четири различита режима и одговарајући подрежими одговорни за концентрације бензо[а]пирена који укључују различите облике непотпуног и високо-температурног сагоревања, депозицију, међусобну интеракцију ваздуха спољашњег и унутрашњег простора кроз инфилтрацију и друге механизме.

У оквиру ове теме започето је истраживање стања квалитета ваздуха у Европи и Сједињеним Америчким Државама сагледано кроз 70 загађујућих материја (ЕЕА и US EPA) контекстуализовано уз помоћ више од 100 додатних варијабли (метеоролошки параметри – NOAA, ARL, мобилност становништва – *Apple* и *Google*, мере државних институција – *OxCGRT*, пандемијски – *Worldometer* и економски показатељи). Истраживање обухвата појединачну и збирну анализу података са преко 6000 мерних места.

3. ЕЛЕМЕНТИ ЗА КВАЛИТАТИВНУ ОЦЕНУ НАУЧНОГ ДОПРИНОСА КАНДИДАТА

3.1 Квалитет научних резултата

3.1.1 Научни ниво и значај резултата, утицај научних радова

Др Андреја Стојић је у свом досадашњем раду дао кључни допринос у истраживању на укупно 28 радова објављених у категорији M20, као и 15 поглавља у књизи категорије M10, од којих је 10 објављено у истакнутим монографијама међународног значаја. Од 28 радова, 5 је објављено у часописима категорије M21a (међународни часописи изузетних вредности), 12 у часописима категорије M21 (врхунски међународни часописи), 7 у часописима категорије M22 (истакнути међународни часописи), 2 у часописима категорије M23 (међународни часописи), док је 1 објављен у категорији M24 (национални часописи међународног значаја).

У периоду након доношења одлуке Научног већа Института за физику о предлогу за стицање претходног научног звања, кандидат је објавио 8 радова у часописима са ISI листе. Од тога су 3 рада објављена у часопису категорије M21a (међународни часописи изузетних вредности), 2 у часописима категорије M21 (врхунски међународни часописи) и 3 у часописима категорије M22 (истакнути међународни часописи). Такође, кандидат је у том периоду објавио 2 поглавља у истакнутим монографијама међународног значаја категорије M13, 3 поглавља у монографијама међународног значаја категорије M14 и одржао 1 предавање по позиву на међународном скупу.

Као пет најзначајнијих радова кандидата издвајају се:

1. *The PM_{2.5}-bound polycyclic aromatic hydrocarbon behavior in indoor and outdoor environments, part I: Emission sources*
S. Stanišić, M. Perišić, G. Jovanović, T. Milićević, S.H. Romanić, A. Jovanović, A., Šoštarić, V. Udovičić, **A. Stojić**
Environ. Res. 193, p.110520 (2021) (ИФ: 8,431) цитиран 14 пута.
2. *Explainable extreme gradient boosting tree-based prediction of toluene, ethylbenzene and xylene wet deposition*
A. Stojić, N. Stanić, G. Vuković, S. Stanišić, M. Perišić, A. Šoštarić and L. Lazić
Sci. Total Environ. 653, 140–147 (2019), M21 (ИФ: 5,589), цитиран 61 пут.
3. *The innovative concept of three-dimensional hybrid receptor modeling*
A. Stojić and S. Stanišić Stojić
Atmos. Environ. 164, 216 223 (2017), M21 (ИФ: 3,708), цитиран 18 пута.
4. *Temperature-related mortality estimates after accounting for the cumulative effects of air pollution in an urban area*
S. Stanišić Stojić, N. S. Stanišić and **A. Stojić**
J. Environ. Health, 15(1), 73 (2016), M21a (ИФ: 3,816), цитиран 12 пута.
5. *The explainable potential of coupling hybridized metaheuristics, XGBoost, and SHAP in revealing toluene behavior in the atmosphere*
N. Baćanin, M. Perišić, G. Jovanović, R. Damaševičius, S. Stanišić, V. Simić, M.

У свих 5 радова кандидат је дао кључни научни допринос и може сматрати основним/најважнијим аутором. Први и пети рад објављени су у периоду након избора у претходно звање.

У првом раду приказана је широка анализа полицикличних ароматичних угљоводоника у ваздуху отвореног и затвореног простора која обухвата велики број измерених параметара и метода обраде података. Резултати студије омогућили су разумевање интеракција између метеоролошких фактора и загађујућих материја у сложеном урбаном окружењу. Мерења су обухватала концентрације O_3 , CO , SO_2 , NO_x , радона, $PM_{2.5}$ и њиховог састава (16 приоритетних US EPA ПАН, елементи As, Cd, Cr, Mn, Ni и Pb, као и јони Cl^- , Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , K^+ , NO_3^- , SO_4^{2-} и NH_4^+), као и више од 30 метеоролошких параметара. Методе анализе података обухватале су традиционалне приступе које укључују анализе временских серија, густина расподела података, рецепторске моделе и многе друге. Највећи утицај на квалитет ваздуха приписан је изворима попут сагоревања угља и сродних пирогених процеса. Уочене су значајне корелације између ПАН са пет и шест прстенова, док, изузев CO , није идентификована значајна линеарна зависност са другим истраженим варијаблама. Регресиона анализа концентрација ПАН у затвореном и отвореном простору извршене су применом алгоритма машинског учења XGBoost, који је показао висок степен прилагођавања непараметарским расподелама података и толеранцију на шум. Овај приступ омогућио је значајно побољшање квалитета и општости нивоа закључака у вези са процесима који одређују порекло односа између метеоролошких параметара и концентрација O_3 , CO , SO_2 , NO_x , радона, $PM_{2.5}$ и елемената у траговима.

У другом раду истражени су фактори животне средине који утичу на уклањање толуена, етилбензена и ксилена из амбијенталног ваздуха путем влажне депозиције у оквиру биогеохемијског циклуса ИОЈ. Анализиране су расподеле TEX између течне и гасне фазе, као и одговарајући фактори обогаћења кишнице. Показано је да су концентрације ових једињења у амбијенталном ваздуху, као и температуре кишнице и ваздуха, доминантни фактори који утичу на расподелу TEX у кишници. Далеко мање важни утицаји могу се приписати брзини ветра, атмосферском притиску, замућености кишнице и садржају укупног органског угљеника, NO_3^- , Cl^- и K^+ , док су утицаји осталих фактора занемарљиви. По први пут, односи између концентрација TEX у кишници, фактора обогаћења и бројних фактора животне средине (концентрације TEX у амбијенталном ваздуху, физичко-хемијски параметри кишнице и метеоролошки параметри) моделирани су применом алгоритма машинског учења XGBoost. Физичко-хемијски процеси који управљају депозицијом TEX анализирани су применом методе SHAP. Овај приступ омогућио је утврђивање расподеле утицаја фактора животне средине на концентрације TEX у кишници и детаљну анализу фактора који утичу на обогаћење кишнице овим једињењима.

У трећем раду приказани су резултати унапређеног приступа анализи транспорта загађења ваздуха базираног на хибридном рецепторским моделима. Основни недостаци традиционалних модела огледали су се у недовољном укључивању фактора релевантних за транспорт загађења посматраног са места рецептора, као и ограничавање на анализу у две димензије (географска ширина и географска дужина). Ови недостаци онемогућавали су испитивање вертикалних расподела загађења, које су од суштинског значаја за разумевање циркулације ваздуха и процену утицаја на изложеност људи и стање животне средине. Унапређење приказано у раду укључује развој три кључна сегмента који

омогућавају анализу вертикалних расподела загађења ваздуха дуж путања транспорта. Први сегмент односи се на издвајање удела транспортованог загађења из измерених концентрација загађујућих материја, чиме се постиже диференцијација између позадинских нивоа, локалних извора и утицаја транспорта. На овај начин моделирају се само удели концентрација који су директно повезани са транспортованим загађењем. Други сегмент односи се на идентификацију крајњих тачака трајекторија кретања ваздуха које су репрезентативне за транспорт загађења, при чему се критеријуми заснивају на висини планетарног граничног слоја. Овај приступ елиминише тачке које се не могу повезати са измереним концентрацијама на месту рецептора, повећавајући прецизност анализе. Трећи сегмент подразумева развој првих тродимензионалних хибридних рецепторских модела, укључујући 3D функцију потенцијалних доприноса (3D PSCF), 3D трајекторије отежињене концентрацијама (3D CWT) и гранични слој отежињен концентрацијама (CWBL). Ови напредни модели омогућавају детаљну анализу вертикалних расподела и сложених процеса који утичу на транспорт загађења, значајно унапређујући разумевање циркулације ваздуха и утицаја на животну средину.

У четвртном раду представљена је нова метода за интеграцију кумулативних средњорочних ефеката загађења ваздуха у Поасонов регресиони модел, са циљем процене ризика од смртности од кардио-васкуларних и респираторних обољења под утицајем климатских фактора. Овај приступ пружа реалистичније процене ризика повезаних са екстремним климатским условима, што је од кључног значаја за планирање будућих стратегија и мера прилагођавања климатским променама. Резултати су показали да су кумулативни средњорочни ефекти загађења ваздуха значајнији од одложених, који су традиционално укључивани у регресионе моделе. Такође, показано је и да постоји оптимални температурни опсег унутар кога се не очекује повећање стопе смртности услед промене температуре, што се разликује од претходних студија. Истовремено, анализе су показале да ефекти загађења ваздуха могу прецизније објаснити ризик од смртности током хладнијих периода, који се раније приписивао искључиво ниским температурама. На тај начин утврђено је да глобално не важи правило по којем је смртност узрокована екстремно хладним временом један ред величине нижа од смртности повезане са топлотним таласима. На крају, анализа је показала да је релативни значај честичног загађења мањи у односу на сумпор-диоксид, азот-диоксид и чађ, што указује да коришћење података искључиво о концентрацији аеросола није довољно за ефикасну процену утицаја загађења ваздуха на здравље људи.

У петом раду доказана је валидност развијеног концепта за анализу података из области животне средине базираног на вештачкој интелигенцији који истиче важност интеракција између загађујућих материја и метеоролошких услова у моделирању квалитета ваздуха. Такође, представљена је унапређена верзија алгорита метахеуристике *Reptile search*, коришћена за оптимизацију хиперпараметара методе XGBoost са циљем истраживања атмосферских нивоа толуена и његових интеракција са другим загађујућим материјама у различитим режимима животне средине. Толуен, као неуротоксични ароматични угљоводоник и један од главних представника ИОЈ, познат је по својој распрострањености, негативним утицајима на здравље и улози у формирању других загађујућих материја попут озона. Истраживање је базирано на двогодишњем скупу података сатне резолуције, који укључује концентрације неорганских гасовитих загађујућих материја (NO , NO_2 , NO_x и O_3), фракције суспендованих честица (PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$ и PM_{10}), бензена, м,п-ксилена, толуена, укупних неметанских угљоводоника и метеоролошке параметре. Експериментални резултати валидирани су у поређењу са XGBoost моделима оптимизованим применом седам савремених метахеуристика, а најбољи модел интерпретиран је применом методе SHAP. Установљено је да је бензен

најзначајнији предиктор за динамику толуена, а интеракције између ове две загађујуће материје значајно варирају у зависности од режима животне средине. Идентификована су три режима која одређују повезаност толуена и бензена, као и њихову интеракцију са другим загађујућим материјама. Предложени хибридни алгоритам *Reptile search* показао се као супериорна метода за оптимизацију методе XGBoost, са одличним перформансама у анализи динамике толуена у комплексном урбаном окружењу.

3.1.2 Позитивна цитираност научних радова кандидата

Према бази *ISI Web of Science*, радови кандидата укупно су цитирани 485 пута, док је број цитата без аутоцитата 408. Према бази *Scopus*, укупан број цитата је 623, док је број цитата без аутоцитата 506. Према подацима из обе базе, Хиршов индекс радова кандидата је 13, односно 15.

3.1.3 Параметри квалитета часописа

Као елемент за процену квалитета научних радова користи се и импакт-фактор часописа у којима су радови објављени. Кандидат је објављивао радове у часописима категорија M21a, M21, M22, M23 и M24, при чему су подвучени импакт-фактори часописа у којима су публиковани радови након одлуке Научног већа Института за физику у Београду о предлогу за стицање претходног научног звања:

- 3 рада у *Science of the Total Environment* (ИФ 9,8 за 1 рад, ИФ 5,589 за 1 рад и ИФ 3,816 за 1 рад)
- 1 рад у *Marine Pollution Bulletin* (ИФ 7,001)
- 1 рад у *Environmental Research* (ИФ 8,431)
- 1 рад у *Toxics* (ИФ 4,6)
- 2 рада у *Chemosphere* (ИФ 8,943 за 1 рад и ИФ 4,208 за 1 рад)
- 3 рада у *Atmosphere* (ИФ 3,110 за 1 рад, ИФ 2,9 за 1 рад и ИФ 2,9 за 1 рад)
- 1 рад у *Ecotoxicology and Environmental Safety* (ИФ 4,527)
- 1 рад у *Environmental Health: A Global Access Science Source* (ИФ 3,816)
- 4 рада у *Atmospheric Environment* (ИФ 3,708 за 2 рада и ИФ 3,459 за 1 рад и ИФ 3,226 за 1 рад) 123
- 2 рада у *Environmental Science and Pollution Research* (ИФ 2,76 за 1 рад и ИФ 2,741 за 1 рад)
- 1 рад у *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A* (ИФ 2,731)
- 2 рада у *Air Quality, Atmosphere and Health* (ИФ 2,662 за 1 рад и ИФ 1,804 за 1 рад) 1
- 1 рад у *International Journal of Environmental Science and Technology* (ИФ 2,037)
- 1 рад у *Plant Biosystems* (ИФ 1,39)
- 1 рад у *Acta Physiologiae Plantarum* (ИФ 1,563)
- 1 рад у *Journal of Environmental Science and Health, Part A* (ИФ 1,276)
- 1 рад у *Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly* (ИФ 0,533)

Укупан импакт-фактор радова кандидата износи 103,239, а у периоду након одлуке Научног већа Института за физику у Београду о предлогу за стицање претходног научног звања радова сумарни импакт фактор је 47,685. Часописи у којима објављује су цењени по свом угледу и водећи у његовим областима рада. Међу поменутиим часописима

посебно се истичу *Science of the Total Environment, Environmental Health, Environmental Research, Toxics, Ecotoxicology and Environmental Safety, Atmospheric Environment* и *Chemosphere*.

Додатни библиометријски показатељи према Упутству о начину писања извештаја о изборима у звања које је усвојио Матични научни одбор за физику приказани су у следећој табели:

	ИФ	М	СНИП
Укупно	47,685	61	9,85
Усредњено по чланку	5,961	7,625	1,231
Усредњено по аутору	6,072	7,843	1,264

3.1.4 Степен самосталности и степен учешћа у реализацији радова у научним центрима у земљи и иностранству

Од 28 објављених радова, кандидат је први аутор на 7 радова, други наведени аутор на 4 рада, трећи аутор на 3 рада и последњи аутор на 11 радова. На радовима који су објављени у периоду након одлуке Научног већа Института за физику о предлогу за стицање претходног научног звања, кандидат је први аутор на 1 раду и последњи аутор на 6 радова. Од 15 поглавља у монографијама од међународног значаја, кандидат је први аутор на 3, други наведени аутор на 4, трећи аутор на 2 и последњи аутор на 2. На поглављима објављеним у периоду након одлуке Научног већа Института за физику о предлогу за стицање претходног научног звања, кандидат је први аутор на 1 и последњи аутор на 4.

При изради поменутих публикација, кандидат је учествовао у осмишљавању и формулацији проблема, конструкцији релевантних прикупљању података, развоју теоријских метода за анализу добијених резултата, моделирању, обради података, визуелизацији и писању.

Током докторских студија кандидат је истраживао утицај атмосферског загађења на животну средину и здравље људи. Имплементирао је методу масене спектрометрије са трансфером протона за мерење концентрација широког спектра испарљивих органских једињења у амбијенталном ваздуху и у контролисаним, лабораторијским условима. Истраживање је било усмерено на идентификацију извора атмосферских аеросола и ИОЈ, анализу њихове динамике и просторне расподеле, као и на разумевање процеса и међусобних интеракција који утичу на њихово формирање, трансформацију и динамику у атмосфери. Поред тога, кандидат је активно учествовао у развоју новог концепта за прогнозу динамике доприноса извора загађујућих материја базираног на примени напредних алгоритама машинског учења.

Након завршетка докторских студија, кандидат је наставио своје истраживачке активности са фокусом на проучавање улоге загађења ваздуха у циклусу од извора емисије, преко атмосферских процеса и феномена који утичу на његову трансформацију и транспорт, до његовог утицаја на живи свет, здравље људи и стање животне средине. Ове активности могу се сврстати у три области:

- прикупљање података, које укључује експериментална мерења (концентрације загађујућих материја у амбијенталном ваздуху у реалним и симулираним мултифазним системима животне средине) и коришћење јавно доступних база

података (загађујуће материје – ЕЕА и US EPA, метеоролошки параметри – NOAA и ARL, морталитет – надлежне институције у Републици Србији, мобилност становништва – *Apple* и *Google*, мере државних институција – OxCGRТ, пандемијска статистика – *Worldometer* и економски показатељи);

- моделирање података применом великог броја статистичких метода, метода машинског учења, метода оптимизације хиперпараметара алгоритама машинског учења и метода за објашњење модела машинског учења и
- развој експерименталних и/или статистичких метода за истраживање мултифазних система животне средине, транспорта загађења ваздуха и утицаја фактора животне средине на здравље људи и морталитет.

3.1.5 Награде

Сертификати о завршеним тренинзима на 3rd, 4th и 7th *Hands on PTR-MS* (2009, 2011 и 2019. године, Аустрија).

3.2 Ангажованост у формирању научних кадрова

Др Андреја Стојић је ментор:

1. 1 докторске дисертације у изради:
 - 1.1. Наташа Букумирић, *Процена утицаја измењених активности људи током пандемије Ковид-19 на расподеле испарљивих органских једињења у Београду, Животна средина и одрживи развој*, Универзитет Сингидунум (очекивана одбрана током 2025. године)
2. 1 мастер рада:
 - 2.1. Филип Алимпић, 2021. *Промене у концентрацијама испарљивих органских једињења пореклом из индустрије под утицајем пандемије Ковид-19 у Београду, Животна средина и одрживи развој* Универзитет Сингидунум.

Такође, учествовао још и у изради:

1. 2 докторске дисертације:
 - 1.1. Мирјана Перишић, 2016. година, *Примена хибридних рецепторских модела у анализи квалитета ваздуха и транспорта загађујућих материја у Београду*, Физички факултет Универзитета у Београду;
 - 1.2. Андреј Шоштарић, 2017. година, *Механизми уклањања лако испарљивих моноароматичних угљоводоника (BTX) из амбијенталног ваздуха мокром депозицијом*, Хемијски факултет Универзитета у Београду),
2. 2 мастер рада:
 - 2.1. Ружица Шебек, 2017. година, *Сезонске варијације концентрација PM₁₀ за Београд рачунате дисперзионим моделом*, Физички факултет Универзитета у Београду;
 - 2.2. Наташа Станојковић, 2019. година, *Климатске промене: могући утицај на здравље и морталитет у Новом Саду*, Животна средина и одрживи развој, Универзитет Сингидунум
3. 8 дипломских радова
 - 3.1. Никола Петровић, 2008. Мониторинг испарљивих органских једињења у ваздуху, Физички факултет Универзитета у Београду.

- 3.2. Драгослав Ристић, 2010. Мерење испарљивих органских једињења спектрометром са трансфером протона, Физички факултет Универзитета у Београду,
- 3.3. Марија Тодоровић, 2012. Мерење испарљивих органских једињења уређајем PTR-MS – проблеми мерења у зависности од услова у реакционој комори, Факултет за физичку хемију Универзитета у Београду,
- 3.4. Вера Цукућан, 2020. Утицај промена у активностима људи током пандемије Ковид-19 на квалитет ваздуха у Београду, Универзитет Сингидунум, Београд,
- 3.5. Биљана Стојковић, 2021. Утицај метана на климатски систем, Универзитет Сингидунум, Београд,
- 3.6. Елена Петровска, 2022. Угљенично-неутрална Србија до 2050: ризици и потенцијали кроз анализу тренутног стања и трендова у енергетском сектору, Универзитет Сингидунум, Београд,
- 3.7. Ђорђе Тодоровић, 2023. Утицај Ковид-19 шока на честично загађење у Републици Србији, Универзитет Сингидунум, Београд,
- 3.8. Павле Јовановић, 2023. Утицај Ковид-19 шока на стање квалитета ваздуха у Републици Србији, Универзитет Сингидунум, Београд.

У сарадњи са Регионалним центром за таленте Земун, кандидат је током 2012. године радио на изради експерименталних радова са ученицима који су учествовали на Републичком такмичењу младих талената за основне школе.

Током 2019. године кандидат је био ментор матурског рада *Примена метода машинског учења у физици животне средине* Лазара Златића, Математичка гимназија у Београду.

Кандидат је током школске 2016-2017. године водио пројекат студентске праксе *Истраживање квалитета ваздуха*, на коме су учествовала два студената треће године Физичког факултета у Београду.

Током 2019. године кандидат је учествовао у акредитацији, а потом је ангажован и као предавач на студијском програму *Животна средина и одрживи развој* Универзитета Сингидунум у Београду, на основним (3 предмета: Загађење и заштита ваздуха, Климатске промене и међународни односи и *Analytical methods of environmental quality*), мастер (2 предмета: Методологија научног истраживања и Савремене методе обраде података из животне средине) и докторским студијама (1 предмет: Напредне методе обраде података из животне средине).

3.3 Нормирање броја коауторских радова, патената и техничких решења

Сви радови кандидата објављени након одлуке Научног већа Института за физику у Београду о предлогу за стицање претходног научног звања укључују резултате комплексних мерења и анализе података. Три од осам радова имају седам коаутора, тако да се рачунају са пуним бројем бодова у односу на број коаутора, док је за остале радове извршено нормирање.

3.4 Руковођење пројектима, потпројектима и пројектним задацима

Кандидат је руководио, односно руководи тимом из Института за физику у Београду на пројектима Фонда за науку Републике Србије ATLAS (2020-2022, бр. 6524105) и crAIRsis (2024-2027, бр. 7373).

Током 2020. године кандидат је руководио научном студијом спроведеном у оквиру апликативног пројекта *План квалитета ваздуха у агломерацији Београд*, које је финансирао Секретаријат за заштиту животне средине Града Београда.

У оквиру националног пројекта интердисциплинарних истраживања ИИИ 43007, под називом *Истраживање климатских промена и њиховог утицаја на животну средину – праћење утицаја, адаптација и ублажавање* руководи фазама истраживања које се односе на мерења и анализе ИОЈ и аеросола.

У периоду од 2019. до 2021. године, кандидат учествује на пројекту билатералне сарадње између Републике Србије и Републике Хрватске *Дуготрајна органохлорна једињења у мајчином млеку и њихов утицај на примарна оштећења ДНК у људским ћелијама*, на коме руководи активностима у вези са обрадом података.

Кандидат је током 2016/2017. године руководио фазама и активностима *Националног центра изузетних вредности за примену плазме у нанотехнологијама, биомедицини и екологији*, Института за физику у Београду.

Током 2018. године кандидат је био руководилац пројекта *Мапирање извора токсичних, мутагених и канцерогених испарљивих органских једињења на територији Града Београда*, финансираног од стране Зеленог фонда, Министарства заштите животне средине Републике Србије.

3.5 Активност у научним и научно-стручним друштвима

Кандидат је рецензент за часописе (рецензије након избора у претходно звање):

- *Atmospheric Pollution Research* (2020. и 2024. година),
- *Environmental Pollution* (2022. и 2024. година),
- *Environmental Research* (2024. година),
- *Future Generation Computer Systems* (2021. година),
- *Science of the Total Environment* (2 рада 2021, 1 рад 2022. и 1 рад 2024. година),
- *Tropical Medicine and Infectious Disease* (2023. година),
- *Applied Sciences* (2023. година),
- *Sustainability* (2 рада 2022. године),
- *Atmosphere* (1 рад 2020, 1 рад 2021. и 2 рада 2022. године),
- *Electronics* (2022. година),
- *Remote Sensing* (4 рада 2021. и 1 рад 2022. године).

Кандидат је члан Асоцијације италијанских и српских научника и истраживача (AIS3), као и *topical advisory panel member* часописа *Atmosphere*.

Током 2022. године кандидат је био гостујући едитор у часопису *Atmosphere* (*Guest editor of special issue – Is our future up in the air? Odorous volatile organic compounds (VOCs) and greenhouse gas emissions*).

Кандидат је био члан научног одбора конференције *International scientific conference on information technology, computer science, and data science (Sinteza)* 2021, 2022, 2023. и 2024. године.

Кандидат је био члан организационог одбора међународне конференције *International conference of experimental and numerical investigations and new technologies (CNN Tech)* 2021. године.

Кандидат је учествовао у консултацијама у оквиру израде препоруке о етици вештачке интелигенције UNESCO 2020. године.

3.6 Утицајност научних резултата

Утицај научних резултата кандидата је приказан у секцији 4.1 овог документа. Поред тога, списак свих публикација и цитата је дат у прилогу материјала, на основу чега се такође може закључити да су радови кандидата јасно препознати у оквиру области опште и интердисциплинарне физике.

3.7 Конкретан допринос кандидата у реализацији радова у земљи и иностранству

Кандидат је значајно допринео сваком раду у чијој припреми је учествовао. Од 8 радова објављених у периоду након одлуке Научног већа Института за физику у Београду о предлогу за стицање претходног научног звања, сви радови су урађени у сарадњи с колегама из земље и иностранства. Кандидат је у овим радовима имао кључни допринос: на 1 раду је први аутор, док је на 6 радова последњи аутор. Током израде ових публикација, он је осмислио тему истраживања и радио на развоју одговарајућих мерних поставки и симулација, прикупљању и анализи релевантних података, развоју теоријских модела, метода и техника анализа проблема, писању радова, а такође је био у комуникацији с уредницима часописа при слању радова за објављивање.

У Институту за физику у Београду кандидат је увео иновативне методе у проучавање порекла, еволуције и утицаја загађујућих материја у атмосфери на животну средину и здравље људи. Методе су засноване на мерењима у реалном времену у реалним и симулираним (лабораторијским) условима, као и примени напредних статистичких метода и алгоритама вештачке интелигенције које укључују методе машинског учења (*machine learning* – ML), методе оптимизације хиперпараметара алгоритама машинског учења (метахеуристике) и методе за објашњење модела машинског учења (*explainable artificial intelligence* – XAI) за обраду података. Знања и искуства које је стекао у теоријском моделирању и аналитичким методама у области опште и интердисциплинарне физике, хемије животне средине и науке о подацима успешно преноси млађим сарадницима у Лабораторији за физику животне средине и студентима кроз 5 предмета студијског програма *Животна средина и одрживи развој*, као и 1 предмета на свим техничким факултетима Универзитета Сингидунум, Београд.

3.8 Уводна предавања на конференцијама и друга предавања

Након претходног избора у звање, кандидат је одржао следеће уводно предавање по позиву на конференцији:

- **A. Stojić**
Understanding pollution – contextual environmental data analysis
Sinteza 2020, International scientific conference on information technology and data related research, Belgrade, October 17th, M32

Пре претходног избора у звање одржао је следеће уводно предавање по позиву на конференцији:

- **A. Stojić**

Поред тога, одржао је и следећа предавања на међународним конференцијама:

- **A. Stojić**, M. Perišić, G. Jovanović, S. Stanišić, N. Stanić and T. Milićević
Parsing environmental factors which shape particulate matter pollution using explainable artificial intelligence
The 7th International WeBIOPATR, 1-3 October, 2019, Belgrade, Serbia, M34
- **A. Stojić** and S.S. Stojić
Concentration weighted boundary layer hybrid receptor model for analyzing particulate matter altitude distribution
The 6th International WeBIOPATR, 6-8 September, 2017, Belgrade, Serbia, M33

4. ЕЛЕМЕНТИ ЗА КВАНТИТАТИВНУ ОЦЕНУ НАУЧНОГ ДОПРИНОСА КАНДИДАТА

Остварени резултати у периоду након одлуке Научног већа Института за физику о предлогу за стицање претходног научног звања дати су у табели. Према бази *ISI Web of Science*, радови кандидата укупно су цитирани 485 пута, док је број цитата без аутоцитата 408. Према бази *Scopus*, укупан број цитата је 623, док је број цитата без аутоцитата 506. Према подацима обе базе, Хиршов индекс радова кандидата је 13, односно 15.

Категорија	М бодова по раду	Број радова	Укупно М бодова	Нормирани број М бодова
M13	7	1	7	5
M14	4	3	12	12
M21a	10	3	30	25,476
M21	8	2	16	13,333
M22	5	3	15	14,167
M32	1,5	1	1,5	1,5
M33	1	10	10	10
M34	0,5	8	4	4
M42	5	1	5	5

Поређење оствареног броја М-бодова с минималним квантитативним условима за избор у звање научни саветник:

Минималан број М бодова		Услов	Остварено (нормирано)
Укупно		70	103,5 (90,476)
M10+M20+M31+M32+M33 +M41+M42		50	99,5 (86,476)
M11+M12+M21+M22+M23		35	61 (52,976)

Закључак

На основу досадашњег научноистраживачког рада кандидата др Андреје Стојића, сматрамо да је остварио значајне резултате у припреми и реализацији експеримената, као и анализи података применом напредних статистичких метода и алгоритама вештачке интелигенције. Знања и искуства које је стекао у теоријском моделирању и аналитичким методама успешно преноси млађим сарадницима у Лабораторији за физику животне средине и студентима кроз шест предмета на Универзитету Сингидунум, Београд. Његова стручност и научноистраживачки допринос представљају важан аспект унапређења истраживачког процеса у области опште и интердисциплинарне физике.

Познајући кандидата лично и његов научни рад, сматрамо да испуњава све услове прописане Правилником о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата за избор у звање научни саветник.

Кандидат је већ добио подршку за покретање овог избора од стране Научног већа Института за физику у Београду.

На основу свега наведеног, са задовољством предлажемо Научном већу Института за физику Београд да донесе одлуку о усвајању предлога за избор др Андреје Стојића у звање научни саветник.

У Београду, март 2025. године

Чланови комисије:

др Владимир Удовичић
Научни саветник
Институт за физику у Београду

др Марија Врањеш Милосављевић
Научни саветник
Институт за физику у Београду

проф. др Горан Попарић
Редовни професор
Физички факултет, Универзитет у Београду

Закључак

На основу досадашњег научноистраживачког рада кандидата др Андреје Стојића, сматрамо да је остварио значајне резултате у припреми и реализацији експеримената, као и анализи података применом напредних статистичких метода и алгоритама вештачке интелигенције. Знања и искуства које је стекао у теоријском моделирању и аналитичким методама успешно преноси млађим сарадницима у Лабораторији за физику животне средине и студентима кроз шест предмета на Универзитету Сингидунум, Београд. Његова стручност и научноистраживачки допринос представљају важан аспект унапређења истраживачког процеса у области опште и интердисциплинарне физике.

Познајући кандидата лично и његов научни рад, сматрамо да испуњава све услове прописане Правилником о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата за избор у звање научни саветник.

Кандидат је већ добио подршку за покретање овог избора од стране Научног већа Института за физику у Београду.

На основу свега наведеног, са задовољством предлагемо Научном већу Института за физику Београд да донесе одлуку о усвајању предлога за избор др Андреје Стојића у звање научни саветник.

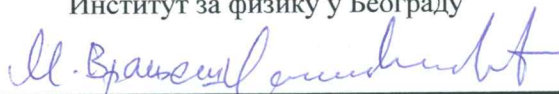
У Београду, март 2025. године

Чланови комисије:



др Владимир Удовичић
Научни саветник

Институт за физику у Београду



др Марија Врањеш Милосављевић
Научни саветник

Институт за физику у Београду



проф. др Горан Попарић
Редовни професор

Физички факултет, Универзитет у Београду