

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ
и
ВЕЋУ ЗА ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКЕ НАУКЕ
УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ

На седници Већа за природно-математичке науке Универзитета у Крагујевцу одржаној 18.6.2025. године (број одлуке: 340/VII-1) одређени смо за чланове Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације под насловом: **„Идентификација високих концентрација радона у објектима: процена ефективне дозе и развој мера радијационе заштите”**, кандидата Душице Спасић, студента докторских академских студија Физике, за коју је именован ментор Љиљана Гулан, редовни професор Природно-математичког факултета Универзитета у Приштини са привременим седиштем у Косовској Митровици.

На основу података којима располажемо достављамо следећи:

ИЗВЕШТАЈ
О ОЦЕНИ УРАЂЕНЕ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ

1. Подаци о докторској дисертацији
1.1. Наслов докторске дисертације:
„Идентификација високих концентрација радона у објектима: процена ефективне дозе и развој мера радијационе заштите”
1.2. Опис докторске дисертације (навести кратак садржај са назнаком броја страница, поглавља, слика, шема, графикона, једначина и референци) (до 500 карактера):
Докторска дисертација Душице М. Спасић написана је на 121 страни и садржи 37 слика, 23 табеле и 257 библиографских података. Састоји се из следећих поглавља: Апстракт, Општа разматрања, Експериментални део, Резултати и дискусија, Мере радијационе заштите, Закључак, Литература, Прилог и Биографија. Текст дисертације је технички исправан и у складу са Правилником о пријави, изради и одбрани докторске дисертације. Дисертација је из научне области Физика, ужа научна област Радијациона физика.
1.3. Опис предмета истраживања (до 500 карактера):
Предмет докторске дисертације је: мерење концентрације радона у објектима у околини рударског комплекса „Трепча“; идентификација објеката са високим вредностима концентрације радона које се доводе у везу са повећаним ризиком од појаве рака плућа; утврђивање нивоа радона у вртићима и радним просторијама након примене мера енергетске ефикасности; утврђивање садржаја радионуклида у земљишту и стенама; примена различитих техника мерења у откривању извора радона у затвореним просторијама.

1.4.Анализа испуњености полазних хипотеза:

Основна хипотеза ове докторске дисертације усмерена је ка процени ефективне дозе за становништво, развоју и унапређењу мера радијационе заштите, које укључују Протокол за ублажавање радона. Остале полазне хипотезе које воде ка испуњавању циљева докторске дисертације настале су као резултат детаљног проучавања досадашњих истраживања и најновијих достигнућа и сазнања. На основу недавно спроведених мерења има индиција да у овом подручју концентрације радона у сваком другом објекту прелазе максималне дозвољене вредности неколико пута, па чак и неколико стотина пута; у неким породичним објектима измерене вредности концентрације радона су биле веће од 20000 Bq m^{-3} . Према томе се дефинишу следеће претпоставке: детаљнијим истраживањем биће идентификовани објекти са повишеним нивоом радона и на основу тога биће процењен ризик од излагања радону за становништво; измерене концентрације радона у објектима и радона у земљишту даће процену геогеног потенцијала радона за истраживани простор; добијене корелације концентрације радона и метеоролошких параметара указаће на међузависности које ће бити од користи за развој мера радијационе заштите; установиће се погодност различитих врста подова за заштиту од инфилтрације радона у објектима подвргнутим реновирању у процесу повећања енергетске ефикасности; израђен Протокол за ублажавање високих концентрација радона у једном тест-објекту биће применљив у будућим истраживањима; мерења концентрације радона даће допринос изради мапе ризика од радона за подручје Косова и Метохије (подаци могу бити имплементирани у Европску мапу ризика).

1.5.Анализа примењених метода истраживања:

Метода истраживања у оквиру дисертације заснована је на примени различитих техника мерења радона (активне и пасивне технике) да би се утврдиле концентрације и открили извори радона у затвореним просторијама, као и да се процени геогени потенцијал радона истраживаног простора мерењем концентрације радона у земљишту и стенама. Мерења радона у затвореном простору у првој етапи истраживања вршена су пасивном техником коришћењем угљених канистера у одабраним објектима, и истовремено активном техником помоћу уређаја RAD7 (DurrIDGE Company Inc.) за континуирано праћење радона у ваздуху затворених просторија, као и за активна мерења радона у земљишту и у води. Мерења активним методама дала су прелиминарне резултате концентрације радона у краћем временском интервалу уз већи број мерења и брзу процену ризика. Током мерења радона у земљи, узорковани су површински слојеви земљишта са истих локација да би се проценио геогени потенцијал радона у зависности од гранулације земљишта по новијој методи коју је предложио Barnett (2008). Коришћена је и алфа спектрометријска метода мерења радона у стамбеним и радним просторијама детекторима Airthings Corentium Home. За праћење метеоролошких параметара у употреби је била метеоролошка станица са бежичним сензором (WTH600-E-en-GB_v1.0). Вредности јачине амбијенталног дозног еквивалента у унутрашњем простору и на отвореном мерена су Гајгеровим бројачем Radex модел RD1503+ и детектором Radiation Alert Inspector.

1.6.Анализа испуњености циља истраживања:

Имајући у виду да је радон класификован од стране Међународне агенције за истраживање рака (IARC) као хумани канцероген са генотоксичним деловањем, основни циљеви докторске дисертације су били: процена ефективне дозе и здравственог ризика за становништво, посебно у идентификованим објектима са високим вредностима концентрације радона (тест кућа); анализа утицаја геогених фактора (геотектонске структуре, зоне раседа, пермеабилности и гранулације земљишта), метеоролошких параметара (температуре, притиска и влажности ваздуха, падавина, брзине ветра) и грађевинских материјала на ниво радона у објектима; процена утицаја мера енергетске ефикасности на концентрације радона у објектима; развој мера радијационе заштите: израда протокола за ублажавање нивоа радона у објектима у складу са препоруком за смањивање

вредности на референтни ниво; примена одговарајућих мера санације у процесима реновирања постојећих објеката и развој мера ремедијације за постојеће објекте са високим концентрацијама радона.

Комисија сматра да су постављени циљеви докторске дисертације успешно реализовани.

1.7. Анализа добијених резултата истраживања и списак објављених научних радова кандидата из докторске дисертације (аутори, наслов рада, назив часописа, волумен, година објављивања, странице од-до, DOI број¹, категорија):

На подручју општина Косовске Митровице и Звечана извршена је идентификација 58% породичних објеката са концентрацијама радона које премашују референтни ниво од 300 Bq m^{-3} , што указује да је подручје склоно радону. Концентрација радона праћена је у тест кући у трајању од скоро три године. Процењена годишња доза од радона за укупан износ је најмање 26 mSv пре примене мера за ублажавање радона. Испитивања након мера санације потврдила су смањење нивоа радона за 44%, али су концентрације радона и даље превазилазиле референтни ниво. Иницирано је неколико решења које се тичу мера радијационе заштите. Истраживање утицаја примене мера термо-изолације и процеса реновирања подних облога на концентрацију радона у затвореном у згради факултета показало је велику варијабилност у месечним концентрацијама радона, укључујући велике дневне флукуације у подрумским радним просторијама груписаним према врсти подне облоге, где се ламинат показао као најнефикаснија баријера за радон. Мерење концентрације радона по први пут је спроведено у вртићима поменутих општина да би се проценио ризик за најосетљивију популацију на зрачење. Дошло се до закључка да је ниво радона нижи када су просторије у употреби током радних дана, него у данима када у њима деца не бораве. Потврђена је разлика у концентрацији радона по спратности. Резултате представљене у докторској дисертацији, Душица М. Спасић објавила је у међународним научним часописима, један категорије M21a, један категорије M21 и три категорије M22:

1. Gulan Ljiljana, Forkapić Sofija, Spasić Dušica, Radovanović Živković Jelena, Hasman Jan, Lakatoš Robert, Samardžić Selena. Identification of high radon dwellings, risk of exposure, and geogenic potential in the mining area of the "TREPCА" complex. Indoor Air, July 2022, 32(7). <https://doi.org/10.1111/ina.13077>, M21a
2. Gulan Ljiljana, Stajic M Jelena, Spasic Dusica, Forkapic Sofija. Radon levels and indoor air quality after application of thermal retrofit measures - a case study. Air Quality, Atmosphere & Health, 2023, 16(2):363-373. <https://doi.org/10.1007/s11869-022-01278-w>, M21
3. Spasić Dušica & Gulan Ljiljana. High Indoor Radon Case Study: Influence of Meteorological Parameters and Indication of Radon Prone Area. Atmosphere, 2022, 13(12), 2120. <https://doi.org/10.3390/atmos13122120>, M22
4. Spasić Dušica, Gulan Ljiljana, Vučković Biljana. Indoor Radon Testing, Effective Dose and Mitigation Measures in a Residential House of a Mining Area. Atmosphere, 2024, 15, 745. <https://doi.org/10.3390/atmos15070745>, M22
5. Gulan Ljiljana, Spasić Dušica, Forkapić Sofija. Examination of factors influencing the radon levels in kindergartens in the mining area of Kosovska Mitrovica and Zvečan municipalities, North Kosovo region. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 2025. <https://doi.org/10.1007/s10967-025-10133-y>, M22

1.8. Оцена да је урађена докторска дисертација резултат оригиналног научног рада кандидата у одговарајућој научној области и анализа извештаја о провери докторске дисертације на плагијаризам (до 1000 карактера):

На основу правилника о поступку провере на плагијаризам на Универзитету у Крагујевцу дана 28.04.2025. године, извршена је провера на плагијаризам докторске дисертације кандидата Душице М. Спасић. У Извештају се наводи да је, софтвером којим је извршена провера оригиналности ове докторске дисертације, пронађено подударање текста у износу од 6%. Овај

¹Уколико публикација нема DOI број уписати ISSN и ISBN

степен подударности искључиво је последица цитата, библиографских података о коришћеној литератури, општих термина и података и претходно публикованих резултата који су проистекли из теме докторске дисертације, а уредно су цитирани у складу са академским правилима (општи подаци у уводном делу, општи термини у вези географских карактеристика и климе, мерна техника, библиографски подаци о коришћеној литератури). Увидом у публиковане научне радове докторанда Душице М. Спасић, изјављујемо да је ова докторска дисертација оригинално научно дело и представља резултат рада кандидата.

1.9. Значај и допринос докторске дисертације са становишта актуелног стања у одређеној научној области:

Докторска дисертација кандидаткиње Душице М. Спасић, под називом „Идентификација високих концентрација радона у објектима: процена ефективне дозе и развој мера радијационе заштите” се односи на изабране проблеме у радијационој физици који су у директној вези са потенцијалним здравственим ризиком за становништво у рударским насељима. Предмет истраживања докторске дисертације је од великог значаја и увек актуелан имајући у виду да човек просечно 80% времена проводи у радном и животном простору. Радон је други узрочник канцера плућа, одмах после пушења. Мерењем концентрације радона у рударским насељима означени су објекти са повишеним концентрацијама радона. У изабраној тест кући извршена су годишња мерења и процењена је просечна годишња ефективна доза од радона. Процењен је утицај примене мера термо-изолације и процеса реновирања подних облога на концентрацију радона у радном простору. Ламинат се показао као најефикаснија баријера за радон. Мерење концентрације радона по први пут је спроведено у вртићима Косовске Митровице и Звечана да би се проценио ризик за најосетљивију популацију на зрачење. Резултати ове дисертације могу бити корисни за опште разумевање понашања радона, дефинисање метода и протокола за ублажавање високих концентрација радона у овом специфичном региону склоном радону, да би били применљиви у стамбеним објектима са истом или сличном проблематиком.

На основу актуелности проблематике која је обрађена у докторској дисертацији, као и резултата и закључака који су из ње проистекли, Комисија је закључила да поднета докторска дисертација представља значајан допринос научној области Физика (ужа научна област Радијациона физика).

1.10. Оцена испуњености услова за одбрану докторске дисертације у складу са студијским програмом, општим актом факултета и општим актом Универзитета (до 1000 карактера):

Докторска дисертација под насловом „Идентификација високих концентрација радона у објектима: процена ефективне дозе и развој мера радијационе заштите“, кандидата Душице М. Спасић урађена је под менторством др Љиљане Гулан, редовног професора Природно-математичког факултета, Универзитета у Приштини са привременим седиштем у Косовској Митровици. Докторском дисертацијом обухваћен је велики број мерења концентрације радона у објектима рударске области, извршена идентификација оних у којима концентрације премашују референтни ниво, процењена ефективна доза за тест кућу и предложене мере радијационе заштите. Квалитет добијених резултати истраживања потврђен је публикавањем у међународним научним часописима: један категорије M21a, један категорије M21 и 3 категорије M22. Списак научних радова као и позитивна оцена Извештаја о провери на плагијаризам доказ су да је докторска дисертација оригинално научноистраживачко дело кандидата. На основу Правилника о пријави, изради и одбрани докторске дисертације Универзитета у Крагујевцу и у складу са студијским програмом докторских академских студија Природно-математичког факултета у Крагујевцу и општим актима факултета, Комисија је утврдила да су испуњени сви научни, стручни и административни услови за одбрану докторске дисертације и са задовољством предлаже Наставно-научном већу Природно-математичког факултета и Већу за природно-математичке науке Универзитета у Крагујевцу да прихвате Извештај и одобре одбрану ове докторске дисертације.

2. ЗАКЉУЧАК

На основу анализе докторске дисертације и приложене документације Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације под насловом „Идентификација високих концентрација радона у објектима: процена ефективне дозе и развој мера радијационе заштите“, кандидата Душице Спасић, предлаже надлежним стручним органима да се докторска дисертација прихвати и да се одобри њена одбрана.

Чланови комисије:

Проф. др Драгана Крстић, редовни професор
Природно-математички факултет, Универзитет у
Крагујевцу

Радијациона физика

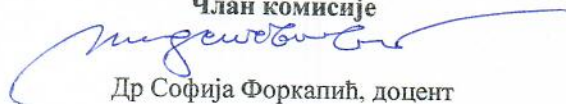
Председник комисије



Др Ненад Стевановић, ванредни професор
Природно-математички факултет, Универзитет у
Крагујевцу

Радијациона физика

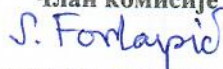
Члан комисије



Др Софија Форкапић, доцент
Природно-математички факултет, Универзитет у
Новом Саду,

Нуклеарна физика

Члан комисије

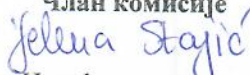


Др Јелена М Стајић, виши научни сарадник

Институт за информационе технологије
Крагујевац, Универзитет у Крагујевцу

Физика

Члан комисије



Др Биљана Никић, виши научни сарадник

Институт за информационе технологије
Крагујевац, Универзитет у Крагујевцу

Физика

Члан комисије



НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКОГ ФАКУЛТЕТА
УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ
ВЕЋУ КАТЕДРЕ ИНСТИТУТА ЗА ФИЗИКУ ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКОГ
ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ

Предмет: Мишљење Шефа студија физике о Извештају комисије за оцену и одбрану докторске дисертације под насловом „Идентификација високих концентрација радона у објектима: процена ефективне дозе и развој мера радијационе заштите“ кандидата Душице Спасић, студента докторских академских студија на Институту за физику Природно-математичког факултета Универзитета у Крагујевцу.

Поштовани,

Након увида у достављени писани материјал Извештаја, обавештавам вас да је Комисија сачинила Извештај у складу са текућим Правилником о пријави, изради и одбрани докторске дисертације на Природно-математичком факултету у Крагујевцу и Правилником о пријави, изради и одбрани докторске дисертације Универзитета у Крагујевцу, члан 19, на Обрасцу 6. У оквиру Обрасца, прва тачка, Подаци о докторској дисертацији, је детаљно образложена, након чега је у другој тачки, Закључак, Комисија дала предлог да дисертација буде прихваћена. У складу са тим, дајем позитивно мишљење на форму достављеног Извештаја.



У Крагујевцу,
4.7.2025.


доц. др Момир Арсенијевић

Шеф студија физике

Природно-математички факултет
Универзитета у Крагујевцу

ОЦЕНА МЕНТОРА О ИЗВЕШТАЈУ О ПРОВЕРИ ОРИГИНАЛНОСТИ ДОКТОРСКЕ
ДИСЕРТАЦИЈЕ ОДНОСНО ДОКТОРСКОГ УМЕТНИЧКОГ ПРОЈЕКТА

НАЗИВ ДИСЕРТАЦИЈЕ	„Идентификација високих концентрација радона у објектима: процена ефективне дозе и развој мера радијационе заштите“	
Кандидат	Душица М. Спасић	
Ментор	Др Љиљана Гулан	
Датум пријема потпуног извештаја о провери оригиналности докторске дисертације, односно докторског уметничког пројекта	28.04.2025. године	

1. Изјављујем да је ова докторска дисертација оригинално дело и представља резултат рада докторанда Душице Спасић.

2. Изјављујем да су у наведеној докторској дисертацији поштована академска правила цитирања и навођења извора.

3. Софтвером којим је извршена провера оригиналности ове докторске дисертације пронађено је подударане текста у износу од 6%. Овај степен подударности искључиво је последица цитата, библиографских података о коришћеној литератури, општих термина и података и претходно публикованих резултата који су проистекли из теме докторске дисертације, а уредно су цитирани. Ставка са највећим процентом подударности (укупно 2%, извор 1) односи се на опште податке у уводном делу, на опште термине у вези географских карактеристика и климе, на мерну технику, као и на библиографске податке о коришћеној литератури. Проценат подударности од укупно 4% (извори 2, 3, 4 и 5) односи се на општа места и термине, сажетак на енглеском језику и биографију аутора, као и на библиографске податке о коришћеној литератури. Уз то, софтвер је забележио минорна подударане текста у делу где су представљени резултати дисертације.

На основу свега наведеног, изјављујем да извештај указује на оригиналност докторске дисертације, те се прописани поступак припреме за одбрану може наставити (позитивна оцена).

Датум
МЕНТОРА

12.05. 2025.

ПОТПИС

Gulanj.