

**УНИВЕРЗИТЕТ У ПРИШТИНИ**  
**ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА**  
**КОСОВСКА МИТРОВИЦА**

УНИВЕРЗИТЕТ У ПРИШТИНИ  
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА  
КОСОВСКА МИТРОВИЦА

ПРИМЉЕНО	10.06.2024.
ОРГ ЈЕДИН	ЈЕДИНОСТ
603/1	

**НАСТАВНО – НАУЧНОМ ВЕЋУ ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА  
У КОСОВСКОЈ МИТРОВИЦИ**

**Предмет:** Извештај комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Ненада Станојевића

На основу Одлуке Наставно-научног већа Факултета техничких наука у Косовској Митровици број 1007/3-1 од 12.07.2023. године о именовану Комисије за писање извештаја за преглед, оцену и одбрану урађене докторске дисертације под насловом „*Студија одрживости експлоатације водних ресурса Шар-планине*“ кандидата Ненада Станојевића, и у складу са Закључком Наставно-научног већа Факултета техничких наука у Косовској Митровици број 1839/3-4 од 29.11.2023. године, чланови Комисије у саставу:

1. др Ирма Дервишевић, ред. проф., ФТН Косовска Митровица – председник,
2. др Јелена Ђокић, ред. проф., ФТН Косовска Митровица – ментор,
3. др Срђан Ковачевић, научни сарадник ФТН Нови Сад – члан.

подносе Наставно-научном већу Факултета техничких наука у Косовској Митровици следећи:

# ИЗВЕШТАЈ

## Наслов и обим дисертације

Наслов докторске дисертације је: „ *Студија одрживости експлоатације водних ресурса Шар-планине* “, која је написана на 163 страна и састоји се од 8 поглавља.

## Место дисертације у одговарајућој научној области

Предмет истраживања докторске дисертације припада научној области **Техничко-технолошких наука**, односно ужој научној области **Технолошко инжењерство**, за коју је Факултет техничких наука у Косовској Митровици акредитован.

## Биографски подаци о кандидату

### **Ненад (Зоран) Станојевић**

После завршене средње Медицинске школе у Штрпцу, 2007. године уписао је Факултет техничких наука у Косовској Митровици. Дипломирао је 2010 на основним студијама и стекао звање инжењер заштите животне средине. Мастер студије уписао 2010. године, завршио 2013. године са просечном оценом 8.56 и стекао звање мастер инжењер заштите животне средине. Докторске академске студије је започео 2015. године на катедри за Технолошко инжењерство на Факултету техничких наука у Косовској Митровици. Ради на истраживању акваторијума Шар планине и из те области има публиковане радове у међународним часописима са импакт фактором. Област интересовања заштита животне средине, унапређење, заштита и коришћење вода, земљишта и ваздуха. Тренутно живи у Штрпцу, незапослен.

## **ПРЕДМЕТ И ЦИЉ ДИСЕРТАЦИЈЕ**

Аутономна покрајна Републике Србије, Косово и Метохија, изузетно је сиромашна изворима воде и водотоковима. Један од најизраженијих изузетака је планина Шара која је изузетно богата водом. Воде акваторијума планине Шаре се јављају као површинске (језера, речице, потоци), подземне и падавинске.

Појава водом богатог акваторијума, као што је планина Шара, у претежно безводном окружењу представља са хидролошке тачке гледишта, веома интересантан сингуларитет, неспорно интересантан за испитивање. Са друге стране, непланска експлоатација водних ресурса Шар-планине за изградњу мини хидро-електрана довела је у питање одрживост система, у смислу очувања биљних и животињских врста у Националном парку Шар-планина, наводњавању пољопривредних усева, као и коришћењу воде за пиће. Да би се дошло до одрживог управљања водним ресурсима Шар-планине, било је потребно детаљно анализирати повезане водне ресурсе. У оквиру истраживања су испитивани повезаност и старост свих компонената акваторијума планине Шаре применом методе нуклеарних изотопа, као и анализа потенцијалог утицаја загађивача на квалитет вода. Након тога извршена су истраживања квалитета воде у главним водотоковима акваторијума применом хемијских и биохемијских испитивања воде, као и капацитет и доступност водних ресурса. На основу добијених резултата одређен је потенцијал датих водних ресурса за даљу употребу и установљен технолошки процес за коришћење вода. За потребе оптимизације технолошког процеса извршено је моделовање коришћењем компјутерског програма Super Pro Design, на основу чега је постављена оптимизирана технолошка шема и материјални биланс процеса. У току оптимизације технолошког процеса, узете су у обзир тенденције квантитета и квалитета водних ресурса с обзиром на утицај климатских промена.

Главни циљеви дисертације су:

1. Да се установи повезаност, старост и хемијски параметри подземних, површинских и падавинских вода акваторијума планине Шаре и на основу тога процени капацитет ресурса.
2. Да се уведу нове мешовите статистичке расподеле адитивног и мултипликативног типа и верификује њихова примењивост на класу испитиваних и њима сличних проблема.
3. Да се анализира квалитет воде у водотоковима, установи повезаност са околним еколошким параметрима и механизам потенцијалог загађења воде.
4. Да се на основу установљеног капацитета акваторијума планине Шаре, уз узимање у обзир еколошких последица, процени могућност експлоатације.
5. Да се на основу добијених резултата изабере технолошки процес производње воде за пиће и уради оптимизација процеса у складу са квантитетом и квалитетом водних ресурса планине Шаре

## **Основне хипотезе**

Полазна хипотеза, на којој се базира докторска дисертација, је да водни ресурси Шар-планине, зависе од климатских услова и да су као такви, непоуздани ресурс воде. У циљу испитивања валидности хипотезе коришћена је комбинована примена изабраних експерименталних и аналитичких метода, као и софтверско моделирање, за детаљно испитивање потенцијала и оптимизацију одрживе експлоатације акваторијума Шар-планине.

С обзиром на стање водотокова у свету, у светлу глобалних климатских промена, комбинација инструменталних и рачунских метода може да послужи као модел за будућа истраживања потенцијала водних ресурса на другим локацијама.

## **ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ**

У оквиру докторске дисертације анализирани су водотокови, одређивањем карактеристика површинских вода, одређивањем протока, везама између подземних, површинских и атмосферских вода, њиховим пореклом и расположивим количинама воде, избором и оптимизацијом технолошког процеса као најважнијим чиниоцима за процену најбоље стратегије за коришћење расположивих водних ресурса.

## **Садржај дисертације**

Дисертација садржи 163 страница и састоји се од 8 поглавља:

1. Увод,
2. Просторна дефиниција локалитета,
3. Теоријске основе рада,
4. Експеримент,
5. Резултати и дискусија,
6. Закључак и
7. Литература.

Дисертација је илустрована са 41 слика и има 31 табела, а литературни преглед садржи податке 94 референци, при чему је највећи број новијег датума, што указује на актуелност истраживања.

У првом делу рада испитивана је повезаност и кретање воде унутар акваторијума планине Шаре. У ту сврху је коришћен поступак трасирања узорака узетих са карактеристичних локација природним изотопом водоника трицијумом. Софистициран начин трасирања спроведен је експериментално уз поступак обогаћења узорака. Само узимање узорака и мерење је спроведено по методама које предвиђају одговарајући стандарди, а мерења су спроведена под добро контролисаним лабораторијским условима у ЈП „Нуклеарни објекти Србије“ и у Институту за нуклеарне науке „Винча“. За доношење закључака коришћени су само резултати добијени са комбинованом мерном несигурношћу мањом од 10% (показало се да је комбинована мерна несигурност углавном била око 5% највише јој је допринела мерна несигурност типа А). Мерне методе које су примењиване зависиле су од концентрације трицијума у узорку и то су биле методе примене јонизационе коморе, пропорционалног бројача, полупроводничких детектора и сцинтилационих детектора. Сви примењивани инструменти имали су редован атест издат од АТС.

За одређивање старости подземних вода, као и повезаности подземних и површинских вода са падавинским водама, коришћена је метода мерења стабилног изотопа кисеоника  $^{18}\text{O}$  и трицијума. Узорци су узимани према стандардом одређеним методама, а мерење је спроведено мерењем бета зрачења трицијума и масеном спектроскопијом кисеоника  $^{18}\text{O}$ . Сви услови за мерење и стандарди који су коришћени испуњавали су исте услове као и претходно писани поступци мерења концентрације трицијума у узорцима. За добијање жељених резултата на основу измерених карактеристика узорака развијена је метода заснована на статистичкој математици и вероватноћи, која је врло слична методи пораста вероватноће и која се заснива на закону множења независних вероватноћа.

Главна вредност рада је у математичкој обради резултата. Адитивне и мултипликативне мешовите расподеле веома се тешко математички обрађују због великог броја параметара. Из наведеног разлога биле су потребне емпиријске методе које се могу применити уз помоћ рачунара, као графички прикази резултата. Вредност рада је управо у резултатима који су анализирани применом експоненцијалне расподеле, двопараметарске Вејбулове расподеле, нормалне расподеле и тропараметарске Вејбулове расподеле. На основу анализираних резултата дошло се до закључка да су воде изабраног акваторијума атмосферског порекла. Током испитивања није било могуће уочити било какво постојање већег цеча са подземном водом који није повезан са падавинама. То је био главни разлог да се постави научно поткрепљена хипотеза да се воде датог акваторијума не могу користити као поуздан ресурс, јер у потпуности зависе од атмосферских услова и не гарантују довољан проток за изградњу хидроелектрана који неће угрозити количине потребне за производњу воде за пиће и биолошки минимум у површинским водотоковима.

Хемијске и микробиолошке анализа дате су само као смернице за избор погодног ресурса за производњу воде за пиће, избор локације водозавода, као и избор одговарајућег технолошког процеса пречишћавања, узимајући у обзир утицај пољопривреде, испуста комуналних отпадних вода и приступност локацији. Из наведеног разлога су представљене карактеристичне анализе из мноштва сличних резултата које дају општи увид у стање површинских вода које су биле од интереса у погледу експлоатације. Због сигурности, с обзиром на историјски контекст Шар-планине, урађено је испитивање воде и околног земљишта на присуство и утицај осиромашеног уранијума. Узорци за испитивање узети су са земљишта и воде на карактеристичним местима за акваторијум Шар-планине. Испитивања узорака изведена су у добро контролисаним условима. Мерна несигурност је била мања од 5%. На бази добијених резултата, констатовано је да није било контаминације Шар-планине осиромашеним уранијумом. Закључак се може проширити и на шире подручје око Шар-планине, јер је то безбедно подручје окружено високим планинама. На основу свих параметара, извршен је избор и оптимизација технолошког процеса прераде сирове воде за изабрани водозавод.

Такође је спроведена детаљна микробиолошка и физичко-хемијска анализа воде која се користи за пиће на подручју општине Штрпце. Резултати анализа показали су да вода на том подручју није исправна за пиће, што представља тренутну ситуацију. Паралелно са тим, урађена је иста врста анализе на извору реке Болованке, који се налази изнад насеља и који представља потенцијално решење за водоснабдевање општине Штрпце. Резултати истраживања су од кључне важности за одређивање прихватљивости испитиваног извора воде за употребу у водоснабдевању општине Штрпце. Након анализе квалитета воде, земљишта и потенцијалних загађивача, дошло се до закључка да извор реке Болованке представља потенцијално решење за водоснабдевање општине Штрпце, имајући у виду да испуњава прихватљиве стандарде за квалитет воде за пиће. На избор локације водозавода су утицали сви елементи одрживости: еколошки, економски и социјални.

У шестом поглављу су дати предлози за одрживо технолошко решење производње воде за пиће, као и оптимизација процеса и дозирања реагенса, коришћењем програма Super Pro Design. У Анексу 1 је приложена детаљна оптимизирана технолошка шема и материјални биланс процеса.

У седмом поглављу приказан је сажетак свих главних добијених резултата докторке дисертације као и дискусија резултата.

У осмом поглављу је дат списак коришћених референци у оквиру докторске дисертације.

Такође, дисертација садржи и све елементе предвиђене правилником о писању докторске дисертације, као што су изјава о ауторству, изјава о истовестности штампане и електронске верзије докторског рада и изјаву о коришћењу.

## ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

### Савременост и оригиналност

Докторска дисертација кандидата Ненада Станојевића представља савремен и оригиналан научни допринос. Колико је познато, није било експерименталног истраживања акваторијума Шар-планине као потенцијалном ресурсу. С друге стране, непланска експлоатација водних ресурса Шар-планине за изградњу мини хидро-електрана довела је у питање одрживост система, у смислу очувања биљних и животињских врста у Националном парку Шар-планина, наводњавању пољопривредних усева, као и коришћењу воде за пиће, јер је установљено да је вода овог акваторијума атмосферског порекла. Утврђено је да се могу предвидети количине воде различитог порекла и на тај начин предвидети могућност њихове примене у индустрији и водоснабдевању становништва.

Претходно наведени резултати истраживања су потврђени објављивањем у три часописа са SCI листе импакт фактора већих од један, и на једној међународној конференцији на којој је рад представљен у целини. Радови објављени након пријаве теме докторске дисертације:

1. Nenad Z. Stanojević, Jelena V. Djokić, Predrag V. Osmokrović, Research on water interconnections within the Šar mountains aquatorium by radioactive hydrogen isotope tritium, (2019) Nuclear Technology and Radiation protection, 34 (4), pp. 392-398, DOI: <https://doi.org/10.2298/NTRP191029040S>
2. Nenad Z. Stanojević, Jelena V. Đokić, Dušan P. Nikezić, Predrag V. Osmokrović: Application of Complex Statistical Distributions and Natural Isotopes of Hydrogen and Oxygen for Assessment of Water Origin in Šar Mountains Aquatorium, Nuclear Technology & Radiation Protection: Year 2020, Vol. 35, No. 2, pp. 172-180 [www.doiserbia.nb.rs/img/doi/1451-3994/2020/1451-39942002172S.pdf](http://www.doiserbia.nb.rs/img/doi/1451-3994/2020/1451-39942002172S.pdf)
3. Nenad Z. Stanojević, Jelena V. Đokić, Lazarević Đorđe R., Dušan P. Nikezić, Predrag V. Osmokrović: Contamination of the Šar Mountains Aquatorium – Kosovo with Depleted Uranium. in Rocznik Ochrona Środowiska. 2023;25:1-9. doi:10.54740/ros.2023.001

На основу свега приказаног и доказаног у оквиру докторске дисертације неоспоран је научни и технолошки значај резултата приказаних у оквиру истраживања.

## **Опис и адекватност примењених метода**

Током израде студије одрживости експлоатације водних ресурса Шар-планине, експериментална истраживања су послужила као основа за даљу математичко-статистичку обраду и доношење закључака усмерених ка постизању постављеног циља.

Мада је сама студија обимна и у једном свом делу садржи примену најсофистициранијих, нуклеарних метода испитивања у хидрологији, све примењене експерименталне методе се могу поделити у две групе.

У прву групу спада узимање репрезентативних узорака на пажљиво одабраним локалитетима Шар-планине. Посматрани локалитети су бирани на основу њиховог положаја важности и поузданог познавања њихове прошлости.

Други део експерименталног истраживања спроведен је у лабораторијама које су опремљене савременом опремом за дијагностику хидролошких узорака. Лабораторије у којима је вршено највише испитивања су биле лабораторије ПМФ-а у Београду.

Први и други део експерименталног поступка, тј. узимање узорака за даља испитивања и сама лабораторијска испитивања узорака, спроведена су у складу са одговарајућим стандардима у циљу добијања примењивих узорака на терену и поузданих експерименталних резултата у лабораторијским условима.

Сва лабораторијска испитивања реализованасу под добро контролисаним условима уз примену атестиране инструментације са одговарајућим важећим дозволама издатих од АТС-а. Претходни податак подразумева да је за сву примењивану опрему била одређена (од произвођача или у самој лабораторији) мерна несигурност типа Б. Исто тако, мерна несигурност типа А одређена је на бази самих мерења адекватним статистичким методама.

За свако мерење које је реализовано приликом израде студија одрживости експлоатација водних ресурса Шар-планине, анализирана је комбинована мерна несигурност и у случају да је била двоцифрен број, то мерење, односно добијени резултат, није узиман у даље разматрање. Тиме је валоризована употреба инструменталних анализа за праћење водних ресурса коришћењем изотопа, математичка обрада података, као и коришћење програма Super Pro Design за оптимизацију технолошког процеса производње.

## **Оцена достигнутих способности кандидата за самосталан научн ирад**

Кандидат Ненад Станојевић је способан како за самостални научно истраживачки рад, тако и за активно учешће у тимском раду. Сама докторска



дисертацијаса детаљном анализом добијених резултата, као и велики број научних радова везаних за ову тематику, рад у тиму, указују на квалитет рада, организованост, систематичност и велику мотивисаност самог кандидата да се бави научним радом. Сви наведени резултати указују на способност кандидата Ненада Станојевића за будући успешан и самостални научни рад.

## ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

### Приказ остварених научних доприноса

Крајњи резултат докторске дисертације је развијени алгоритам за статистичку анализу резултата мерења датих параметара у сложеном акваторијуму, примењен на акваторијум планине Шаре и научно основан закључак о могућности експлоатације истога, уз узимање у обзир осетљиве еколошке услове са могућим последицама.

### Верификација научних доприноса

Научни допринос докторске дисертације је верификован кроз публикације проистекле као резултат истраживања у оквиру теме, о чему сведоче радови објављени у научним часописима ис аопштења са научних скупова:

#### Радови из докторске дисертације:

1. Nenad Z.Stanojević, Jelena V.Djokić, Predrag V.Osmokrović, Research on water interconnections within the Šar mountains aquatorium by radioactive hydrogen isotope tritium, (2019) Nuclear Technology and Radiation protection, 34 (4), pp. 392-398, DOI: <https://doi.org/10.2298/NTRP191029040S>
2. Nenad Z. Stanojević, Jelena V. Đokić, Dušan P. Nikezić, Predrag V. Osmokrović: Application of Complex Statistical Distributions and Natural Isotopes of Hydrogen and Oxygen for Assessment of Water Origin in Šar Mountains Aquatorium, Nuclear Technology & Radiation Protection: Year 2020, Vol. 35, No. 2, pp. 172-180 [www.doiserbia.nb.rs/img/doi/1451-3994/2020/1451-39942002172S.pdf](http://www.doiserbia.nb.rs/img/doi/1451-3994/2020/1451-39942002172S.pdf)
3. Nenad Z. Stanojević, Jelena V. Đokić, Lazarević Đorđe R., Dušan P. Nikezić, Predrag V. Osmokrović: Contamination of the Šar Mountains Aquatorium – Kosovo with Depleted Uranium. in Rocznik Ochrona Środowiska. 2023;25:1-9. <https://doi.org/10.54740/ros.2023.001>
4. Nenad Stanojević, Jelena Đokić, Dušan Nikezić, Živče Šarkoćević, Uroš Kovačević, Application of Nuclear Methods to determine the Degree of Contamination of the Šar mountains Aquatorium doe to the use of Depleted Uranium Ammunition, XIII International Conference on Social and Technological Development (STED 2024). Trebinje, Bosnia and Herzegovina, June 06-09th, 2024.

## ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

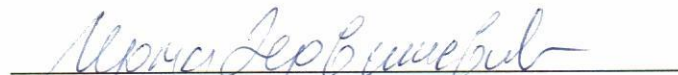
Докторска дисертација кандидата Ненада Станојевића, под насловом: "*Студија одрживости експлоатације водних ресурса Шар-планине*" представља савремен, оригиналан и значајан научни допринос. Дисертација је у сагласности са образложењем у пријави теме и садржи све елементе које предвиђа Правилник о докторским студијама Универзитета у Приштини – Факултета техничких наука у Косовској Митровици. Комисија потврђује да докторска дисертација има оригиналан и савремен научни допринос у области Технолошког инжењерства.

На основу прегледане докторске дисертације, као и увида у верификован научни допринос кроз објављене радове у међународним научним часописима, комисија за оцену и одбрану докторске дисертације, закључује да кандидат Ненад Станојевић испуњава све законске и остале прописане услове за одбрану докторске дисертације. Стога Комисија са задовољством предлаже Наставно-научном већу Факултета техничких наука у Косовској Митровици да прихвати позитиван извештај о урађеној докторској дисертацији кандидата Ненада Станојевића, под називом:

**" Студија одрживости експлоатације водних ресурса Шар-планине "**

и да исту упути у даљу процедуру.

КОМИСИЈА:



др Ирма Дервишевић, ред. проф.,  
ФТН Косовска Митровица – председник



др Јелена Токић, ред. проф.,  
ФТН Косовска Митровица, ментор



др Срђан Ковачевић, научни сарадник  
ФТН Нови Сад, члан