

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ		
1. Датум и орган који је именовано комисију:		
Дана 10.06.2021. године на 35. седници Наставно-научно веће Природно-математичког факултета Универзитета у Новом Саду, именовало је Комисију за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Кристине Калкан под насловом „Примена радиоактивних метода у геоморфолошким истраживањима Тителског брега“.		
2. Састав комисије у складу са <i>Правилима докторских студија Универзитета у Новом Саду</i> :		
1.	др Слободан Б. Марковић	редовни професор и дописни члан САНУ
	презиме и име	звање
	Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет	Физичка географија 02.02.2009.
	установа у којој је запослен-а	ужа научна област и датум избора
		председник
2.	др Миљивој Б. Гаврилов	редовни професор
	презиме и име	звање
	Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет	Физичка географија 24.12.2009.
	установа у којој је запослен-а	функција у комисији
		ментор
3.	др Софија Форкапић	доцент
	презиме и име	звање
	Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет	Нуклеарна физика 25.06.2020.
	установа у којој је запослен-а	функција у комисији
		ментор
4.	др Душан Мрђа	редовни професор
	презиме и име	звање
	Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет	Нуклеарна физика 22.12.2016
	установа у којој је запослен-а	ужа научна област и датум избора
		члан
		функција у комисији

5.	др Кристина Бикит Шредер	доцент	Нуклеарна физика 25.06.2020.
	презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
	Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет		члан
	установа у којој је запослен-а		функција у комисији
6.	др Радислав Тошић	редовни професор	Физичка географија 07.04.2016.
	презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
	Универзитет у Бања Луци, Природно-математички факултет		члан
	установа у којој је запослен-а		функција у комисији

II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

- Име, име једног родитеља, презиме: **Кристина, Слободан, Калкан**
- Датум рођења, општина, држава: **10.01.1991. Нови Сад, Република Србија**
- Назив факултета, назив претходно завршеног нивоа студија и стечени стручни/академски назив: **Природно-математички факултет, Мастер професор географије, Мастер географ.**
- Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија:
2016/2017. Доктор наука - Геонауке

III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Примена радиоактивних метода у геоморфолошким истраживањима Тителског брега

IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Навести кратак садржај са назнаком броја страница, поглавља, слика, схема, графикона и сл.

Докторска дисертација кандидата Кристине Калкан је написана на српском језику, ћириличним писмом, са кључном документацијском информацијом на српском и енглеском језику. Дисертација садржи 165 страна (са прилозима 230 страна), А4 формата подељених на 11 поглавља: Увод (3 стране), Географски положај и опис истраживаног подручја (8 страна), Ерозија земљишта и конверзиони модели (23 стране), Методологија истраживања (20 страна), Дистрибуција падавина и површинске депозиције ^{137}Cs у Војводини након Чернобиљског акцидента (25 страна), Истраживања ерозије земљишта Тителског лесног платоа применом метода ^{137}Cs и $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ (27 страна), Поређење резултата са методом потенцијала ерозије - Гавриловићевом методом (28 страна), Закључак (4 стране), Литература (15 страна) и Прилози (65 страна). Дисертација садржи 95 слика, 28 табела и 238 литературна навода. На почетку дисертације налазе се Наслов рада, Кључна документацијска информација на српском и енглеском језику (без нумерације страна), Захвалница и Садржај. На крају дисертације дати су: Биографија кандидата и План третмана података (без нумерације страна).

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Наслов докторске дисертације је јасно дефинисан, одражава суштину испитиване проблематике и директно указује на циљ испитивања.

У поглављу **Увод**, укратко се описује предмет и циљ истраживања докторске дисертације. Аутор је указао на проблематику ерозије земљишта и потребу за њеном прецизнијом квантификацијом применом радиоактивних метода. Дат је кратак преглед порекла и карактеристике радиоцезијума као оптималног трасера ерозивних процеса у комбинацији са неподржаним оловом. У даљем уводном делу, дат је кратак преглед свих поглавља докторске дисертације. Комисија сматра да је кроз Увод кандидат јасно упознао читаоца са проблематиком истраживања и његовим значајем.

У оквиру другог поглавља **Географски положај и опис истраживаног подручја** дат је морфолошки приказ Тителског лесног платоа (ТЛП), анализа његових мезорељефних и микрорељефних форми и кратак преглед релевантних климатских елемената са карактеристикама хидрографије и педолошког покривача заступљеног на платоу. Ово поглавље је подељено на потпоглавље *Карактеристике земљорадње на Тителском лесном платоу* које је за циљ имало да упозна читаоце са процентуалном заступљеношћу култивисаних површина и њених главних представника, односно процентом некултивисаних површина које су аутору докторске дисертације важне за успешну примену методе радиоцезијума у смислу селекције референтне тачке на некултивисаним површинама. Анализом поглавља Комисија констатује да је поглавље Географски положај и опис истраживаног подручја написано јасно и систематично.

У трећем поглављу **Ерозија земљишта и конверзиони модели** дат је теоретски преглед доминантних типова ерозије земљишта на ТЛП, уз преглед досадашњих истраживања поменутог платоа са аспекта ерозије земљишта. Потом су дате карактеристике радиоактивности земљишта са приказом типичних природних радионуклида заступљених у земљишту као и приказ свих тренутно развијених модела конверзије инвентара радиоцезијума за прорачун годишњих брзина ерозије/депозиције земљишта. Треће поглавље се састоји из четири потпоглавља: *Типови ерозије земљишта на Тителском лесном платоу*, *Историјат истраживања ерозије на Тителском лесном платоу*, *Радиоактивност земљишта и Конверзиони модели за процену ерозије и акумулације земљишта*. Комисија је сагласна да је кандидат јасно представио теоретски преглед проблематике ерозије земљишта на Тителском лесном платоу и да је читаоце на добар начин увео у идеју примене радиоактивних метода у трагању за величином ерозивних процеса.

У четвртном поглављу **Методологија истраживања** описане су детаљно примењене методе снимања терена, узимања репрезентативних узорака и метода испитивања које су довеле до креирања базе података коришћене у истраживању кроз теренски и лабораторијски рад. Садржи четири потпоглавља. У потпоглављу *Узорковање земљишних порфила и припрема узорака* дат је детаљан приказ етапа теренског рада узорковања земљишних профила на непоремећеном земљишту Тителског лесног платоа (код јаружастог система геолокалитета Лесна пирамида, недалеко од насеља Тител) одржаног у два наврата (2017. године и 2018. године) са описом коришћених мерних уређаја и софтвера за обраду података до паковања земљишних профила и њиховог складиштења и замрзавања. У оквиру потпоглавља *Лабораторијске анализе*, уследила је припрема узорака за гамаспектрометрију: скицирање земљишних профила, сечење на слојеве од 1 cm, ситњење, паковање, сушење, мерење масе узорака пре и након сушења. Лабораторијске анализе обухватиле су и теоретски преглед појма гамаспектрометрије и њену примену у истраживањима. У трећем потпоглављу дат је

теоретски преглед примене магнетних карактеристика земљишта и опис мерног уређаја MS2 Bartington коришћеног за одређивање магнетне суспектибилности земљишних слојева. Последње потпоглавље односи се на теоретски преглед одређивања процентуалне заступљености величина честица према Вентвортовој склали применом Malvern Mastersizer 2000 уређаја. Наведени су статистички поступци и софтвери коришћени за квантификацију резултата истраживања. Анализом овог поглавља Комисија сматра да је кандидаткиња користила у свом истраживању адекватне и савремене методе истраживања које је прегледно приказала у дисертацији.

Пето поглавље **Дистрибуција падавина и површинске депозиције ^{137}Cs у Војводини након Чернобиљског акцидента** има седам поглавља: *Порекло нуклеарних инфлуената на простору Србије (Војводине), Испитивано подручје, Опис истраживања, Анализа и просторна дистрибуција количина падавина у Војводини након Чернобиљског акцидента, Корелације између површинске депозиције ^{137}Cs и количине падавина у Војводини након Чернобиљског акцидента, Регионализација подручја Војводине на основу површинске депозиције ^{137}Cs и количине падавина након Чернобиљског акцидента и Дискусија резултата и закључци.* Истраживањем могућих корелација између просторно-временске расподеле падавина у периоду од априла 1986. године до децембра 1987. године и доступних података за садржај радиоцезијума у површинским слојевима земљишта Војводине - северне покрајине Републике Србије у годинама након Чернобиљске катастрофе установљено је да је доминантно порекло контаминације земљишта на простору Војводине управо Чернобиљски акцидент из 1986. године. Подаци о радиоактивности земљишта у Војводини су резултати дугогодишњег испитивања земљишта на овим просторима Лабораторије за испитивање радиоактивности узорака и дозе јонизујућег и нејонизујућег зрачења, Департмана за физику на ПМФ-у у Новом Саду. Подаци о висинама дневних падавина преузети су из Покрајинског метеоролошког годишњака за период од 26. априла 1986. године до краја 1987. године са укупно 245 метеоролошких и падавинских станица. Од укупно 245 падавинских станица у Војводини, од 164 до 244 станице је било одабрано за анализу података у зависности од различитих временских аспеката и валидације података. Најбоља корелација између количине падавина и садржаја ^{137}Cs у површинским слојевима земљишта испитиваног подручја је добијена за два кишна периода од 2-5. маја и од 7-21. маја 1986. године. Применом кластер анализе, издвојено је неколико различитих просторних региона према депозицији радиоцезијума и количини падавина за поменуте кишне периоде. Комисија сматра да су резултати овог истраживања од великог значаја за општу информисаност становништва о нивоима контаминације земљишта радиоцезијумом из радиоактивних падавина након Чернобиљског акцидента и да ће имати примену у истраживањима ерозије земљишта на локалном и регионалном нивоу.

У шестом поглављу докторске дисертације под називом **Истраживања ерозије земљишта Тителског лесног платоа применом метода ^{137}Cs и $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$** приказани су прелиминарни резултати квантификације годишњих губитака земљишта на истраживаном простору - систем јаруга код локалитета Лесна пирамида, недалеко од насеља Тител у југоисточном делу ТЛП у близини реке Тисе. Ово поглавље садржи потпоглавља: *Ерозија земљишта као hazard, Опис и одабир локалитет истраживања, Резултати истраживања и Дискусија и закључна разматрања* кроз које је приказана примена гама-спектрометријске анализе садржаја радиоцезијума, ^{137}Cs и неподржаног олова, $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ у узорцима вертикалних земљишних профила за квантификацију ерозивних процеса ТЛП и садржаја природних радионуклида у истим. Теренским радом узето је 8 репрезентативних вертикалних профила земљишта код којих је у слојевима дебљине 1 cm испитан садржај радионуклида. Брзине ерозија земљишта су процењене коришћењем два конверзиона модела: модел

вертикалне дистрибуције, PDM (*profile distribution model*) и дифузиони и миграциони модел, DMM (*diffusion and migration model*) за необрађивано земљиште. Добијене вредности брзине ерозије земљишта употребом PDM су у опсегу од $-2,3 \text{ t ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ до $-2,7 \text{ t ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ и ове вредности су упоредиве са публикованим резултатима сличних студија (Michalik, 2017; Jurian et al., 2012; Petrovč et al., 2016) у региону. Вертикалне дистрибуције природних радионуклида у земљишним профилима су такође дискутоване и упоређене са вертикалном дистрибуцијом $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$. Употреба DMM за конвертовање активности $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ у брзине редистрибуције земљишта показује нешто већу брзину ерозије у износу од $-3,7 \text{ t ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ са 98 % односом транспортованог седимента. Комисија сматра да су резултати истраживања адекватно анализирани и прегледно приказани.

Поглавље **Поређење резултата са методом потенцијала ерозије - Гавриловићевом методом** садржи седам потпоглавља: *Додатно узорковање земљишних профила, Вертикалне дистрибуције ^{137}Cs , $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ и магнетне суцептибилности у новим земљишним профилима, Гавриловићев метод, Квантификација резултата применом Гавриловићеве методе, Резултати, Компарација резултата нуклеарне методе са резултатима Гавриловићеве методе и Дискусија и закључна разматрања*. Пре компарације добијених вредности за брзину ерозије испитиваног геолокалитета са Гавриловићевом методом, извршено је додатно узорковање земљишних профила у циљу потврде референтне тачке, као и потраге за депозицијом земљишног наноса. Даље, кроз поглавље је детаљно описана Гавриловићева метода и представљени су резултати ове методе за прорачун брзине ерозије земљишта на истраживаним локацијама у комбинацији са Географским информационим системима и резултатима који су одређени ^{137}Cs методом. Добијени резултати дају реалну слику ерозивних процеса јер сва четири модела (три нуклеарна и један емпиријски) указују на доминанту ниску просечну годишњу вредност брзине ерозије на свим узоркованим локацијама. Највеће вредности могу се приметити код PDM (1986) модела, а најмање код DMM. Пирсоновим коефицијентом корелације утврђено је да су најбоље корелационо повезани модели DM и EPM, између којих је $r=0,59$. Помоћу *t*-теста (Ugoni and Walker, 1995) испитане су значајности разлика између резултата EPM са претходна три модела - PDM (1986), PDM (1963) и DMM. Комисија закључује да су резултати су детаљно анализирани и продискутовани заједно са актуелним литературним подацима.

У оквиру поглавља **Закључак**, јасно и систематично су приказани закључци који директно проистичу из резултата истраживања и њихове дискусије. Поменуто су будућа истраживања којима ће се резултати ове докторске дисертације додатно унапредити. Комисија је сагласна да су резултати докторске дисертације јасни, прецизни и концизни.

У поглављу **Литература** наведено је 238 литературних извора са линк веб-сајтовима.

У поглављу **Прилози** дате су табеле са свим подацима (28) на које се односи текст дисертације.

На основу наведених закључака комисија сматра да су остварени циљеви докторске дисертације. Комисија позитивно оцењује све делове докторске дисертације.

VI СПИСАК НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КОЈИ СУ ОБЈАВЉЕНИ ИЛИ ПРИХВАЋЕНИ ЗА ОБЈАВЉИВАЊЕ НА ОСНОВУ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА У ОКВИРУ РАДА НА ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ:

Резултати ове докторске дисертације су до сада објављени у два оригинална научна рада, у часопису међународног значаја, потом у једном саопштењу на скупу међународног значаја, штампани у изводу, као и у једном саопштењу на скупу националног значаја, штампани у целини.

Kalkan, K., Forkapić, S., Marković, S.B., Gavrilov, M.B., Bikit-Schroeder, K., Mrđa, D., Radaković, M.G., Tošić, R. 2020. Deposition of ^{137}Cs and precipitation distribution in Vojvodina, Northern Serbia after the Chernobyl accident. *Chemosphere*, 264 (2). <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.128471>. (M21)

Kalkan, K., Forkapić, S., Marković, S.B., Bikit, K., Gavrilov, M.B., Tošić, R., Mrđa, D.,t Lakatoš, R. 2020. The application of ^{137}Cs and $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ methods in soil erosion research of Titel loess plateau, Vojvodina, Northern Serbia. *Open Geosciences*, 12, 11–24. <https://doi.org/10.1515/geo-2020-0002>. (M23)

Kalkan K., Forkapić S., Marković S.B., Bikit-Šreder K., Gavrilov M.B., Mrđa D. The application of nuclear methods in geomorphological research of Titel hill. NATURAL HAZARDS - ABSTRACT BOOK of the INTERNATIONAL CONFERENCE, Lessons from the past and contemporary challenges, 5-7 October 2018, Novi Sad, Serbia. (M34)

Forkapić, S., **Kalkan, K.**, Marković, S., Bikit-Šreder, K., Mrđa, D., Lakatoš, R., Samardžić, S. PROCENA BRZINE EROZIJE ZEMLJIŠTA NA OSNOVU AKTIVNOSTI ^{137}Cs NA TITELSKOM LESNOM PLATOU. Društvo za zaštitu od zračenja Srbije i Crne Gore. 2019, Divčibare. (M63)

Таксативно навести називе радова, где и када су објављени. Прво навести најмање један рад објављен или прихваћен за објављивање у складу са *Правилма докторских студија Универзитета у Новом Саду* који је повезан са садржајем докторске дисертације. У случају радова прихваћених за објављивање, таксативно навести називе радова, где и када ће бити објављени и приложити потврду уредника часописа о томе.

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА:

У овој докторској дисертацији представљени су резултати дугогодишњег истраживања ерозивних процеса на некултивисаном земљишту комплексног система јаруга код геолокалитета Лесна пирамида недалеко од насеља Тител на Тителском лесном платоу применом радиоактивних метода - радиоцезијума и неподржаног олова. Тиме је по први пут на овом простору израчуната годишња брзина ерозивних процеса. Познавање величине интензитета ерозије земљишта је од великог практичног значаја јер се ради углавном о пољопривредном земљишту интензивно обрађиваном (99,9 % површина на ТЛП је под ораницама) у последњих неколико векова и специјалном резервату природе са значајним археолошким налазиштима. Поред тога, овај простор је постао важан научни палео-локалитет јер су у њему у претходне две деценије откривени веома јасни записи о климатско-еколошким догађајима из последњих пет глацијалних и интерглацијалних периода који су се догодили у последњих 600.000 година. Све наведено чини ово истраживање у потпуности оправданим јер оно додаје нове и веома корисне научне и практичне информације о ТЛП. Иако истраживано подручје јаруга не спада у домен култивисаних земљишта, оно свакако представља транспортну зону (а посебно у време јаких и учесталих падавина) између земљишта обрадивих површина у унутрашњости и

алувијалних равни Тисе и Дунава које представљају подручје акумулације транспортованих седимената. Ова сазнања су од посебне важност јер су сада успостављене квантитативне релације између подручја ерозије и акумулације за разлику од пређашњих сазнања која су за ове релације имала само квалитативна објашњења.

Радиоцезијум метода је применљива у случајевима када је концентрација радиоцезијума на неком простору довољно висока за потребе детекције. Релевантност избора методе и година доминантне депозиције радиоцезијума на простору Војводине, утврђена је након реконструкције депозиције радиоактивних падавина у првим данима након Чернобиљског акцидента. Ово комплексна студија користила је податке о висини дневних падавина са 244 падавинских (метеоролошких) станица и резултате просторне дистрибуције ^{137}Cs у површинском обрадивом земљишту са 49 локација које су обухватиле све типове земљиштана простору Војводине током 2001. године. Селекцијом одговарајућих 49 падавинских станица, испитане су могуће корелације дневних падавина и активности концентрације радиоцезијума за издвијених седам кишних/падавинских периода. Резултати испитивања корелација указују на то да су поменути кишни периоди током маја 1986. године најзначајнији за депозицију ^{137}Cs у Војводини, што се добро слаже са већ објављеним резултатима за регион Балкана. Најбоља корелација између количине падавина и садржаја ^{137}Cs у површинским слојевима земљишта добијена је за два кишна периода од 2. маја до 5. маја и од 7. маја до 21. маја 1986. године. Такође, извршена је регионализација Војводине према количини падавина од 2. маја до 5. маја и од 7. маја до 21. маја 1986. године и садржаја радиоцезијума у земљишту током 2001. године на четири кластера који ће имати важну улогу у будућој примени у истраживањима ерозије земљишта на поменутом простору. Позитивне корелације су доказале претпоставку да је Чернобиљски акцидент из 1986. године доминантан извор контаминације радиоцезијумом на простору Војводине. Такви резултати корелације потврђују оправданост коришћења ове године у прорачунима за брзину ерозије земљишта методом радионуклида, конкретно радиоцезијумом на ТЛП, који је у неколико наврата био контаминиран радиоцезијумом различитим интензитетима.

Прва фаза узорковања земљишних профила одржана је 2017. године када је узето шест земљишних профила дуж система јаруга код локалитета Лесна пирамида и два потенцијална референтна профила на ивичном, терасастом делу платоа код насеља Вилово. Сви земљишни профили су адекватно лабораторијски припремљени и исечени на слојеве од по 1 cm и као такви подвргнути гамаспектрометријској анализи. Анализом вертикалне дистрибуције ^{137}Cs може се закључити да једино земљишни профил 4 даје атипичну расподелу ^{137}Cs . Анализа гранулације земљишта из свих земљишних профила упућују на доминантно присуство праха и глине. То су компоненте земљишта са малом способношћу резистенције ерозији земљишта, а анализом дубинске расподеле честица установљено је да проценат заступљености глиновитих честица расте са дужином у скоро свим профилима (изузев референтног профила 7). Пораст заступљености глиновитих честица са дужином земљишта одражава се на вертикалну дистрибуцију ^{137}Cs омогућавајући продирање цезијумових јона у дубље слојеве земљишта.

Приметна неподударност у карактеру вертикалних дистрибуција ^{137}Cs са $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ као и у вредностима њихових укупних инвентара по профилима могу се објаснити различитим пореклом и временском неусклађеношћу депозиције ова два радионуклида из атмосфере.

Годишње брзине ерозије/депозиције су израчунате на основу измерених инвентара ^{137}Cs коришћењем три конверзиона модела за необрађено земљиште модел облика профила (PDM (1963) и PDM (1963)) и модел дифузије и миграције (DMM (1986)).

Резултати истраживања брзине ерозије ^{137}Cs методом на геолокалитету ТЛП дале су реалне вредности брзине ерозивних процеса земљишта које су упоредиве са резултатима добијеним применом $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ методе за истраживано подручје. Применом конверзионих модела за радиоцезијум, на свим испитаним тачкама ерозија је доминантан

процес, док у случају конверзионих модела олова постоји једна тачка која указује на акумулацију. Вредности годишњих брзина ерозије добијене ^{137}Cs конверзионим моделима за непоремећено земљиште крећу се у опсегу од $-1,58 \text{ t ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ до $-10,60 \text{ t ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ што указује на ерозију веома ниског и ниског карактера.

Концентрације активности природних радионуклида детектоване у свим земљишним профилима су у нормалној равнотежи са нивоима у животној средини и крећу се у следећим опсезима: $25-85 \text{ Bq kg}^{-1}$ за ^{226}Ra , $20-84 \text{ Bq kg}^{-1}$ за ^{238}U , $18-47 \text{ Bq kg}^{-1}$ за ^{232}Th и $372-920 \text{ Bq kg}^{-1}$ за ^{40}K . Гранулометријским мерењима је утврђено да је у испитиваним узорцима највише заступљен прах, а нешто мање је присутна и глина. Присуство органске материје у земљишту одражава се на садржај ^{226}Ra за кога је једино приметна варијација по слојевима.

Резултати анализе вертикалне дистрибуције масене магнетне осетљивости у нискофреквентом пољу за свих осам земљишних профила (односно 35 слојева) указују на релативно сличне вертикалне расподеле активности концентрације ^{137}Cs . Корелацијом масене магнетне суспендибилности са садржајем ^{137}Cs , ^{40}K и глине у вертикалним дистрибуцијама, дошло се до закључка да је магнетна осетљивост у највећој мери детерминисана садржајем честица глине у слојевима земљишта. С обзиром да калцификована земљишта у истраживаном подручју имају низак магнетни потенцијал, измерена магнетна осетљивост приписана је педогенези врло ситних магнетних честица.

Друга фаза узорковања (током 2018. године) захтевала је комплекснију припрему за проналажењем референтних тачака. У те сврхе преузета су два земљишна профила недалеко од истраживаног микроподручја и још два профила у доњем делу корита северне јаруге као потенцијална тачка ерозије и акумулације. Анализе вертикалних дистрибуција концентрације активности ^{137}Cs и $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ указују да су за земљишни профил 9 добијени најмањи инвентари радиоцезијума и неподржаног олова у поређењу са другим профилима, што јасно указује на ерозију као и облик вертикалних дистрибуција концентрација активности ових радионуклида. Међутим, изглед криве расподеле вертикалне дистрибуције ^{137}Cs за преостала три профила, такође указује на ерозију као процес због чега је задржан избор референтне тачке приликом претходне квантификације годишње стопе ерозивних процеса (Вилово 7 и Вилово 8). Ерозија је доминантан процес чак и на плавини северне јаруге која је претендовала на акумулацију седимената. Детаљном анализом водостаја Тисе у периоду 1986-2017. године уочено је да је у неколико наврата вода плавила зону редукације радиоцезијума у горњим слојевима земљишта.

Применом истих конверзионих модела, и у овом случају, све тачке указују на ерозију упркос разликама у инвентарима ^{137}Cs и $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$, па се може закључити да су добијене вредности упоредиве и дају реалне резултате вредности годишње брзина губитака земљишта.

Даље, различити топографски параметри (апсолутна висина, нагиб, порфилн и планарна закривљеност и $NDVI$) се доводе у везу са величином ерозије на испитиваним тачкама као и са близином бујичних токова различитих интензитета. Резултати корелационе анализе годишњих вредности брзине ерозије са топографским параметрима упућују да је највећи одраз на величину ерозије у случају нуклеарне методе дала величина нагиба.

Добијени резултати брзине ерозивних процеса овом методом су неупитни, међутим највећа неизвесност методе огледа се у адекватној селекцији референтне тачке. Како би се отклонила сумња у добијене резултате било је потребно упоредити их са резултатима Гавриловићеве методе, међународно признатом методом и најрелевантнијим емпиријским моделом на овим просторима који се бави прорачуном ерозивних процеса у бујичним долинама.

Резултати моделирања годишњих вредности брзине ерозивних процеса поменутом методом јасно указују на ерозију на свим локацијама и прилично уједначеним резултатима

^{137}Cs - конверзионих модела. Применом корелационе анализе може се закључити да резултати ЕРМ имају позитивну умерену корелацију са ^{137}Cs -моделима. Најбоља повезаност постигнута је са DMM моделом ($r=0,59$) док је са PDM (1986) и PDM (1963) добијен нижи коефицијент корелације (од $r=0,57$) што је и било очекивано с обзиром да модели не узимају у обзир накнадну редистрибуцију земљишта. Релативно добра повезаност модела указује на задовољавајући одабир референтне тачке. Према универзалној класификацији ерозије земљишта у вредностима $\text{t ha}^{-1} \text{yr}^{-1}$, сви резултати указују на генерално ниску просечну вредност брзине ерозије на годишњем нивоу. Највеће вредности уочене су код PDM (1986) модела, а најмање код ЕРМ.

За разлику од вредности годишњих брзина ерозивних процеса добијених нуклеарном методом и доминантног утицаја фактора величине нагиба на величину тих вредности, у случају ЕРМ, највећи утицај на величину ерозије има карактер покривености земљишта.

У сваком случају, добро слагање резултата ерозије земљишта сва четири модела упућују на добар одабир референтних тачака у случају нуклеарне методе. Иако су то вредности годишњих брзина ерозије у рангу од веома ниске до умерене, сви губици земљишта већи од $1,0 \text{ t ha}^{-1} \text{yr}^{-1}$ сматрају се ирверзибилним процесом у наредних 50-100 година.

У сваком случају, ово истраживање је потврдило да су методе ^{137}Cs и $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ апсолутно применљиве за испитивање ерозивних процеса на примеру јаружастог система на Тителском лесном платоу и да су добијени резултати конзистенти са студијама које се баве сличном проблематиком. Коришћење више различитих модела конверзије, које многобројни аутори препоручују за процену ерозије на непоремећеном земљишту, у комбинацији са анализом величина честица земљишта и других карактеристика земљишта дају објективније вредности брзине ерозивних процеса.

Добијени резултати могу имати примену у области геоконзервације, заштити од ерозије, као и у планирању различитих пољопривредних активности. Захваљујући томе, резултати ове докторске тезе, поред свог пре свегабазичног истраживачког приступа, потенцијално могу да буду применљиви у великом распону од менаџмента туристичке дестинације преко различитих активности везаних за заштиту природе и конзервације земљишта, до бројних аспеката пољопривредне производње.

Наставак овог истраживања биће проширен на апсолутно датирање слојева луминисцентом методом, како би се потврдила хипотеза доминанте депозиције радиоцезијума на нашим просторима из периода Чернобилског акцидента, али и идентификацију (уколико је могућа) слојева у којима је радиоцезијум заостао из периода нуклеарних теситрања. Са резултатима луминисцентног датирања, биће позната доња граница Антропоцена на овим просторима.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА:

Експлицитно навести позитивну или негативну оцену начина приказа и тумачења резултата истраживања.

На основу прегледа докторске дисертације Кристине Калкан, Комисија сматра да је она јасно структурирана и написана у складу са темом дисертације, планом и циљевима предвиђеним у пријави теме. Резултати истраживања су прегледно представљени и правилно анализирани, детаљно дискутовани и упоређени са резултатима других аутора. На основу резултата и дискусије изведени су закључци који дају одговор на постављене циљеве истраживања. Комисија даје позитивну оцену приказа и тумачења резултата истраживања.

IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Експлицитно навести да ли дисертација јесте или није написана у складу са наведеним образложењем, као и да ли она садржи или не садржи све битне елементе. Дати јасне, прецизне и концизне одговоре на 3. и 4. питање:

1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме?
Да. Комисија оцењује да је докторска дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме.

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе?
Да, Комисија оцењује да дисертација садржи све битне елементе неопходне за овакву врсту рада: дефинисану тему истраживања, преглед постојећих истраживања у области, детаљан приказ експерименталних метода, јасан и прегледан приказ резултата и њихову дискусију коришћењем адекватне литературе. Закључци су правилно изведени из добијених резултата. У списку литературе налазе се сви литературни извори који су цитирани у тексту дисертације.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци?
Резултати ове докторске дисертације пружају значајан оригиналан научни допринос у практичном смислу јер су добијени врло важни и јединствени подаци о адекватном начину примене радиоактивних метода у истраживањима брзине ерозивних процеса на подручју Тителског лесног платоа. Кандидат је користио методологију познату и прихваћену у светској научној литератури и научној заједници, чиме је омогућено поређење добијених резултата са истим или сличним истраживањима у свету. Део добијених резултата је публикован у научним радовима категорије M21 и M23, а део је публикован путем саопштења на две научне конференције (једна са међународним а друга са националним значајем), што указује на квалитет и оригиналност спроведених истраживања.
Напомена: Докторска дисертација је прошла проверу оригиналности применом софтвера за детекцију плагијаризма *iThenticate* који је показао да „индекс сличности” (енгл. *similarity index*) износи 3 % (према упутству произвођача софтвера, све вредности испод 15 % представљају оригиналан рад). Комисија закључује да је ова докторска дисертација оригинално дело и да не представља плагијат

4. Који су недостаци дисертације и какав је њихов утицај на резултат истраживања?
По мишљењу Комисије, ова докторска дисертација нема значајних недостатака.

X ПРЕДЛОГ:
На основу наведеног, комисија предлаже:
а) да се докторска дисертација прихвати, а кандидату одобри одбрана;
б) да се докторска дисертација врати кандидату на дораду (да се допуни односно измени);
в) да се докторска дисертација одбије.

Место и датум: Нови Сад, 22.06.2021.

1. др Слободан Б. Марковић, редовни професор и дописни члан САНУ

_____, председник

2. др Миливој Б. Гаврилов, редовни професор

_____, ментор

3. др Софија Форкапић, доцент

_____, ментор

4. др Душан Мрђа, редовни професор

_____, члан

5. др Кристина Бикит Шредер, доцент

_____, члан

6. др Радислав Тошић, редовни професор

_____, члан

НАПОМЕНА: Члан комисије који не жели да потпише извештај јер се не слаже са мишљењем већине чланова комисије, дужан је да унесе у извештај образложење односно разлоге због којих не жели да потпише извештај и да исти потпише.