

УПУТСТВО ЗА ПИСАЊЕ ИЗВЕШТАЈА О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ
-обавезна садржина-

ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ

1. Орган који је именовано (изабрао) комисију и датум:
Одлуком Наставно-научног већа Шумарског факултета Универзитета у Београду бр. 01-2/205 од 25.11.2020. године, образована је Комисија за оцену израђене докторске дисертације кандидата **маст. инж. шум. Николе Живановића**, под насловом: **„Отпорност земљишта као индикатор механизма настанка ерозионог процеса“**.
2. Састав комисије са назнаком имена и презимена сваког члана, звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање, датум избора у звање и назив факултета, установе у којој је члан комисије запослен:
 1. **др Ратко Ристић**, редовни професор; научна област: Ерозија и конзервација земљишта и вода; избор у звање 14.12.2011. године, Универзитет у Београду Шумарски факултет;
 2. **др Нада Драговић**, редовни професор; научна област: Ерозија и конзервација земљишта и вода; избор у звање 14.11.2011. године, Универзитет у Београду Шумарски факултет;
 3. **др Владимир Чебашек**, ванредни професор; научна област: Механика стена; избор у звање 30.01.2017. године, Универзитет у Београду Рударско-геолошки факултет;
 4. **др Милан Медаревић**, редовни професор (у пензији); научна област: Планирање газдовања шумама; избор у звање 06.11.2003., Универзитет у Београду Шумарски факултет;
 5. **др Тијана Вулевић**, доцент; научна област: Ерозија и конзервација земљишта и вода; избор у звање 17.01.2017. године, Универзитет у Београду Шумарски факултет.

II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

1. Име, име једног родитеља, презиме:
Никола, Ђура, Живановић
2. Датум и место рођења, општина, држава:
14.01.1989. Сокобања, Сокобања, Република Србија
3. Датум одбране, место и назив магистарске тезе/мастер рада:
17.10.2014. Универзитет у Београду Шумарски факултет; мастер рад „Утицај промене влажности песковитих земљишта Делиблатске пешчаре на кохезију и угао унутрашњег трења“
4. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука/мастера:
Ерозија и конзервација земљишта и вода

III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

ОТПОРНОСТ ЗЕМЉИШТА КАО ИНДИКАТОР МЕХАНИЗМА НАСТАНКА ЕРОЗИОНОГ ПРОЦЕСА

IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Навести кратак садржај са назнаком броја страна поглавља, слика шема, графикона и сл.

Докторска дисертација под насловом „Отпорност земљишта као индикатор механизма настанка ерозионог процеса“ садржи укупно 173 стране, од чега је: 152 стране текста и 21 страна литературе. Докторска дисертација садржи 86 табела, 38 слика и 16 графикона. Списак релевантне литературе, везане за област истраживања, садржи 370 литературних референци и две интернет адресе. На почетку текста докторске дисертације, налазе се кључне документационе информације и резиме, на српском и енглеском језику, са кључним речима.

Текст је подељен у 7 поглавља, која су структурирана тако да представљају посебне, али логички повезане целине:

1. УВОД (1-5 стр.)
2. ТЕОРИЈСКЕ ОСНОВЕ (6-14 стр.)
3. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА (16-47 стр.)
4. РЕЗУЛТАТИ (48-123 стр.)
5. ДИСКУСИЈА (124-148 стр.)
6. ЗАКЉУЧЦИ (149-152 стр.)
7. ЛИТЕРАТУРА (153-173 стр.)

Иза поглавља „Литература“ дате су потребне изјаве кандидата о ауторству, истоветности штампане и дигиталне верзије рада, као и овлашћење о начину коришћења. Дисертација је написана ћиричним писмом, у складу са Упутством за обликовање докторске дисертације Универзитета у Београду.

У ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Наслов докторске дисертације је концизан и адекватан дефинисаном предмету и циљевима истраживања. Наслов дисертације на језгровит начин истиче тематику и садржај дисертације.

1. УВОД (1-3 стр.)

Поглавље увод подељено је на три потпоглавља. У потпоглављу **1.1. Предмет истраживања** дат је општи приказ проблема који је обрађен кроз докторску дисертацију. Истакнут је значај земљишта као есенцијалног природног ресурса, али и аспект угрожености ерозионим процесима. Такође, истакнута је специфичност механизма настанка ерозионих процеса земљишта у шумама, услед високог степена међузависности и повезаности ендегених и егзогених фактора, што изискује примену комплексне методологије истраживања. Кроз потпоглавље **1.2. Циљ и хипотезе** кандидат је истакао два циља докторске дисертације. Примарни циљ је детерминисање елемената механизма настанка ерозионих процеса на земљиштима истраживаног подручја, анализом физичких и механичких параметара земљишта. Секундарни циљ је да се утврди промена механичких параметара земљишта са променом влажности помоћу симулиране кише. Према предмету и циљевима истраживања докторске дисертације кандидат је поставио две хипотезе:

1. Постоји разлика између физичко-механичких параметара земљишта које је захваћено ерозионим процесима и земљишта на коме нема видљивих показатеља деловања ових процеса.
2. Промена тренутне влажности земљишта утиче на промену механичких параметара земљишта.

Хипотезе су дефинисане на разумљив и концизан начин поштујући основне захтеве методологије научно истраживачког рада.

Кандидат приказује и очекиване резултате:

- Успостављање критеријума за прогнозу развоја иницијалних облика ерозије на земљиштима истраживаног подручја.
- Утврђивање функционалних зависности између испитиваних физичко-механичких својстава земљишта и различитих вредности влажности земљишта, постигнутих применом вештачких киша, у временском интервалу од 24 часа.
- Предлог методологије за коришћење параметара који детерминишу физичко-механичка својства земљишта, у процесу идентификације ерозионих подручја.

Кроз потпоглавље **1.3. Општи метод истраживања** кандидат приказује методолошку поставку докторске дисертације, која је због комплексности истраживаног проблема подељена у два сегмента (квантитативни и експериментални):

1. Испитивања физичко-механичких параметара карактеристичних узорака земљишта, дефинисаних на основу успостављеног критеријума, према заступљености и степену развоја ерозионог процеса.
2. Експериментално испитивање помоћу вештачке кише, теренским симулатором, са циљем посматрања ефеката промене влажности земљишта на промену механичких параметара земљишта, као и формирање површинског отицаја и еродирање земљишта.

2. ТЕОРИЈСКЕ ОСНОВЕ (6-14 стр.)

Поглавље Теоријске основе подељено је у пет потпоглавља, која чине логичне целине а представљају преглед обимне релевантне литературе уско везане за предмет докторске дисертације. У оквиру потпоглавља **2.1. Механизам настанка ерозионих процеса** кандидат

је истакао основне принципе деловања механизма ерозионих процеса, као и генезу настанка и развоја површинских ерозионих процеса. Потпоглавље **2.2. Унутрашњи ерозиони процеси** објашњава могућност појаве и механизма настанка унутрашњих ерозионих процеса. Кроз потпоглавље **2.3. Унутрашња линијска ерозија** дат је детаљан приказ механизма настанка овог специфичног ерозионог процеса. Такође, приказан је историјски преглед проучавања овог процеса, дефинисање термина који до сада није обрађиван у домаћој научној литератури, фазе развоја и облика унутрашње линијске ерозије. У потпоглављу **2.4. Физичко механички параметри земљишта** кандидат истиче значајност ових параметара за класификацију и карактеризацију стања земљишта. Кандидат указује да се међусобни односи ових параметара могу користити за процену угрожености земљишта од ерозионих процеса. Посебно се истиче значај познавања ових параметара као индикатора механизма настанка ерозионих процеса. Кроз потпоглавље **2.5. Симулатори кише** кандидат истиче важност експерименталних испитивања за разумевање процеса и механизма ерозије земљишта. Указује на могућност примене симулатора кише за праћење промене отпорности земљишта. Кандидат је кроз поглавље Теоријске основе дао студиозан преглед литературних извора који обухватају период од оснивачких година науке о ерозији земљишта и сродних наука па до најновијих сазнања.

3. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА (16-47 стр.)

У потпоглављу **3.1. Материјал** кандидат даје опис истраживаног подручја које обухвата шуме јужних и југозападних брдовитих руралних делова Београда, градске општине Обреновац, катастарске општине Мала Моштаница, којима управља Јавно предузеће „Србијашуме“, а припадају Подунавско-посавском шумском подручју, Газдинској јединици „Кошутњачке шуме“. Опис геолошке подлоге дат је на основу геолошке карте и пратећег тумача. Кандидат наводи да су на истраживаном подручју заступљена два типа земљишта и то гајњача иловасто-глиновита еродирана и парапозолоасто лесивирано земљиште. Истраживано подручје одликује се умерено континенталном климом. Средња годишња температура ваздуха износи 12,47°C. Средња годишња висина падавина износи 691,89 mm. С обзиром на постављену хипотезу кандидат анализира истраживања интензитета јаких киша (бујичних) и износи податке да су овакве кишне епизоде углавном кратког трајања 10-15 минута са интензитетом од 1,2 до 2,5 mm·min⁻¹. Вегетациони покривач истраживаног подручја је углавном изданачка шума сладуна и цера (*Quercetum frainetto - cerris*), која према намени има функцију заштите земљишта од ерозије. Кандидат такође приказује детаљан опис рекогносцирања терена. Износи запажања о деградираној шуми у којој сада доминира средњи спрат жбуња. Приказује детаљан опис опажених ерозионих процеса од којих доминирају јаружање и клизање. Уочава појаву унутрашње линијске ерозије. Све појаве су документоване фотографијама. Представљени опис истраживаног подручја довео је до формулисања става да доминантну улогу у механизму настанка површинског ерозионог процеса имају процеси који се одвијају испод површине терена.

Потпоглавље **3.2. Метод рада** подељено је на пет целина, пратећи општи методолошки приступ а са циљем давања одговора на постављене хипотезе. Кроз прву целину кандидат приказује прикладан методолошки приступ узимања узорака и извођења опита на терену, формирањем узорака применом методе систематичног узорковања на основу критеријума заступљености и степена развоја ерозионог процеса. Примењени критеријуми су јасно дефинисани. Друга целина чини приказ коришћених метода и техника за лабораторијско одређивање физичких својства земљишта. Лабораторијска мерења, обављена су на репрезентативним узорцима земљишта, која су извршена коришћењем одговарајућих метода и техника дефинисаних стандардом о геотехничким испитивањима (SRPS.U.B1). Приказане су методе узимања узорака тла, одређивања влажности узорака тла, запреминске масе тла (влажне, суве, специфичне), порозности и коефицијента порозности, гранулометријског састава, конзистенције (Атербергових граница) и активности глине. Трећа целина базирана је на опису изабране апаратуре и техника мерења за теренско одређивање механичких параметара. Одређивање чврстоће земљишта на смицање (τ) вршено је коришћењем цепне крилне сонде а отпор при продору (цилиндра) игле (R) испитиваног тла, мерен је помоћу цепног (ручног) статичког пенетрометра. Такође, кандидат приказује методологију мерења, дефинисану према упутствима произвођача, са детаљно приказаним поступком. Одабрана апаратура је у складу са успостављеним критеријумима и циљевима истраживања. Четврта целина објашњава експериментални део истраживања докторске дисертације. Методологија

поставке експеримента условљена је са два типа критеријума. Први се односи на услове средине, односно време трајања бујичних киша и њиховог интензитета на истраживаном подручју. Други тип критеријума односи се на саму конструкцију и функционисање симулатора кише. Кандидат приказује све детаље конструкције симулатора кише. Приказана је и методологија и резултати калибрисања конструисаног симулатора, применом релевантних метода. Кандидат детаљно образлаже поступак експеримента у складу са постављеном хипотезом. Приказана методологија за спровођење експеримента симулираном кишом задовољава све задате критеријуме. У оквиру пете целине кандидат приказује статистичке методе примењене на добијеним резултатима истраживања. Анализирану популацију чине сви узорци земљишта, које је угрожено ерозионим процесом. Кандидат је издвојио 13 попречних профила који представљају скуп узорака. Скуп је стратификовао на два подскупа: узорци прве зоне и узорци друге зоне. Сваки подскуп има по три групе узорака: јаруга, лева обала и десна обала. Свака од група узорака има по 13 чланова. За сваки од чланова одређени су сви планирани физичко-механички параметри предвиђени методологијом. Такође, кандидат је издвојио и две групе узорака добијених при експерименталном испитивању у јаругама и обалама. Методе дескриптивне статистике су примењене на све издвојене групе података. Коefицијент варијације коришћен је за изражавање хомогености узорка. Компарација, односно утврђивање значајности разлике између узорака, спроведена је за сваки од физичко-механичких параметара земљишта између свих група узорака. Кандидат износи и детаљан поступак утврђивања статистичких зависности између параметара у вези са постављеном хипотезом, циљевима и очекиваним резултатима докторске дисертације.

4. РЕЗУЛТАТИ (48-123 стр.)

Поглавље резултати подељено је на четири потпоглавља. У првом потпоглављу **4.1. Лабораторијска испитивања физичких својстава земљишта** кандидат табеларно приказује резултате свих спроведених испитивања физичких својстава земљишта за сваку од издвојених група узорака. Поред квантификованих вредности физичких параметара земљишта, дати су резултати спроведених класификација, а такође су приказани и резултати статистичких анализа (максимум, минимум, мере централне тенденције, дисперзност узорака). Резултати су јасно приказани са логичним следом, а сваку од табела прати прикладни коментар. У оквиру другог потпоглавља **4.2. Механички параметри земљишта** кандидат приказује вредности параметара добијене теренским мерењима, помоћу ручне крилне сонде и цепног пенетрометра. Логичким следом, пратећи методологију истраживања, резултати су приказани табеларно, уз приказ одређених вредности максимума и минимума, затим мере централне тенденције (средња вредност и медијана) и мера дисперзије узорка (стандардна девијација и коefицијент варијације). Уз сваку од табела стоји јасан коментар приказаних вредности параметара. Кроз треће потпоглавље **4.3. Експериментална испитивања** кандидат табеларно приказује вредности мерења вршених током експеримента, такође даје детаљан опис опажених појава као и фотодокументацију уз наведене одговарајуће коментаре. Четврто потпоглавље **4.4. Статистичке зависности параметара** подељено је на две целине. Прва целина односи се на резултате спроведених компаративних анализа између издвојених група узорака. Кандидат на јасан начин табеларно приказује резултате спроведених анализа. Уз сваку од табела кандидат износи запажања заснована на приказаним вредностима статистичких параметара. Друга целина односи се на резултате спроведених испитивања статистичких зависности, односно тестирања веза механичких параметара земљишта и тренутне влажности, као и тестирања веза између параметара чврстоће земљишта на смицање и отпора при продору игле. За сваку од приказаних зависности кандидат приказује математички облик који најбоље описује зависност променљивих са статистичким показатељима значајности успостављених веза. Кандидат даје и графички приказ статистичких зависности. Такође, табеларно приказује резултате анализе варијансе.

5. ДИСКУСИЈА (124-148 стр.)

Поглавље Дискусија подељено је на седам потпоглавља. У оквиру потпоглавља **5.1. Физички параметри** издваја се пет целина, од којих свака садржи детаљну анализу одређиваних параметара земљишта (запреминске тежине, гранулације, конзистентних стања, индекса активности глина и тренутне влажности). Кандидат, позивајући се на приказане

результате, износи своја запажања поткрепљена статистичким показатељима, као и резултатима истраживања других аутора, а све у смислу доказивања постављене хипотезе ове дисертације. Кроз потпоглавље **5.2. Механички параметри** кандидат износи критичко мишљење о добијеним резултатима у оквиру истраживања. Такође, врши поређење добијених резултата са сличним истраживањима у свету. Потпоглавље **5.3. Експериментална испитивања симулираном кишом** подељено је у две целине. У оквиру прве целине кандидат говори о испуњености критеријума за коришћење конструисаног симулатора кише. Кандидат детаљно приказује анализу сваког од елемената конструисаног симулатора и резултате спроведене калибрације. Такође, приказује поређење перформанси са сличним симулаторима кише у свету. Истиче се да конструисани симулатор кише одговара у потпуности задатим критеријумима за спровођење експерименталног истраживања. Друга целина овог потпоглавља односи се на сам ток и резултате симулација спроведених на терену. Кандидат тумачи на исправан начин методологију, резултате и опажања спроведеног експеримента и коментарише их кроз призму светских литературних извора. Са констатацијом да методологија експеримента задовољава општеприхваћена начела и препоруке релевантних научних извора, даља дискусија односи се на реакцију земљишта на симулирану кишу, у смислу промене тренутне влажности и отпорних карактеристика (механичких параметара), као и количине дотекле воде, концентрације наноса у дотеклој води и опажених појава на експерименталној површини. У потпоглављу **5.4. Статистичке зависности** кандидат анализира сваку од приказаних успостављених зависности. Анализа је пропраћена адекватним коментарима и поређењима са примерима из светске и домаће литературе, који обрађују сличну тематику. Успостављене су значајне везе између променљивих тренутне влажности и чврстоће земљишта на смицање и отпорност при продору игле, што има практичну важност у одређивању критичног прага за настанак ерозионих процеса на земљишту истраживаног подручја, као и других облика физичке односно механичке деградације. Такође, добијени односи указују да је земљиште истраживаног подручја веома осетљиво на појаву ерозионих процеса, као и других облика физичке деградације. На овај начин, резултати истраживања потврђују и другу постављену хипотезу. У оквиру потпоглавља **5.5. Механизам настанка ерозионих процеса на истраживаном подручју** кандидат обједињује резултате истраживања физичко-механичких параметара, као индикатора механизма настанка ерозионог процеса, статистичке зависности и сазнања из правилно одабране референтне научне литературе, чиме даје одговор на премису о механизму настанка ерозионог процеса. Кандидат истиче да је сваки од одређиваних физичко-механичких параметара указао на неко од својстава земљишта, које се може довести у везу са механизмом настанка ерозионих процеса, као и тренутног стања и осетљивости земљишта на ерозионе процесе. Кроз потпоглавље **5.6. Осврт на могућу примену индикатора отпорности земљишта у оквиру шумарства** кандидат исказује своја запажања о могућности примене физичко-механичких параметара земљишта и њихових зависности и односа, у оквиру шумарства. Сва запажања кандидат потврђује и релевантним литературним изворима. У оквиру поглавља **5.7. Предлог методологије за коришћење параметара којима се детерминишу физичко-механичка својства земљишта у процесу идентификације ерозионих подручја** кандидат на основу примењене методологије и резултата истраживања докторске дисертације предлаже детаљну методологију за коришћење параметара којима се детерминишу физичко-механичка својства земљишта у процесу идентификације ерозионих подручја. Предложена методологија је детаљно изложена, са свим потребним елементима за правилно коришћење и примену резултата у процесу идентификације ерозионих подручја. Кандидат такође приказује постојећу методологију дефинисану Уредбом Владе Републике Србије. Износи своје критичко мишљење са освртом на главне недостатке ове методологије.

6. ЗАКУЉЧЦИ (149-152 стр.)

Закључци су приказани на јасан и концизан начин, приказујући суштину резултата израђене докторке дисертације. Приказани су најважнији резултати који су у складу са очекиваним резултатима докторске дисертације. У закључцима се на недвосмислени начин даје јасан одговор на постављене хипотезе.

7. ЛИТЕРАТУРА (149-152 стр.)

У овом поглављу кандидат је приказао 370 референци уско везаних за проблем истраживања, као и две интернет адресе. Кандидат је на правилан начин користио наводе из обрађене

литературе кроз читав текст дисертације. Обрађена је научна и стручна литература страних и домаћих аутора, где доминирају референце на енглеском језику. Референце су поређане по алфабетном редоследу.

VI ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Кандидат је полазећи од хипотезе, која је заснована на претпоставци о постојању узајамне повезаности механизма настанка ерозионог процеса и физичко-механичких својстава земљишта, успоставио методологију за израду ове докторске дисертације. На основу рекогносцирања терена, анализе резултата лабораторијских и теренских мерења физичко-механичких параметара земљишта, изведених експеримената, успостављених статистичких зависности, као и поређењем са сазнањима и резултатима који су изложени у анализираној релевантној научној литератури, утврдио је да се механизам настанка ерозионих процеса на истраживаном подручју активира унутрашњом линијском ерозијом, после чега следи појава површинских бразди, чијим продубљивањем настају јаруге и клизишта.

На основу спроведених лабораторијских и теренских мерења физичко-механичких параметара земљишта кандидат закључује следеће:

о Специфичне запреминске тежине земљишта истраживаног подручја варирају у распону од $\gamma_s = 22,0$ до $26,2 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-3}$, што указује на веће присуство чврстих честица глиновитог и органског порекла. Није утврђена значајна статистичка разлика за параметар специфичне запреминске тежине између издвојених група узорака, као ни између зона, што показује да су испитивана земљишта истог порекла;

о Запреминске тежине природно влажног земљишта варирају у широком опсегу од $\gamma = 12,4$ до $18,82 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-3}$, што је проузроковано различитим садржајем воде у тренутку узорковања, као и различитом збијеношћу. Спроведеном компаративном анализом утврђена је значајна статистичка разлика између узорака из прве и узорка из друге зоне, док компарацијом између издвојених група узорака, у обе зоне, није утврђена значајна статистичка разлика. Запреминска тежина природно влажног земљишта је значајан индикатор тренутног стања земљишта и показатељ отпорности земљишта на ерозију;

о Запреминске тежине сувог земљишта су релативно ниске и варирају у опсегу од $\gamma_d = 10,06$ до $15,35 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-3}$. Није утврђена значајна статистичка разлика између издвојених група узорака ни у једној зони. Узорци земљишта из друге зоне одликују се већим вредностима суве запреминске тежине, у односу на узорке из прве зоне. Разлика вредности параметара суве запреминске тежине између зона, показује статистичку значајност, указујући на већи степен отпорности земљишта друге зоне у односу на прву зону.

о Земљишта истраживаног подручја одликују се високом и веома високом порозношћу. Код узорака прве зоне забележене су веће вредности код обала, у односу на јаругу, док су код друге зоне веће вредности забележене код узорака из јаруге, у односу на обале. Спроведеном компарацијом између узорака прве и друге зоне, за параметре порозности и коефицијента порозности, установљено је да постоји значајна статистичка разлика. Параметри порозности и коефицијента порозности представљају значајне индикаторе збијености, присуства ерозионог процеса и могућности инфилтрације воде у земљиште;

о Уочене разлике вредности параметара запреминске тежине, порозности и коефицијента порозности, између зона узорковања, указују на већу збијеност узорака из друге зоне, мању порозност и мањи садржај органске материје. На основу наведеног може се закључити да су узорци прве зоне осетљивији на ерозионе процесе;

о Гранулометријском анализом земљишта истраживаног подручја утврђена је заступљеност три групе фракција, са четири текстурне класе, од којих је најзаступљенија лака прашинаста глина. Учешће фракција глине у узорцима износи од 16,5-37,9%. Висок садржај фракција прашине утврђен је у свим узорцима, од 28,0% до чак 40,0%. Статистички значајна разлика утврђена је за процентуално учешће фракција глине и песка, између група обе зоне, као и између зона. Утврђен је мањи садржај глине и већи садржај песка у узорцима из групе јаруга, у односу на узорке са обала, што је детектовано код обе зоне. Гранулометријски састав земљишта, као и његове промене између узорака, су индикативан показатељ за могућност покретања механизма ерозионог процеса, пре свега, унутрашњег линијског ерозионог процеса;

о Према Атерберговим границама конзистенције, земљишта истраживаног подручја припадају трима групама пластичности, од којих је најзаступљенија група неорганске глине средње пластичности (СI). Утврђене вредности граница пластичности износе $w_p = 13,8$ –

25,3% (средња вредност 19,55%), што представља релативно ниске вредности. С обзиром да је и граница течења код свих узорака такође релативно ниска $w_L = 32,3 - 57,3\%$ (средња вредност 42%), може се закључити да су испитивана земљишта осетљива на ерозионе процесе. Компарацијом између узорака прве и друге зоне, утврђена је значајна статистичка разлика код групе узорака из јаруге, за параметре границе течења и границе пластичности, односно, земљишта прве зоне у јарузи имају мању отпорност на ерозионе процесе од земљишта друге зоне. Земљишта истраживаног подручја предиспонирана су на настанак релативно плитких клизишта (до 2,0 m);

о Вредности индекса активности глина осцилирају у опсегу $AI = 0,37 - 1,97$. Највећи број узорака, према активности глина, припада групама нормалних и неактивних глина, односно, 51 узорак, од укупно 77, спада у групу осетљивих на појаву унутрашњег линијског ерозионог процеса. На основу утврђених разлика између зона може се закључити да је земљиште из друге зоне осетљивије на настанак унутрашње линијске ерозије, у односу на земљиште прве зоне;

о Измерене вредности тренутне влажности земљишта износиле су $W = 13,37 - 38,39\%$. Просторна расподела влажности, код испитиваних узорака прве зоне, указује на веће вредности тренутне влажности земљишта узорака из јаруге, у односу на узорке из обала. Код узорака друге зоне није утврђена разлика између издвојених група. Израженија варијација вредности тренутне влажности земљишта, код узорака прве зоне у односу на узорке друге зоне, указује да су узорци прве зоне изложени већим променама микроклиматских услова, имају хетероген вегетациони покривач, спорадичну појаву стеље и неуједначене вредности физичких особина. Варијације вредности тренутне влажности земљишта условљене су и стањем земљишта у тренутку узорковања (појава претходних падавина или сушни период), као и локалним микроморфолошким условима;

о Механички параметри мерени помоћу ручне крилне сонде и цепног пенетрометра имају опсег вредности чврстоће земљишта на смицање $\tau = 11,58 - 172,42 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-2}$ и отпора при продору игле $R = 159,36 - 441,30 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-2}$. Утврђено је да су измерене вредности механичких параметара земљишта ниже код узорака прве зоне, у односу на узорке друге зоне, што указује на већи степен отпорност земљишта друге зоне, на ерозионе процесе. Такође, земљишта друге зоне се одликују већим степеном збијености. Утврђена је већа варијација вредности мерених параметара узорака прве зоне, у односу на узорке друге зоне. Повећање чврстоће земљишта на смицање и пенетрационог отпора, са дубином, условљено је порастом запреминских тежина и процентуалног учешћа глине. На основу добијених резултата вредности механичких параметара земљишта може се закључити да су узорци земљишта из јаруга (обе зоне) показали већу отпорност од узорака са обала. Чврстоћа земљишта на смицање, мерена цепном крилном сондом, показала се као осетљивија на утицај промене влажности, у односу на вредности отпора земљишта, при продору игле помоћу пенетрометра.

На основу изнетих закључака кандидат је потврдио постављену хипотезу „Постоји разлика између физичко-механичких параметара земљишта које је захваћено ерозионим процесима и земљишта на коме нема видљивих показатеља деловања ових процеса“. Отпорност земљишта на ерозионе процесе може се дефинисати на основу физичко-механичких параметара земљишта, као индикатора могућности покретања механизма ерозионих процеса. Коришћењем симулатора кише кандидат је установио да су ниже вредности отпорности земљишта на смицање и отпора при продору игле, код опита у јаругама, у односу на опите на обалама. Присуство пукотина и макропора утицало је на појаву брзе инфилтрације дела падавина у земљиште, што је резултирало малим количинама дотекле воде на излазном профилу (3,76-32,71% од укупне запремине кише). Површинска ерозија се јавља у виду откидања читавих микроагрегата и њиховог транспорта путем микро-бразди до излазног профила. Измерене концентрације наноса у води варирале су у распону од 78,0 - 1003,0 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$, код опита у јарузи, и од 23,0 - 2769,0 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$, код опита на обалама.

Постављена хипотеза да „Промена тренутне влажности земљишта утиче на промену механичких параметара земљишта“ потврђена је кроз праћење промена механичких параметара током спровођења експеримената, као и успостављеним статистичким зависностима. Регресиони модел који најбоље описује зависност између параметара тренутне влажности земљишта и чврстоће земљишта на смицање, има висок коефицијент корелације $r = - 0,85$ са коефицијентом детерминације $r^2 = 0,72$. Издвојен је модел који показује

повезаност параметара тренутне влажности земљишта и отпора при продору игле, са високом корелационом зависношћу $r = -0,81$ и коефицијентом детерминације $r^2 = 0,65$. На основу добијених статистичких зависности може се закључити да са порастом тренутне влажности опадају вредности механичких параметара земљишта.

Значај коришћења ручних (цепних) апарата огледа се кроз могућност једноставне и брзе карактеризације стања земљишта и оцене отпорности на ерозионе процесе, што показује и добијена зависност између вредности добијених мерењима помоћу ручне крилне сонде и цепним пенетрометром, са коефицијентом корелације $r = 0,87$ и коефицијентом детерминације $r^2 = 0,76$.

Земљишта истраживаног подручја су осетљива на ерозионе процесе када се налазе у стању ниске природне влажности, да би отпорност расла са порастом влажности до 20% (средња вредност границе пластичности). Порастом влажности преко 20% земљиште постаје осетљивије на ерозионе процесе и друге облике физичке деградације, а после пораста тренутне влажности преко 42% (средња вредност границе течења), земљиште се налази у zasiћеном стању када престаје деловање отпорних сила.

Предложеном методологијом коришћења параметара физичко-механичких својства земљишта унапредиће се процес идентификације ерозионог потенцијала истраживаног подручја, као и шумских подручја сличних карактеристика, кроз примену следећих прогнозних критеријума:

- о ниске вредности запреминске тежине ($\gamma_s < 25,0 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-3}$; $\gamma_d < 14,0 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-3}$);
- о садржај глине мањи од 30%;
- о високо процентуално учешће прашине преко 30%;
- о индекс активности глина $AI < 1$ (неактивне или нормалне глине);
- о ниске граница течења $w_L < 40,0\%$ и граница пластичности $w_p < 20\%$;
- о ниске вредности параметара чврстоће земљишта на смицање, у стању водозасићења, $\tau < 20,0 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-2}$ и $R < 200,0 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-2}$;
- о велика порозност површинског слоја $e > 40\%$;
- о постојање слабопропусног подинског слоја;
- о деградиран вегетациони покривач;
- о присуство мреже макропора (предиспонираних праваца кретања воде) насталих услед труљења кореновог система и/или активности инсеката и других животиња).

На основу свега изнетог може се донети закључак да се физичко-механички параметри земљишта, као индикатори тренутног стања и отпорности земљишта, могу користити у оквиру шумарства за потребе трасирања путева; проверавања стабилности падина (подсецања падина, садња), пројектовању нагиба насипа и усека, детерминисању геотехничких услова изградње, одабиру материјала за изградњу, побољшању карактеристика постојећег земљишта, одабиру механизације, одређивању мера заштите од ерозионих процеса. Применом физичко-механичких параметара земљишта за потребе одређивања угрожености земљишта деградационим процесима, биће обезбеђени услови за постизање најбољег могућег квалитета шумских екосистема, односно, да се кроз мере газдовања учини најмања или никаква штета земљишту, а самим тим и животној средини.

VII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

На основу комплетног и детаљног увида као и извршене анализе свих поглавља докторске дисертације кандидата маг. инж. шум. Николе Живановића, под насловом „Отпорност земљишта као индикатор механизма настанка ерозионог процеса“, Комисија сматра да је целокупна дисертација на веома јасан и прегледан начин структурирана и написана.

Кандидат је систематично проучио литературу везану за предмет истраживања и правилно упоређивао резултате својих истраживања са истраживањима других аутора. За обраду података коришћене су одговарајуће статистичке методе, а резултати истраживања приказани су текстуално, табеларно и графички. Тумачење резултата је на високом научном нивоу, а закључци су прецизно изведени и произилазе из добијених резултата. Кандидат је потврдио постављене хипотезе и успешно реализовао постављене циљеве истраживања. Дисертација представља оригиналан и самосталан научно-истраживачки рад, а резултати, поред научне имају и практичну вредност.

Имајући у виду да се, као услов за одбрану докторске дисертације, поставља објављен рад у часопису међународног значаја, Комисија констатује да је кандидат овај услов испунио. Кандидат је коаутор 1 рада у часопису међународног значаја, категорије M23:

Anđelković, A., Ristić, R., Janić, M., Đeković, V., Živanović, N., Spalević, V. (2017): „GENESIS OF SEDIMENTS AND SILTATION OF THE ACCUMULATION ‘DUBOKI POTOK’ OF THE BARAJEVSKA RIVER BASIN“, SERBIA, Journal of Environmental Protection and Ecology, Balkan Environmental Association (B.EN.A.), 18, 4, pp. 1735 - 1745, 1311-5065

VIII КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме
Дисертација је написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме.

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе

Дисертација садржи све неопходне елементе: насловну страну на српском и енглеском језику, информације о ментору и члановима комисије, резиме на српском и енглеском језику, садржај, текст рада по поглављима, литературу, биографију и библиографију аутора, изјаву о ауторству, изјаву о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и изјаву о коришћењу. Докторска дисертација својим насловом, садржајем, постављеном методологијом, резултатима истраживања, начином тумачења добијених резултата, као и изнетих закључака, садржи све битне елементе који се захтевају за радове овакве врсте и представља један заокружен, самосталан научно-истраживачки рад.

Комисија позитивно оцењује структуру и све елементе које садржи докторска дисертација.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци

Оригинални допринос науци ове дисертације може се изразити кроз више елемената. Научни приступ у постављању истраживачког проблема, постављању хипотеза и циљева, ову дисертацију чини оригиналном. Кандидат је уочио процес унутрашње линијске ерозије на истраживаном подручју, што је први пут урађено у Србији на природним земљишним творевинама. Сходно открићу, успостављена је адекватна методологија истраживања. Формирање методологије узорковања и посматрање промена на микронивоу, није рађено на сличан начин у области истраживања ерозионих процеса у Србији до сада, чиме је постигнут значајан допринос у проучавању овог проблема. Конструисање, калибрисање и валидација преносивог симулатора кише за потребе ове дисертације, представља иновативан и оригиналан допринос науци. Оригиналност у начину тумачења добијених резултата и изнетих закључака, на основу вредности физичко-механичких параметара земљишта, огледа се кроз успостављене јасних критеријума за утврђивање настанка ерозионих процеса на истраживаном подручју. Такође, довођење у везу утврђених разлика у вредностима физичко-механичких параметара, као индикатора механизма настанка ерозионог процеса, представља јединствен и оригиналан приступ. Допринос открића постојања процеса унутрашње линијске ерозије на истраживаном подручју значајан је за шире европске и светске научно-истраживачке оквире. На хоризонту могућности примене резултата ове дисертације кандидат даје широку лепезу практичне примене у оквиру шумарства. Као још један елемент оригиналног научног доприноса може се навести предложена методологија за коришћење параметара којима се детерминишу физичко-механичка својства земљишта у процесу идентификације ерозионих подручја. Целокупни рад изложен у дисертацији кандидата Николе Живановића је чврсто утемељен у веродостојним теоријско-методолошким и истраживачко-аналитичким поступцима, у погледу обима, структуре и релевантности грађе на којој се заснива.

Имајући све наведено у виду Комисија констатује да ова дисертација представља несумњив оригинални допринос науци и ужој научној области Ерозија и конзервација земљишта и вода.

4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања

Комисија није уочила недостатке докторске дисертације који би утицали на резултате истраживања.

IX ПРЕДЛОГ:

На основу укупне оцене докторске дисертације, комисија предлаже:

- да се докторска дисертација кандидата магист.инж.шум. Николе Живановића под насловом „ОТПОРНОСТ ЗЕМЉИШТА КАО ИНДИКАТОР МЕХАНИЗМА НАСТАНКА ЕРОЗИОНОГ ПРОЦЕСА“ прихвати а кандидату одобри одбрана.

ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

др Ратко Ристић, редовни професор,
Универзитет у Београду Шумарски факултет

др Нада Драговић, редовни професор,
Универзитет у Београду Шумарски факултет

др Владимир Чебашек, ванредни професор,
Универзитет у Београду Рударско-геолошки
факултет

др Милан Медаревић, редовни професор (у
пензији); Универзитет у Београду Шумарски
факултет

др Тијана Вулевић, доцент,
Универзитет у Београду Шумарски факултет

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.