

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ШУМАРСКИ ФАКУЛТЕТ
Кнеза Вишеслава 1, Београд

ИЗВЕШТАЈ О ПОДОБНОСТИ МАСТЕР РАДА ЗА ОДБРАНУ

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ

1. Датум именовања (избора) комисије: **10.04.2024. год.**
2. Састав комисије са назнаком имена и презимена сваког члана, звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање и назив факултета (установе) у којој је члан комисије запослен:
 1. др Весна Ђукић, редовни професор Универзитета у Београду – Шумарског факултета (ужа научна област: Хидрологија, механика флуида и хидраулика), ментор
 2. др Сениша Половина, асистент са докторатом, Универзитета у Београду – Шумарског факултета (ужа научна област: Ерозија и конзервација земљишта и вода)
 3. др Александар Анђелковић, доцент Универзитета у Београду – Шумарског факултета (ужа научна област: Ерозија и конзервација земљишта и вода)

II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

1. Име, име једног родитеља, презиме: **Никола, Слободан, Станковић**
2. Датум и место рођења, општина, држава: **27.11.1998. год, Београд, Земун, Република Србија**
3. Студијски програм основних студија које је кандидат завршио:
Еколошки инжењеринг у заштити земљишних и водних ресурса
4. Датум завршетка основних студија: **08.11.2022. год.**

III НАСЛОВ МАСТЕР РАДА:

МОДЕЛИРАЊЕ ТРАНСПОРТНИХ И СЕДИМЕНТАЦИОНИХ ПРОЦЕСА У КАНАЛИМА ХИДРОСИСТЕМА ДУНАВ – ТИСА-ДУНАВ

IV ПРЕГЛЕД МАСТЕР РАДА:

Рад је написан на укупно 41 странице куцаног текста. Садржи 6 поглавља, 7 табела, 18 слика (6 описних слика и 12 графика), Абстракт са кључним речима на српском и енглеском језику и Резиме.

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА МАСТЕР РАДА

Предмет Мастер рада кандидата Николе Станковића је хидрауличко-псамолошка

анализа течења воде и наноса у каналима Хидросистема Дунав – Тиса – Дунав (ХС ДТД) у циљу стварања повољнијих услова за транспорт наноса. Услед малих брзина течења и малих подужних падова дна канала, као и недовољног транспортног капацитета тока за нанос, ХС ДТД суочава се са проблемом таложења наноса у каналима, што смањује проточност и угрожава функционалност система. Багеровање наслага наноса је тренутно једина мера за одржавање проточности канала. С обзиром да је садашњи режима експлоатације ХС ДТД дефинисан у оквиру „Правилника о одржавању водног режима“, у раду је анализирана могућност промене режима водостаја и протицаја у каналима у циљу успостављања повољнијих хидрауличких услова за транспорт наноса и смањења таложења наноса дуж каналске мреже. Посебно је анализиран и тзв. „форсиран“ рад ХС ДТД, који подразумева повећано и продужено трајање транзитног протока воде у каналима, а који би додатно омогућио и ефикасније коришћење хидроенергетског потенцијала ХС ДТД. Рад се састоји од шест поглавља, који су у наставку описани.

У првом поглављу „Увод“ приказан је значај ХС ДТД и проблеми таложења наноса са којима се овај хидросистем суочава. Дат је приказ предмета и циљева рада, који подразумевају хидрауличку анализу утицаја различитих протицаја у каналима на режим течења воде и наноса, на примеру деонице канала у бачком делу Хидросистема, од устава „Српски Милетић“ до Савиног Села. Указано је на опажања ЈВП „Воде Војводине“ који управљају радом овог Хидросистема, да се највеће количине наноса таложе на местима спојева канала.

У другом поглављу „Методологија рада“ објашњен је примењени поступак и методе при хидрауличкој анализи кретања воде, као и при анализи ерозије, транспорта и таложења наноса у каналима. У раду је, применом НЕС RAS програмског пакета, који је приказан у раду, формиран модел ерозије и транспорта наноса. Модел ерозије и транспорта наноса састоји се из хидрауличног и псамолошког дела модела и формиран је кроз неколико корака. Ови кораци укључују: 1. калибрацију и верификацију модела устаљеног течења воде; 2. анализу хидродинамичких параметара тока; 3. успостављање модела за квазиустаљено течење воде и 4. калибрацију и верификацију модела транспорта наноса. Калибрација и верификација модела устаљеног течења воде и модела транспорта наноса урађени су, најпре, за неколико карактеристичних вредности протицаја у каналима. „Форсиран“ рад Хидросистема анализиран је за протицај $Q = 60 \text{ m}^3/\text{s}$. Циљ калибрације хидрауличног дела модела био је да се, при прорачуну дубина воде у каналима, одреде оптималне вредности параметара модела (у овом случају вредности Манинговог коефицијента храпавости), које омогућавају најбоље слагање моделираних и осматраних нивоа воде у карактеристичним тачкама канала за једну вредност протицаја, а у складу са дефинисаним нивоима воде узводно и низводно од устава и дефинисаним кривама протицаја у "Правилнику о одржавању водног режима на ХС ДТД" (ЈВП „Воде Војводине“). Верификација модела устаљеног кретања воде подразумева проверу да ли се за усвојене вредности Манинговог коефицијента храпавости, у току калибрације модела, могу добити одговарајући нивои воде у карактеристичним тачкама и за друге вредности протицаја. Калибрација модела за транспорт наноса подразумева дефинисање одговарајуће једначине за прорачун проноса наноса, у складу са хидрауличким карактеристикама тока и карактеристикама наноса и дефинисање вредности концептуалних параметара у овој једначини, а са циљем да њихове вредности омогуће што боље слагање између осматраних и симулираних вредности проноса наноса на излазном профилу деонице за једну вредност протицаја у каналу. Поред тога, циљ калибрације модела транспорта наноса био је да дефинисане вредности параметара модела омогуће реалну симулацију количина акумулираног наноса у карактеристичним деловима мреже канала ХС ДТД.

У току верификације модела транспорта наноса проверено је да ли добијене вредности концептуалних параметара у једначини за прорачун проноса наноса омогућавају реалну процену проноса наноса и реалну процену количина акумулираног наноса у карактеристичним профилима и при другим протицајима. Основни улазни подаци потребни за хидраулички део модела у оквиру HEC RAS програма обухватају: геометријске податке о осовини канала и попречним пресецима, растојању између попречних пресека, податке о коефицијенту храпавости канала и податке о протицајима и граничним условима. Улазни подаци потребни за псамолошки део модела укључују: гранулометријски састав наноса на дну канала за одабране попречне профиле, физичке карактеристике наноса (релативна густина наноса и фактор облика зрна), дефинисану криву концентрације наноса, која описује везу између концентрација наноса у току и проноса наноса, и дефинисане граничне услове на низводном крају деонице у виду проноса наноса за одређене анализирани протицаје. Ефикасност модела при калибрацији и верификацији одређена је визуелним путем и квантитативно, применом статистичких критеријума.

У трећем поглављу „**Приказ теренских истражних радова**“, описана су теренска истраживања, која су прикупљена за потребе израде Студије (Ђукић, В. и Ерић, Р., 2016), и на основу којих су дефинисани улазни подаци у моделу ерозије и транспорта наноса, формираном у овом раду. Реализована теренска истраживања обухватила су геодетска мерења попречних профила канала у току 2008. и 2015. године, хидрометријска мерења (укључујући нивое воде, протоке и концентрације суспендованих честица) на неколико карактеристичних профила (код уставе „Српски Милетић“ и на местима спојева канала), као и анализу гранулометријског састава седимената с дна канала и из тока воде. На основу измерених протока и концентрација наноса у току дефинисана је крива концентрације наноса.

У четвртном поглављу „**Модел ерозије и транспорта наноса**“ описан је поступак формирања модела применом HEC RAS програма. Калибрација модела урађена је за проток од $Q = 22 \text{ m}^3/\text{s}$ код доње воде (д.в.) уставе „Српски Милетић“ и познат ниво воде код Савиног Села, који износи 79.72 mmm и представља низводни гранични услов. Верификација модела урађена је за протоке $Q = 60 \text{ m}^3/\text{s}$ и $Q = 28.5 \text{ m}^3/\text{s}$, при чему су нивои воде код Савиног Села, били на котима 80.14 mmm и 79.59 mmm. Калибрацијом модела је добијено, а верификацијом модела је потврђено најбоље слагање између осмотрених и симулираних нивоа воде код д.в. уставе „Српски Милетић“ и код рачви Озаци и Косанчић за вредност Манинговог коефицијента храпавости $n = 0.017 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$.

Такође, у раду су анализирани промене значајних хидрауличких параметара, са становишта транспорта наноса за три карактеристичне анализирани вредности протицаја и то: промене брзине течења дуж канала, промене критичне дубине, промене хидрауличног радијуса, тангенцијалних напона, ширине воденог а огледала, Фрудовог броја, енергетских кота и нагиба линије енергије.

У току калибрације и верификације псамолошког дела модела анализирана је примена једначина Ackers – White – а и Laursen – Copeland – а при прорачуну проноса наноса од д.в. уставе „Српски Милетић“ до Савиног Села. Основни циљ калибрације и верификације модела био је да се дефинишу вредности концептуалних параметара у једначини за прорачун проноса наноса тако да моделиране вредности укупног дневног проноса наноса код рачве Савино Село одговарају измереним вредностима дневног проноса наноса (односно вредностима добијеним преко криве концентрације наноса). При калибрацији и верификацији модела према тренутним условима проноса наноса у каналима, добијено је добро слагање између измерених и симулираних проноса наноса код рачве Савино Село и у случају примене једначине Ackers – White –а и применом једначине Laursen – Copeland-а. Усвојена је једначина Ackers – White –а, и применом

ове једначине урађене су симулације биланса наноса у периоду од годину дана за три вредности протока: $Q = 22 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q = 28.5 \text{ m}^3/\text{s}$ и $Q = 60 \text{ m}^3/\text{s}$, под претпоставком успостављања устаљеног струјања у том периоду.

У петом поглављу „Анализа резултата“ разматрани су добијени резултати у оквиру хидрауличног и псамолошког дела модела. Када је реч о променама важних хидрауличких параметара са становишта транспорта наноса уочава се нагло смањење брзина, тангенцијалних напона, Фрудовог броја и нагиба линије енергије на местима спојева канала, код места Оџаци, Косанчић и Савино Село, услед наглог повећања површина попречног пресека струјног тока на овим местима. Нагли пад брзина, тангенцијалних напона и осталих хидрауличких параметара утиче и на смањење транспортне способности тока на местима спојева канала, што указује да на овим местима долази до таложења највећих количина наноса на деоници од уставе „Српски Милетић“ до Савиног Села. Максималне вредности проноса наноса јављају се на местима где брзине и тангенцијални напони имају максималне вредности, тако да на тим местима долази до ерозије дна канала.

Може се приметити да се ерозија јавља на истим местима у каналу за сва три анализирана протицаја. Такође, и до таложења наноса увек долази на местима спојева канала, при различитим протицајима. Међутим, количине и еродираниг и акумулираног наноса повећавају се са повећањем протицаја.

У оквиру шестог поглавља „Закључак“ систематизовани су резултати и закључци добијени анализом режима кретања воде и наноса у каналима Хидросистема ДТД, на примеру канала од уставе „Српски Милетић“ до Савиног Села. Важан закључак овог истраживања је да промена хидрауличких услова кретања воде у каналима, у смислу повећања протицаја и брзина у каналима, не би довела до повољнијег хидрауличног режима са становишта транспорта наноса, већ би само интензивирала постојеће проблеме деформације канала. Такође, закључено је да је у циљу добијања поузданијих резултата о режиму транспорта наноса у каналима ХС ДТД неопходно спровести континуална мерења проноса наноса у дужем временском периоду.

У поглављу „Литература“, кандидат наводи укупно 24 референце које је користио у свом раду. Треба истаћи да су поменути литературни извори смислено и потпуно оправдано коришћени у тексту мастер рада.

VI ЗАКЉУЧЦИ

У раду је, применом HEC RAS програмског пакета, формиран модел ерозије и транспорта наноса у циљу анализе могућности промене режима кретања воде и наноса како би се успоставили повољнији хидраулички услови за транспорт наноса и смањило таложења наноса у каналима. Резултати примењених анализа у раду су показали да промена хидрауличких услова кретања воде у каналима, у смислу повећања протицаја и брзина у каналима, не би решила постојеће проблеме таложења наноса, већ би само интензивирала ове проблеме.

Сва поглавља су пажљиво и систематично обрађена. Резултати са одговарајућим прилозима, табелама и графицима су правилно приказани. Језик којим је рад писан је јасан, разумљив и концизан. На основу свега изнетог, може се констатовати да рад испуњава све стандарде, како у суштинском (појмовно и методолошки), тако и у формалном (технички) смислу. Имајући у виду наведено, Комисија сматра да мастер рад дипл. инж. Николе Станковића, под насловом “**Моделирање транспортних и седиментационих процеса у каналима Хидросистема Дунав – Тиса – Дунав**” садржи све потребне елементе и да се може прихватити као мастер рад.

VII КОНАЧНА ОЦЕНА МАСТЕР РАДА:

1. Да ли мастер рад садржи све битне елементе и да ли је написан у складу са насловом рада: **Рад је оригиналан и садржи све елементе у складу са правилима писања мастер рада. Садржај текста је у сагласности са насловом рада.**

2. Недостаци мастер рада и њихов утицај на резултат истраживања: **Нема**

VIII ПРЕДЛОГ: На основу укупне оцене, Комисија предлаже да се мастер рад под насловом „**Моделирање транспортних и седиментационих процеса у каналима Хидросистема Дунав Тиса Дунав**“ **прихвати**, а кандидату Николи Станковићу **одобри** одбрана истог.

ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

Др Весна Ђукић, редовни професор,
Универзитета у Београду – Шумарског факултета, ментор

Др Сениша Половина, асистент са докторатом,
Универзитета у Београду - Шумарског факултета

Др Александар Анђелковић, доцент,
Универзитета у Београду - Шумарског факултета

Напомена: Члан Комисије који не жели да потпише Извештај јер се не слаже са мишљењем већине чланова Комисије, дужан је да изнесе у Извештај образложење односно разлоге због којих не жели да потпише Извештај.