

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ
-обавезна садржина- свака рубрика мора бити попуњена

(сви подаци уписују се у одговарајућу рубрику, а назив и место рубрике не могу се мењати или изоставити)

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ			
1. Датум и орган који је именовао комисију 5.5.2014. године, Научно наставно веће Грађевинског факултета Суботица			
2. Састав комисије са знаком имена и презимена сваког члана, звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање, датума избора у звање и назив факултета, установе у којој је члан комисије запослен:			
др Марко Иветић	ред. проф.	Механика флуида, Хидраулика	22.4.2003.
име и презиме	звање	ужа научна област	датум избора у звање
Универзитет у Београду – Грађевински факултет			председник
установа у којој је запослен-а			функција у комисији
др Љубодраг Савић	ред. проф.	Хидротехничке конструкције и објекти	28.6.2012.
име и презиме	звање	ужа научна област	датум избора у звање
Универзитет у Београду – Грађевински факултет			члан
установа у којој је запослен-а			функција у комисији
др Миодраг Јовановић	ред. проф.	Регулација река, Пловни путеви и пристаништа	10.10.2001.
име и презиме	звање	ужа научна област	датум избора у звање
Универзитет у Београду – Грађевински факултет			члан
установа у којој је запослен-а			функција у комисији
Напомена: у пензији од 30.9.2013. године			
др Срђан Колаковић	ред. проф.	Хидротехника	3.7.2003.
име и презиме	звање	ужа научна област	датум избора у звање
Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука			члан
установа у којој је запослен-а			функција у комисији
др Миодраг Спасојевић	ред. проф.	Хидротехника	18.11.2004.
име и презиме	звање	ужа научна област	датум избора у звање
Универзитет у Новом Саду, Грађевински факултет Суботица			члан
установа у којој је запослен-а			функција у комисији
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ			
1. Име, име једног родитеља, презиме: Золтан, Лајош, Хорват			

2. Датум рођења, општина, држава:
14.1.1984. године, Нови Сад, Република Србија
3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив:
Грађевински факултет Суботица, Хидротехника и водно инжењерство околине, дипломирани инжењер грађевинарства - мастер
4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија:
2008. године, Грађевинарство
5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране:
6. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука:

III НАСЛОВ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Равански модел интеракције воде, наноса и загађивача у природним водотоцима

IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Дисертација садржи 7 поглавља:

(1) Увод	2 стране
(2) Преглед литературе	14 стране
(3) Теоријске основе	44 стране
(4) Нумеричко решавање једначина	47 стране
(5) Програмски код	8 стране
(6) Анализа резултата	67 стране
(7) Закључак	3 стране

Дисертација такође садржи:

Прилоге (укупно 10 од А до Ј)	52 стране
Списак литературе	8 стране

Након почетне стране се налази Кључна документацијска информација на српском и енглеском језику, односно Абстракт на српском и енглеском језику. Пре Садржаја се налази Захвалница аутора. Спискови слика, табела и ознака су приложени на уводним странама, иза Садржаја.

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Увод садржи опис сложеног проблема интеракције воде, наноса и загађивача у природним водотоцима. У овом делу је дат преглед постојећих приступа при решавању разматраног проблема, као и образложење и кратку генезу изабраног приступа (математичко моделисање).

Преглед литературе је веома детаљан и целовит, садржи анализу класичних (старијих) и најновијих радова који се односе на изучавану проблематику. Преглед постојећих модела течења, понашања наноса и транспорта загађујуће материје је организован у табеле. Посебана пажња је посвећена моделисању интеракције воде и наноса, односно интеракцији неконзервативне загађујуће материје са водом и наносом.

Теоријске основе садрже једначине струјања воде, опис физичких појава транспорта наноса и морфолошких промена корита које карактерише мешавина наноса различите крупноће. Овај део дисертације такође садржи опис физичких појава транспорта загађујуће материје и његову интеракцију са мешавином наноса. Дат је опис предложеног концепта моделисања и одговарајуће једначине, које су осредњаване по дубини тока у ортогоналном криволинијском координатном систему. У овом делу су такође дате математичке формулације механизма размене између различитих видова појаве неконзервативне загађујуће материје.

Поглавље посвећено нумеричком решавању једначина садржи усвојену стратегију при формулисању рачунских процедура у развијеном моделу. Коришћена је метода етапног решавања једначина, која омогућава да се поједини чланови (сходно свом математичком карактеру) решавају најповољнијом нумеричком методом. Ово је омогућило да се за моделирање адвективних делова једначина струјања воде и транспорта суспендованог наноса усвоји метода карактеристика, која највише одговара хиперболичком карактеру једначина адвекције, односно физичком проблему које ове једначине описују. Руководећи се истим разлозима једначине адвективног корака за растворени загађивач, односно загађивач адсорбован на суспендовани нанос су такође решаване методом карактеристика. Пропагациони и дифузиони део једначина струјања воде, као и дифузиони део једначине транспорта суспендованог наноса, односно дифузиони делови једначине транспорта загађујуће материје су, опет због свог математичког карактера, решаване методом коначних разлика. Модел подразумева симултано решавање имплицитног система једначина у рачунској тачки посебно за наносне променљиве и посебно за променљиве транспорта загађивача.

Приказ програмског кода, који је развијен током израде докторске дисертације, је јасно описан и графички представљен. Посебно је описана улога сваке појединачне програмске јединице.

Анализа резултата садржи приказ више примера, који су коришћени за тестирање и верификацију у фази развоја модела, а затим и за анализу резултата. Као што је уобичајено, модел је прво тестиран на шематским примерима. Ови примери су подразумевали нумеричке тестове за линеарну и нелинеарну адвекцију, односно за механизме интеракције модела транспорта неконзервативне загађујуће материје. Тестирање модела на примерима алувијалних водотокова је спроведено користећи две деонице реке Дунав. На првој изабраној локацији су пре свега тестирани аспекти модела који се односе на прорачун течења и понашање наносне мешавине. На другој изабраној деоници је поред прорачуна струјања и наноса вршена анализа модела транспорта загађујуће материје обухватајући све релевантне механизме и аспекте изучаваних процеса.

Закључак је јасно написан. Истакнути су сви релевантни аспекти истраживања са посебним нагласком на оригиналне доприносе који су уведени приликом израде математичког модела. У овом делу су дати и предлози аутора, који се односе даљи правац истраживања.

Сви графички прикази, табеле, прилози и једначине су приказани на јасан и прегледан начин.

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

M. Isic, Z. Horvat, M. Spasojevic, (2013), „Advection step in the split-operator approach applied to river modeling“, *Applied Numerical Mathematics*, Vol. 72, No. 9, pp. 1-18. (M21)

Z. Horvat, (2014), „A 2-D flow model for alluvial watercourses“, *International conference – Contemporary achievements in Civil Engineering*, Subotica, 24.-25. April.

Z. Horvat, (2014), „A 2-D sediment model for alluvial watercourses“, *International conference – Contemporary achievements in Civil Engineering*, Subotica, 24.-25. April.

М. Спасојевић, М. Исић, З. Хорват, (2012), „1-D modeling of the unsteady flow-sediment interaction at the Danube River experimental Mohacs-Bezdan reach“, *16. саветовање Српског друштва за хидрауличка истраживања и Српског друштва за хидрологију*, Доњи Милановац, 22.-23. октобар.

М. Спасојевић, З. Ковачевић, А. Остојић, М. Исић, З. Хорват, (2012), „Дугорочне моделске симулације засипања акумулације ХЕ Ђердап 1“, *16. саветовање Српског друштва за хидрауличка истраживања и Српског друштва за хидрологију*, Доњи Милановац, 22.-23. октобар.

З. Хорват, М. Исић, М. Спасојевић, (2010), „Математичко моделисање раванског неустаљеног течења у отвореним токовима“, *Зборник радова / II Симпозијум студента докторских студија из области грађевинарства, архитектуре и заштите животне средине, PhIDAC 2010*, 17-18. Септембар, Факултет техничких наука, Нови Сад, стр. 289-296.

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Основни резултат истраживања:

Кандидат је самостално развио равански модел интеракције воде, наноса и загађивача у природним водотоцима. Модел обухвата процесе струјања воде, оба облика кретања наноса (суспендовани и вучени), механизме размене масе између наноса у суспензији и наноса у активном слоју, деформације корита услед ерозије и депоновања, механизме размене масе између наноса у активном слоју и "активном стратуму", као и процесе транспорта неконзервативне загађујуће материје која је у интеракцији са наносом преко процеса адсорпције/десорпције. Формулисане једначине транспорта загађивача обухватају његову појаву у раствореном и адсорбованом облику, при чему се посебно третира материја адсорбована на суспендовани нанос и материја адсорбована на нанос у активном слоју и стратумима испод њега. Поред развоја модела транспорта загађујуће материје, спроведена су и нумеричка побољшања комплетног модела.

Појединачни резултати – моделски концепт и једначине:

1. У оквиру дисертације је развијен концепт моделисања транспорта неконзервативне загађујуће материје у природним водотоцима, која није подложна биолошком и/или хемијском настајању и/или нестајању, а ступа у интеракцију са појединим (ситним) зрнима наносне мешавине преко процеса адсорпције/десорпције.
2. Концепт транспорта загађујуће материје је развијен у складу са концептом активног слоја и активног стратума, који је коришћен при моделисању понашања мешавине речног наноса. Ово подразумева посебно формулисање једначина одржања масе адсорбоване загађујуће материје за поједине гранулометријске фракције.
3. Дефинисани су механизми размене између растворене и адсорбоване загађујуће материје, који обухватају процесе адсорпције и десорпције, односно процесе транспорта адсорбоване материје везане за зрна суспендованог и вученог наноса.
4. Дефинисани су механизми размене између растворене и адсорбоване загађујуће материје преко кинетичких процеса првог реда, при чему је моделисање коефицијената размене уско повезано са површином доступном за адсорпцију. Разматрани механизми размене су формулисани за сваку фракцију мешавине посебно.
5. Усвојени концепт математичког моделисања је прилагођен условима сложене

геометрије природних водотокова трансформацијом једначина у ортогонални криволинијски координатни систем, уз примену одговарајућих нумеричких поступака.

Појединачни резултати – развој алгоритама и нумеричких поступака:

1. Применом методе етапног решавања адвективни чланови (линеарни у случају транспортне једначине и нелинеарни у случају динамичке једначине) су рачунати методом карактеристика са локалним интерполационим полиномом вишег реда. У оквиру дисертације развијен је алгоритам који подразумева могућност простирања трајекторије дуж више рачунских ћелија, што омогућава коришћење већег рачунског корака по времену и смањење времена рада рачунара.
2. Развијени алгоритам за прорачун адвективних чланова је тестиран на једначини линеарне и нелинеарне адвекције, на основу чега је констатовано да даје резултате задовољавајуће тачности. Разматрани су и нумерички аспекти моделирања нелинеарне адвекције.
3. Осмишљен је рачунски поступак за прорачун транспорта загађујуће материје, заснован на локалном решавању имплицитног система линеаризованих алгебарских једначина применом одговарајућег итеративног поступка.

Појединачни резултати – тестирање модела:

1. Ради оцене развијеног модела транспорта загађујуће материје, спроведени су нумерички тестови који су имали за циљ квалитативну оцену резултата прорачуна. Испитана су сва три вида загађења, кад је загађивач: а) у раствореном облику, б) адсорбован на зрна суспендованог наноса и в) већ присутан у адсорбованом облику на дну. Како су прорачуни дали физички прихватљиве резултате, закључује се да предложени математички модел обухвата све релевантне процесе интеракције између наноса и неконзервативне загађујуће материје.
2. Нумеричке симулације у природним водотоцима су спроведене за две деонице реке Дунав. На првој деоници (погранична област између Мађарске и Србије) спроведене су две кампање комплетних хидрометријских мерења. На другој деоници (код Београда), поред хидрометријских мерења, обухваћено је и одређивање присуства загађујуће материје у виду тешких метала. Мерени подаци, поред морфологије корита, укључују протоке и нивое воде, вертикалне профиле брзина и концентрација суспендованог наноса (укупних и по фракцијама), као и гранулометријски састав узорака наноса са дна. Подаци о загађивачу садрже концентрације тешких метала у раствореном облику, адсорбованих на суспендовани нанос и адсорбованих на нанос са дна водотока.
3. Анализа резултата спроведених нумеричких симулација је показала да је развијени модел погодан за прогнозу хидродинамичких величина у природним водотоцима.
4. Анализа резултата нумеричких симулација транспорта наноса је потврдила способност модела да репродукује кретање наноса у условима сложене геометрије и струјног поља.
5. Поређењем срачунатих и измерених концентрација растворених и адсорбованих тешких метала утврђено је прихватљиво слагање, што указује на могућност коришћења модела у пракси предвиђање простирања загађења у природним токовима. Спроведене анализе такође садрже провере биланса масе одговарајућег тешког метала унутар разматране речне деонице на основу којих се констатује да су прорачуном добијене вредности блиске теренским мерењима и у погледу расподеле материје на разне видове њене појаве.
- 6.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

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

Резултати истраживања су приказани и тумачени јасно.

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:
Дисертација је написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме.
2. Да ли дисертација садржи све битне елементе:
Дисертација садржи све битне елементе наведене у пријави теме.
3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци:
Дисертација представља оригинални допринос науци. Кандидат је развио равански модел интеракције воде, наноса и загађивача у природним водотоцима, уносећи при томе оригинална унапређења и побољшања у односу на постојеће моделе. Развијен равански модел представља оригиналну комбинацију рачунских процедура за транспорт неконзервативне загађујуће материје која је у интеракцији са зрнима наноса, при чему је модел способан да симулира понашање хетерогене мешавине наноса. Такође су формулисани побољшани модели за механизме размене између разних видова појаве загађујуће материје. Пошто су транспортни процеси пресудни за разматрану проблематику развијен је алгоритам за прорачун адвекције, који побољшава тачност прорачуна и смањује његово трајање. Модел је квалитативно проверен на стандардним нумеричким тест примерима. Модел је такође проверен и на деоницама Дунава за које постоје квалитетни резултати комплетних теренских мерења. На основу поређења резултата прорачуна и мерења закључено је да развијени математички модел може да успешно и поуздано симулира интеракцију воде, наноса и загађивача у природним водотоцима.
4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања:
Аутор у појединим деловима дисертације исувише детаљно улази у теоријска разматрања, што је често непотребно. Наведени недостаци немају утицај на резултате истраживања и несумњив квалитет саме докторске дисертације.

X ПРЕДЛОГ:
На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже:
- да се докторска дисертација прихвати, а кандидату Золтану Хорвату, одобри одбрана

НАВЕСТИ ИМЕ И ЗВАЊЕ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ
ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

председник комисије:

др. Марко Иветић, д.и.г. ред. проф., Универзитет у Београду – Грађевински факултет
члан:

др. Љубодраг Савић, д.и.г. ред. проф., Универзитет у Београду – Грађевински факултет
члан:

др. Миодраг Јовановић, д.и.г. ред. проф., Универзитет у Београду – Грађевински факултет
члан:

Др. Срђан Колаковић, д.и.г. ред. проф., Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука
члан:

др. Миодраг Спасојевић, д.и.г. ред. проф., Универзитет у Новом Саду, Грађевински факултет Суботица