doc. dr. Primož BANOVEC*

Andrej CVERLE**

STROKOVNE PODLAGE ZA ODŠKODNINSKI ZAHTEVEK ZA POVZROČENO POPLAVNO ŠKODO

UVOD

Pričakovana poplavna škoda je eden izmed osnovnih kriterijev v procesu opredeljevanja ukrepov za zmanjševanje poplavne ogroženosti. Poleg pričakovane poplavne škode je potrebno posebno pozornost posvetiti tudi pojmom kot so dejanska poplavna škoda, dejanski mehanizmi in razlogi zakaj je poplavna škoda nastala. Slednje je še posebej pomembno v primeru, ko povzročitelj poplavne škode ni le naraven pojav, temveč dejanje oziroma ne-dejanje neke tretje osebe. V takem primeru je potrebno dodatne vzroke upoštevati in jih povezati z odgovornostjo tretje osebe za nastalo škodo (povzročitelj plača posledice).



Slika 4: *Predstruge v času poplav septembra 2010*

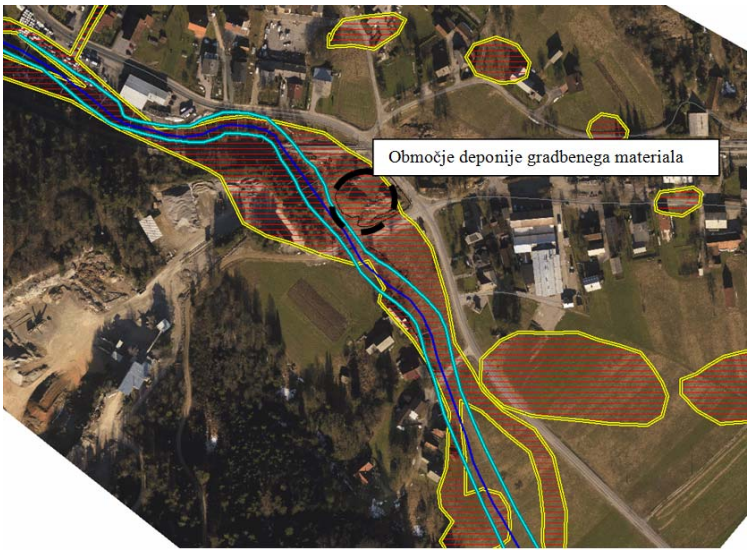
V okviru prispevka bo tako predstavljena "forenzična" hidrološko-hidravlična analiza, kjer je bilo na osnovi vseh pridobljenih informacij (slikovno gradivo, pričevanja sodelujočih, zapisnikov) izvedena rekonstrukcija poplavnega dogodka iz septembra 2010, ko je voda zalila območje Predstrug v večjem obsegu (slika 1). V času poplav je prišlo do prelivanja ceste Ponikve - Videm v kraju Predstruge, kar je povzročilo poplavljanje območja v kraju Predstruge, kakor tudi območja severno od železnice (vključno z obstoječo poselitvijo). Zaradi večjih količin vode je prišlo tudi do prelitja trase železnice in posledično do zalitja območja južno od železnice.

Za rekonstrukcijo poplavnega dogodka smo izdelali podroben matematični model, kjer smo se z modelom v čim večji meri približali prej opisanemu poplavnemu dogodku. Izdelan model nam je služil za izvedbo nadaljnjih analiz in simulacij, kjer smo preverjali vpliv večjega nasutja (na tokovno sliko) na levem bregu, in sicer na območju med starim kamnolomskim mostom in novo cesto do kamnoloma. Nasutje se nahaja znotraj opozorilne karte poplav.

* dr. Primož BANOVEC univ.dipl.inž.gradb., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Jamova cesta 2, 1000 Ljubljana,** Andrej Cverle univ.dipl.inž.VKI, Inštitut za vodarstvo, d.o.o., Hajdrihova 28a, 1000 Ljubljana

OBRAVNAVANO OBMOČJE

Vodotok Rašica, ki teče skozi naselje Predstruge je kraškega izvora, njegova struga pa je večji del leta suha. Strugo zapolni samo v času večjih poplav, ko postane požiralnost kraških požiralnikov prenizka, na gorvodnem delu pa se aktivirajo kraški izviri. V tem času pride do zapolnitve suhe struge in do preplavitev obstoječih poplavnih površin, ki so zajete tudi znotraj opozorilne karte poplav (slika 2).



Slika 5: *Pregleden prikaz območja Predstruge z vrisano opozorilno karto poplav (ARSO, 2008)*

V času zadnjih večjih poplav (september 2010) je na območju Predstrug prišlo do poplavljanja večjega območja, kjer poplavna voda ni imela ustaljenih poplavnih poti. Slednje nakazuje na spremembe poplavnih tokov območja, ki gredo na račun topoloških sprememb (večje nasutje znotraj opozorilne karte poplav) in dejavnikov med samim poplavnim dogodkom (zamašitev mostne odprtine). V času poplav voda iz Rašice vedno začne najprej prelivati cesto Ponikve - Videm na južnem delu, in sicer na območju kapelice, kjer je tudi najnižja točka. Septembra 2010 pa je Rašica močneje poplavila območje severno in južno od železnice, od koder se je voda stekala proti jugu in na svoji poti poplavila obstoječo poselitev, vključno z industrijo. Prelitje ceste na območju kapelice pa se je zgodilo površinsko in šele v drugi fazi, ko je bil severni del že zalit. Opisani potek septembrskega poplavnega dogodka bo v nadaljevanju predstavljal osnovo za rekonstrukcijo le-tega stanja in osnovo za izvedbo simulacije s spremenjenih stanjem (stanje pred deponiranjem materiala).

REKONSTRUKCIJA POPLAVNEGA DOGODKA IZ SEPTEMBRA 2010

Za potrebe matematičnega opisa poplavnega stanja iz septembra 2010, smo se najprej lotili pregleda slikovnega gradiva (dostopno na občinskih straneh Dobrepolje), kjer je dobro videti razsežnost poplav. Iz slik je tudi razvidno, da se je območje severno od starega kamnolomskega mostu oziroma železniške proge spremenilo v jezero. Slednje stanje je za rekonstrukcijo takratnih dogodkov zelo pomembno, saj smo dobili pomembno informacijo o gladinah vode in razsežnostih poplavnega dogodka. Drug pomemben dokument, na katerega smo se oprli pri rekonstrukciji, pa predstavlja zapisnik poveljnika civilne zaščite Dobrepolja, ki je bil v času dogodka na sami lokaciji.

Tako smo na podlagi slikovnega gradiva, pričevanja tamkaj živečih in zapisnika ter uradnega zapisnika občinske civilne zaščite določili maksimalen pretok, topološko stanje ter volumen poplavnega vala, ki je pogojen s časom trajanja poplavnega vala.

REZULTATI MATEMATIČNEGA MODELA

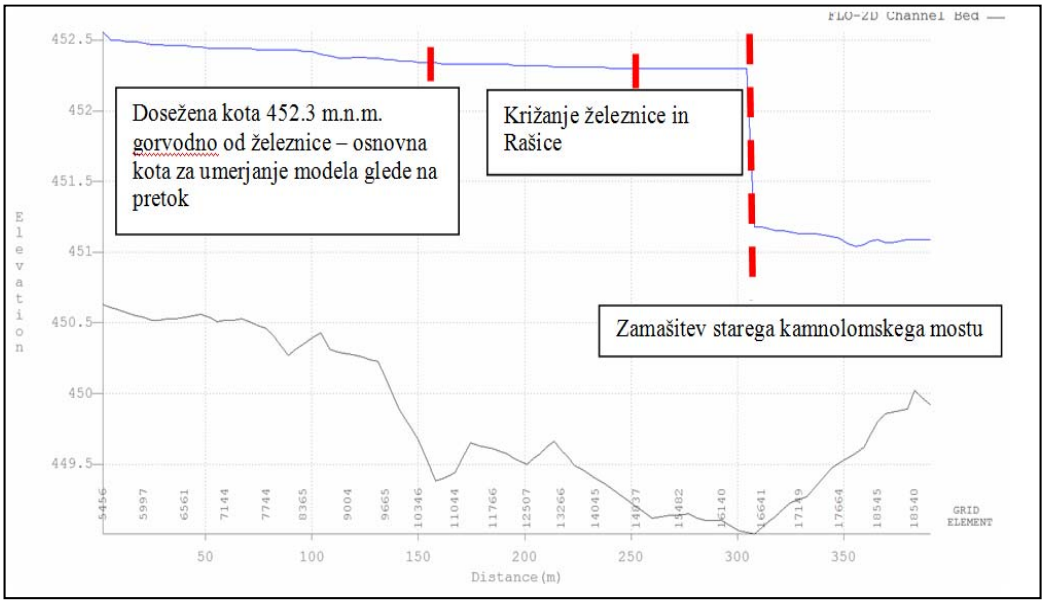
Na podlagi izvrednotenih hidravličnih karakteristik (gladine, pretoki) smo v programskem okolju FLO-2D postavili matematični model in z njim simulirali opisano stanje. Za potrebe analize se je izvedlo tudi LIDAR snemanje, vodno infrastrukturo pa smo popisali znotraj terenskega ogleda območja. V želji po

čim bolj realnem povzetju stanja smo uporabili računsko celico velikosti 3 × 3 m. V drugem delu smo odstranili deponijo znotraj poplavnega območja in opazovali spremembo stanja. Tako smo ob sicer enakih parametrih modela izvedli dve modeliranji (1) z upoštevanjem deponije gradbenega materiala (stanje september 2010, ki je hkrati tudi osnova za kalibracijo modela) in (2) ob predpostavki, da deponije gradbenega materiala na lokaciji ne bi bilo.

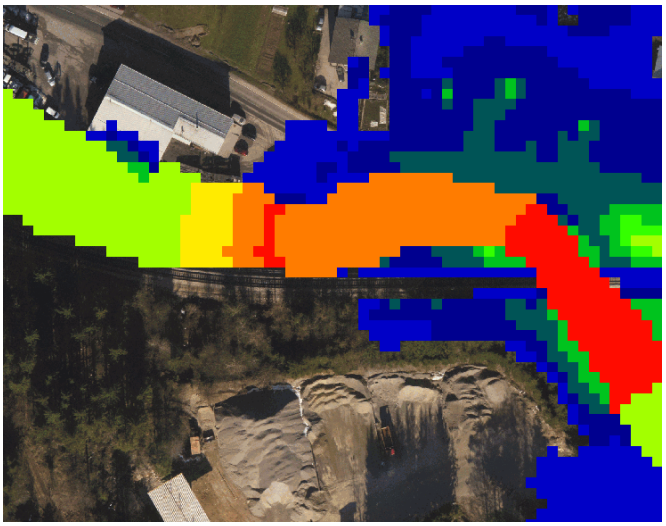
Na podlagi vseh hidravličnih spremenljivk (gladina, pretok, poplavni val) smo izvedli simulacijo poplavnega dogodka, kjer smo celotno dogajanje razdelili na tri dele, in sicer:

- naraščajoči del poplavnega vala (med 17:00 in 2:30);
- čas maksimalnega pretoka (med 2:30 in 6:00);
- padajoči del poplavnega vala (6:00 in 10:00).

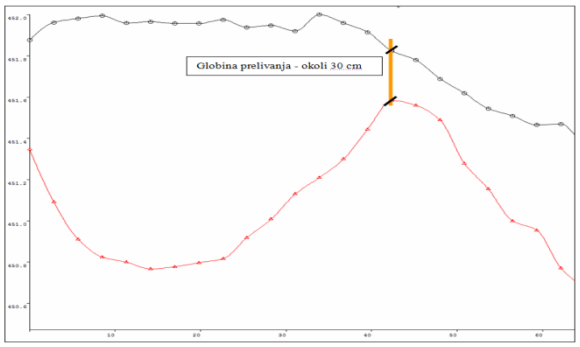
Najpomembnejši del modeliranja se nanaša na območje nastopa in trajanja maksimalnega pretoka, kjer pa je na voljo dovolj podatkov za detajlno rekonstrukcijo poplavnega stanja. Prvi izredno pomemben podatek je kota gorvodno od železnice, ki znaša 452.3 m.n.m. Ta kota je označena tudi na vzdolžnem poteku gladin (Slika 5), kjer je vidna tudi velika zajezba, ki je povzročila, da se je območje spremenilo v jezero (navedeno potrjuje tudi slika 1). Poleg tega je v tem času prišlo do intenzivnega prelivanja in posledično erodiranja postavljenih nasipov, ki ga je tekom poplavnega dogodka naredila civilna zaščita skupaj z lokalnim prebivalstvom. Nasipi so segali vse od AMW Kastelic pa do železniškega prehoda in so bili visoki cca. 1 m. Znotraj simulacije smo upoštevali rušitev nasipov, kjer smo upoštevali začetek rušenja od časa, ko je voda nasip prelila (čas nastopa maksimalnega pretoka). Ker je voda v času maksimalnega pretoka nasipe v celoti odnesla smo znotraj simulacije upoštevali popolno odstranitev nasipa, ki se zgodi v dveh urah. S tem smo dosegli popolno odstranitev nasipa znotraj nastopa maksimalnega pretoka, kot se je dejansko tudi zgodilo. Zaradi tega je voda v večjem obsegu zalila območje severno od ceste, prišlo pa je tudi do prelivanja ceste proti Predstrugam, kjer je bila globina vode okoli 30 cm (slika 5). Prelivanje je poplavilo depresiji severno od železniške proge, delno pa je bila prelita tudi železniška proga. V tem času je bilo na cesti Predstruge - Cesta (južno od železnice) okoli 40 cm vode (slika 6), cesta proti Ponikvam pa je bila na območju kapelice (najnižja točka cesta) le površinsko prelita oziroma je voda na to cesto prihajala s severne strani. Opisano stanje se je zgodilo v času nastopa maksimalnega pretoka in smo ga z umerjanjem modela tudi dosegli.

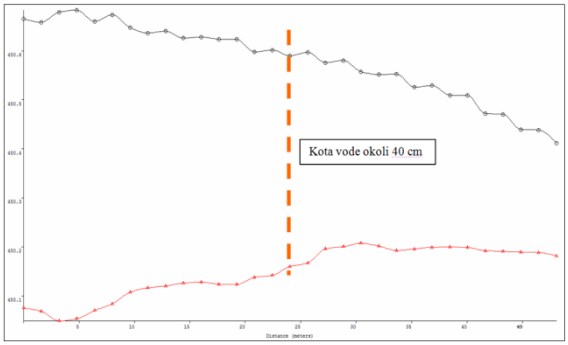


Slika 3: *Vzdolžni potek gladine Rašice v času maksimalnega pretoka in popolne zamašitve mostu vključno z cca. 80 cm zamašitvijo ograje mostu*



Slika 4: **Območje avtoservisa Kastelic, ki je bilo pomembno izhodišče za umerjanje matematičnega modela**









Slika 7: *Tlorisni prikaz in vzdolžni potek prelivanja ceste proti Predstrugam v času maksimalnega pretoka*

Slika 8: *Tlorisni prikaz in vzdolžni potek gladine na cesti Predstruge - Cesta v času maksimalnega pretoka*

Z uporabljenimi vhodnimi podatki (maksimalen pretok, LIDAR, dejanski obseg kupov, rušenje nasipov, zapora mostu) smo opisano stanje tudi dosegli in tako rekonstruirali poplavni dogodek oziroma stanje v času maksimalnega pretoka, ki se je zgodil ob septembrskih poplavah leta 2010 v Predstrugah.

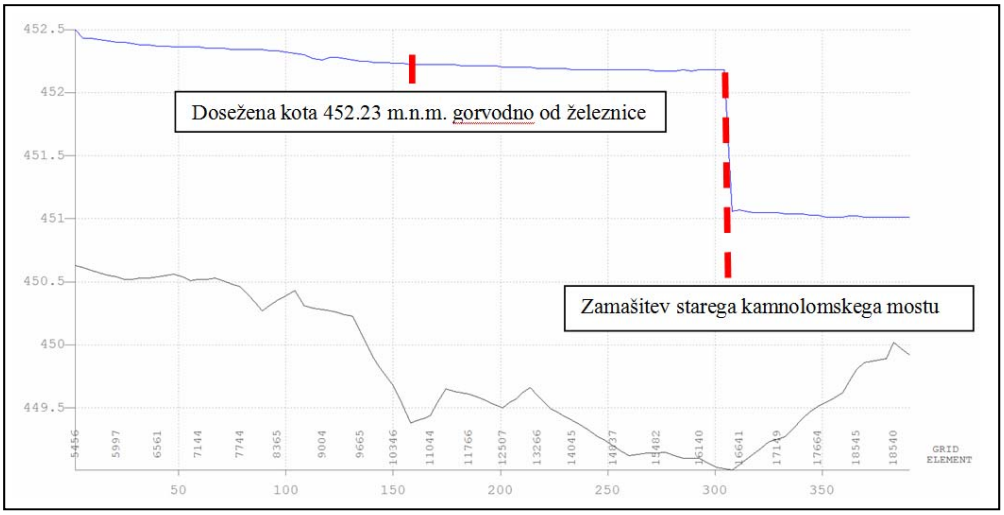
Izvedba simulacije s poplavnim valom iz septembra 2010 z odstranitvijo deponije

Za ugotavljanje dejanskega vpliva nasutja smo v naslednjem koraku izvedli simulacijo z identičnimi vhodnimi pogoji, le da smo v tem primeru v modelu odstranili deponijo gradbenega materiala, ki je bila v času poplav nasuta na lokaciji. Kot smo že omenili se deponija nahaja na levem poplavnem območju Rašice, in sicer med starim kamnolomskim mostom in novo kamnolomsko cesto. Deponija je zapirala

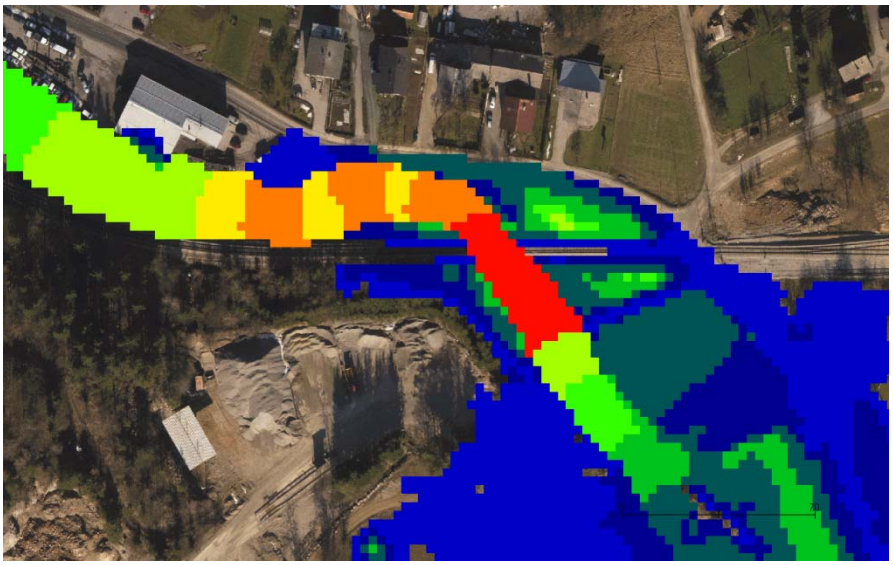
skoraj celotno levo poplavno ravnico in predvsem preprečevala obtekanje opuščenega kamnolomskega mostu v času, ko je bil ta zaradi nanosa plavin slabo ali skoraj nepretočen.

Simulacija z odstranitvijo kupov je pokazala na znižanje zajezbe gorvodno od zamašenega mostu za 12 cm (slika 7), kar pomeni, da v tem primeru nasipov (nasipi od AMW Kastelic in železniškega prehoda, ki so bili narejeni tekom poplavnega dogodka) ne bi prelilo in posledično tudi ne erodiralo.

Zaradi tega ne prihaja do poplavljanja hiš severno od železnice in tudi ne do prelitja ceste proti Predstrugam (slika 8). Poleg tega se v tem primeru voda iz območja zamašenega mostu preliva dolvodno preko območja, kjer je bila septembra 2010 deponija in tako pride do bolj intenzivnega prelivanja ceste proti Vidmu na območju kapelice.



Slika 9: *Vzdolžni potek gladine Rašice v času maksimalnega pretoka in popolne zamašitve mostu z vključno cca. 80 cm zamašitvijo ograje mostu - brez deponije gradbenega materiala.*



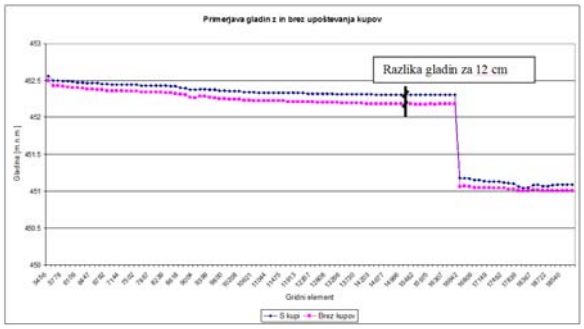
Slika 10: *Oblikovani poplavni tok čez parkirišče AMW Kastelic v času maksimalnega pretoka (kota 452.2 m.n.m.) – scenarij brez deponije gradbenega materiala.*

Vodni tokovi bi v tem primeru imeli bolj ustaljene poti (slika 8), kar posledično pomeni, da bi zaradi manjše količine prelite vode na območju ceste Predstruge - Cesta gladine padle za okoli 20 cm.

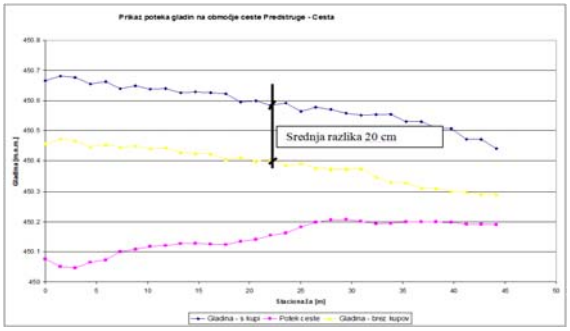
Primerjava simulacij dejanskega stanja in stanja z odstranitvijo kupov

Že predhodno smo izvedli opis stanja tokovne slike in širjenja poplav, tako v primeru z obstoječimi kupi kot tudi brez njih. V tem delu bomo na kratko predstavili dejstva in glavne razlike med obema stanjema, ki gredo na račun odstranitve kupov.

- Zaradi blokade leve poplavne ravnice z gradbenim materialom – deponijo je prišlo do dviga gladine gorvodno od območja opuščenega kamnolomskega mostu za okoli 12 cm (Slika 9),
- dvig gladine je povzročil prelivanje in erodiranje umetno narejenega nasipa (dvig ceste za cca. 1 m) med AMW Kastelic in železniškim prehodom ter poplavljanje poselitve na severni strani,
- zaradi dviga gladine gorvodno od zamašenega mostu in območja kupov je prišlo do prelivanja večjih količin na območje ceste Predstruge - Cesta in tako do stekanja večjih vodnih količin proti obstoječi poselitvi, kar je (na cesti Predstruge - Cesta) povzročilo dvig gladine vode do 20 cm (Slika 10),
- izvedeno nasutje se nahaja znotraj evidentiranega poplavnega območja (obstoječa opozorilna karta poplav) potoka Rašica in tako zmanjšuje razlivni volumen. Poleg tega nasutje blokira poplavni tok, ki je zaradi višje desne strani, še bolj intenziven in tako še dodatno vpliva na poslabšanje poplavne stanja območja.
-



Slika 11: *Primerjava vzdolžnega poteka gladina potoka Rašica v primeru z in brez upoštevanja kupov*



Slika 12: *Prikaz poteka gladin v primeru z in brez kupov na cesti Predstruge - Cesta*

ZAKLJUČEK

V članku je predstavljen postopek detajlne analize poplavnega dogodka, kjer smo analizirali stanje, kot se je v naravi dejansko zgodilo in hidravlično ovrednotili scenarij dogodkov.

Natančnost kalibracijskega postopka hidravličnega modela je pri tem izrednega pomena. Glede na izkušnje, ki jih imajo zavarovalnice na področju forenzičnih raziskav pri ostalih zavarovanih škodah (in odgovornostih za njih), je postopek forenzičnih hidrološko – hidravličnih raziskav še relativno nedodelan, predstavljeni primer pa podaja enega od možnih načinov izvajanja tovrstnih analiz, ki jih dostopne analitične metode, ki slonijo na visokoresolucijskih modelih terena ter upobrabi hibridnih 1D – 2D modelov vodnega toka, omogočajo.

LITERATURA

- ARSO, Atlas okolja. Dostopno na spletu: http://gis.arso.gov.si/atlasokolja
- ARSO, 2010. Urad za hidrologijo in stanje okolja, Sektor za analize in prognoze površinskih voda. Hidrološko poročilo o povodnji v dneh od 17. do 21. septembra 2010. Ljubljana, 18 str.
- Dostopno na spletu:
- http://www.arso.gov.si/vode/poro%C4%8Dila%20in%20publikacije/Poplave%2017.%20-%2021.%20september%202010.pdf
- Dyhouse, G. Hatchett, J., Benn, J. 2003. Floodplain Modeling Using HEC-RAS. Conneticut, Haestad Methods: 659 str. Dostopno na spletu:
- http://www.haestad.com/library/books/fmras/floodplainonlinebook/javascript/wwhelp/wwhimpl/js/html/wwhelp.htm
- Gary. W. Brunner. 2008. HEC-RAS, River Analysis System Hydraulics Reference Manual. California, US Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center (HEC): 411 str.
- Gary. W. Brunner. 2008. HEC-RAS, River Analysis System User´s Manual. California, US Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center (HEC): 733 str.
- Geopedia. Dostopno na spletu: http://www.geopedia.si/
- O'brien, J. 2007a. FLO-2D Users Manual. Arizona, Software, Inc. & Riada Engineering, Inc.: 87 str.
- O'brien, J. 2007b. FLO-2D Data Input Manual. Arizona, Software, Inc. & Riada Engineering, Inc.: 163 str.