**doc. dr. Primož BANOVEC** [*]

**Andrej CVERLE****

**Vesna VIDMAR****

# POPLAVNI DOGODEK 2012 IN POPISANE POPLAVNE ŠKODE KOT PODLAGA ZA IZDELAVO SLOVENSKIH KRIVULJ POPLAVNE ŠKODE

## POVZETEK

Poplavni dogodek novembra 2012 je zaradi velikega števila poplavljenih objektov in sistemsko izvedenega popisa poplavnih škod pomemben tudi zato, ker je na podlagi razpoložljivih podatkov mogoče izračunati tudi izboljšane krivulje poplavne škode, ki so specifične za dejansko stanje objektov v Republiki Sloveniji in mehanizme nastanka škode v njih. Krivulja poplavne škode predstavlja odnos med globino vode v (ob) objektu in nastalo škodo, pri čemer se s tovrstnimi škodnimi krivuljami opredeljuje predvsem neposredna škoda. Določitev krivulj poplavne škode je pomembna, saj so se do sedaj v primeru ekonomskih analiz s katerimi se je vrednotila pričakovana letna poplavna škoda povzemale krivulje poplavne škode, ki so bile razvite v tujini. Predhodni poplavni dogodki v RS pa so bili relativno slabo popisani ali pa so imeli premajhno število škodnih pojavov, da bi lahko iz njih izpeljali ustrezne krivulje poplavne škode.
V prispevku bodo predstavljeni podatki, ki so bili osnova za izpeljavo škodnih krivulj ter proces večdimenzijskega uskupinjanja (multidimensional clustering), ki smo ga uporabili z namenom oblikovanja podkategorij škodnih objektov z namenom manjšanja raztrosa, ki se običajno pojavlja pri razvoju krivulj poplavne škode.
Podane krivulje poplavne škode so lahko osnova za ekonomsko vrednotenje neposrednih škod v primeru poplav in s tem tudi pomemben element pri ekonomski optimizaciji projektov za zmanjšanje poplavne ogroženosti.

## UVOD

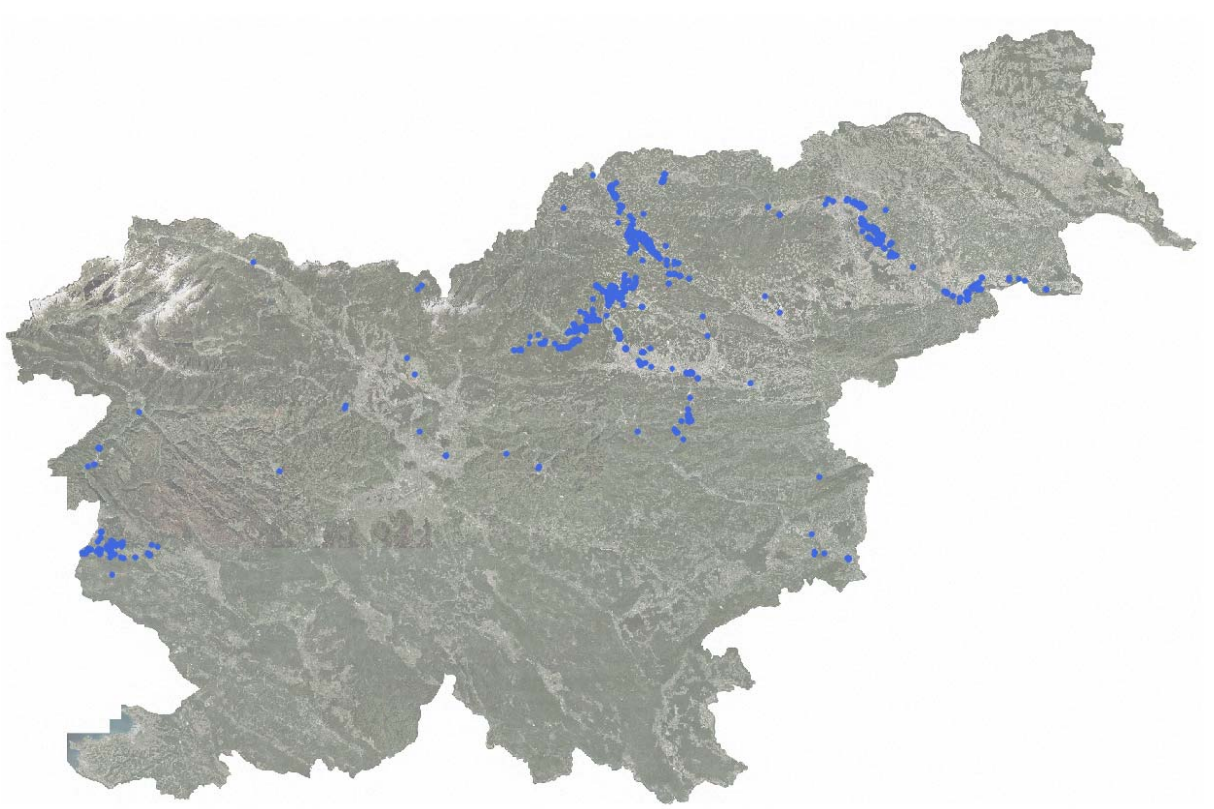
Pogostost poplavnih dogodkov in višina odškodnin, ki pripada poplavljencem na poplavnih območjih, kličeta po resnejšemu pristopu pri vrednotenju poplavnih škod in analizi odškodnin na letni ravni. V Sloveniji je po Zakonu o varstvu pred naravnimi in drugimi nesrečami v (UR. l. RS, št. 64/94) v pristojnosti države. Vlada Republike Slovenije po poplavnih dogodkih imenuje občinske komisije in jim predpiše metodologijo na podlagi katere se izvedejo popisi škode. Dejansko delo komisije ni celovito, kajti popis se izvaja samo na stavbah, katerih lastniki so izpolnili obrazce o namenu prijave škode na občini.
Po poplavah 2012 je bil izveden eden izmed natančnejših popisov poplavne škode (točna lokacija objekta, višina vode v objektu ter škoda, ki je nastala), kar omogoča podrobnejšo analizo poplavne škode po posameznih stavbah, vodotokih ali občinah. Poplavne škode zajemajo in nato uporabljajo različne državne službe: Statistični urad Republike Slovenije (SURS), Uprava za zaščito in reševanje (URSZR) na Ministrstvu za obrambo ter občinske službe. Osnovni namen zajema podatkov o škodah je oblikovanje sistema pomoči in sama statistika škod, do sedaj pa še ni bil širše izpostavljen pomen za potrebe kalibracije modelov poplavnih škod, ki so bili do sedaj tudi dokaj redko uporabljeni.
Pri tem potreba po identifikaciji in optimizaciji ukrepov za zmanjšanje poplavne ogroženosti narašča, saj se je potrebno zavedati, da so škode zaradi poplav samo v zadnjih 10 letih znašale približno 730 mio EUR (brez DDV) oz. cca. 870 mio EUR, kar v grobem znaša skoraj 150 % ocenjenih stroškov izvedbe gradbenih in negradbenih ukrepov za zmanjševanje poplavne ogroženosti na 61 opredeljenih območjih pomembnega vpliva poplav (Štravs, 2013).

[*] doc. dr. Primož BANOVEC univ. dipl. inž. grad., 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 ,** Vesna VIDMAR univ. dipl. inž. grad., Inštitut za vodarstvo, d.o.o., Hajdrihova 28a, 1000 Ljubljana

Pri izdelavi škodnih krivulj se je upoštevalo domače izkušnje in iz tujine (Steinman, Klasinc in Banovec, 2001; Jemec, 2002; Flinterman in sodelavci, 2003; Nascimento in sodelavci, 2006; Messner in sodelavci, 2007; Chang in sodelavci, 2008; Vojinovic, Ediriweera in Fikri, 2008).
Za potrebe določitve škodne krivulje so bili iz popisa škod pridobljeni podatki o višini vode in ocenjeni škodi, ki je nastala. Na podatkih je bila izvedena prostorska analiza (določitev pozicije objekta od vodotoka). Cilj je bil določiti škodne krivulje glede na posamezno vrsto objekta, izkazal pa se je tudi pomen lokacije objekta za izboljšano razumevanje mehanizma nastanka poplavne škode.
Glede na popis, ki je bil izveden po poplavah 2012, je to prvi sistemski poskus izdelave škodnih krivulj za Republiko Slovenijo (RS) poleg analize, ki je bila izvedena na podlagi poplav v Savinjski dolini leta 1990 (Jemec, 2002; Banovec in sodelavci, 2003). Če bi želeli imeti boljše rezultate, bi morali analizirati več poplavnih dogodkov, za katere bi bili zbrani primerljivi podatki. Na podlagi prikazanih rezultatov bi bila možna izdelava modela za ocenjevanje poplavne škode oz. napoved pričakovane poplavne škode (Banovec, 1999; Banovec in sodelavci, 1999, Banovec in Cverle, 2011). Na podlagi tega bo v prihodnje mogoče vedno bolje kvalitativno ocenjevati poplavno ogroženost z modelom za ocenjevanje poplavne škode, ki bo moral zajemati oba sklopa: (1) hidrološko – hidravlični del – določitev poplavne nevarnosti in (2) ekonomski oz. škodni del za določitev statistično pričakovane poplavne škode (Messner in sodelavci, 2007).

## METODOLOGIJA

Pridobljeni so bili podatki iz sistema za ocenjevanje škod po naravnih in drugih nesrečah (AJDA), kjer so podatki zbrani po predpisani metodologiji, ki je v veljavi v Republiki Sloveniji. Podatke smo povezali s Katastrom stavb (vzdrževana evidenca RS), da smo dobili tlorisno velikost površin posameznih stavb. Povezava s katastrom stavb je bila nujna, saj smo želeli pridobiti podatek o tlorisni površini objekta, ki ni bil zajet v popisnem obrazcu, hkrati pa tudi s ciljem vzpostavitve referenčnih vrednosti, ki bi jih bilo mogoče uporabiti glede na razpoložljive podatke iz teh javnih evidenc.
Škode so bile popisane po celotni Sloveniji, zato dobimo dober pregled nad najbolj prizadetimi in poplavno poškodovanimi območji. Slika prikazuje lokacije vseh ocenjenih stavb.

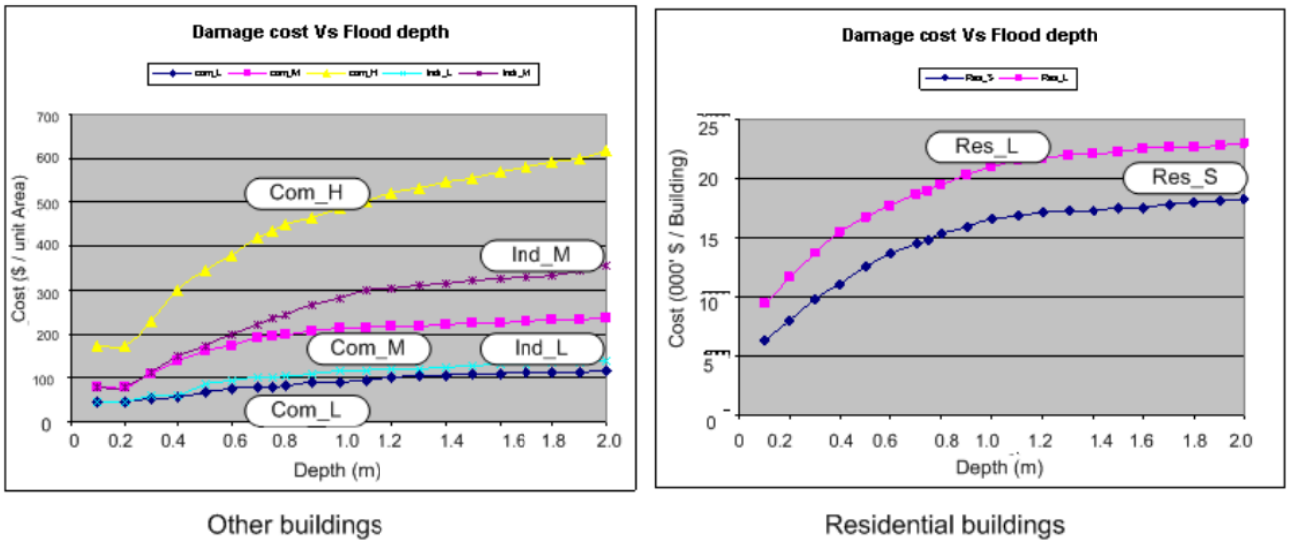


SLIKA 1:PRIKAZ LOKACIJ VSEH OCENJENIH STAVB.

Glede na sliko 1 je mogoče prepoznati glavna območja, ki so bila prizadeta v ob poplavah novembra 2012 v RS: območje spodnje Vipavske doline, Zgornja Savinjska dolina, Koroška in poplavna območja ob reki Dravi.

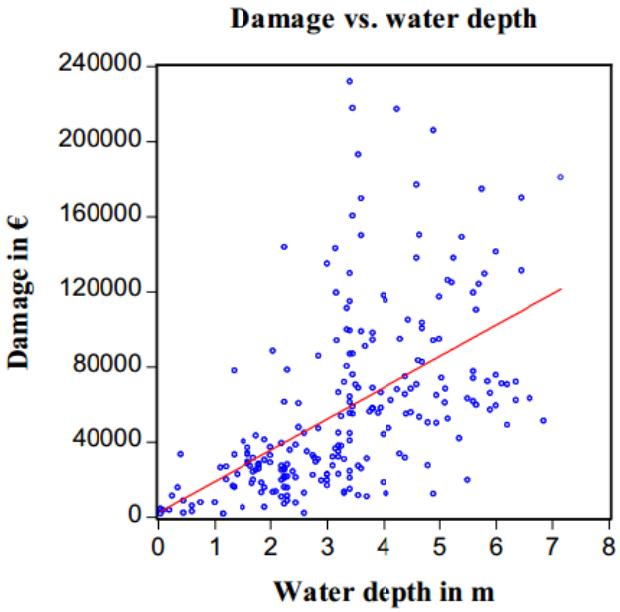
# ANALIZA REZULTATOV

Pri izdelavi škodnih krivulj smo se oprli na dokaj uveljavljeno metodologijo, ki so jo uporabili pri analizi škod in izdelavi škodnih krivulj v tujini in RS (Vojinovic, Ediriweera in Fikri, 2008; Prettenhaler in sodelavci, 2010; Jemec, 2002), rezultati katerih so podani v nadaljevanju (slika 2, 3 in 4).
Prikaz študije škodnih krivulj na otoku Svetin Martin:

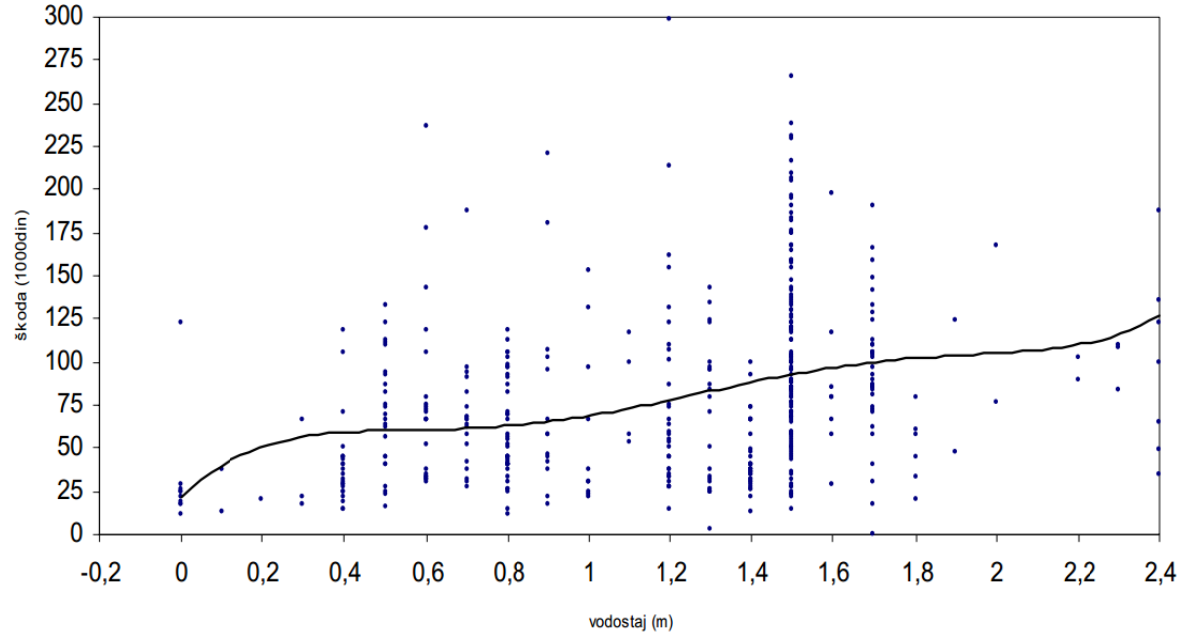



SLIKA 2:PRIKAZ ŠKODNIH KRIVULJ ZA OTOK SVETI MARTIN (VOJINOVIC, EDIRIWEERA IN FIKRI, 2008).

Za obravnavano območje je bilo izdelano sedem kategorij škodnih krivulj. Vse škodne krivulje dajejo vrednosti na enoto površine razen za stanovanjske stavbe. Pri stanovanjskih stavbah je vrednost enote premoženja so bile dodeljene za vsako stavbo posebej, odvisno v katerem razredu se nahaja. Avtorji se pri oblikovanju škodnih krivulj niso neposredno navezovali na popisane poplavne škode.
Prikaz škodnih krivulj iz Avstrije izdelanih na podlagi poplavnega dogodka leta 2006 in je podan na sliki 3:




SLIKA 3: : PRIKAZ IZDELANE ŠKODNE KRIVULJE ZA AVSTRIJO – ŠKODA JE PRIKAZANA ZA VSE TIPE STAVB V ODVISNOSTI OD VIŠINE VODE (PRETTENHALER IN SODELAVCI, 2010).




SLIKA 4: POPLAVE 1990 IN POPISANA POPLAVNA ŠKODA (JEMEC, 2002).

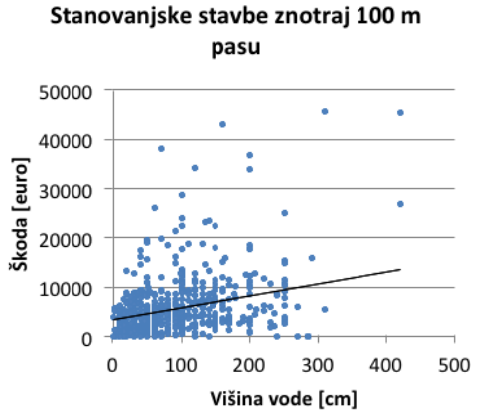
Iz navedenih primerov je razvidno, da so različni avtorji imeli pri sami analizi poplavne škode in oblikovanju škodnih krivulj precejšnje težave zaradi dokaj močnega raztrosa vrednosti poplavne škode ob določeni globini vode v objektu.

## POPLAVNI DOGODEK V SLOVENIJI NOVEMBER 2012

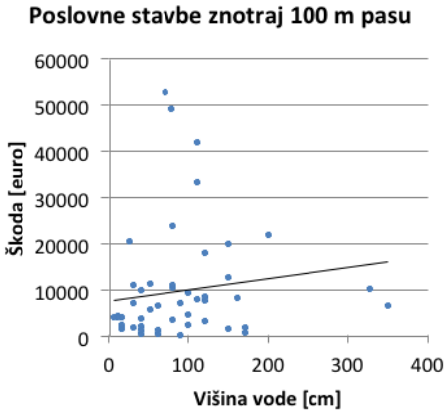
Prve analize poplavnega dogodka so dale rezultate, ki so kljub temu, da smo se zavedali pričakovano močnega raztrosa vrednosti vendarle presenetili, saj se je izkazalo, da je raztros vrednosti ob določeni globini vode velik, poleg tega pa nas je presenetilo tudi to, da trendna črta globina-škoda z naraščanjem globine ni naraščajoča, temveč je padajoča. Razlaga za to bi lahko bila, da imajo objekti, ki se nahajajo v območju pogostega poplavljanja manjši škodni potencial (ranljivost), kot objekti, ki se nahajajo v območju, ki ga dosegajo šele res ekstremni poplavni dogodki. Zato smo izvedli grobo analizo, kjer smo objekte klasificirali glede na oddaljenost objekta od vodotoka v dve kategoriji in za te objekte izvedli analizo popisane škode za objekte, ki so (1) znotraj 100 m pasu od vodotoka in (2) objekte, ki so izven 100 m pasu vodotoka, s čemer bi lahko potrdili navedeno hipotezo.

## POPLAVE V OBMOČJU 100 M PASU OD VODOTOKA

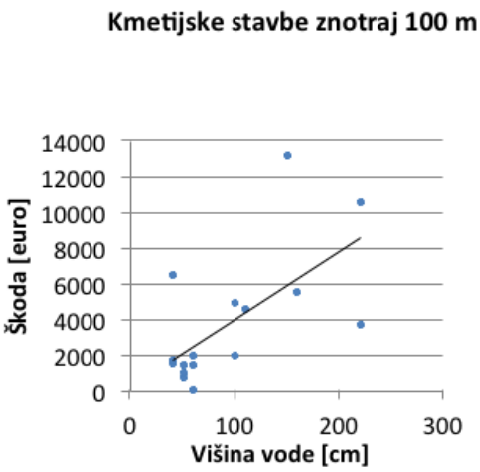
Iz naslednjih grafov je razvidno, da so prebivalci, ki so v stavbah, ki so v 100 metrskem pasu spadajo v bolj homogeno kategorijo poplavnih škod z jasno oblikovano trendno črto.



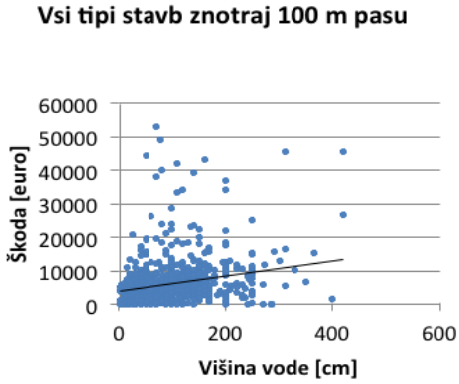

SLIKA 5: PORAST ŠKODE V STANOVANJSKIH STAVBAH ZNOTRAJ 100 M PASU V ODVISNOSTI OD VIŠINE VODE




SLIKA 6: PORAST ŠKODE V POSLOVNIH STAVBAH ZNOTRAJ 100 M PASU V ODVISNOSTI OD VIŠINE VODE



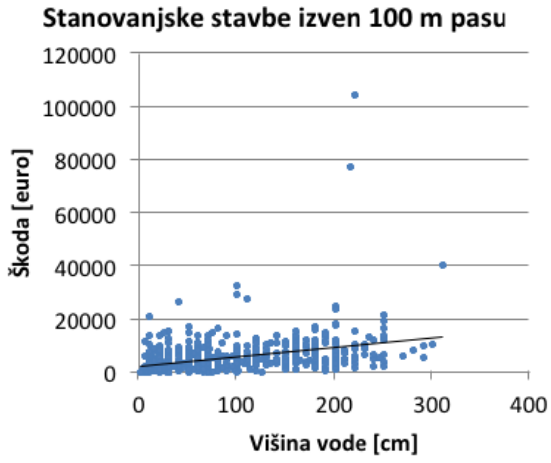

SLIKA 7: PORAST ŠKODE V KMETIJSKIH STAVBAH ZNOTRAJ 100 M PASU V ODVISNOSTI OD VIŠINE VODE



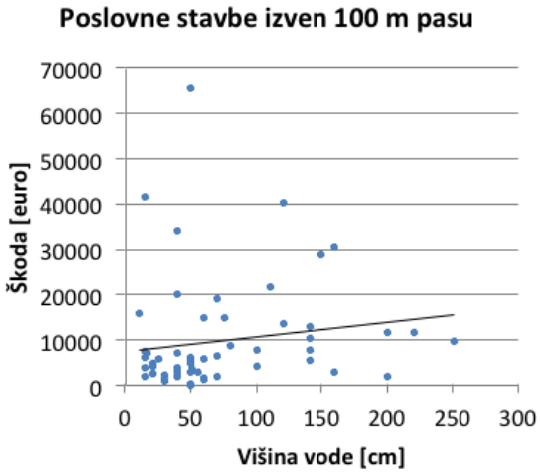

SLIKA 8: PORAST ŠKODE V VSEH TIPIH STAVB ZNOTRAJ 100 M PASU V ODVISNOSTI OD VIŠINE VODE

## POPLAVE V OBMOČJU IZVEN 100 M PASU OD VODOTOKA

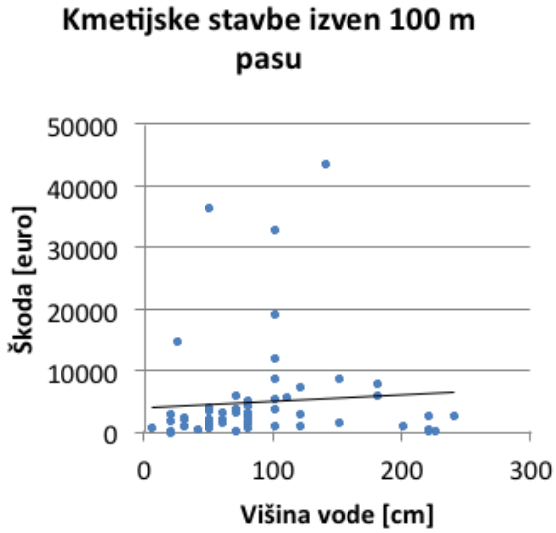
Naslednja analizirana kategorija so bili objekti s popisano poplavno škodno – neposredna škoda na nepremičnini v območju ki je več kot 100 metrov oddaljeno od vodotoka. Lastniki nepremičnin na teh območjih se v manjšem obsegu zavedajo svoje poplavne ogroženosti, zato je postavljena hipoteza, da imajo objekt manj pripravljen na možnost poplave, kar je še posebej izrazito mogoče prepoznati v zasnovi tlakov pritličja, kjer je škodni potencial z izvedbo napačnih elementov (tlaki) lahko tudi izjemno visok.



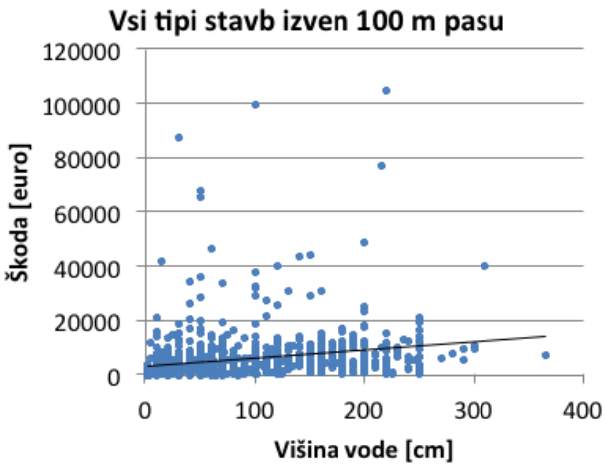

SLIKA 9: PORAST ŠKODE V STANOVANJSKIH STAVBAH IZVEN 100 M PASU V ODVISNOSTI OD VIŠINE VODE




SLIKA 10: PORAST ŠKODE V POSLOVNIH STAVBAH IZVEN 100 M PASU V ODVISNOSTI OD VIŠINE VODE




SLIKA 11: PORAST ŠKODE V KMETIJSKIH STAVBAH IZVEN 100 M PASU V ODVISNOSTI OD VIŠINE VODE

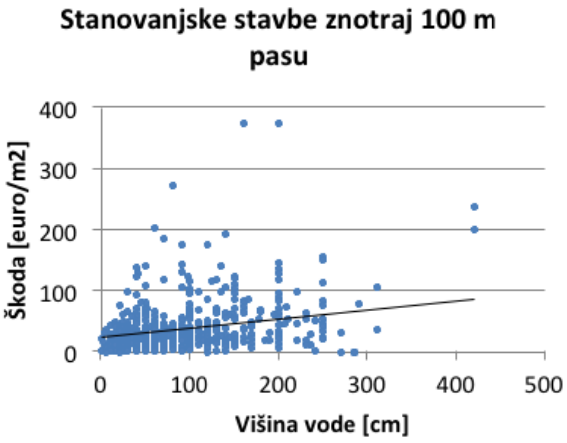



SLIKA 12: PORAST ŠKODE V VSEH TIPIH STAVB IZVEN 100 M PASU V ODVISNOSTI OD VIŠINE VODE

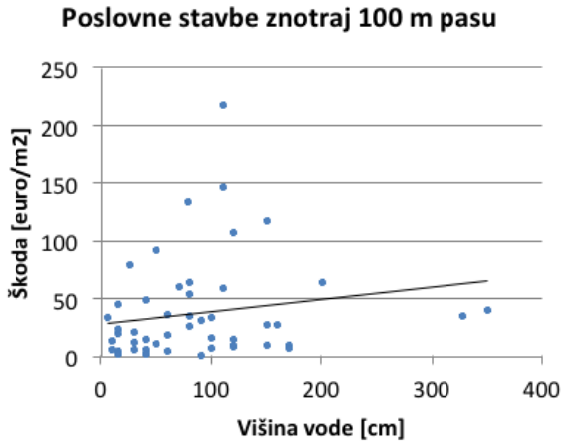
Izvedene analize popisane poplavne škode na objektih, ki se nahajajo izven ožjega območja ob vodotokih potrjujejo, da je težje prepoznati ustrezno trendno črto s katero bi lahko za potrebe sistemskega pristopa k opredeljevanju poplavne ogroženosti izoblikovali jasno določeno krivuljo poplavne škode. Poleg tega se v območjih, ki se nahajajo na robu poplavnih območij (Qn100) že izvajajo podkleteni objekti, ki imajo drugačne krivulje nastajanja poplavne škode.
To nas vodi predvsem v to, da je potrebno za potrebe vrednotenja pričakovanih poplavnih škod, še posebej na območjih, ki jih prizadenejo le redke, katastrofalne poplave, pristopiti k modeliranju poplavnih škod izrazito previdno in natančneje presoditi vsako ožjo skupino objektov ali celo vsak posamezni objekt.

## POPLAVNE ŠKODE NA ENOTO POVRŠINE

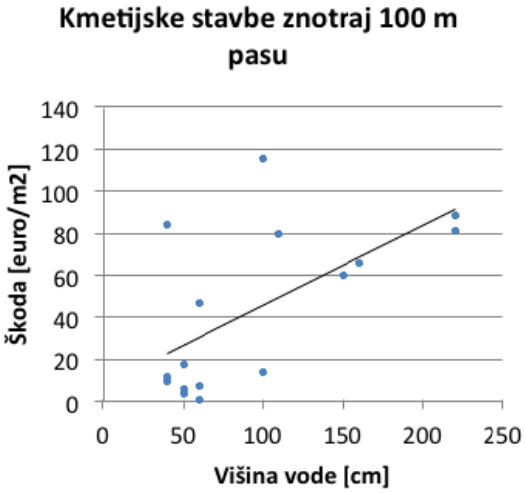
Specifična analiza, ki lahko poda osnovo za širšo uporabo škodnih krivulj predstavlja normiranje popisane neposredne poplavne škode na objektu na enoto površine objekta, pri čemer je površina objekta zajeta iz razpoložljivih in vzdrževanih javnih podatkovnih zbirk (kataster stavb). Za potrebe vrednotenja smo nekatere podatke o površinah stavb, pri katerih se je izpostavil izrazit sum v kakovost podatka - površina izločili.



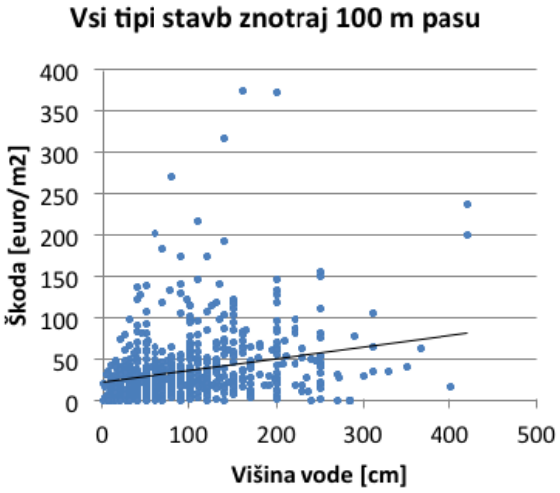

SLIKA 13: PORAST ŠKODE V STANOVANJSKIH STAVBAH V ODVISNOSTI OD VIŠINE VODE – NA M2 (ZNOTRAJ 100 – METRSKEGA PASU)




SLIKA 14: PORAST ŠKODE V POSLOVNIH STAVBAH V ODVISNOSTI OD VIŠINE VODE – NA M2 (ZNOTRAJ 100-METRSKEGA PASU)




SLIKA 15: PORAST ŠKODE V KMETIJSKIH STAVBAH V ODVISNOSTI OD VIŠINE VODE – NA M2 - (ZNOTRAJ 100-METRSKEGA PASU)




SLIKA 16 :PORAST ŠKODE V VSEH TIPIH STAVB V ODVISNOSTI OD VIŠINE VODE – NA M2 - (ZNOTRAJ 100-METRSKEGA PASU)

Izvedena analiza je pokazala, da so stanovanjske stavbe tista skupina, v kateri pride do največje poplavne škode na enoto površine.

# ZAKLJUČEK

Analiza podatkov o popisanih neposrednih poplavnih škodah na objektih je namenjena poleg samega statističnega vpogleda v dogodek in vzpostavitve mehanizmov vsaj delnega povračila škod tudi razvoju modelov, s katerimi navedene pojave modeliramo. Zato smo tudi izvedli analizo in opredelili zasnovo škodnih krivulj, ki izhajajo iz popisanih poplavnih škod ob poplavah 2012.

Pri tem smo po eni strani prišli do potrditve izkušenj, ki smo jih že imeli na področju modeliranja poplavnih škod in jih potrjuje tudi primerljiva tuja literatura, po drugi strani pa smo zaznali specifični pojav, kjer ustrezno samozaščitno ukrepanje – izvedba objekta na način, da prenese poplavljenost z manjšimi poplavnimi škodami, povzroči specifično anomalijo pri oblikovanju krivulje poplavnih škod.

Izdelane škodne krivulje bodo v nadaljevanju ocenjevanja poplavne ogroženosti omogočile izboljšano kvantitativno oceno poplavne škode oziroma ogroženosti. Pri tem bi bilo potrebno delo na vzdrževanju in nadgradnji sistema poplavne ogroženosti nadaljevati tudi na področju operativne rabe teh krivulj, ter opredeljevati tudi elemente, ki se nanašajo na škodo na opremi, ki lahko predstavlja znatni del poplavne ogroženosti, ter posredno poplavno škodo, ki je izrazita še posebej v primeru poplavne ogroženosti poslovnih objektov.

Pri samem popisu poplavnih škod lahko nastopi tudi več drugih težav s veljavnostjo rezultatov, kajti večina popisov škod se je izvedla takoj po poplavah, kjer je največja škoda na pohištvu (Messner in sodelavci, 2007). Če so se popisi izvedli kasneje so bile drugačne številke, kajti čez nekaj časa so bile opazne tudi že poškodbe na samih stavbah.

Še bolj zanimiva bi bila izdelava indirektne ocena ekonomske škode. Težava kje, ker je to veliko bolj kompleksen problem, ki ga moramo obdelati konceptualno in praktično kot ga morajo tisti, ki ocenijo direktno škodo. To je predvsem pomembno za gospodarstvo, kajti poplave vplivajo na industrijske stavbe in transportne poti, kar v primeru poplav pomeni prekinjeno poslovanje in s tem posledično izpad dohodka.

Z vidika popisovanja škode na objektu bi si želeli, da se na popisnem obrazcu poleg globine vode v objektu navede tudi globina vode ob objektu, ter podatek o podkletenosti objekta.

## VIRI:

Banovec, P. 1999. Analiza tveganj in druga orodja za podporo odločanju, interno gradivo FGG. 1999.

Banovec, P. in Cverle, A. 2011. Strokovne podlage za odškodninski zahtevek za povzročeno poplavno škodo. V: 22. Mišičev vodarski dan 2011, Maribor, 06. december. *Zbornik referatov*, (Mišičev vodarski dan). Maribor: Vodnogospodarski biro, str. 277-283.

Banovec, P., Steinman, F., Gosar, L., Jemec, P. in Trček, R. 2003. Vrednotenje poplavnih škod ter analiza preventivnih ukrepov, poročilo, URSZR, Ljubljana.

Chang, L.-F., Lin, C.-H., in Su, M.-D. 2008. Application of geographic Chang, L.-F., Lin, C.-H., and Su, M.-D.: Application of geographic ing spatial variation, Water SA, 34(2), 209–216.

Flinterman, M.H., Glasius, A.T.F. in van Konijnenburg, P.G. 2003. The Perception of Flood Risks, Bouwdienst Rijkswaterstaat, Utrecht, the Netherlands.

Jemec, P. 2002. Izvrednotenje poplavnih škod – krivulje nastajanja poplavne škode ob ujmi 1990 v Celju, diplomska naloga, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Ljubljana.

Lyklema, S. 2001. Water management and communication: a study on the social basis of water management in the Netherlands, Thesis Wageningen University, the Netherlands.

Messner, F., Penning-Rowsell, E., Green, C., Volker, M., Tunstall, S. in van der Ween, A. 2007. Evaluating flood damages: guidance ans recommendations on principles and methods, report.

Nascimento, N., Baptista, M., Silva, A., Lea Machado, M., Costa de Lima, J., Gonc¸alves, M., Silva, A., Dias, R., in Machado, E. 2006. Flood-damage curves: Methodological development for the Brazilian context, Water Practice Technol., 1(1) doi:10.2166/wpt.2006.022.

Steinman, F., Klasinc, R. in Banovec, P. 2001.Ermittlung der erwarteten Schadengröße bei Überflutungen hochwassergefährdeter Gebiete unter Verwendung moderner Technologien = Determination of expected damage resulting from the inundation of areas exposed to flood risks, using up-to-date technologies. *Österr. Wasser- Abfallwirtsch.*

Steinman, F., Banovec, P., Gosar, L., Rak, G., Pogačnik, N., Kozelj, D., Petkovšek, G., Pipan, G., Artač, M., Šterk, M., Cecowski, M., Cvrle, M. in Pranjič, S. 2010. Interaktivna vizualizacija poplavnih območij za podporo interventnemu ukrepanju, poročilo, Ljubljana.

Štravs, L. 2013. strategija obvladovanja poplav v Sloveniji? Jo imamo? Jo sploh potrebujemo?, Slovenski vodar 26.

Vojinovic, Z., Ediriweera, J. C. V. in Fikri, A. K. 2008. An approach to model-based sparial assessment of damages caused by urban floods, 11th International Conference on Urban Drainage, Edinburgh, Scotland, UK.