

# UKREPANJE OB VISOKIH VODAH NAJ UPOŠTEVA TUDI EKONOMSKO OVREDNOTENE POPLAVNE ŠKODE

## Flood Damage Response based on Economically Assessed Flood Damage

Primož Banovec\*, Franci Steinman\*\*, Roman Trček\*\*\* UDK 556.166:627.4/5

### Povzetek

*Učinkovito in ustrezno ukrepanje ob naravnih in drugih nesrečah zahteva poznavanje naravnih danosti, velikosti pričakovane škode oz. stopnje ogroženosti človeka in njegovega premoženja ter možnosti za zmanjšanje posledic. Pri poplavnih dogodkih je treba poznati vzroke poplavne ogroženosti, dejansko rabo nepremičnin in dejavnosti, obseg pričakovane škode pri dogodku določene verjetnosti in možne ukrepe. Prikazan izračun pričakovane poplavne škode na ogroženem območju omogoča selektivne ukrepe zaščite in reševanja, usmerjene na območja z največjo pričakovano škodo, izvajanje preventive, da se obseg pričakovane škode ne povečuje, pa tudi analizo razmerja med zmanjšano škodo in stroški predvidenih ukrepov.*

### Abstract

*Effective and appropriate response to natural and other disasters call for a knowledge of natural conditions, the scale of expected damage and the degree of threat to man and his environment, as well as a set of measures aimed at reducing damage. A crucial issue in addressing flood events is a knowledge of the causes of flood emergencies, the actual use of immovable property, human activities, the scale of expected damages, probability of occurrence of events, and available countermeasures. The estimation of expected flood damage for a flood area or sub-areas presented below allows for selective, goal-oriented prevention and rescue activities focused on areas with the highest expected damage, and the implementation of preventive measures aimed at stopping the further growth of anticipated damage, including their cost-benefit analysis.*

## Uvod

Poplave so stihijski pojav, ki ga sicer lahko bolje spoznavamo in razumemo, a se mu bomo morali tudi v prihodnje prilagajati in podrežati. Ali so ogrožene človekove dejavnosti oz. njegovo premoženje, najpogosteje prikazujejo poplavne linije, s katerimi so določena območja, ki jih voda poplavi ob dogodkih z določeno verjetnostjo nastanka (desetletne vode  $Q_{10}$ , petdesetletne vode  $Q_{50}$  itd.). Žal pa poznane poplavne linije ne dajejo informacije, kakšna je pričakovana poplavna škoda na teh območjih, niti ne povedo, kakšna je dinamika procesov (potovanje poplavnih valov, z njimi povezane hitrosti in erozijski pojavi ipd.). Ukrepanje lahko bistveno izboljšamo, če za posamezna območja ali njihove dele določimo pričakovano višino poplavne škode pri znanih poplavnih linijah. Ker bodo sredstva za zaščito in reševanje vedno omejena, je smotno ukrepati tako, da usmerimo posege tja, kjer lahko čim bolj zmanjšamo potencialno škodo. Sicer pa bo odločanje o ukrepanju še vedno upoštevalo tudi druge vidike, kot so ogroženost življenj, varovanje strateško pomembne infrastrukture, javnih zgradb ipd., pa tudi na dinamiko procesov prilagojene možnosti ukrepanja (opozarjanje, evakuacija, zaščitni ukrepi v času dogodka ipd.).

V prispevku bo prikazan način ovrednotenja pričakovane poplavne škode na območju, ogroženem zaradi poplavljanja iz vodotoka, kot ga določajo poplavne linije. Škodljivo delovanje voda pa je lahko tudi posledica izlivanja vode iz prenapoljenih kanalizacijskih sistemov, zastajanja vode v depresijskih območjih, neodvajanih voda iz zaledja naselij (dotok po površini) ipd. Enak pristop je možno uporabiti tudi v takšnih primerih, le določanje obsega ogroženih površin je drugačno. Niso pa v izračune vključeni drugi vzroki nastajanja škode, kot so porušitve posameznih objektov, intenzivni procesi odnašanja in odlaganja plavin ipd., saj bi za

takšne primere potrebovali podrobnejše (na objekt natančne) analize občutljivosti objekta ali zemljišč na delovanje rušilnih sil voda. Z razvojem novih metod za izračun dvodimenzionalnih tokov (npr. MIKE11, AQUADYN) že lahko dobimo podatke o lokalnih hitrostih, vlečnih silah ipd., potrebovali pa bi še vrsto sorazmerno težko določljivih vhodnih podatkov, potrebnih za določitev in verifikacijo začetka, dinamike in obsega takšnih procesov, pa tudi raziskave na področju ekonomskega ovrednotenja posledic erozije (cene odnesenega humusa, drugega materiala, stroški sanacije ipd.). Ko bodo takšne analize na razpolago, bo možno doslej eksternalizirane stroške erozijskega delovanja voda ustrezno vključiti v izračune. Še vedno pa jih bo treba zmanjševati predvsem z drugimi ustreznimi ukrepi (upočasnitev tokov, protierozijska zaščita objektov in ureditev ipd.).

Upoštevanje pričakovane škode prinaša prehod od kakovostnih ocen o večji ali manjši ogroženosti na količinsko določljive kriterije. Hkrati pa lahko podatek o pričakovani škodi uporabimo tudi za določanje ekonomske upravičenosti posameznih ukrepov za zmanjšanje poplavne škode (Banovec et al., 1999), za pripravo načrtov za zaščito in reševanje in določitev njihovih stroškov, za določitev obsega javnih sredstev pri izgradnji vodnogospodarske infrastrukture ipd. V primerih, ko je (še) možno preventivno ravnati, pa lahko odločanje o sprejemljivosti načrtovanih posegov sloni tudi na presoji o morebiti povečani pričakovani škodi, ki bi nastala zaradi njih. Pričakujemo lahko, da se bodo takšne presoje uveljavile tudi pri nas, podobno kot se je presoja vplivov na okolje. Gre namreč za presojo vpliva voda na posamezen poseg oz. človekovo dejavnost z vidika izvedljivosti načrtov zaščite in reševanja, z vidika preprečevanja naraščanja pričakovanih škod oz. z vidika preprečevanja dodatnih stroškov, povzročenih pristojnim službam.

\* Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za mehaniko tekočin, Hajdrihova 28, Ljubljana, pbanovec@fgg.uni-lj.si

\*\* prof. dr., Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za mehaniko tekočin, Hajdrihova 28, Ljubljana, fsteinma@fgg.uni-lj.si

\*\*\* Brekovice 6, Brekovice

## Uporabljeni pristop

Sledili smo težnjam v svetu (USACE, 1998), kjer se že preprosto pa tudi preprečuje prevzemanje prekomernega tveganja pri človekovih posegih ali dejavnostih, ki bi lahko pristojnim službam povzročilo dodatne obveznosti. Vemo, da je vsakdo dolžan samozaščitno delovati, hkrati pa je tudi odgovoren za škodo, povzročeno drugim. Zaplete pa se pri vprašanju, kaj obsega ukrepanje za zaščito in reševanje v primerih, ko gre za z upravnim aktom dovoljen poseg, pa tudi, na podlagi katerih kriterijev bi lahko pristojna uprava odklonila izdajo soglasja k posegu, če bi se npr. izkazalo, da so stroški ukrepov za zaščito in reševanje nesorazmerno visoki. Ovrednotena pričakovana poplavna škoda že ponuja nekatere odgovore.

Določitev pričakovane poplavne škode upošteva dva sklopa:

- hidrološko-hidravlični del, s katerim določimo gladine vode in s tem obseg ogroženih površin pri pojavu visokih voda z določeno povratno dobo (t. i. verjetnost pojava), in
- ekonomski oz. škodni del, v katerem se ovrednoti pričakovana poplavna škoda. Pri tem se upoštevajo lokacija in vrednost objektov, odvisnost škode od višine preplavitve (t. i. škodna krivulja), raba zemljišč ipd., niso pa upoštewane morebitne porušitve objektov.

Prikazan je primer, ko nastaja škoda zaradi poplavljanja z vodami iz vodotoka. Obseg poplavljenega območja in s tem neposredno ogrožene nepremičnine so določene z nivojem posamezne visoke vode. Potrebni podatki so:

- geometrija vodotoka in pribrežnih oz. ogroženih zemljišč, vseh pomembnih objektov (npr. premostitve) ipd., zajeta s prečnimi profili; podatki o strugi so praviloma podrobnejši, za poplavna območja običajno zadošča povzemanje iz kart TTN-5,
- pretoki z določeno verjetnostjo:  $Q_5$ ,  $Q_{50}$  ipd., povzeti iz hidroloških študij,
- lokacije ogroženih objektov (Gauss-Krügerjevi koordinati X in Y), ki so lahko zajete iz baze EHIS, iz geodetskih podlag, posamičnih meritev ipd.,

- višinske kote, pri katerih začne nastajati škoda; obseg škode na konstrukciji in/ali nepremični opremi, pa tudi v dejavnosti, ki se tam opravlja ipd.

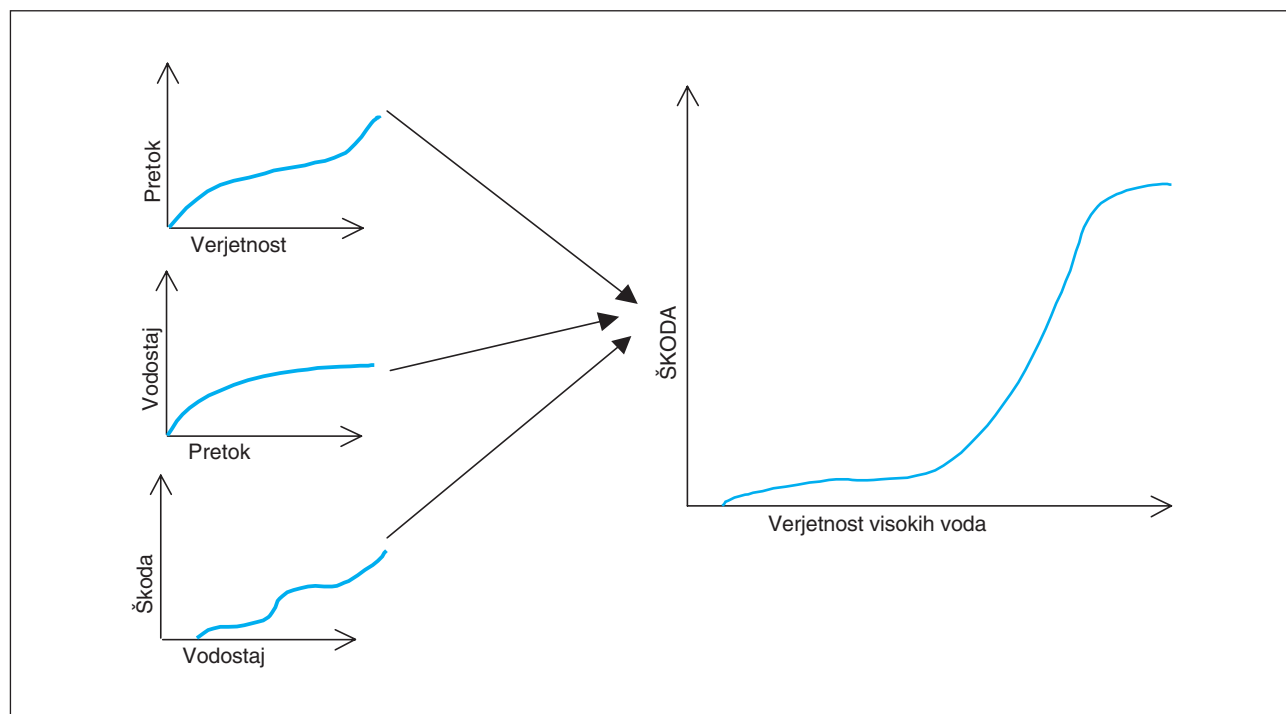
Geometrija oz. topografija je najlažje določljiva, saj gre za posnetek dejanskega stanja. Izkušnje so pokazale, da je nujen terenski ogled območja, saj lahko z njim ugotovimo vse, tudi najnovije spremembe v prostoru. Ugotavljamo pa, da bo predvsem treba urediti način evidentiranja osnovne višinske kote zgrajenih objektov in naprav (po uradni dolžnosti, pri vpisu v uradne evidence, le za posamezne namene oz. uporabnike ipd.).

Določitev možne škode je neprimerno težja. Pri tem se lahko naslonimo na več virov: popise škod iz prejšnjih dogodkov; vrednost ogroženega objekta glede na tip zgradbe, uporabljene materiale, leto gradnje idr.; višino zavarovalnine ipd. Za obravnavano območje so upoštewane predhodne ocene potencialne škode, pri čemer nam je delo olajšala gradnja tipiziranih objektov, zgradb s podobnimi konstrukcijami ipd. Za natančnejše izračune pa bo treba spremljati dejansko škodo na nepremičninah in izvajanje dejavnosti na/v njih. V veliko pomoč bodo načrti za zaščito in reševanje, v katerih bodo za posamezna območja oz. lokacije evidentirane dejanske razmere (snovi v proizvodnih procesih, evidenca načina ogrevanja oz. vgrajenih cistern ipd.).

Skupna poplavna škoda se določa s pomočjo treh funkcij (slika 1), ki zajamejo:

- verjetnost pojavljanja pretokov/poplavljanja (hidrologija),
- povezave med pretokom in vodostajem na določenem območju (hidravlika),
- odvisnosti med vodostajem na ogroženi lokaciji in pričakovano škodo na prizadetih nepremičninah, določeno s pomočjo t. i. škodnih razredov.

S pomočjo navedenih funkcij (slika 4) se izračuna odvisnost škode od verjetnosti pojava za časovni interval eno leto, za ogroženo območje ali del območja, t. i. škodni odsek, ki jo matematično z odvajanjem pretvorimo v funkcijo gostote porazdelitve letnih poplavnih škod. Pričakovano letno škodo tako izračunamo kot integral zmnožka letne škode in



Slika 1. Osnovne funkcije za določitev nastajajoče škode ob poplavah določene verjetnosti  
Figure 1. Key relations for calculation of damage-exceedance probability function

njene verjetnosti. Podrobnosti je mogoče najti v literaturi (Trček, 1999).

Pričakovane poplavne škode določamo po posameznih škodnih odsekih. Celotno ogroženo območje praviloma razdelimo na toliko škodnih odsekov, da dobimo čim boljše informacijo (Trček, 1999). Kadar je razdelitev preveč podrobna, izgubimo pregled nad izhodišnimi podatki in rezultati, če pa je škodnih odsekov premalo, nimamo predstave, kje je najbolj ogroženi škodni odsek oz. škodni odsek z največjo pričakovano škodo. Izračune poenostavimo z uporabo t. i. škodnih razredov za tipične skupine, v katere razvrstimo nepremičnine glede na njihovo namembnost. Posamezni škodni razredi se lahko delijo še na podrazrede, za katere velja ista škodna krivulja.

Pri izračunu skupne škodne krivulje se tako upoštevajo vse nepremičnine določenega škodnega razreda, ki se nahajajo v posameznem škodnem odseku. V preglednici 1 so podani škodni razredi za posamezne namembnostne razrede, ki so bili uporabljeni v dosedanjih primerih, z zvezdico pa so označeni namembnostni razredi, uporabljeni v prikazanem primeru. Vodnogospodarski infrastrukturi smo zaradi nalog, ki jih opravlja v javnem interesu, določili poseben namembnostni razred.

## Praktični primer

Za poplavno ogroženo območje na južnem robu Ljubljane so bili uporabljeni podatki in rezultati hidrološko-hidravlične študije Vodnogospodarskega inštituta iz Ljubljane (VGI, 1996). Na sliki 2 so različno obarvane površine, ogrožene pri visokih vodah z različno verjetnostjo pojava. Na podlagi natančneje izračunanih potekov gladin oz. vodostajev so določene podrobnejše poplavne linije (prikazane so le za Q100) in s tem meje škodnih območij pri posameznih pretokih. Glede na specifikko (strnjena stanovanjska pozidava, poslovni objekti ipd.) je škodno območje razdeljeno na pet škodnih odsekov. Upoštevali smo topografijo terena, za posamezne objekte pa smo določili: lokacijo (Gauss-Krügerjevi koordinati X in Y), nadmorsko višino etaže pritličja oz. koto, ko začenja zaradi poplavnih voda nastajati škoda, ter ocenjeno vrednost objekta in namembnostni razred.

Ker nismo zasledili nobene podatkovne baze, v kateri bi že bile evidentirane dejansko izvedene osnovne (nadmorske) višinske kote objektov, smo za obravnavano območje opravili lastne meritve z opremo GPS (Global Positioning System), ki omogoča določitev lokacije in višinske kote z natančnostjo  $\pm 2$  cm, kar je boljše od tolerance hidravličnih izračunov. Pri terenskem obhodu so bili zajeti tudi elementi, ki niso vneseni v javno dostopne baze, so pa potrebni za izračune. Pozidava s tipiziranimi vrstnimi hišami, ravninski teren ipd. so bistveno zmanjšali obseg zajemanja podatkov na terenu. Ker v tej fazi ni bilo predvideno določanje pričakovane škode za vsak objekt posebej, smo pripravili le posplošene škodne krivulje za namembnostne in škodne razrede, ki imajo zato veliko robustnost.

Glede na število poplavljenih objektov in njihove škodne razrede smo določili skupne škodne krivulje za obravnavane škodne odseke ter zanje izračunali pričakovano letno škodo (primer je prikazan na sliki 3). Pričakovana letna škoda (PLŠ) je preračunana višina poplavne škode, ki jo lahko na določenem škodnem odseku pričakujemo vsako leto, saj upoštevamo pogostost posameznih poplavnih dogodkov, izraženo z verjetnostjo pojava (slika 4).

Tako določena PLŠ je uporaben podatek tudi za pripravo tistih ekonomskih kazalcev (npr. v analizi stroškov in koristi), ki se izražajo na časovno enoto enega leta (letne obrestne mere, letni stroški vzdrževanja ipd.), saj dobimo količinsko, v denarju ovrednoteno stopnjo poplavne ogroženosti. Zato lahko za ukrepe, ki zmanjšujejo poplavno škodo (kamor štejemo tako gradbene kot negradbene ukrepe, npr. evakuacijo ipd.), ovrednotimo njihov ekonomski učinek, in sicer kot razliko med PLŠ, izračunano pred posegi, in PLŠ, izračunano po njihovi izvedbi. Na osnovi tako izražene pridobljene koristi lahko določimo, kolikšen del stroškov izbranih ukrepov naj v okviru svojih pristojnosti zaradi javnih koristi prevzame država ali občine ter kolikšen del zaradi pridobljenih koristi (večje vrednosti) lastniki nepremičnin, kadar nastopajo kot soinvestorji. PLŠ je lahko tudi osnova za sprejem odločitev o preventivnih ukrepih (npr. prepoved oz. omejitve posega), s katerimi bi preprečili povečevanje PLŠ zaradi načrtovanih novih posegov ali novih dejavnosti na posameznih škodnih odsekih.

**Preglednica 1. Uporabljeni škodni in namembnostni razredi**  
**Table 1. Damage and structure occupancy classes employed**

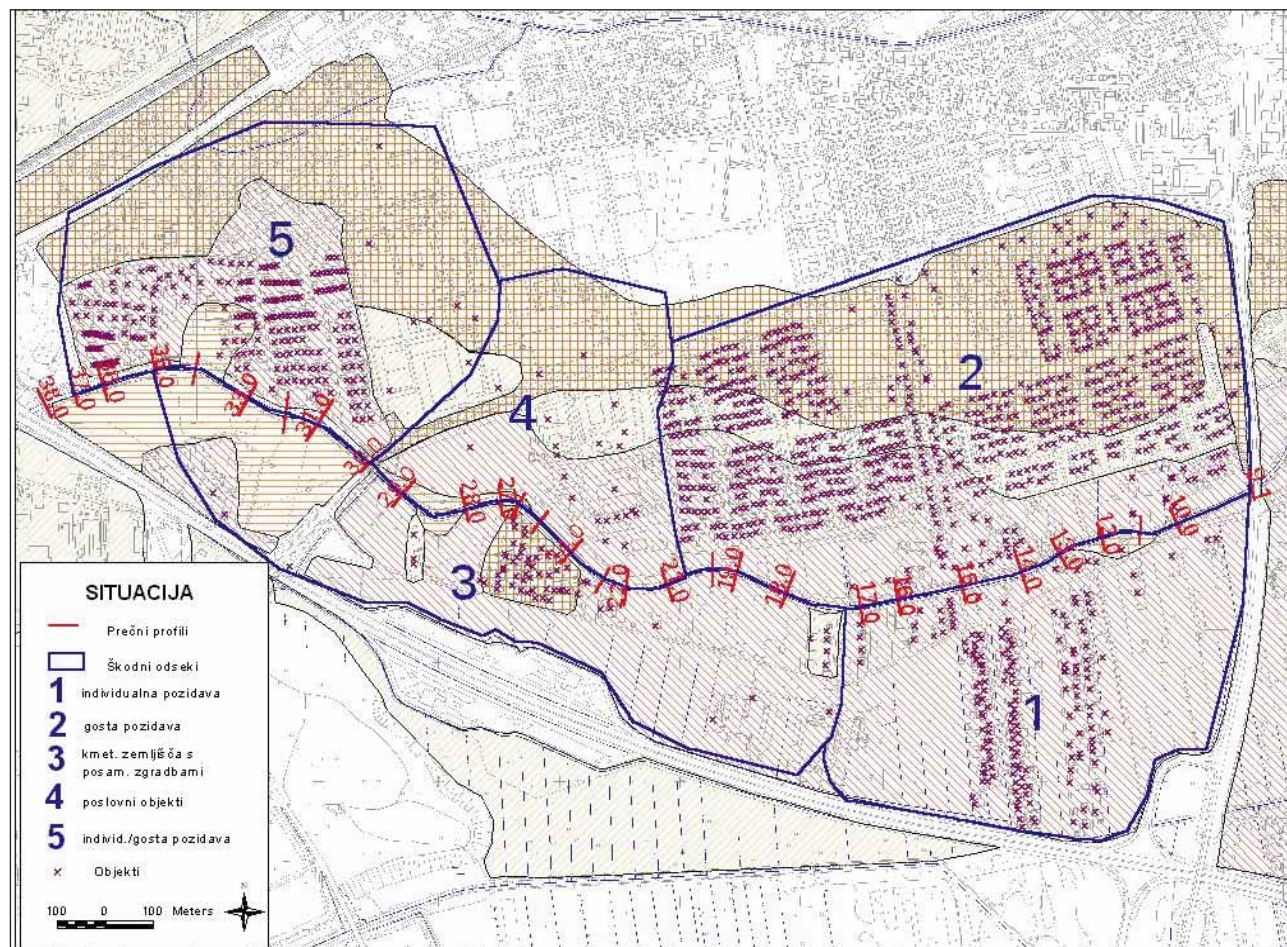
Škodni razred	Namembnostni razred (oznaka)	Namembnostni razred (primer)
infrastruktura	infr_1 *	asfaltirane ceste (cestno telo + oprema, npr. odvodnja, vgrajeni vodi infrastrukture ipd.)
	infr_2	mostovi (konstrukcija + zavarovanje brežin)
	infr_3 *	športna igrišča (nogomet, tenis ...)
	infr_4 *	transformatorske postaje, daljnovodi ipd.
javni objekti	jv_ps_1 *	šole, zdravstveni domovi, banke, pošte
	jv_ps_2	cerkve, kulturni spomeniki
	jv_ps_3	parki, pokopališča
kmetijska zemljišča	km_zm_1 km_zm_2	njive, vrtovi travniki, pašniki, gozdovi
poslovni objekti	ps_st_1 *	gostišča
	ps_st_2 *	skladišča, industrijske hale, obrtne delavnice, trgovine
	ps_st_3	hlevi, kozolci
stanovanjski objekti	st_ob_1	podkletene hiše
	st_ob_2	nepodkletene hiše
	st_ob_3 *	podkletene hiše z urejenim dvoriščem, drvarnico, garažo ipd.
	st_ob_4 *	nepodkletene hiše z urejenim dvoriščem, drvarnico, garažo ipd.
vodnogospodarska infrastruktura	vg_infr_1	vodnogospodarska infrastruktura

## Ugotovitve

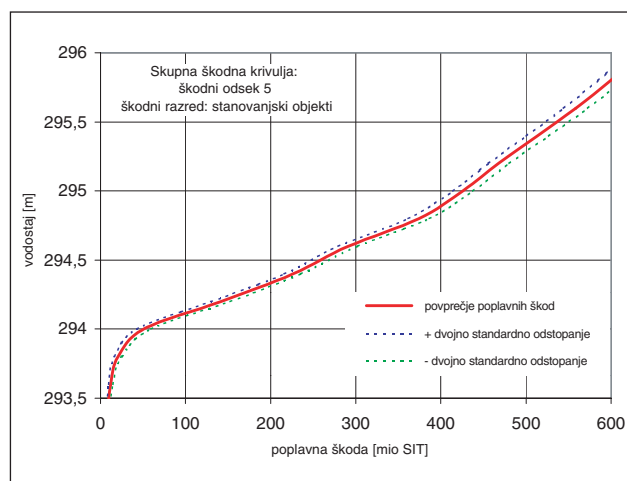
Rezultati, podani v preglednici 2, kažejo veliko skupno pričakovano letno škodo na obravnavanem območju, od katere je kar 40 % nastaja na območju 2, ki ima strnjeno stanovanjsko pozidavo. Na območju 1 nastaja velika škoda, izračunana kot povprečje na stanovanjski objekt, pred-

vsem zaradi pojava velikih globin poplavnih voda, na območju 4 pa nastaja izrazito visoka škoda, izračunana kot povprečje na posamezen poslovni objekt.

Za poslovne objekte bi bila zato umestna še dodatna preprosa, s kakšnimi ukrepi bi lahko pri posameznem objektu zmanjšali PLS. Na podlagi opravljenih izračunov pa so možne še druge poizvedbe, npr. kateri so kritični objekti, na

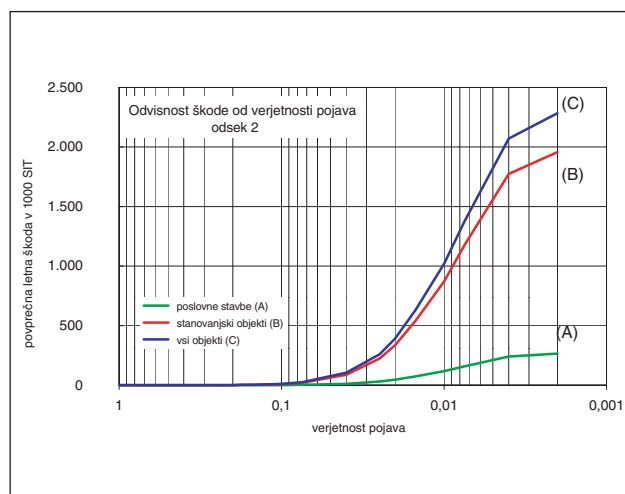


Slika 2. Poplavno ogroženo območje zaradi visokih voda iz vodotoka (vir: VGI) in izbrane meje škodnih odsekov  
Figure 2. Flood-endangered area along the stream section (source: VGI) and selected boundaries of flood damage reaches



Slika 3. Skupna škodna krivulja (z dvojnim standardnim odstopanjem) za škodni odsek 5, določena za stanovanjske objekte

Figure 3. Aggregated stage-damage function (with double standard deviations) for residential buildings in sub-area 5

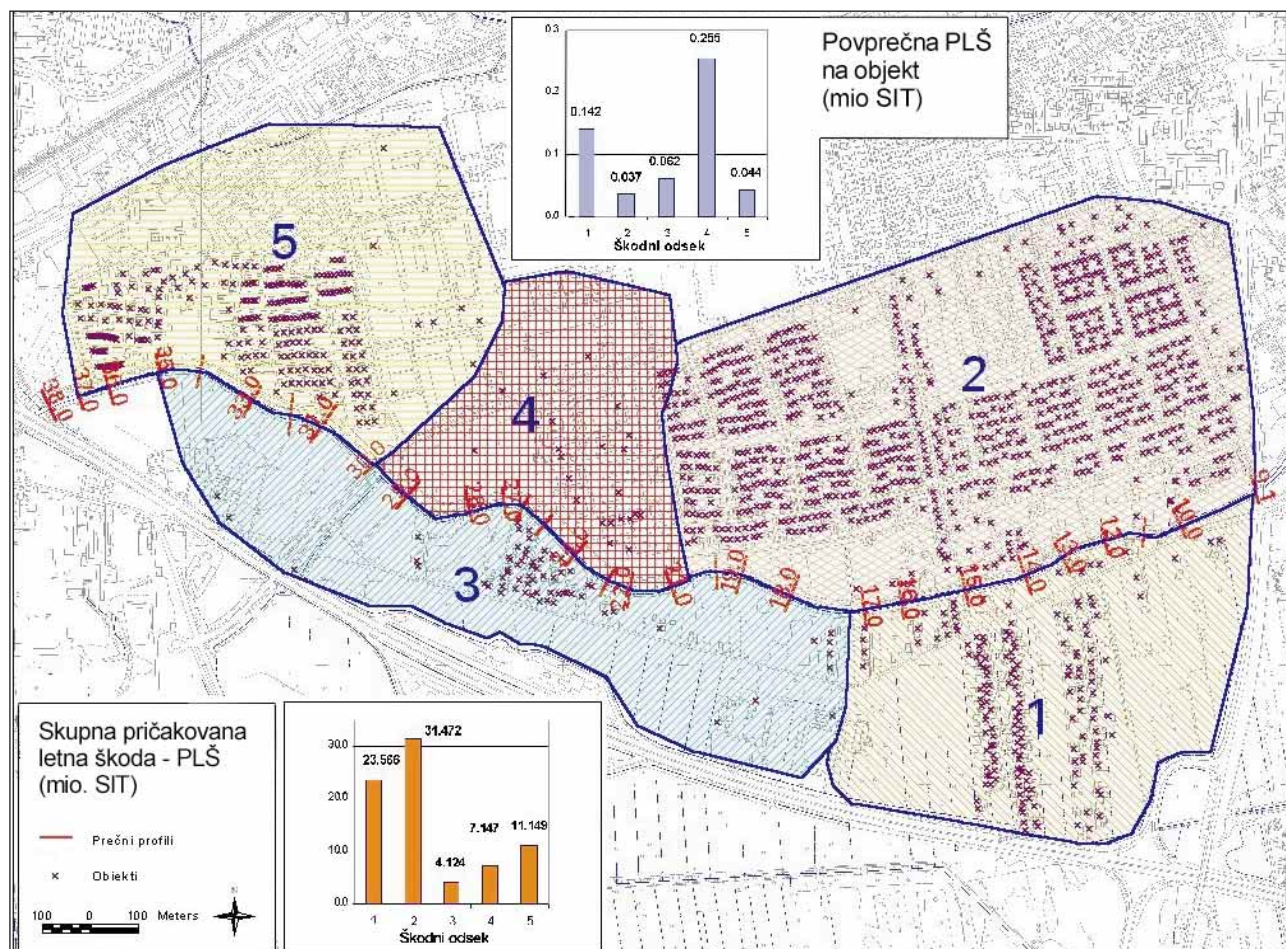


Slika 4. Odvisnost nastajajoče škode od verjetnosti pojava na škodnem odseku 2

Figure 4. Damage-exceedance probability function plot for subarea 2

**Preglednica 2. Pričakovana letna škoda (skupna in povprečna na objekt) po škodnih odsekih**  
**Table 2. Expected annual damage (total and average per building) in subareas**

Škodni odsek	Število objektov	Pričakovana letna škoda (v milijonih SIT/leto)	Pričakovana letna škoda v povprečju na objekt (v milijonih SIT/leto)
1	166	23,566	0,142
2	840	31,472	0,037
3	66	4,124	0,062
4	28	7,147	0,255
5	254	11,149	0,044
<b>skupaj</b>	<b>1354</b>	<b>77,458</b>	<b>0,057</b>



**Slika 5. Pričakovana letna škoda na posameznih škodnih odsekih in na zgradbah**  
**Figure 5. Expected annual damage according to specific subareas and buildings**

katerih nastajajo največje PLŠ, kateri so objekti, v katerih se pojavljajo največje globine vode v zgradbi, ipd.

Kadar bi z omejenimi sredstvi želeli preprečiti kar največji del skupne pričakovane škode, bi kurativno ukrepali na tistih delih območja, kjer je korist, tj. doseženo zmanjšanje PLŠ, največja. Preventivno pa bi v največji meri uspeli, če bi stroške zaščite pred visokimi vodami vgradili v ceno komunalne opremljenosti zemljišča. Gradnja na poplavnih površinah bi tedaj postala tudi ekonomsko neatraktivna, sprejetje zazidalnih načrtov za območja z visoko PLŠ pa bi bilo možno le, ko bi stroške za sprejemljive ukrepe za zmanjšanje PLŠ financiral neposredni uporabnik takšnega območja.

Lastnike nepremičnin in morebitne kupce bo najbolj zanimal obseg PLŠ na samo nepremičnino. V sedanjih fazi dela

so bile izdelane le posplošene škodne krivulje, ki ne upoštevajo posebnosti, povezanih z lokacijsko pogojenostjo posameznega objekta, ali njegove dodatne ureditve (nadstandard, oprema ipd.). Po podrobnejši obdelavi in verifikaciji škodnih krivulj za posamezne namembnostne razrede (npr. za tipske, vrstne hiše) pa bo možno bolje upoštevati dejansko stanje in zato izračunati PLŠ tudi za posamezne zgradbe.

## Sklepne misli

Prikazano je, kako bi lahko v procese odločanja o ukrepanju ob visokih vodah vključili tudi kriterij ekonomsko ovrednotenih škod, ki jih lahko pričakujemo na poplavljenih območjih, kot jih omejujejo poplavne linije. Pri določanju na poplavne linije navezanih PLŠ ni upoštevana dinamika pro-

cesov, zato niso upoštevani ne z njo povezani erozijski, rušitveni ipd. procesi, pa tudi ne drugi negradbeni procesi, ki se izvajajo v času poplavnih dogodkov. Zato se izračunane PLŠ lahko zmanjšujejo z vrsto ukrepov, predvidenih in nato izvajanih v skladu z načrti zaščite in reševanja, preventivno pa tudi z drugimi instrumenti (prostorsko planiranje, gradnja, prilagoditev dejavnosti ipd.). S podanim pristopom pa je možno preverjati tudi ekonomsko učinkovitost takih ukrepov, če lahko izračunamo zaradi takih ukrepov nastalo zmanjšanje PLŠ.

Uporabnost prikazanih izračunov PLŠ je že na doseženi stopnji velika, čeprav ostajajo še nekatera odprta vprašanja. Osnovno je, kako verificirati škodne krivulje in višinske kote, pri katerih začenja nastajati škoda. Še največ obeta prenovitev obstoječih zapisnikov o nastali škodi ob poplavih, če bi jim dodali nove vsebine, za točno opredeljen namen. V obstoječih zapisnikih pogosto manjka najpomembnejši podatek, to je globina preplavitve, ki bi lahko bila izmerjena razmeroma enostavno, kasneje pa bi se navezala na bazo podatkov o objektih, v kateri bi bila tudi višinska kota npr. pritličja objektov. Drugo skupino neznank tvorijo: občutljivost objekta in vgrajene opreme, evidenca dejavnosti, ki se v objektih opravljajo, ali dejanske rabe nepremičnin (npr. vrsta posevka, skladišča na prostem ipd.). Nekateri baze podatkov že nastajajo, npr. evidence objektov in parcel, druge bo treba še vzpostaviti, npr. kataster vodnogospodarskih objektov in naprav ipd.

Varovanje pred poplavami oz. zmanjševanje pričakovane škode je nujna podlaga za razdelitev prostora na cone, v katerih je raba prostora omejena zaradi njegove ogroženosti (UL-FGG KMTe, 2000, 2000a). Izračun PLŠ omogoča tako ocene variantnih rešitev za zmanjšanje obstoječe

poplavne škode pri izgradnji vodnogospodarske infrastrukture kot tudi določanje t. i. negradbenih ukrepov, kot so npr. prepovedi in omejitve posegov na določenem območju, s katerimi bi preprečili povečevanje PLŠ. Omogoča tudi oceno posledic neurejenih ali izpadlih funkcij, npr. zamašitve premostitev, omejenega odtoka kanalizacijskih voda, razpršenega dotoka z zalednih hribov v pozidana območja ipd., oceno primernosti zavarovalnih premij in stopnje sprejemljivega tveganja, odločitve o preusmerjanju viškov voda na območja z manjšo pričakovano škodo ipd. Ocenjujemo tudi, da bo na podlagi merljivih kriterijev možno razmejiti obveznost v okviru samozaščitnih ukrepov od obveznosti, ki naj se financirajo iz javnih sredstev.

## Literatura

1. Banovec P., Steinman F., Trček R., 1999, Ocena poplavnih škod v dolini Selške Sore in izvrednotenje ekonomskih učinkov zadrževalnikov, V: Zbornik referatov – 10. Mišičev dan, Maribor, 64-71.
2. UL-FGG, KMTe, 2000, Primerjalna študija po hidrotehničnem in ekonomskem vidiku – primerjave in vrednotenja variant na odseku Drave (Dogoše – jez Melje), St.d-49, Ljubljana
3. UL-FGG, KMTe, 2000a, Primerjalna študija po hidrotehničnem in ekonomskem vidiku – primerjave in vrednotenja variant na odseku Drave (Vurberg – Zg. Duplek), St.d-50, Ljubljana
4. Trček, R., 1999, Zadrževalniki na Selški Sori za zmanjšanje poplavne škode, Diplomski naloga, UL-FGG, Ljubljana
5. USACE, 1998. HEC-FDA Flood Damage Reduction Analysis, User's Manual, Version 1.0, Davis, California.
6. VGI, 1996. Urejanje voda na Ljubljanskem barju z upoštevanjem krajinskih in naravoslovnih kriterijev in pogojev – Mali Graben, C-492, študija, Ljubljana.