

NARAVNE NESREČE 2



NEODGOVORNA ODGOVORNOST

MATIJA ZORN
BLAŽ KOMAC
ROK CIGLIČ
MIHA PAVŠEK

NARAVNE NESREČE 2
NEODGOVORNA ODGOVORNOST



NARAVNE NESREČE 2

NEODGOVORNA ODGOVORNOST

Uredili:

Matija Zorn

Blaž Komac

Rok Ciglič

Miha Pavšek

LJUBLJANA 2011

NARAVNE NESREČE 2 NEODGOVORNA ODGOVORNOST

Matija Zorn, Blaž Komac, Rok Ciglič, Miha Pavšek

© 2011, Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU

Uredniki: Matija Zorn, Blaž Komac, Rok Ciglič, Miha Pavšek

Recenzenti: Andrej Gosar, Mauro Hrvatin, Blaž Komac, Gregor Kovačič, Matjaž Mikoš, Darko Ogrin,
Milan Orožen Adamič, Miha Pavšek, Drago Perko, Janez Polajnar, Matija Zorn

Izdajatelj: Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU

Za izdajatelja: Drago Perko

Založnik: Založba ZRC

Za založnika: Oto Luthar

Glavni urednik: Vojislav Likar

Oblikovanje naslovnice: Aleksander Kelnerič, s. p., Ptuj

Računalniški prelom : SYNCOMP d. o. o., Ljubljana

Tisk: Collegium Graphicum

Naklada: 400 izvodov

Fotografija na naslovnici :

Poplave septembra 2010 so močno prizadele poselitev na Ljubljanskem barju (fotografija: Miha Pavšek).



Izid publikacije so podprli Uprava Republike Slovenije za zaščito in reševanje, Geološki zavod Slovenije ter mednarodna projekta AdaptAlp (program transnacionalnega sodelovanja za Območje Alp) in CapHaz-Net (Sedmi okvirni program za raziskave in tehnološki razvoj Evropske unije).

CIP – Kataložni zapis o publikaciji

Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

911.2:504.4(082)

NEODGOVORNA odgovornost / uredili Matija Zorn ... [et al.]. –
Ljubljana : Založba ZRC, 2011. – (Naravne nesreče, ISSN 1855-8879 /
Založba ZRC ; 2)

ISBN 978-961-254-256-6

1. Zorn, Matija

254907904

VSEBINA

<i>Blaž Komac, Miha Pavšek, Matija Zorn, Rok Ciglič</i> Uvodnik: Neodgovorna odgovornost	9
<i>Andrej Gosar, Janez Rošar</i> Raziskave vpliva sedimentov na potresno nihanje tal na območju Ljubljane z metodo mikrotremorjev	11
<i>Primož Pipan</i> Sodelovanje javnosti v obnovi po naravnih nesrečah na primeru potresov v Furlaniji in Zgornjem Posočju v letih 1976, 1998 in 2004	21
<i>Magda Čarman, Marko Komac, Mateja Jemec, Tomaž Budkovič</i> Vpliv geološke sestave na plazenje in preventivni ukrepi	31
<i>Rok Ciglič, Matija Zorn, Blaž Komac</i> Primerjava različnih načinov modeliranja plazovitosti	39
<i>Jošt Sodnik, Matjaž Mikoš</i> Varstvo pred poplavlami v Sloveniji	51
<i>Blaž Komac, Matija Zorn</i> Geografija poplav v Sloveniji septembra 2010	59
<i>Tatjana Veljanovski, Peter Pehani, Žiga Kokalj, Kristof Oštir</i> Zaznavanje poplav s časovno vrsto radarskih satelitskih posnetkov ENVISAT in RADARSAT-2	81
<i>Gregor Kovačič, Nataša Ravbar</i> Dinamika poplavljanja Planinskega polja v obdobju oktober 2008–april 2009	91
<i>Manca Volk</i> Lavinski kataster in zemljevidi nevarnosti zaradi snežnih plazov s poudarkom na primerih z območja osrednjih Karavank	103
<i>Matjaž Guček, Andrej Bončina</i> Zaščitni gozdovi v Sloveniji: stanje, posebnosti in upravljanje	111
<i>Blaž Komac, Matija Zorn, Rok Ciglič</i> Naravne nesreče v evropskih geografskih učbenikih	121
<i>Špela Kumelj, Vanja Geršak</i> Ocenjevanje ogroženosti zaradi naravnih nevarnosti z orodjem RiskPlan	135
<i>Barbara Medved-Cvikel, Andrej Ceglar, Tomaž Kralj, Zalika Črepinšek, Lučka Kajfež-Bogataj</i> EuroGEOSS model upravljanja s sušami	143

UVODNIK: NEODGOVORNA ODGOVORNOST

Kljub visoki tehnološki razvitosti se mora sodobna družba pogosto prilagajati naravnim procesom, ki povzročijo škodo in jih zato razume kot naravne nesreče. V zadnjih desetletjih smo v Sloveniji vedno pogosteje posegali na nevarna območja, zaradi česar se je vedno znova postavljalo vprašanje odgovornosti za morebitno škodo ob naravnih nesrečah. Ni naključje, da je škoda tudi najpogostejše uporabljen izraz v zvezi z naravnimi nesrečami, kot dokazuje besedna analiza v enem od prispevkov.

Družbe razvitih držav, med katere spada tudi Slovenija, se morajo stalno prilagajati naravnim procesom, kar je potrebno navkljub visoki tehnološki razvitosti, včasih pa nasprotno – prav zaradi nje. Kulturo »gašenja požarov«, ki je značilna za tranzicijsko razvojno obdobje, mora sčasoma zamenjati »kultura preventive«. Pri tem so pomembni tako zgodovinski spomin kot tudi sočasno spremljanje tovrstnih dogodkov ter analiza vzrokov in posledic – ne samo v primeru ujm, ko imamo opravka s škodo ali žrtvami – temveč prav za vsak tovrstni dogodek. Dosedanja intervencijska, povračilna in solidarnostna sredstva bi morali v prihodnje v čim večji meri vgraditi v preventivo.

Dokler imamo opravka s podeželjem oziroma krajevno ravnijo in je prizadetih malo ter škoda majhna, smo še kos vsem nevšečnostim, ki spremljajo reševanje, pomoč in sanacijo. Ko pa se zgodi nekaj podobnega v urbanem prostoru, pa se ob iskanju »krivca« razpoči velik balon z nič kaj prijetno vsebino oziroma vprašanji. Po naravnih nesrečah prizadeti ljudje hočejo za vsako ceno najti krivca za nastalo škodo oziroma izvirnega »grešnega kozla«, pri čemer pa radi zelo hitro pozabijo na lastno neodgovornost.

Družba oziroma širša skupnost je še v nedavni preteklosti prevzemala večino odgovornosti za preventivo in škodo ob naravnih nesrečah, vendar se v zadnjih letih težišče odgovornosti vedno bolj premika k posamezniku. K temu ga na eni strani spodbujajo nedoslednosti in nedorečenosti v zakonodaji, pa tudi inerten zavarovalniški sistem, na drugi strani pa po Walkerju in ostalih (2010) med ljudmi narašča (lepo bi bilo, ko bi bilo res tudi pri nas; op. a.) zavest o odgovornem državljanu. Značilno za naravne nesreče pred domačim pragom je, da prebivalci prizadetih območij po nesreči intenzivno izkoriščajo svoje državljanske pravice, medtem, ko pred tem deloma ali v celoti ignorirajo istovrstne dolžnosti. Pri celovitem reševanju problematike naravnih nesreč v Sloveniji imamo opravka z enakim sindromom (NIMBY – *not in my backyard*/ne na mojem dvorišču) kot pri iskanju primerne lokacije za jedrske odpadke. Vse je v redu, lepo in prav in vsi smo za, dokler se ne dogaja pred našim pragom. In prav tu morata poseči država in stroka, prva z ustreznim prostorskim načrtovanjem ter njegovo normativno podporo – za naravne nesreče je izjemnega pomena pokrajinski nivo – in druga z neodvisnim ter strokovnim pristopom, ki mora zagotavljati trajnost in uravnotežen razvoj slovenskih pokrajin.

Opažamo tudi nekatere znake, ki kažejo na premik v strategijah upravljanja z naravnimi nesrečami. Doslej je bilo upravljanje z naravnimi nesrečami skoraj povsem v rokah države, šlo pa je predvsem za strukturne, gradbene ukrepe, in povečini za ukvarjanje s posledicami naravnih nesreč, t. i. kurativo.

Vedno večja pa je nujnost po površinsko in tematsko širše zasnovanih preventivnih in prilagoditvenih ukrepih, ki bi poleg naravnih značilnosti upoštevali tudi značilnosti družbe. Sodobno družbo zaznamuje velika mobilnost prebivalstva, zaradi česar je nedvomno tudi bolj prilagodljiva in do neke mere bolj odporna na naravne nesreče. Ker pa se vedenje prebivalcev v odnosu do okolja spreminja le počasi ter je povezanost med znanjem in vedenjem majhna, je moč premike na tej ravni doseči le z dobro načrtovanim in dolgoročnim usmerjanjem in ozaveščanjem. Izpostavljamo na primer britansko vladno strategijo 'Naredimo prostor vodi' (*Making Space for Water*), s katero so na nek način obdržali vodilno vlogo državnih ustanov glede poplavne varnosti, hkrati pa na posameznika in druge segmente družbe prenesli več odgovornosti za ukrepanje ob poplavah (Watson in ostali 2009).

Sodobni pristopi pri upravljanju z naravnimi nesrečami torej ne prelagajo preprosto odgovornosti, sredstev in moči odločanja z države na druge družbene deležnike, temveč gre za celosten, dolgoročen pristop, ki temelji na izobraževanju vseh ravni prebivalstva in posredovanju znanja z različnimi metodami vsem, ki jih ogrožajo naravne nesreče (Komac in ostali 2010). Šele z vključitvijo vseh subjektov

v mrežo upravljanja z naravnimi nesrečami lahko pričakujemo pozitivne spremembe. Želena vzpostavitev slovenske platforme za naravne nesreče, po vzoru nekaterih drugih alpskih držav (npr. platforme PLANAT v Švici; <http://www.planat.ch/>), je morda prvi korak k temu.

Znano je, da se nam vsaka investicija v preventivo večkratno povrne, žal pa tega – razen v izjemnih primerih – ni moč izračunati. Čas je že, da vse to spoznamo in delamo v smeri za naravne nesreče bolj odporne družbe oziroma da neodgovorno odgovornost zamenja odgovorna preudarnost.

Viri in literatura

- Komac, B., Ciglič, R., Erhartič, B., Gašperič, P., Kozina, J., Orožen Adamič, M., Pavšek, M., Pipan, P., Volk, M., Zorn, M. 2010: Risk education and natural hazards. Ljubljana. Medmrežje: http://caphaz-net.org/outcomes-results/CapHaz-Net_WP6_Risk-Education2.pdf (15. 2. 2011).
- Walker, G., Whittle, R., Medd, W., Watson, N. 2010: Risk governance and natural hazards. Lancaster. Medmrežje: http://caphaz-net.org/outcomes-results/CapHaz-Net_WP2_Risk-Governance2.pdf (15. 2. 2011).
- Watson N., Deeming H., Treffency R. 2009: Beyond bureaucracy? Assessing institutional change in the governance of water in England. Water Alternatives 2-3. London.

Blaž Komac, Miha Pavšek, Matija Zorn, Rok Ciglič

RAZISKAVE VPLIVA SEDIMENTOV NA POTRESNO NIHANJE TAL NA OBMOČJU LJUBLJANE Z METODO MIKROTREMORJEV

dr. Andrej Gosar

Agencija RS za okolje, Urad za seizmologijo in geologijo, Dunajska 47, SI – 1000 Ljubljana, Slovenija in Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta
andrej.gosar@gov.si

dr. Janez Rošar

PV Invest d. o. o., Koroška cesta 62 b, SI – 3320 Velenje, Slovenija
janez.roser@gmail.com

IZVLEČEK

Raziskave vpliva sedimentov na potresno nihanje tal na območju Ljubljane z metodo mikrotremorjev
Obstoječe potresne mikrorajonizacije Ljubljane so dokaj nezanesljive, kar je posledica pomanjkanja vrtn, geofizikalnih in seizmoloških podatkov na tem območju. Za oceno lastne frekvence sedimentov smo zato izvedli študijo z metodo spektralnega razmerja med vodoravnima in navpično komponento (HVSr) zapi-sa mikrotremorjev. Meritve smo izvedli v 200 metrov gosti mreži točk (1.223 meritev) na 45 km² velikem območju. Na celotnem južnem delu mesta smo dobili zelo jasne vrhove v spektralnem razmerju, medtem ko je odziv v severnem delu mesta v splošnem manjši zaradi manjšega impedančnega kontrasta med pro-dom in skalno podlago ter leč konglomerata znotraj proda. Karta lastnih frekvenc je pokazala njihovo porazdelitev v razponu 0,9–10 Hz. V južnem delu mesta je korelacija med frekvenco sedimentov in njihovo debelino dobra. Povprečna amplituda HVSr vrhov je znatno višja v južnem ($6,7 \pm 2,4$) kot v severnem delu ($4,0 \pm 2,0$) mesta, kar kaže na visok impedančni kontrast med jezerskimi sedimenti in skalno pod-lago. Glavna uporabnost karte lastne frekvence sedimentov je analiza nevarnosti resonance med tlemi in stavbami.

KLJUČNE BESEDE

mikrotremorji, potresno nihanje tal, mikrorajonizacija, resonanca, potresna nevarnost, Ljubljana

ABSTRACT

Study of the effects of sediments on seismic ground motion in the Ljubljana area using microtremor method

Existing microzonation studies of Ljubljana are inadequate, since there is a lack of borehole, geophysical and earthquake data. The microtremor horizontal-to-vertical spectral ratio (HVSr) method was therefore applied to a 200 m dense grid of measurements over an area of 45 km² (1,223 measured points) in order to assess the fundamental frequency of the sediments. Very clear HVSr peaks were obtained in the entire southern part of the city, whereas in the northern part the site response is in general lower, due to lower impedance contrast of gravel with the bedrock and lenses of conglomerate inside gravel. The iso-frequency map of sediments shows a distribution in the range of 0.9–10 Hz. In the southern part of Ljubljana, sediment frequency correlates well with the thickness of soft sediments. Average amplitude of the HVSr peaks is considerably higher in the southern part (6.7 ± 2.4) than in the northern part (4.0 ± 2.0) of the city, indicating a high impedance contrast of lacustrine sediments with the bedrock. Main application of soil fundamental frequency data is analysis of the danger of soil-structure resonance.

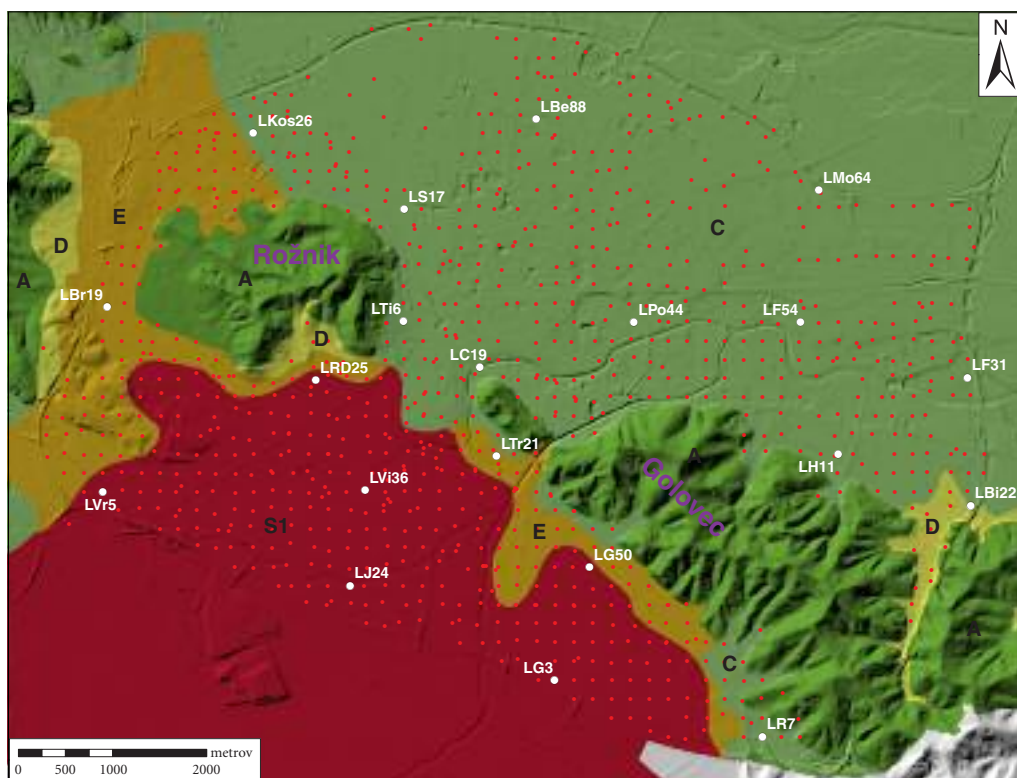
KEY WORDS

microtremors, seismic ground motion, microzonation, resonance, earthquake hazard, Ljubljana

1 Uvod

Ljubljana leži v plitvem sedimentnem bazenu, zapolnjenem s kvartarnimi sedimenti. Vplive kvar-tarnih sedimentov na potresno nihanje tal lahko pričakujemo na območju celotnega mesta, še posebej velike pa v južnem delu Ljubljane, ki je zgrajen na zelo mehkih jezerskih sedimentih Ljubljanskega barja. Severni del mesta je zgrajen na ledeniško-rečnih nanosih reke Save, ki imajo precej boljše seizmogeološke značilnosti.

Širše območje Ljubljane je med potresno najbolj dejavnimi v Sloveniji, čeprav v zadnjih 45 letih tu ni bilo potresov, ki bi povzročili poškodbe stavb. Zadnji tak potres se je zgodil leta 1963 na območju Litije ($M = 4,9$) in je v Ljubljani dosegel intenziteto VI–VII stopnje po MSK lestvici. Največ poškodb je povzročil veliki ljubljanski potres leta 1895 ($M = 6,1$), ki je imel največjo intenziteto VIII–IX po MSK lestvici (Ribarič 1982). Najmočnejši zgodovinski potres v Sloveniji (Idrijski potres, $M = 6,8$) je imel nadžarišče približno 30 km zahodno od Ljubljane, njegovi učinki na območju Ljubljane pa niso znani. Na karti potresne nevarnosti Slovenije za povratno dobo 475 let (Lapajne s sodelavci 2001) se Ljubljana nahaja v območju s projektnim pospeškom 0,25 g. To je tudi najgostejše poseljeno območje v Sloveniji z več kot 300.000 prebivalci in številnimi pomembnimi industrijskimi in transportnimi objekti, kar je potrebno upoštevati v vsaki študiji za oceno potresne ogroženosti.



Slika 1: Potresna mikrorajonizacija Ljubljane z vrstami tal po Evrokod 8 (po Zupančič s sodelavci, 2004) z naslednjimi faktorji tal: A – 1,0, C – 1,15, D – 1,35, E – 1,40, S1 – 2,55. Točke označujejo meritve mikrotremorjev, točke z imenom pa primere meritev, ki so prikazani na slikah 2 in 3.

Prvo potresno mikrorajonizacijo Ljubljane so izdelali na podlagi osnovne geološke karte, podatkov iz geotehničnih vrtin in seizmičnih refrakcijskih meritev (AGO s sodelavci 1971), pri čemer so prirastke tal po MSK lestvici izračunali po metodi Medvedeva. Skoraj povsem enako karto potresne mikrorajonizacije so predstavili tudi v študiji potresne ogroženosti Ljubljanskih občin (Vidrih s sodelavci 1991). Po pripravi nove karte potresne nevarnosti Slovenije (Lapajne s sodelavci 2001), ki podaja projektni pospešek tal, je nastala potreba po novi mikrorajonizaciji, ki bi temeljila na standardu Evrokod in bi podajala faktorje tal. Prvo tako karto, ki pa je temeljila le na obstoječih podatkih, so pripravili Zupančič s sodelavci (2004). Na tej karti (slika 1) je večina severnega dela Ljubljane uvrščena v vrsto tal C (faktor tal 1,15), manjši del pa v vrsto tal D (faktor tal 1,35). V južnem delu mesta je bila večina Ljubljanskega barja uvrščena v vrsto S1, za katero je bil na podlagi nekaterih meritev hitrosti S-valovanja določen faktor tal 2,55. Kjer je debelina sedimentov manjša, so tla vrste E (faktor tal 1,40), tla vrste A pa ustrezajo skali.

Zaradi pomanjkanja vrtin, geofizikalnih in seizmoloških podatkov, so obstoječe potresne mikrorajonizacije Ljubljane dokaj nezanesljive. Zato smo se odločili za izvedbo nove študije, ki je temeljila na metodi spektralnih razmerij med vodoravnima in navpično komponento (HVSR) mikrotremorjev (Bard 1999; Gosar 2007). Izdelali smo karto lastne frekvence sedimentov, ki je podlaga za oceno nevarnosti resonance med tlemi in stavbami v primeru potresa (Gosar s sodelavci 2010).

2 Meritve mikrotremorjev in njihova analiza

Pri meritvah smo uporabljali šest prenosnih seizmografov Tromino (Micromed 2005), ki jih sestavljajo trije med seboj pravokotni elektrodinamični hitrostni senzorji, GPS sprejemnik, digitalizator in zajemalna enota s spominsko kartico. Vsi deli so integrirani v skupnem ohišju, kar zmanjšuje elektronski in mehanski šum, ki je sicer pogost zaradi kablov, ki povezujejo posamezne komponente.

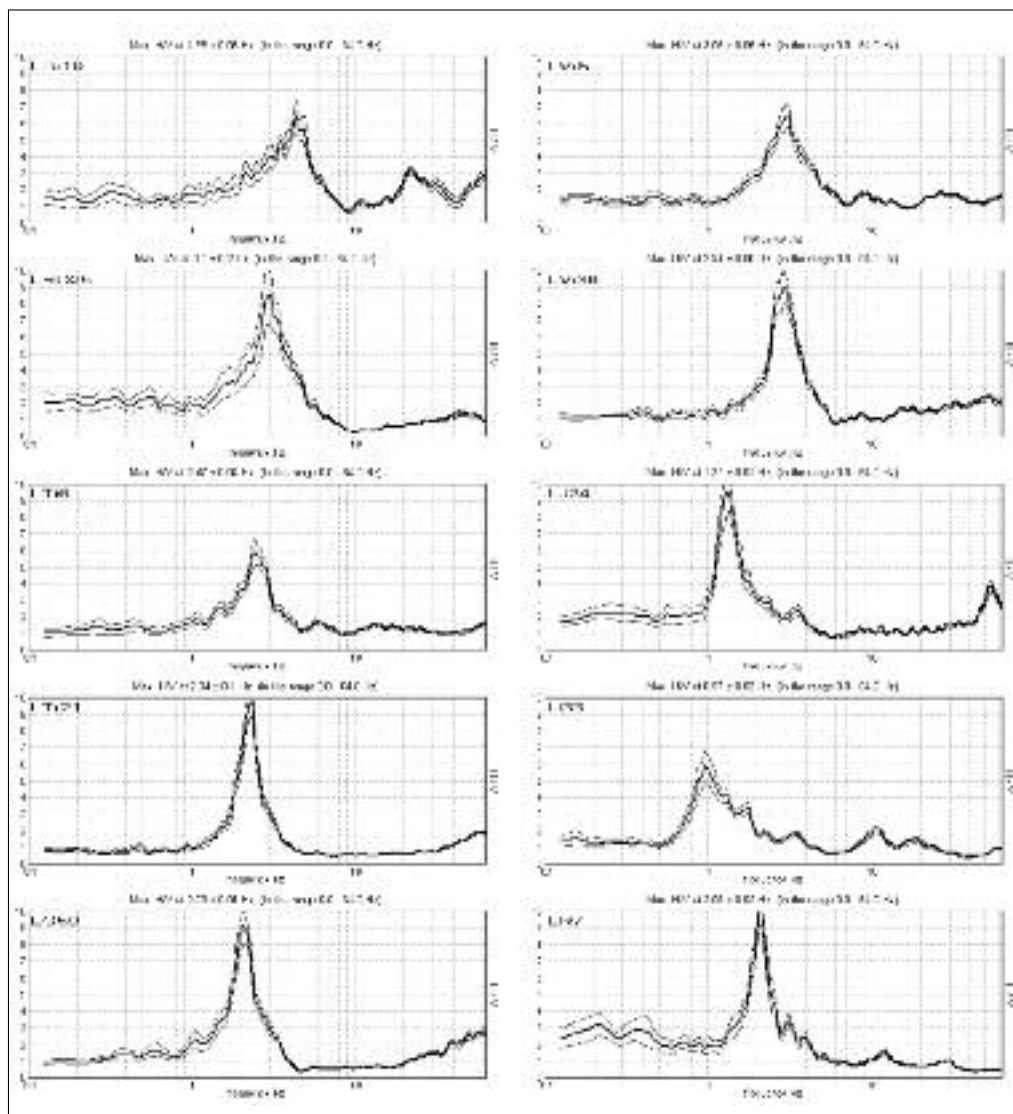
Znotraj avtocestnega obroča ljubljanske obvoznice smo raziskali 45,5 km² veliko območje v mreži točk gostote približno 200 × 200 m (slika 1). Skupno smo opravili 1.223 meritev, kar pomeni v povprečju 26,9 merskih točk na km². Za načrtovanje mreže točk in kasnejši izris kart smo uporabili programsko orodje GIS. Lokacije meritev smo pazljivo izbrali, da smo se kolikor je bilo le mogoče izognili drevesom, zgradbam, podzemnim objektom in komunikacijam ter vplivu prometa. V gosto naseljenem območju to seveda ni bilo povsod mogoče. V nekaterih industrijskih conah pa meritve sploh niso bile mogoče. Da smo dosegli dober stik seizmografa s tlemi, smo uporabili dolge konice, privite v njegovo dno. Na vsaki točki smo s frekvenco vzorčevanja 128 Hz merili potresni nemir 20 minut, kar omogoča zanesljivo spektralno analizo do vsaj 0,5 Hz na spodnjem robu frekvenčnega območja.

Glavne težave pri meritvah je povzročal visok nivo šuma zaradi prometa in industrije ter podzemni objekti in komunikacije. V splošnem so bili pogoji slabši v severnem delu mesta, kjer so večja industrijska območja in številnejše podzemne komunikacije. Za to območje je značilno tudi, da ponekod ni bilo zaznati jasne lastne frekvence. Domnevamo, da bi bil lahko razlog v prisotnosti plasti ali leč konglomerata znotraj proda, ki zakrije glavni impedančni kontrast s skalno podlago.

Analizo spektralnih razmerij smo izvedli po naslednjem postopku. Posnete seizmogramе smo pregledali, da bi ugotovili morebitne napake v meritvah in močnejše prehodne motnje. Vsak seizmogram smo nato razdelili v 30-sekundna okna, za katera smo izračunali amplitudne spektre v frekvenčnem območju 0,5–64 Hz z uporabo trikotnega okna in 5 % glajenja. Podatke smo popravili tudi za prenosno funkcijo senzorja. Sledil je izračun spektralnega razmerja kot povprečja amplitudnega spektra obeh vodoravnih komponent deljenih z navpično komponento (HVSR) za vsako okno posebej. Na barvnem prikazu HVSR funkcij vseh 40-ih oken smo identificirali okna z močnejšimi prehodnimi motnjami in jih izločili iz nadaljnega izračuna. Na koncu smo izračunali povprečno HVSR funkcijo za vsa okna s pripadajočim 95 % intervalom zaupanja.

3 Rezultati in interpretacija

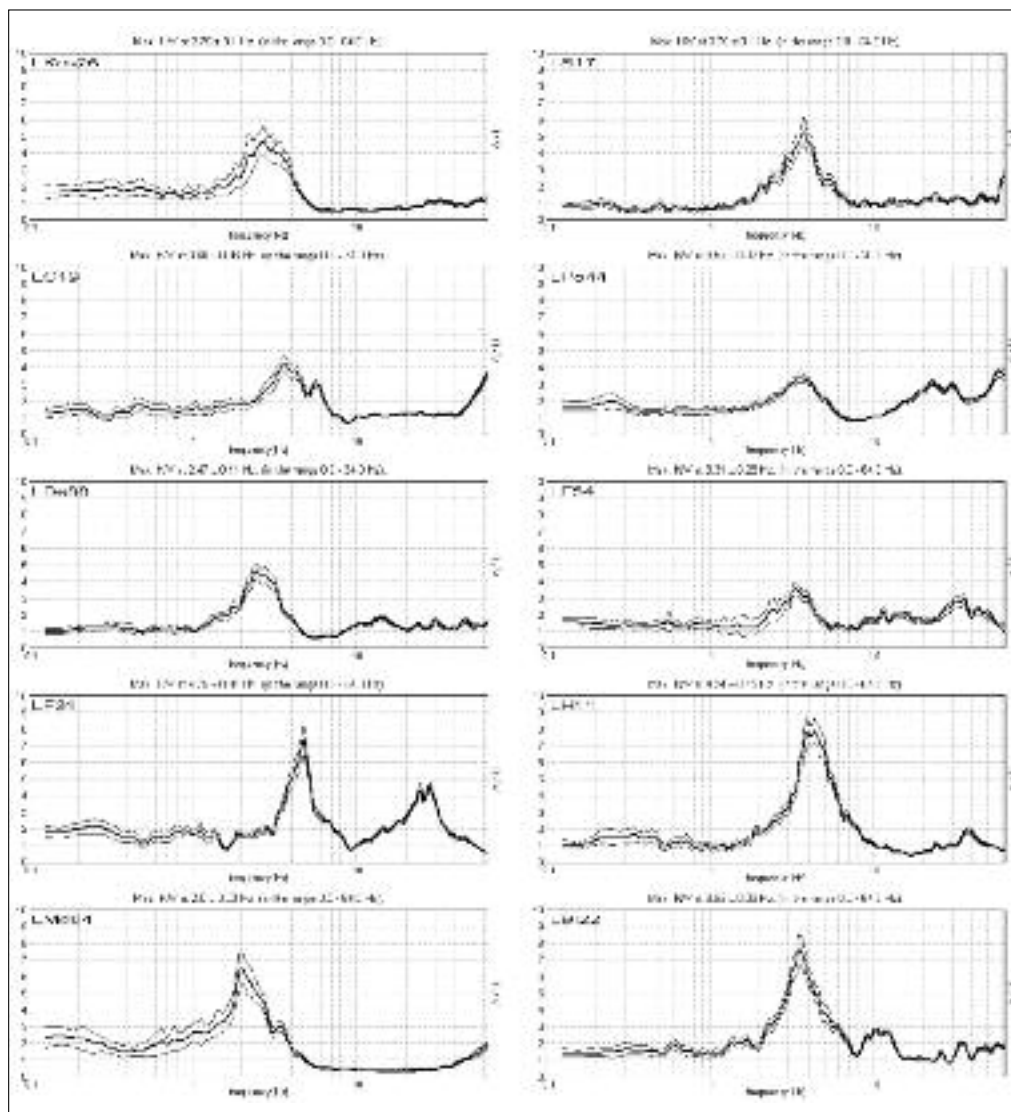
Analize spektralnih razmerij (HVSR) so pokazale, da večina meritev izpolnjuje kriterije, ki so jih opredelili v okviru evropskega projekta SESAME. Trije od teh kriterijev o zanesljivosti HVSR krivulje temeljijo na razmerju med frekvenco vrha in dolžino okna, številu značilnih ciklov in standardnem odklonu amplitude vrha. Naslednjih šest kriterijev za jasen vrh temelji na razmerju med amplitudo vrha in nivojem HVSR krivulje drugod in na standardnem odklonu frekvence vrha in njene amplitude (amplituda se mora na obeh straneh hitro zmanjševati). Pri meritvah na območju Ljubljane so bili glavni



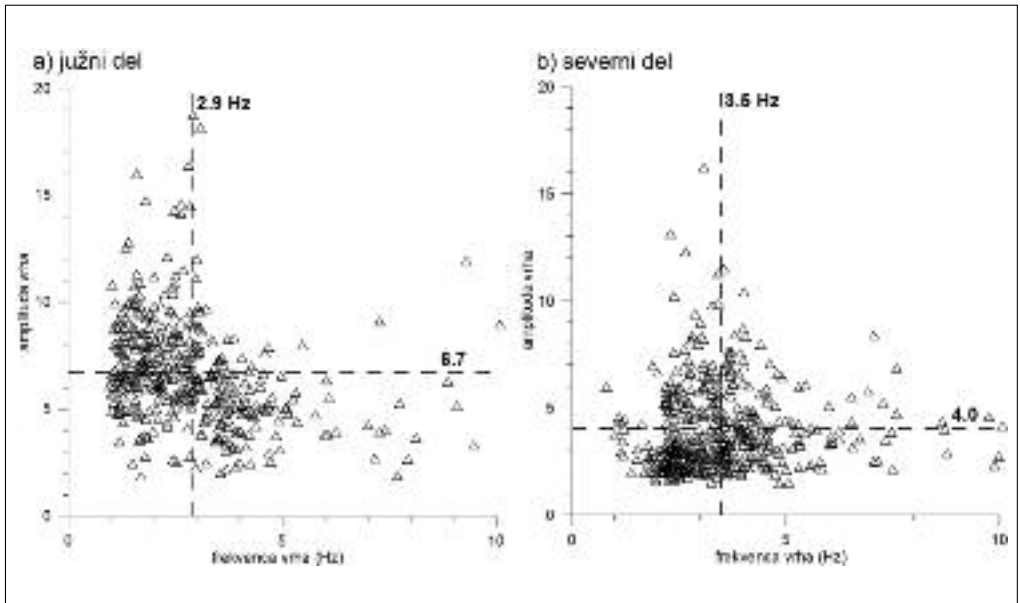
Slika 2: Izbrane meritve mikrotremorjev (HVSR analiza) iz južnega dela Ljubljane. Tanke črte predstavljajo 95 % interval zaupanja.

razlogi za neizpolnjevanje teh kriterijev: a) visok nivo motenj, b) dva ali več vrhov v spektru ali c) pre-nizka amplituda vrha.

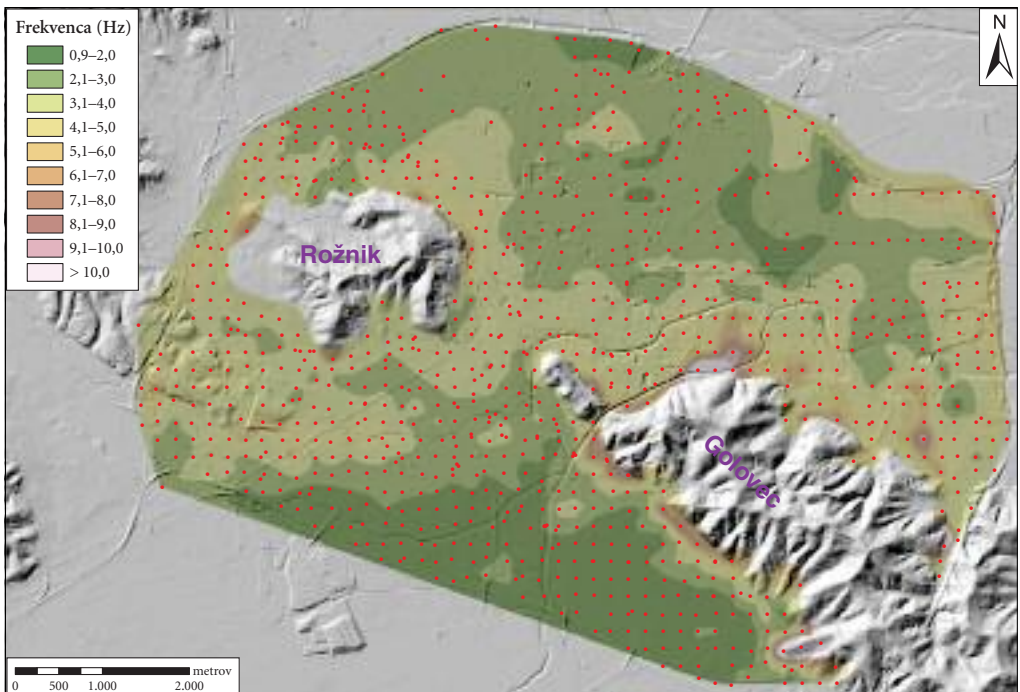
Zelo jasne vrhove v spektralnem razmerju smo dobili v celotnem južnem delu mesta (slika 2). Visoke amplitude HVSR vrhov kažejo na močan impedančni kontrast med sedimenti in skalno podlago. Časovna stabilnost signala je bila v splošnem dobra, kar se odraža v ozkem območju 95 % intervala zaupanja povprečne krivulje. V severnem delu mesta je bila večina meritev prav tako dobra (slika 3), čeprav je odziv v splošnem manjši zaradi manjšega impedančnega kontrasta proda s skalno podlago. V tem delu pa so bila tudi nekatera območja, za katere so bile značilne zelo nizke amplitude HVSR kri-



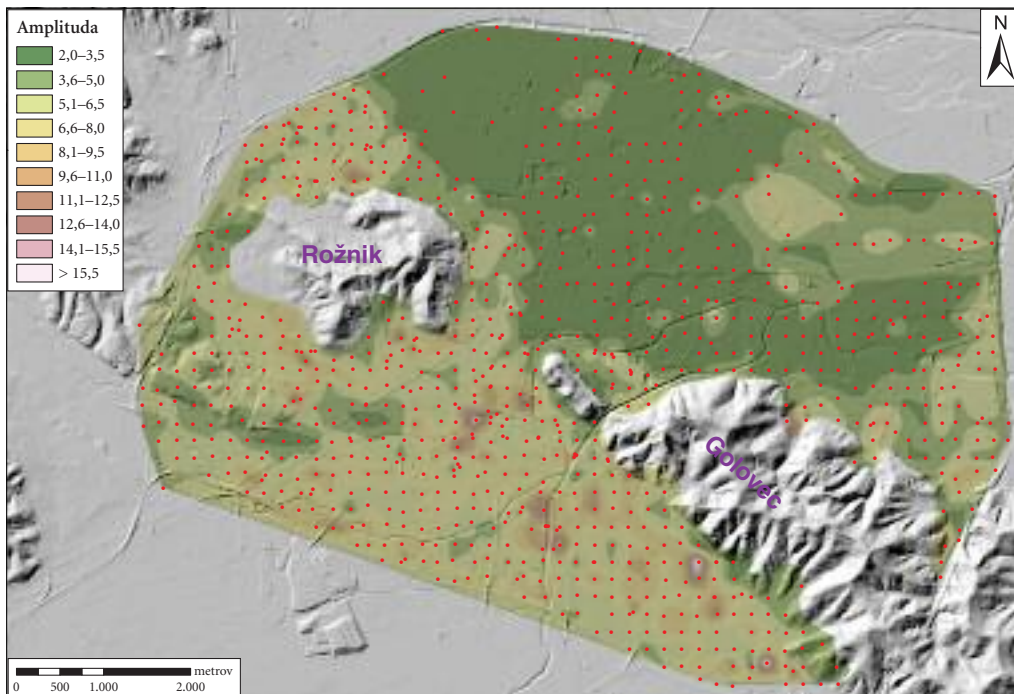
Slika 3: Izbrane meritve mikrotremorjev (HVSR analiza) iz severnega dela Ljubljane. Tanke črte predstavljajo 95 % interval zaupanja.



Slika 4: Diagram odvisnosti amplitude od frekvence vrhov HVSR krivulj za vse meritve mikrotremorjev v južnem (a) in severnem (b) delu Ljubljane. Povprečne vrednosti so prikazane črtkano.



Slika 5: Karta resonančne frekvence sedimentov izdelana na podlagi meritev mikrotremorjev.



Slika 6: Karta amplitud vrhov HVSr krivulj.

vulje ali celo njena ploskost. Spričo navedenega je bila povprečna amplituda HVSr vrha znatno večja v južnem delu ($6,7 \pm 2,4$) kot v severnem delu ($4,0 \pm 2,0$) mesta (slika 4).

V južnem delu mesta (slika 2) je v spektralnem razmerju večinoma viden oster vrh, ki je dokaj simetričen (LRD25, LTr21, LG50, Lvi36 in LJ24). Pogosto se pojavlja tudi asimetričen vrh s sekundarnim vrhom pri višji frekvenci, kot je frekvenca glavnega vrha (LG3 in LR7). V severnem delu mesta (slika 3) so ostri enojni vrhovi manj pogosti (LH11). Bolj pogosta so spektralna razmerja z dodatnimi vrhovi pri višjih frekvencah, ki pa so večinoma dobro ločeni od glavnega vrha (LC19, LF31 in LBi22). Ti dodatni vrhovi kažejo na bolj zapleteno strukturo, ki ne obsega le glavnega impedančnega kontrasta s podlago, ampak tudi druge impedančne meje znotraj heterogenih sedimentov. Vrednosti HVSr manjše od 1 v širokem frekvenčnem območju, ki so vidne v nekaterih meritvah (LTr21 in LG50 na sliki 2 ter LMo64 na sliki 3), lahko kažejo na hitrostno inverzijo znotraj sedimentov. Če je HVSr manjši od 1 samo v ozkem frekvenčnem območju pri približno dvojni glavni rezonanci frekvenci (LRD25 na sliki 2 in LH11 na sliki 3), pa je to posledica učinka eliptičnosti Rayleighjevega valovanja. Le v redkih primerih se stranski vrh pojavi pri frekvenci, nižji od frekvence glavnega vrha. Zato je dokaj zanesljivo, da pri večini meritev glavni vrh v HVSr krivulji ustreza najmočnejšemu impedančnemu kontrastu med sedimenti in podlago.

Razlogi za majhno amplitudo vrha ali celo popolnoma plosko spektralno razmerje (npr. LPo44 in LF54 na sliki 3) v nekaterih predelih na severu in severovzhodu raziskanega območja niso povsem jasni. Možen razlog je lahko prisotnost konglomerata znotraj peščeno-prodnega zasipa, ki je značilen za to območje, vendar njegovega obsega zaradi preredkih vrtin ne poznamo. Slabo sprijet konglomerat domnevno zmanjšuje ali zakrije glavni impedančni kontrast na meji med nevezanimi sedimenti in skalno podlago. Po drugi strani je na tem območju nekaj večjih industrijskih con, kjer niso izključene obsežnejše podzemne komunikacije, ki lahko vplivajo na meritve.

Na podlagi meritev na 999 točkah, ki so dale dovolj jasne vrhove v spektralnem razmerju, da smo lahko opredelili resonančno frekvenco sedimentov, smo izrisali dve karti: karto lastnih frekvenc sedimentov in karto amplitud vrhov HVSR krivulj.

Karta lastnih frekvenc (slika 5) kaže njihov razpon v območju 0,9–10 Hz. V južnem delu Ljubljane se lastna frekvenca dobro ujema s spremembami v debelini sedimentov, ki jo poznamo iz geofizikalnih raziskav in nekaterih vrtin. Debelina sedimentov v splošnem narašča proti jugu, lastna frekvenca pa upada v isti smeri. Povprečna lastna frekvenca v južnem delu Ljubljane je $2,9 \pm 1,5$ Hz (slika 4a). V severnem delu Ljubljane, ki je zapolnjen predvsem s prodom, v katerem so plasti in leče konglomerata, je korelacija med debelino sedimentov in lastno frekvenco manj značilna, čeprav je njihova debelina v splošnem manj spremenljiva kot v južnem delu. Vendar za to območje ni na voljo skoraj nič geofizikalnih podatkov, vrtime pa so zelo neenakomerno razporejene. Povprečna lastna frekvenca v severnem delu Ljubljane je $3,5 \pm 1,4$ Hz (slika 4b).

Karta amplitud vrhov HVSR krivulj (slika 6) kaže njihov razpon v območju 2–15, le na posameznih točkah so vrednosti višje. V severnem delu mesta je nekaj večjih območij, kjer so amplitude vrhov nizke (pod 3), predvsem v osrednjem delu. Možni razlogi za šibek odziv so opisani zgoraj. Povprečna amplituda HVSR vrhov v severnem delu Ljubljane je $4,0 \pm 2,0$ (slika 4b). V južnem delu je povprečna amplituda vseh vrhov ($6,7 \pm 2,4$) mnogo višja (slika 4a). Območje z visokimi amplitudami (nad 5), ki kažejo na velik impedančni kontrast med jezerskimi sedimenti in skalno podlago, se dobro ujema z območjem, klasificiranim kot vrsta tal S_1 (slika 1) po Evrokod 8 v predhodni potresni mikrorajonizaciji (Zupančič s sodelavci, 2004). Vidi se tudi več izoliranih območij z zelo visokimi amplitudami (nad 10), vendar zanje nismo našli korelacije s površinsko geološko zgradbo ali debelino sedimentov.

4 Sklep

Raziskave z metodo mikrotremorjev na prostem površju na območju Ljubljane so podale dobre podatke o lastni frekvenci nevezanih sedimentov, odloženih na skalni podlagi. Pri tem se je potrdila prednost uporabljene metode, ki za oceno lastne frekvence ne zahteva poznavanja debeline sedimentov in hitrosti strižnega valovanja v njih. Če bi želeli v podobno gosti mreži točk (več kot tisoč meritev) uporabiti za oceno lastne frekvence numerično modeliranje, bi to zahtevalo zelo obsežne, dolgotrajne in drage geofizikalne raziskave ter raziskovalno vrtanje. Metoda mikrotremorjev omogoča tudi učinkovito določitev vzdolžne in prečne lastne frekvence nihanja stavb. Na območju Ljubljane so bile tovrstne meritve opravljene v več kot 200 stavbah (Šket Motnikar s sodelavci 2010; Lutman s sodelavci 2010). Ti rezultati so bili skupaj s podatki o lastni frekvenci sedimentov uporabljeni za ugotavljanje nevarnosti resonance med tlemi in stavbami, kar lahko pomembno prispeva k povečanju poškodb stavb v primeru potresa. Na podlagi meritev v številnih stavbah pa smo lahko opredelili tudi odnos med njihovo višino in lastno frekvenco. To pa omogoča oceno nevarnosti resonance za večino stavb na raziskanem območju Ljubljane, za katere poznamo višino in vrsto gradnje.

Na območju Ljubljane so bile izvedene tudi ploskovne meritve mikrotremorjev na podlagi katerih je bila določena povprečna hitrost strižnega valovanja v vrhnjih 30 metrih (Rošar in Gosar, 2010). Skupaj s predhodnimi raziskavami (Zupančič in sodelavci 2004) in tu predstavljeno študijo so opravljene raziskave omogočile kvantitativno potresno mikrorajonizacijo Ljubljane. Najboljši seizmogeološki pogoji so na severnem in severovzhodnem delu mesta, ki sta zgrajena na peščeno-prodnih sedimentih. Z vidika potresne nevarnosti so pogoji srednji na zahodu med Kosezami in Brdom. Najslabši pa so pogoji v celotnem južnem delu mesta, ki leži na jezerskih in barjanskih sedimentih spremenljive debeline. To ne pomeni, da objekti tam ne morejo biti potresno varni, le pri načrtovanju potresno odporne gradnje je potrebno upoštevati večjo potresno obtežbo zaradi vpliva lokalnih tal.

5 Viri in literatura

- AGO, ZRMK, GZ 1971: Karta seizmične mikrorajonizacije Ljubljana. Ljubljana.
- Bard, P. Y. 1999: Microtremor measurements: a tool for site effect estimation? The Effects of Surface Geology on Seismic Motion. Rotterdam.
- Gosar, A. 2007: Raziskave vpliva lokalne geološke zgradbe na potresno nihanje tal in ranljivosti objektov z mikrotremorji. Geologija 50–1, Ljubljana.
- Gosar, A., Rošar, J., Šket Motnikar, B., Zupančič, P. 2010: Microtremor study of site effects and soil-structure resonance in the city of Ljubljana (central Slovenia). Bulletin of Earthquake Engineering 8. Dordrecht.
- Micromed, 2005: Tromino user manual. Treviso.
- Lapajne, J., Šket Motnikar, B., Zupančič, P. 2001: Karta projektnega pospeška tal Slovenije. Potresi v letu 1999. Ljubljana.
- Lutman, M., Zupančič, P., Šket Motnikar, B. 2010: Dinamične lastnosti in potresna odpornost stavb v mestni občini Ljubljana. Od razumevanja do upravljanja. Naravne nesreče 1. Ljubljana.
- Rošar, J., Gosar, A. 2010: Determination of Vs30 for seismic ground classification in the Ljubljana area, Slovenia. Acta geotechnica Slovenica 7–1. Ljubljana.
- Ribarič, V. 1982: Seizmičnost Slovenije, katalog potresov 792–1981. Ljubljana.
- Šket Motnikar B., Zupančič P., Mladenović B., Gosar A. 2010: Meritve potresnega nemira v stavbah Ljubljane, Potresi v letu 2009, Ljubljana.
- Vidrih, R., Godec, M., Lapajne, J. 1991: Potresna ogroženost Slovenije, Ljubljana.
- Zupančič, P., Šket-Motnikar, B., Gosar, A., Prosen, T. 2004: Karta potresne mikrorajonizacije Mestne občine Ljubljana. Potresi v letu 2002. Ljubljana.

SODELOVANJE JAVNOSTI V OBNOVI PO NARAVNIH NESREČAH NA PRIMERU POTRESOV V FURLANIJ IN ZGORNJEM POSOČJU V LETIH 1976, 1998 IN 2004

Primož Pipan

Znanstvenoraziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti, Geografski inštitut Antona Melika, Novi trg 2, SI – 1000 Ljubljana, Slovenija
primož.pipan@zrc-sazu.si

IZVLEČEK

Sodelovanje javnosti v obnovi po naravnih nesrečah na primeru potresov v Furlaniji in Zgornjem Posočju v letih 1976, 1998 in 2004

Prispevek se ukvarja s sodelovanjem javnosti v obnovi po naravnih nesrečah na primeru potresov v Furlaniji (Italija) in Zgornjem Posočju v letih 1976, 1998 in 2004. V uvodu so na kratko predstavljeni obravnavani potresi, ki jim sledi predstavitev konceptov obnove po njih. Podrobneje je obravnavanih šest primerov: Pušja vas, Portis in Rezija v Italiji ter Breginj, Drežniške Ravne in Čezsoča v Sloveniji.

KLJUČNE BESEDE

geografija naravne nesreče, potresi, popotresna obnova, sodelovanje javnosti, Furlanija, Posočje

ABSTRACT

Public participation at the recovery after natural disasters on the example of earthquakes in Friuli and Upper Soča Valley in the years 1976, 1998 and 2004

The article deals with public participation at recovery after natural disasters on the example of the earthquakes in Friuli and Upper Soča Valley in the years 1976, 1998 and 2004. In the introduction the debating earthquakes are shortly presented together with the concepts of their post-earthquake recovery. Six case studies are presented in greater detail; Venzona, Portis and Resia in Italy, and Breginje, Drežniške Ravne and Čezsoča in Slovenia.

KEY WORDS

geography natural hazards, earthquakes, post-earthquake recovery, participatory process, Friuli, Soča Valley

1 Uvod

Potresa 6. 5. 1976 z magnitudo 6,4 in 15. 9. 1976 z magnitudo 6,1 z epicentrom na območju Pušje vasi sta v Italiji zahtevala 939 žrtev, 157.000 ljudi pa je ostalo brez strehe nad glavo (Geipel 1982). Ista potresa sta v Sloveniji prizadela bistveno manjše območje kot v sosednji Furlaniji. Pri nas žrtev ni bilo, zato pa je bilo poškodovanih 12.000 stavb, brez strehe nad glavo pa je ostalo 13.000 ljudi (Orožen Adamič 1980).

»Velikonočni potres«, 12. 4. 1998, z epicentrom v Krnskem pogorju, je imel magnitudo 6 in je dosegel intenziteto VII. do VIII. stopnje po evropski potresni lestvici EMS-98 (Gosar in ostali 1999; Ušeničnik 1999). V Sloveniji je poškodoval približno 4000 objektov, med katerimi jih je skoraj 1500 potrebovalo temeljito obnovo (Vidrih 2008). Kljub temu, da je bila škoda občutno manjša kot ob potresih leta 1976, je bilo v naseljih Drežniške Ravne, Jezerca, Magozd, Krn, Koseč, Lepena in Bovec poškodovanih več kot 80 % hiš (Orožen Adamič in Hrvatinić 2000; Hrvatinić in Orožen Adamič 2001).

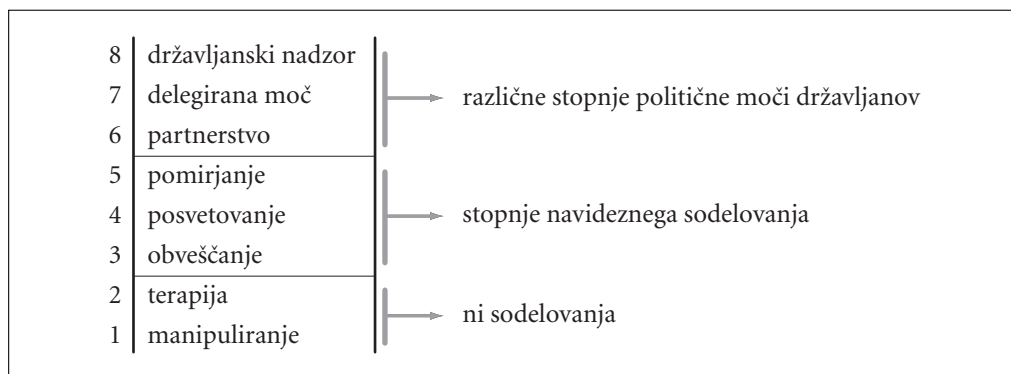
Zgornje Posočje je 12. 7. 2004 prizadel potres z magnitudo 4,9 in intenziteto med VI. in VII. stopnjo po EMS-98 lestvici. Njegovo žarišče je bilo na globini 8 km in je bilo kot prejšnjem potresu ob Ravenskem prelomu. Zadnji potres je poškodoval skoraj 2000 objektov, izmed katerih je bilo nekatere treba tudi porušiti (Vidrih 2008). Potres je znova prizadel trško jedro Bovca ter vasi Soča in Čezsoča. Ponovno je poškodoval tudi nekatere do takrat že obnovljene objekte po potresu leta 1998. Tovrstnim oškodovancem je objekte na svoje stroške obnovila država.

2 Metodologija

Prispevek je del obsežnejše raziskave za doktorsko disertacijo (Pipan 2010). Za raziskavo območja, ki so ga prizadeli potresi, je bila analizirana obsežna literatura in gradivo na temo obnove. Na posameznih območjih v Italiji in Sloveniji, ki so jih potresi najbolj prizadeli, so bile izvedene študije posameznih vzorčnih primerov obnove po potresih. Študije primerov so bile obravnavane z več metodami, kot so intervju, opazovanje in primerjalna analiza gradiva. Zaradi raznolikosti opazovanih primerov smo si predvsem pomagali z intervjuji s pomočjo katerih smo od relevantnih sogovornikov dobili informacije »iz prve roke«, saj smo spraševali očitke in udeležence, ki so bili z obnovo po potresih neposredno ali posredno povezani. Prispevek izpostavlja šest preučevanih primerov, ki jih razvršča v Arnsteinino lestvico (Arnstein 1969) sodelovanja državljanov v procesu odločanja. Na italijanski strani se primeri Pušja vas/Venzona, Portis in Rezija/Resia nanašajo na potrese leta 1976, na slovenski strani pa se Breginji nanaša na potrese leta 1976, Drežniške Ravne na potres leta 1998, Čezsoča pa na potresa v letih 1998 in 2004.

3 Sodelovanje javnosti

Sodelovanje javnosti oz. državljanov v procesih odločanja napram oblastnim organom je začela preučevati Sherry R. Arnstein, ki je leta 1969 v članku »A ladder of citizen participation« v reviji Journal of the American Institute of Planners, objavila temeljna načela participativnega pristopa državljanov. Arnsteinova pojmuje sodelovanje državljanov v procesu odločanja kot kategoričen dejavnik za moč državljanov v smislu, da so v procesu odločanja udeleženi vsi t. i. deležniki oz. vse zainteresirane strani. Sodelovanje državljanov naj bi vključevalo tudi delitev oblasti s tradicionalnimi nosilci oblasti. Za jasnejšo ponazoritev je sodelovanje državljanov prikazala na osem stopenjski lestvici (slika 1), kjer od nesodelovanja (manipuliranje in terapija), ki je povsem na dnu lestvice, prek stopenj navideznega sodelovanja (obveščanje, posvetovanje, pomirjanje), pri čemer državljani lahko poslušajo in so lahko hkrati tudi uslišani, preide do različnih stopenj politične moči državljanov (partnerstvo, delegirana moč, drža-



Slika 1: Arnsteinina lestvica sodelovanja državljanov v procesu odločanja (Arnstein 1969; Medmrežje 1).

vljanski nadzor). Tu se državljani lahko pogajajo in sodelujejo s tradicionalnimi nosilci oblasti, pridobijo pa lahko tudi celotno upravljavsko oblast (Arnstein 1969; Mušič 1999).

4 Koncepti obnove po potresih 1976, 1998 in 2004

Z zakonodajo, ki je bila sprejeta za namen obnove po potresih leta 1976, je dežela Furlanija-Juljska krajina odgovornost za obnovo po potresu prenesla na občine kot najmanjše enote lokalne samouprave. Potresna pisarna je občinam pri obnovi nudila strokovno podporo, odgovorna zanjo pa je bila vsaka posamezna občina oz. njihovi župani. Ti so pri obnovi po potresu predstavljali deželo in centralno oblast iz Rima. Slednja je namreč finančna sredstva za obnovo namenila deželi, ta pa posameznim občinam oz. županom, saj so imeli ti najboljši pregled nad dogajanjem na terenu. Pri obnovi sta bila v celotni deželi odkrita le dva primera nepravilnosti oz. zlorabe sredstev, pa še to je v enem (v občini Rezija) do nepravilnosti prišlo zaradi neznanja (Barazzutti 2008; Picco 2008).

V primeru obnove po potresih leta 1976 v Sloveniji so skrb in odgovornost zanjo nosile občine, te pa so se opirale na krajevne skupnosti. Za koordiniran pristop pri odpravi posledic potresa v celotnem Posočju so občinske skupščine Tolmin, Nova Gorica in Idrija ustanovile medobčinski odbor (Ladava 1980). Občina Tolmin je kot najhuje prizadeta občina zagotovo prejela precejšnjo pomoč. Kljub temu je bila lahko v medobčinskem odboru preglašovana, s strani tedanjih občin Idrija in Nova Gorica, ki ju je potres manj prizadel, hkrati pa sta bili gospodarsko neprimerno bolj razviti kot občina Tolmin. Občina Tolmin glede na odgovornost, ki jo je imela, ni imela na voljo zadostnih finančnih sredstev za investicije v vso potrebno javno infrastrukturo, še zlasti pa ne za obnovo kulturne dediščine, kar se je pokazalo na primeru spominskega »ograda« v Breginju (Ladava 2008).

Preglasovanje oz. usmerjanje finančnih sredstev za obnovo je bilo značilno tudi za občinsko raven upravljanja. Tedanja občina Tolmin je bila z 939 km² največja občina v Sloveniji. Umeščena je bila na slovensko obrobje, ob tem pa je bil opazen tudi znaten razkorak v gospodarski razvitosti med občinskim središčem in obrobniimi deli občine. Investicije v okviru popotresne obnove so bile usmerjene na območje Tolmina, sledilo mu je območje Bovca in šele nato območje Kobarida (Gregorčič 2008). Razmerja med obrobjem in središčem so se odrazila tudi na kobariškem območju, saj sta bili najbolj prizadeti krajevni skupnosti Breginj in Borjana, torej izrazito obrobje glede na središčni Kobarid. Govorimo lahko torej o obrobju na treh ravneh: občine Tolmin z vidika Slovenije, območja Kobarida z vidika občine Tolmin in krajevnih skupnosti Breginj in Borjana kot obrobja kobariškega območja. Tako na primer v krajevni skupnosti Breginj zaradi preglašovanja in usmerjanja sredstev na ravni velike občine vsa načrtovana popotresna obnova ni bila realizirana.

Po potresu leta 1998 je nad popotresno obnovo bdela država. V ta namen je Vlada Republike Slovenije kot začasno službo na prizadetem območju ustanovila Državno tehnično pisarno (DTP) z izpostavami v Tolminu, Kobaridu in Bovcu (Janežič, Dolinšek in Kos 2003). Da se ne bi ponovila praksa iz Breginjskega kota leta 1976, ko so se spremenile lokacije celotnih naselij, je zakon kot prednostno predvidel obnovo na isti lokaciji. Z namenom varovanja kulturne dediščine je imela obnova poškodovanih objektov prednost pred nadomestnimi gradnjami. Zakon je poenostavil upravne postopke v zvezi z gradnjo objektov v okviru popotresne obnove in jih združil v DTP, ki je oškodovancem nudila pomoč pri urejanju potrebne dokumentacije. Pred začetkom izvedbe posameznih projektov so morali biti izpeljani vsi upravni postopki, saj ni bilo zaželeno, da bi se ponovila zgodba iz leta 1976, ko so bile stavbe obnovljene ali zgrajene novogradnje, vpisi v zemljiško knjigo pa še tri desetletja po koncu obnove niso bili urejeni.

5 Študije primerov

5.1 Pušja vas/Venzone

Na italijanski strani kot vzorčni primer obnove po potresu izstopa Pušja vas. Zaradi zaščite propadajoče stavbne dediščine je bilo leta 1965 celotno zgodovinsko mestno jedro Pušje vasi znotraj mestnega obzidja razglašeno za kulturni spomenik državnega pomena (Bellina in ostali 2006). V Pušji vasi je popotresna obnova potekala v dveh različnih režimih. Postopki, predvideni v popotresnih zakonih, so veljali za celotno območje v Furlaniji-Juljski krajini, ki ga je prizadel potres, v Pušji vasi pa so veljali le za območje izven mestnega obzidja. Obnova spomeniško zaščenega zgodovinskega jedra znotraj mestnega obzidja je potekala s poudarkom na ohranitvi kulturne dediščine. Pušja vas se glede na Arnsteinino lestvico uvršča v stopnjo državlanskega nadzora, tako za območje znotraj spomeniško zaščenega mestnega



PRIMOŽ PIPAN

Slika 2: Stara mestna hiša v Pušji vasi je bila leta 1984 prva zgradba, ki je bila po potresu obnovljena znotraj zaščenega zgodovinskega jedra.

središča, kot tudi za območje izven njega. Prebivalci so se uspešno uprli poskusom manipulacije občinske oblasti, ki je predvidevala rušenje njihovih v potresih nepoškodovanih zgradb, da bi v popotresni obnovi pridobila prostor za gradnjo novega športnega centra. Znotraj mestnega obzidja so prebivalci preprečili *ad hoc* rušenje nekaterih poškodovanih stavb po prvem potresu, ki so ga želeli izvesti posamezni sokrajani. Enako so nastopili po 28. 2. 1977, ko je bil po nalogu občinske uprave z namenom spodbuditve popotresne obnove porušen niz starih poškodovanih hiš v ulici Mattiassi. Občani so ustanovili Odbor 13. marec, ki je na ciklostilu izdajal tedensko publikacijo *Cjase Nestre (Naša hiša)*. V brezplačni publikaciji, ki so jo dobivali vsi prebivalci občine Pušja vas, so kritično ovrednotili vsako, tudi najmanjšo potezo tako občinske kot deželne oblasti (Bellina in ostali 2006). Z izredno angažiranim in učinkovitim organiziranjem od spodaj navzgor so prebivalci Pušje vasi Deželnemu nadzorništvu za kulturno dediščino v kritičnih trenutkih popotresne obnove nudili podporo, da je lahko opravilo delo, za katero je bilo odgovorno. Vzorno obnovljeno Pušjo vas danes letno obišče kar 130.000 turistov.

5.2 Portis

Naselje Portis leži v občini Pušja vas/Venzone na ravnici na levem bregu reke Tilment/Tagliamento tri kilometre severno od občinskega središča. Uradno ime naselja je Portis, lokalni prebivalci pa glede na potresne dogodke v letu 1976 razlikujejo med starim Portisom (Portis vecchio) in novim Portisom (Nuova Portis). Stari Portis leži tik ob Tilmentu, od katerega ga na njegovem zahodnem robu od reke loči nasip z železnico, na vzhodu pa je omejen z državno cesto 13, imenovano Pontebbana. Po potresih 1976 zgrajeni Novi Portis leži 1,5 kilometra severneje, med Pontebbano na zahodu in pogorjem 1958 metrov visoke gore Plauris na vzhodu. Zaradi nevarnosti skalnega podora, kot posledice potresov leta 1976, se je oblast kljub nasprotovanju precejšnjega dela prebivalcev Portisa odločila za preselitev naselja na drugo lokacijo. Za gradnjo naselja na novi lokaciji so vaščani skladno z zakonom o popotresni obno-



PRIMOŽ PIPAN

Slika 3: Ulica Stringari v novem Portisu, ki je nastala v okviru zadruga Novi Portis. Ustanovili so jo prebivalci Portisa, ki so od občine Pušja vas sami prevzeli odgovornost za popotresno obnovo svojega kraja.

vi vzeli iniciativo v svoje roke in ustanovili zadrugo Novi Portis. Z njo so na krajevni; najnižji ravni odločanja, uspešno udeležili popotresno obnovo domačega kraja in kot prvi v celotni Furlaniji-Julijski krajini, leta 1981 zaključili z večino obnovitvenih del. Portis je primer, kako so potem, ko je njegovim krajanom oblast zapovedala preselitev na novo lokacijo, le-ti odgovornost za popotresno obnovo prevzeli v svoje roke in jo tudi v polni meri upravičili (Gollino 2008; Storia ... 1992). Če se zaradi preselitve na novo lokacijo Portis na Arnsteinini lestvici uvršča v stopnjo obveščanja, njegovo poznejšo obnovo lahko uvrstimo v najvišjo stopnjo državljanskega nadzora.

5.3 Rezija/Resia

Občina Rezija se glede na Arnsteinino lestvico v negativnem smislu uvršča v stopnjo državljanskega nadzora. Čeprav je bil nov zaselek Lario s trajnimi montažnimi bivališči kot del najhujše poškodovanega rezijanskega naselja Osojane/Oseacco končan že jeseni 1976, se je obnova v Reziji močno zavlekla. Zakon je odgovornost za obnovo prepustil občini, vendar je bila obnova za šibko lokalno skupnost prevelik zalogaj. Razlog za to je bil splet neugodnih okoliščin, kot so velik obseg škode, obrobna in hribovska lega občine ter neučinkovito vodenje obnove, ki je bilo posledica (pre)pogostega menjavanja nekompetentnih županov. Zaradi tega so pri obnovi izgubili kar 13 let. Obnovitvena dela so stekla šele leta 1990, zaključena pa so bila leta 1996, kar 20 let po potresu (Madotto 1998; Paletti 2008). Ob težavah z izvolitvijo sposobnega župana se je pojavljalo še izredno težavno dogovarjanje na ravni naselij. Manj poškodovana naselja so ustrezno obnovili, v najhujše poškodovanih Osojanah, ki so bile pred potresom z vidika stavbne dediščine najbolj slikovito naselje v dolini, pa je vsak obnavljal po svojih željah in lastnem okusu. Od nekdanjih »Malih Benetk« je zato ostalo le arhitekturno »skrupucalo« brez slehernega posluha za celostni videz.



PRIMOŽ PIPAN

Slika 4: Pogled na današnji Breginje. Na levi za cerkvijo je območje starega Breginja s Ščirnovim spominskim ogradow, okoli katerega se razprostirajo individualne popotresne novogradnje. Na desni je območje novega Breginja, za katerega je značilna tipska montažna gradnja.

5.4 Breginj

Položaj v starem Breginju je bil zapleten že pred potresom. Ob prizadevanjih takratne velike občine Tolmin in Zavoda za spomeniško varstvo za ohranitev kulturne dediščine je bila vaška skupnost globoko razcepljena. V srčiko prizadevanj je udaril majski potres, septembrski potresni sunek pa je usodo Breginja dokončno zapečatil, saj je oblast sprejela odločitev, da morajo biti prebivalci že do zime nastanjeni v novih trajnih objektih. Iz te po Arnsteinini lestvici stopnji obveščanja je prek stopnje posvetovanja prišlo do dogovora o ohranitvi in obnovi Ščirnovega ograda, ki pa zaradi pomanjkanja finančnih sredstev ni bila uresničena vse do leta 2004. Glede na javno razpravo o obnovi Breginja na Televiziji Ljubljana leta 1983 se ta primer popotresne obnove lahko uvrsti v stopnjo manipuliranja, saj je prišlo do cenzure in ukinitve oddaje Kulturne diagonale, ki jo je takrat vodil Janez Lombergar (Ladava 2008; Lombergar 2008; Simčič 2008). Država po potresih leta 1976 v primeru kulturne dediščine ni delovala tako, kot bi bilo v urejenem sistemu od nje pričakovati, saj za zavarovanje in obnovo kulturne dediščine državnega pomena ni imela na razpolago ne ustreznih mehanizmov, ne zadostnih finančnih sredstev. Lokalna oblast je bila samoupravna zgolj na papirju in je imela glede na razpoložljiva finančna sredstva preveliko odgovornost.

5.5 Drežniške Ravne

Za Drežniške Ravne, ki jih je močno poškodoval potres leta 1998, je župan uvidel priložnost za celovito obnovo v okviru celostnega ureditvenega načrta naselja. Faza priprave načrta je zgleden primer sodelovanja prizadetih prebivalcev, občine in države (Gregorčič 2008). Glede na Arnsteinino lestvico jih lahko uvrstimo v stopnjo partnerstva. V primeru Drežniških Raven se je zalomilo pri izvedbi ure-



PRIMOŽ PIPAN

Slika 5: Pogled na Spodnje in Zgornje Drežniške Ravne.

ditvenega načrta, saj za njegovo uresničitev ni bilo na razpolago dovolj finančnih sredstev. Poleg tega je prišlo tudi do različnega razumevanja ureditvenega načrta s strani prebivalcev in oblasti. Kljub temu, da je bila obnova uspešno zaključena, bi bila glede na prvotni načrt lahko še boljša.

5.6 Čezsoča

Čezsoča, kjer je potres leta 2004 poškodoval tudi zgradbe, ki so bile po potresu leta 1998 že obnovljene, je primer, ko se je kljub nerazumevanju pojma potresno varne gradnje s strani laične javnosti pojavil dvom o pravilnem delovanju strokovnih ustanov. Obnova po potresu leta 1998 je bila zasnovana na predpostavki, da oškodovancem ne gre zaupati in da mora obnovo usmerjati in nadzorovati država v obliki Državne tehnične pisarne. Potres leta 2004 je razkril, da številna plačana gradbena dela, ki so bila dokumentirana kot opravljena, sploh niso bila izvedena (Ulčar Cvelbar 2004; Germovšek 2008). To je zamajalo zaupanje v delovanje sistema obnove. Čezsočo glede na Arnsteinino lestvico lahko uvrstimo v stopnjo obveščanja, deloma pa tudi v stopnjo terapije.

6 Sklep

Ne glede na to, da je vsak primer zgodba zase, obravnavane študije primerov kažejo, da na uspešnost obnove po potresih vpliva mnogo različnih faktorjev. Ob različnih političnih in zakonodajno-upravnih okvirih so pomemben del tudi odgovorni državljani. V primeru Pušje vasi je večina prebivalcev in zainteresirane javnosti pozitivno vplivala na ohranjanje kulturne dediščine, saj je omejila negativne vplive posameznikov in se uspešno zoperstavila apetitom predstavnikov občinske oblasti po hitri potresni obnovi v breginjskem slogu. Portis je lep primer, ko se krajevna skupnost zelo uspešno dogovori o načinu obnove svojega naselja in jo tudi popolnoma samoupravno izpelje. Občini Rezija, kot šibki lokalni skupnosti, je odgovornost za potresno obnovo predstavljala prevelik zalogaj. Zaradi velikega obsega škode in neučinkovitega vodenja obnove, se je obnova zaključila šele po dveh desetletjih. V primeru ohranitve kulturne dediščine Breginja je šlo za razcepljeno krajevno skupnost, odgovornost občine za obnovo pa ni bila podprta z zadostnimi finančnimi sredstvi s strani države. V tem primeru izstopa še nepripravljenost oblasti do kritičnega vrednotenja obnove, saj je bila na televizijskem mediju uvedena celo cenzura. Drežniške Ravne so vzorčni primer uspešnega dogovarjanja s prebivalci pri pripravi ureditvenega načrta obnove v potresu prizadetega naselja. Zaradi pomanjkanja finančnih sredstev s strani države žal dober ureditveni načrt ni bil v celoti uresničen. Čezsoča je primer, kjer je opozorila in negodovanja prebivalcev glede nepravilnosti pri obnovi po potresu leta 1998 potrdil šele potres leta 2004.

7 Viri in literatura

- Arnstein, S. R. 1969: A ladder of citizen participation. *Journal of the American Institute of Planners* 35-4. Washington.
- Barazzutti, F. 2008: Franceschino Barazzutti, župan občine Cavazzo Carnico (1977–1995), deželni svetnik Furlanije-Juljske Krajine (1978–1993), predsednik Združenja v potresu prizadetih občin in županov popotresne obnove Furlanije (Associazione dei comuni terremotati e dei sindaci della ricostruzione del Friuli). Tolmezzo. Osební vir, 26. 10. 2008. Zvočni zapis pri avtorju prispevka.
- Bellina, A., De Colle, A., Moretti, A., Quendolo, A. 2006: Venzone – La ricostruzione di un centro storico. *Bollettino dell'associazione »Amici di Venzone«* 35. Venzone.
- Janežič, I., Dolinšek, B., Kos, J. 2003: Popotresna obnova Posočja: tehnični postopek in ekonomski vidik prenove stanovanjskih objektov. *Gradbeni vestnik* 52. Ljubljana.

- Geipel, R. 1982: *Disaster and Reconstruction*. London.
- Germovšek, S. 2008: Siniša Germovšek, župan občine Bovec v letih 1998–2002. Bovec. Osebni vir, 7. 11. 2008. Zvočni zapis pri avtorju prispevka.
- Gollino, E. 2008: Ezio Gollino. Portis. Osebni vir, 15. 10. 2008. Zvočni zapis pri avtorju prispevka.
- Gosar, A., Živčič, M., Cecič, I., Zupančič, P. 1999: Seizmološke značilnosti potresa. Ujma 13. Ljubljana.
- Gregorčič, P. 2008: Pavel Gregorčič, predsednik izvršnega sveta občine Tolmin v letih 1989–1994, župan občine Kobarid v letih 1995–2006. Vrsno. Osebni vir, 3. 10. 2008. Zvočni zapis pri avtorju prispevka.
- Hrvatina, M., Orožen Adamič, M. 2001: Geografske značilnosti potresov v Posočju. Geografski zbornik 41. Ljubljana.
- Ladava, A. 1980: Izhodišča za odpravo posledic potresa 1976 na Tolminskem. Potresni zbornik. Tolmin.
- Ladava, A. 2008: Anton Ladava, predsednik skupščine občine Tolmin leta v letih 1975–1976. Tolmin. Osebni vir, 22. 10. 2008. Zvočni zapis pri avtorju prispevka.
- Lombergar, J. 2009: Janez Lombergar, odgovorni urednik in vodja televizijske oddaje Kulturne diagone na Televiziji Ljubljana v letih 1980–83. Ljubljana. Osebni vir, 3. 6. 2009. Zvočni zapis pri avtorju prispevka.
- Medmrežje 1: <http://lithgow-schmidt.dk/sherry-arnstein/ladder-of-citizen-participation.html> (12. 2. 2009).
- Madotto, A. 1998: Resia: Paesi e localita. Prato di Resia.
- Mušič, V. B. 1999: Civilna družba v urbanizmu med državo in krajevno samoupravo. Civilna družba v Sloveniji in Evropi. Zbornik razprav SAZU 23. Ljubljana.
- Orožen Adamič, M. 1980: Neposredni učinki potresa v pokrajini. Potresni zbornik. Tolmin.
- Orožen Adamič, M., Hrvatina, M. 2000: Vpliv potresa 12. 4. 1998 na Bovškem na stavbe, ljudi in okolje. Ljubljana.
- Paletti, L. 2008: Luigi Paletti, župan občine Rezija (1990–1999). Ravanca. Osebni vir, 11. 11. 2008. Zvočni zapis pri avtorju prispevka.
- Picco, E. 2008: Enore Picco, župan občine Bordano v letih 1985–2006. Osebni vir, 26. 10. 2008. Zvočni zapis pri avtorju prispevka.
- Pipan, P. 2010: Primerjava popotresne obnove v Italiji in Sloveniji po potresih v Zgornjem Posočju in Furlaniji. Doktorsko delo. Oddelek za geografijo Fakultete za humanistične študije. Koper.
- Simčič, I. 2008: Izidor Simčič, arhitekt na Zavodu za spomeniško varstvo Gorica v letih 1975–1982. Dolnje Cerovo. Osebni vir, 2. 11. 2008. Zvočni zapis pri avtorju prispevka.
- Storia di un paese ricostruito. Cooperativa edilizia Nuova Portis 1978–1991 (1992): Società Cooperativa a responsabilità limitata »Cooperativa Edilizia Nuova Portis« con sede in Venzona – Frazione Portis. Venzona.
- Ulčar Cvelbar, I. 2004: Irena Ulčar Cvelbar. Oddaja Utrip. Avtor: Irena Ulčar Cvelbar. VKA 3446 2, 24. 7. 2004. Televizija Slovenija, Oddelek za arhiviranje in dokumentacijo. Ljubljana.
- Ušeničnik, B. 1999: Ukrepanje ob potresu. Ujma 13. Ljubljana.
- Vidrih, R. 2008: Potresna dejavnost zgornjega Posočja. Urad za seizmologijo in geologijo Agencije Republike Slovenije za okolje. Ljubljana.

VPLIV GEOLOŠKE SESTAVE NA PLAZENJE IN PREVENTIVNI UKREPI

dr. Magda Čarman, dr. Marko Komac, Mateja Jemec, mag. Tomaž Budkovič

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, SI – 1001 Ljubljana, Slovenija

magda.carman@geo-zs.si, marko.komac@geo-zs.si, mateja.jemec@geo-zs.si, tomaz.budkovic@geo-zs.si

IZVLEČEK

Vpliv geološke sestave na plazenje in preventivni ukrepi

Vsako leto je na območju Slovenije registriranih od nekaj deset do nekaj sto pojavov pobočnih nestabilnosti. Zemeljski plazovi povzročajo veliko škodo na objektih in infrastrukturi. Z upoštevanjem geološke zgradbe ozemlja pri prostorskem umeščanju objektov in infrastrukture se tej škodi lahko v precejšnji meri izognemo. V veliko pomoč nam je lahko karta verjetnosti pojavljanja plazov v Sloveniji in posvetovanje z ustreznimi strokovnjaki že pred začetkom gradnje. Obenem pa je tudi treba poznavati dinamiko plazenja, ki omogoča načrtovanje primernih preventivnih ukrepov.

KLJUČNE BESEDE

pobočna masna gibanja, zemeljski plazovi, geološka zgradba, tektonika, preventiva, Slovenija

ABSTRACT

Influence of geology on landsliding and preventive measures

Each year, several dozen to several hundred events of slope mass movements are registered in Slovenia. Landslides often cause significant damage to buildings and infrastructure. This damage can be largely avoided by taking geological structure of the territory into account in spatial planning of buildings and infrastructures. We can avoid unpleasant consequences by using landslide susceptibility map of Slovenia that has been developed to protect ourselves from mass movements and by consulting experts before starting construction. But it is also necessary to know the dynamics of the landslide, which enables the planning of appropriate preventive measures.

KEY WORDS

slope mass movements, landslides, geological structure, tectonics, prevention, Slovenia

1 Uvod

Slovenija leži na stiku tektonskih plošč, zato je njena geološka zgradba zapletena. Pri trku so se dvignila gorovja – Julijske in Kamniške Alpe ter Karavanke. Zaradi pestre kamninske sestave, tektonske porušnosti kamnin in velike morfološke razgibanosti na mnogih območjih (približno na črtini državnega ozemlja) nastajajo pobočni masni premiki, kamor uvrščamo zemeljske plazove, usade in drobirske tokove. Kar četrtina slovenskega ozemlja je zelo izpostavljena pobočnim masnim procesom in po grobih ocenah živi na ogroženih območjih okoli 18 % prebivalstva (Komac in Jemec 2007). Škoda zaradi zemeljskih plazov je velika, saj je po podatkih Statističnega urada RS znašala v zadnjih letih prek 2 milijona evrov letno (medmrežje 1). Plazov ne moremo preprečiti, lahko pa njihovo pojavljanje s premišljenim ravnanjem zmanjšamo ali se jim deloma celo izognemo.

Pojav plazjenja zahteva premišljeno gospodarjenje s prostorom. Pomanjkljivo izvajanje preventivnih ukrepov, med katere štejemo izdelavo ocen ogroženosti in tveganja za različna območja, izogibanje novogradenj na kritičnih območjih ter preventivna sanacijska dela (kot so preprečevanje širjenja plazljivih in erozijskih območij, urejanje labilnih površin in hudournikov) se odražajo v času izjemno močnih padavin v škodi, ki je za več velikostnih redov večja od vloženih sredstev v preventivo.

Na Geološkem zavodu Slovenije smo izdelali Karto verjetnosti pojavljanja plazov v Sloveniji v merilu 1 : 250 000 (Komac in Ribičič 2008), ki je prikazana na sliki 1. Služi tako na pregledni, kot v manjši meri tudi uporabniški ravni. Iz karte razberemo, da je verjetnost pojavljanja plazov v Sloveniji sorazmerno visoka. Izjema so ravninski predeli ter območja, zgrajena iz karbonatnih kamnin. Slednja so v visokogorskem področju ogrožena zlasti s podori.

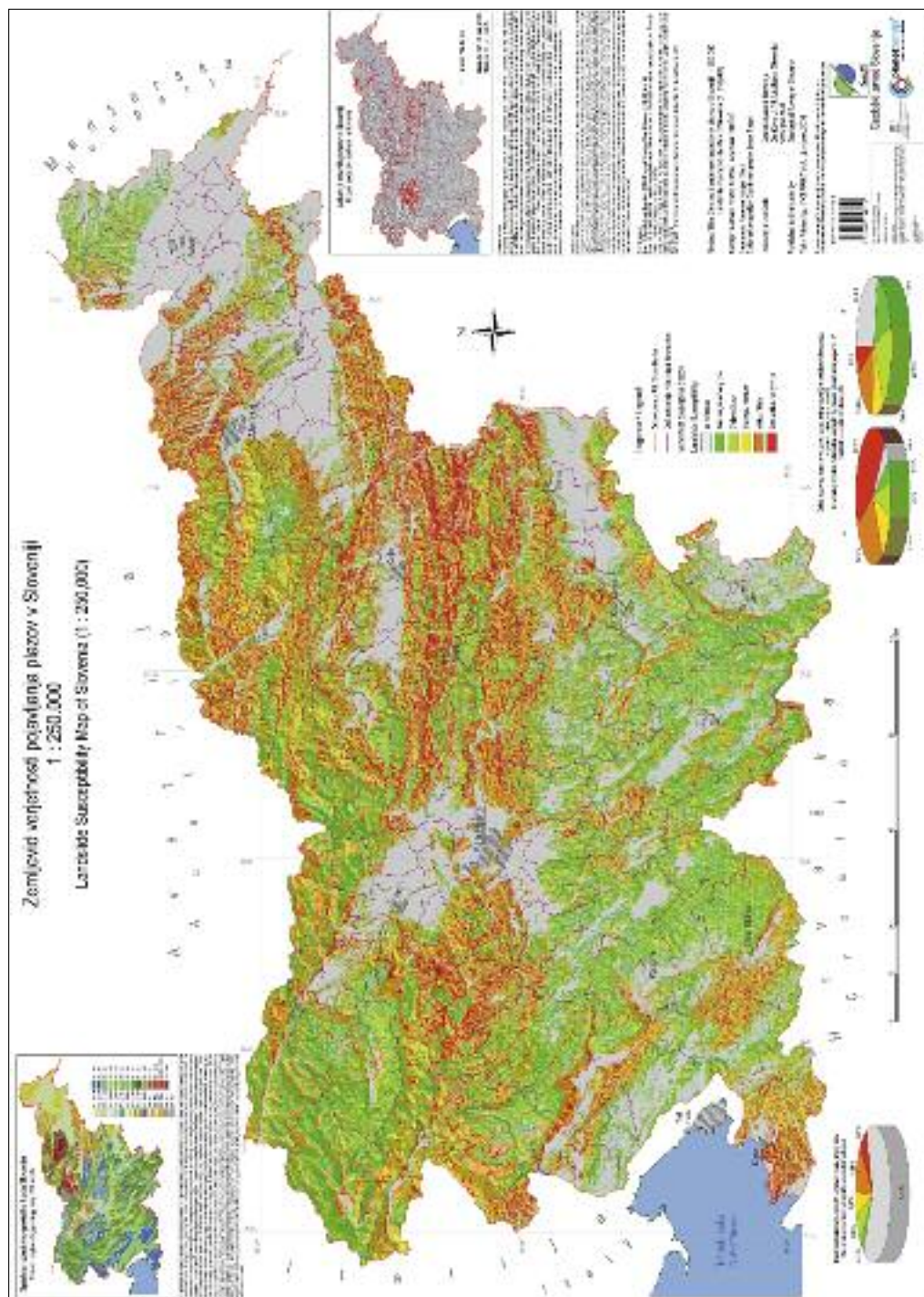
2 Kamnine in njihov vpliv na pojavljanje masnih premikov

Določene vrste masnih premikov nastajajo na določenih vrstah kamnin ali na njihovi preperini. Skalni podori so vezani na karbonatne ali debelozrnate klastične kamnine, medtem ko do udorov prihaja večinoma na apnencih. Zemeljski plazovi in drobirski tokovi nastanejo na drobnozrnatih skrilavih, lapornih in glinastih neprepustnih kamninah, ki preperevajo v zaglinjeno nestabilno preperino.

Na območju Republike Slovenije imamo naslednje plasti, podvržene masnim premikom:

- Metamorfne kamnine (gnajsi, blestniki, amfiboliti, eklogiti, marmor in skrilavci z diabazom) na Pohorju, Kozjaku, Strojni ter ozkem pasu južno od Črne na Koroškem. Z izjemo marmorja preperevajo v zaglinjeno, plazljivo preperino.
- Karbonske plasti, ki so skoraj v celoti obarvane črno in temno sivo, sestavljajo glinasti skrilavec, peščenjak, konglomerat in apnenec. Gradijo obsežne površine vzhodno in zahodno od Ljubljane, v Zasavju ter ozke in dolge pasove na območju Karavank. Podvržene so plazovom in drobirskim tokovom.
- Srednjepermske grōdenske plasti so značilne rdečevijolične barve (skrilavi glinavec, meljevec, peščenjak in konglomerat). Največ jih je v Poljanski dolini, nekaj pa tudi v Zasavju in Karavankah. Podvržene so plazovom in drobirskim tokovom.
- Spodnjetriasne werfenske plasti (tanke plasti apnenca, dolomita, laporovca, glinavca in občasno sadre). Pojavljajo se med Idrijo in Ljubljano, v Zasavju, na Kočevskem, v Julijskih Alpah, Karavankah ter Kamniških in Savinjskih Alpah. Podvržene so plazovom in drobirskim tokovom.
- Srednjetriasni glinavec, peščenjak, konglomerat, tuf in predornine, laporovec in ploščasti apnenec. Razen v jugozahodni in vzhodni Sloveniji jih je moč najti po vsem državnem ozemlju, navadno na manjših površinah. Podvržene so plazovom in drobirskim tokovom.
- Zgornjetriasni karnijski glinavec, peščenjak, breča, apnenec in dolomit so na manjših površinah v Julijskih Alpah, Karavankah, v Cerkljanskem hribovju, Posavju, ponekod na Dolenjskem in v Beli krajini.

Slika 1: Zemljevid verjetnosti pojavljanja plazov v Sloveniji (Komac in Ribičič 2008). ►



Po plasteh glinavca lahko pride do medplastovnih zdrsov večjih gmot, ki se pri velikih višinskih razlikah razvijejo v skalne podore in drobirske tokove. V takšnih primerih so zelo nevarne kamnine že kot majhne krpe med karbonati (Ciprnik, Log pod Mangartom). Podvržene so plazovom in drobirskim tokovom.

- Spodnjejurski glinavec in apnenec z rožencem se pojavljata na južnem obrobju Celjske kotline. Po plasteh glinavca lahko pride do medplastovnih zdrsov večjih mas. Podvržene so plazovom in drobirskim tokovom.
- Spodnjekredni, paleocenski in eocenski fliš, sestavljajo menjajoče se plasti glinavca, laporovca in peščenjaka, ponekod tudi apnenčeva breča. Pokrivajo večje površine v severozahodni in jugovzhodni Sloveniji. Podvržene so plazovom in drobirskim tokovom.
- Volčanski apnenec, ploščast apnenec z rožencem in rdečim laporovcem kredne starosti najdemo na manjših površinah v jugovzhodni in severozahodni Sloveniji. vzdolž plasti rdečega laporovca lahko pride do medplastovnih zdrsov, ki se razvijejo v drobirske tokove. Podvržene so plazovom in drobirskim tokovom.
- Magmatske kamnine oligocenske starosti so tonalit, andezit in dacit. Granit in granodiorit permske starosti sta precej starejša. Pojavljajo se na precejšnjih površinah na Pohorju in pasu južno od Črne. Preperevajo v zaglinjeno preperino, ki plazi.
- Oligocenski andezitni tuf pokriva precejšnje površine severno in vzhodno od Celjske kotline. Prepereva v zaglinjeno preperino, ki rada plazi. Oligocenski laporovec, glina, peščenjak, konglomerat in apnenec pokrivajo precejšnje dele severozahodno od Celjske kotline ter severozahodni del Ljubljanske kotline. Glina je nabreklijiva in plazljiva.
- Z miocenskim peskom, peščenjakom, konglomeratom, laporovcem, glino in apnencem je pokrit velik del jugovzhodne Slovenije. Na laporovcu in glini se iz teh plasti lahko razvijejo zemeljski plazovi.
- Pliocensko-pleistocenski prod, pesek in glina so nastali pred milijonom let ter pokrivajo običajno večje površine jugovzhodne in vzhodne Slovenije. Glina je plazljiva.
- Aluvijalni nanosi kvartarne starosti so sestavljeni iz proda, peska, gline, grušča in konglomerata. Običajno pokrivajo dna dolin in nižin Slovenije, ki tvorijo znaten del državnega ozemlja. Gline so plazljive (povzeto po Buser 1990 in Budkovič 2002).

3 Vpliv tektonske zgradbe na stabilnost pobočij in pojavljanje zemeljskih plazov

Tektonska zgradba zemeljske skorje je posledica tektonskih premikanj. Pri premikanju litosferskih plošč se skorja guba, prelamlja, nariva, podriva, dviga in ugreza. Slovenija leži na stičišču geotektonskih enot Vzhodnih Alp, Dinaridov, jadranskega predgorja in Panonskega bazena, zato je njena tektonska zgradba zelo raznolika (Placer 1999).

Tektonska zgradba ima velik vpliv na stabilnost pobočij in na erozijo. Tektonizirana območja so bolj ogrožena, saj so kamnine ob prelomih, v prelomnih conah in narivnih robovih močno prepokane, pretрте in pregnetene. Takšne kamnine so bolj podvržene mehanskemu in kemičnemu preperevanju, zato pogostejše plazijo, se lomijo in se lažje izpirajo.

Narivi in prelomne cone vključujejo leče različnih prepustnih in neprepustnih kamnin z različnim hidrogeološkim režimom. Zamakanje tektonsko poškodovanih glinastih kamnin večkrat sproži zemeljske plazove in drobirske tokove. Takšne nevarne pojave poznamo s Karavank iz območja Periadriatske prelomne cone. Drobirski tok iz tektoniziranega karbonskega skrilačca je leta 1789 zasul 40 hiš v vasi Koroška Bela (Zupan 1937). Novejši primer je drobirski tok tektoniziranega glinastega skrilačca na Macesnikovem plazu nad Solčavo.

Posebno nevarna so območja, kjer so trdi karbonati narinjeni na mehke glinaste kamnine. Kadar trde kamnine ob narivnih robovih izgubijo oporo, lahko pride do skalnih podorov velikih razsežnosti. Podorni tokovi potujejo izredno hitro in daleč. Z narivnega roba Trnovskega gozda nad Vipavsko dolino se je pred več deset tisoč leti sprožil skalni podor, ki je potoval prek celotne Vipavske doline.

Ostanke gozda, ki ga je zasul podorni tok, so našli ob gradnji hitre ceste Vipava–Nova Gorica pri Selu (Popit in Košir, 2003). Sledove podobnega skalnega podora vidimo tudi nad vasjo Koseč pod Krnom.

Mnogo podorov srečamo tudi v visokogorju, kjer so se z razpokanih skalnih sten podrle večje kamnite gmote ter v nekaterih primerih nadaljevale pot v dolino kot zrnski oziroma podorni tok.

4 Zakonodaja na področju pobočnih nestabilnosti

Stanje pri zakonodaji, planiranju in izvajanju preventive za plazove na območju Slovenije ni zadovoljivo (Ribičič 2007). Tako je sicer obsežno prenovljena zakonodaja po letu 2000 ostala na presplošni ravni in ne predpisuje obvezne izdelave kart tveganja za plazove in erozijo za različne prostorske načrte. Tudi finančna sredstva, ki se vlagajo v preventivne ukrepe, so bistveno premajhna.

Pri analizi današnjega stanja na področju varstva pred zemeljskimi plazovi ločimo stanje na področju preventive in monitoringa ter stanje na področju sanacije že sproženih pojavov. Kakšne so dejanske razmere na obeh področjih, je odvisno od zakonodajnih podlag, finančnih vlaganj in dejanskih ravnanj v praksi.

Državni zbor je v letih 1991–2005 sprejel vrsto interventnih zakonov, ki so zagotavljali vire za sanacijo velikih zemeljskih plazov oziroma sproženja večjega števila plazov ob ekstremnih deževnih razmerah. K temu lahko prištejemo še Resolucijo o nacionalnem programu sanacije pojavov nestabilnosti tal izdelano v letu 2005 (kopija pri avtorju), ki najbolj kompleksno obravnava problematiko sanacije plazov, ki pa ni bila obravnavana v Državnem zboru Republike Slovenije. Izdelana je bila tudi Metodologija za določanje ogroženih območij in način razvrščanja zemljišč v razrede ogroženosti zaradi zemeljskih plazov (medmrežje 2; medmrežje 3), ki daje osnovo za izdelavo kart napovedi ogroženosti, to je za preventivo, ki pa ni ustrezno pokrita z zakonskimi akti.

Za preventivo pred zemeljskimi plazovi je najbolj uporaben Zakon o vodah (ZV-1 2002), ki v členih 82., 83., 85. in 88. opredeljuje, kaj so plazovi in kateri so pogoji za posege na ogroženem območju. V 55. in 61. členu določa, kako se prikaže varstvena in ogrožena območja v prostorskih aktih in sektorskih načrtih.

83. člen Zakona o vodah predstavlja podlago za Pravilnik o metodologiji za določanje območij, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja ter o načinu razvrščanja zemljišč v razrede ogroženosti (Ur. l. RS, št. 60/2007), ta pa predstavlja podlago za pripravo kart in dodatne analize nevarnosti in ogroženosti.

Pobočni masni premiki kot naravni procesi, v katerih človek vidi njemu nevarne dogodke, vse bolj ogrožajo njegov življenjski prostor (Komac in Jemec 2007). V Sloveniji smo se v zadnjih letih soočili z nepojmljivo močjo omenjenih procesov, ki so za seboj pustili razdejanje v obliki človeških žrtev in ogromne gospodarske škode. Namesto, da bi pristopili k preventivi in poskušali preprečiti ali zmanjšati posledice ob prihodnjih dogodkih, se v Sloveniji večinoma še vedno posvečamo zgolj odpravljanju posledic.

V Sloveniji še vedno nimamo ustrezne geološke karte, ki bi prostorske načrtovalce opozarjala na območja z večjo stopnjo geološko pogojene ogroženosti, saj je karta OGK (Osnovna geološka karta) SFRJ za takšen namen pregroba (Budkovič 2002). Za celotno državno ozemlje obstajajo rokopisne geološke karte v merilu 1 : 25.000, izdelane po standardu za karto v merilu 1 : 100.000, ki bi jih bilo mogoče nadgraditi v karto geološko pogojene ogroženosti. Takšne karte bi bilo smiselno pripraviti za vsako občino, saj so občine osnovne enote prostorskega načrtovanja.

5 Kaj lahko storimo sami

Za splošno osveščanje ljudi o nevarnosti zemeljskih plazov smo na Geološkem zavodu pripravili kratka navodila lastnikom objektov na nestabilnih tleh, ki so dostopna na spletnih straneh Geološke-



POVZETO IN PRILIČENO PO: WWW.COASTALWIGHT.UK

Slika 2: Priporočila lastnikom objektov na nestabilnih tleh (medmrežje 5).

»PREPOVEDI«

- 1 Ne zasujite ali spreminjajte smeri jarkov in odtočnih poti.
- 2 Preprečite zbiranje in zastajanje večjih količin vode na enem mestu.
- 3 Ne dovolite, da bi moral vaše težave z vodo ali tlemi reševati sosed.
- 4 Ne preoblikujte pobočij brez obvestila oz. dovoljenja pristojnih lokalnih oblasti (občine).
- 5 Ne odstranjujte vegetacije s pobočij, ne da bi jo nadomestili s ponovno zasaditvijo.

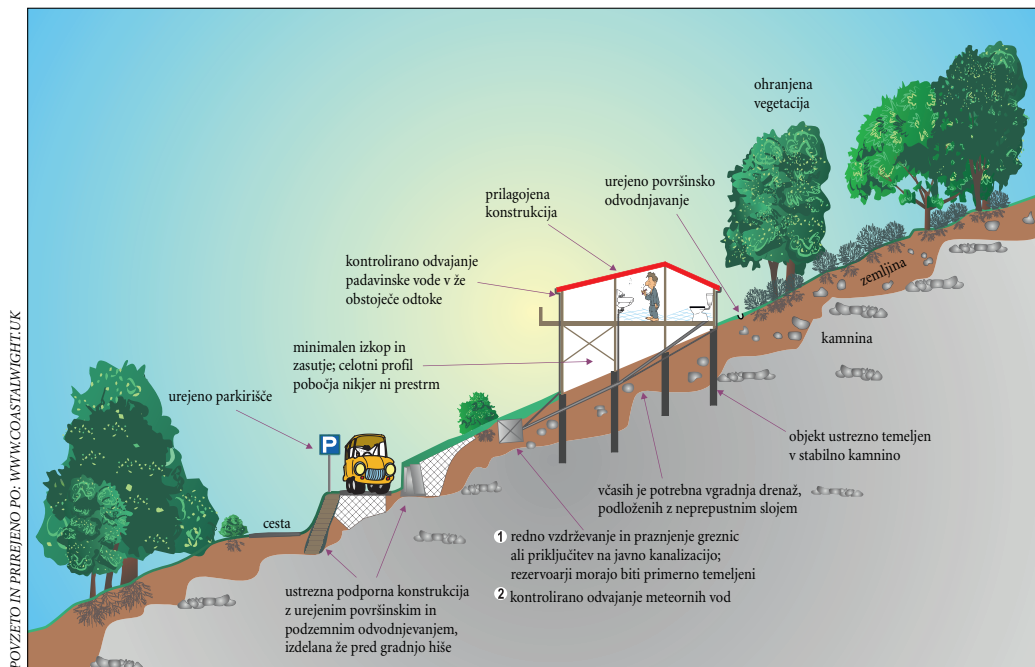
»ZAPOVEDI«

6. Redno pregledujte strešne odtoke in žlebove ter skrbite, da so očisti in pretočni.

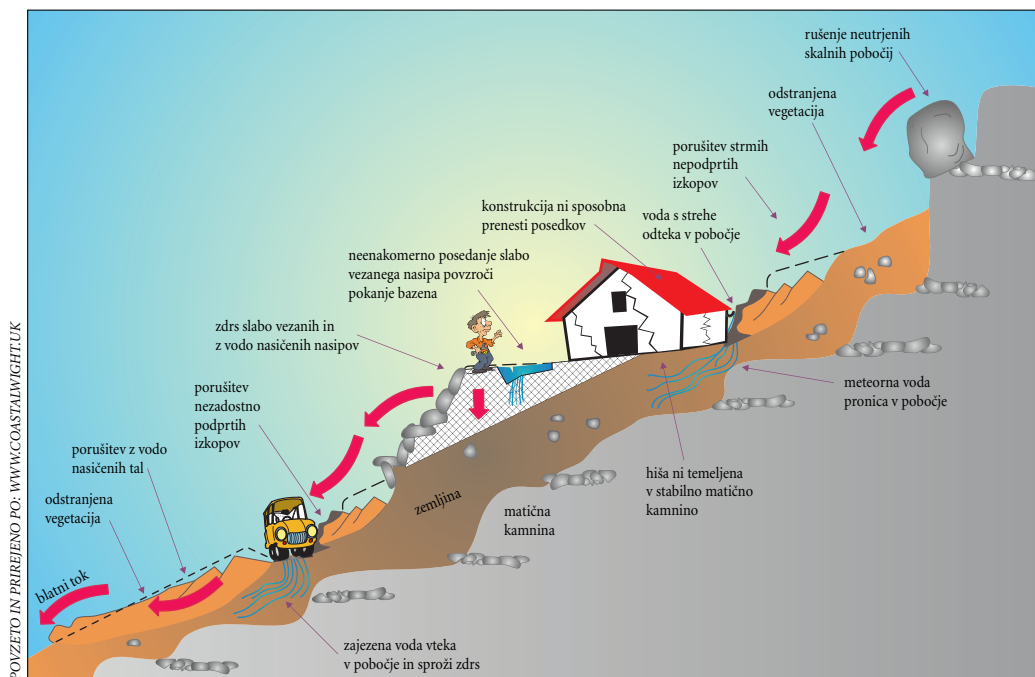
7. Redno pregledujte in čistite odtočne jarke.
8. V času obilnih ali dolgotrajnih padavin bodite pozorni na kazalce nastanka zdrsov zemljске mase.
9. Bodite pozorni na vlažne madeže, prepustnost cevi in stranišč v hiši.
10. Bodite pozorni na območja povečane vlažnosti in zastajanja vode na zemljišču.
11. Če se pojavijo razpoke, posedanje ali zdrsi zemljine, se posvetujte s strokovnjakom in obvestite pristojne lokalne oblasti (občino).
12. Redno pregledujte strma pobočja in bodite pozorni na pojave odlomov kamninskih blokov.
13. Redno pregledujte bazene in ribnike in jih takoj popravite, če puščajo.

ga zavoda (medmrežje 4). V navodilih opozarjamo na prepoznavanje nestabilnega terena že pred nakupom parcele ali pred pričetkom gradnje (strma pobočja, sumljive površinske oblike, prisotnost vode, itd). Po že končani gradnji naj bodo ljudje pozorni na pojave novih razpok v okolici, na objektih, zidovih, slika 2).

Za informiranje glede pojavov pobočnih nestabilnosti v okolju, kjer namerava lastnik graditi, naj se obrne na pristojne lokalne oblasti (občina) in Geološki zavod Slovenije, pred pričetkom gradnje pa naj se posvetuje z ustrezno usposobljenim strokovnjakom – inženirskim geologom, geotehnikom ali geomehnikom. Na spletnih straneh Geološkega zavoda Slovenije podajamo tudi primere ustrezne gradnje na sliki 3 in neustrezne gradnje na nestabilnih pobočjih (slika 4).



Slika 3: Primeri ustreznega ravnanja pri posegih v pobočje (medmrežje 6).



Slika 4: Primeri neustreznega ravnanja pri posegih v pobočje (medmrežje 7).

6 Sklep

V prispevku je opisana osnovna kamninska in tektonska zgradba ozemlja Slovenije. Obravnavan je vpliv geoloških danosti na nastanek zemeljskih plazov, skalnih podorov in udorov ter masnih tokov. Vse te naravne nesreče so povezane z določeno vrsto kamnine in/ali s tektonsko porušenostjo ozemlja. Poznavanje in upoštevanje kamninske sestave ozemlja in tektonskih zakonitosti bi moralo biti osnova vsakega posega v okolje. Navedene naravne pojave je povečini možno strokovno predvideti in se jim izogniti, s tem pa preprečiti velike materialne izgube in človeške stiske. Za osveščanje ljudi v zvezi s problematiko gradnje na plazovitih območjih, smo na Geološkem zavodu Slovenije pripravili navodila lastnikom objektov na takšnih tleh. Navodila so objavljena na spletnih straneh Geološkega zavoda Slovenije, poleg pa je dodano tudi slikovno gradivo za primere ustrezne in neustrezne gradnje na nestabilnih pobočjih.

7 Viri in literatura

- Budkovič, T. 2002: Geološka zgradba. Nesreče in varstvo pred njimi. Ljubljana.
- Buser, S. 1990: Slovenija, geološka karta 1 : 500.000. Ljubljana.
- Komac, M., Jemec, M. 2007: Zemeljski plazovi kot oblika pobočnih masnih premikov in preventivno varstvo pred njimi v Sloveniji. Strategija varovanja tal v Sloveniji. Ljubljana.
- Komac, M., Ribičič, M. 2008: Zemljevid verjetnosti pojavljanja plazov v Sloveniji 1 : 250.000. Geološki zavod Slovenije. Ljubljana.
- Medmrežje 1: <http://www.stat.si/pxweb/Dialog/Saveshow.asp>
- Medmrežje 2: http://www.sos112.si/slo/tdocs/met_zemeljski_1.pdf (27. 12. 2010)
- Medmrežje 3: http://www.sos112.si/slo/tdocs/met_zemeljski_2.pdf (27. 10. 2010)
- Medmrežje 4: http://www.geo-zs.si/UserFiles/1/File/Nasveti_lastnikom_objektov_na_nestabilnih_tleh.pdf (27. 12. 2010)
- Medmrežje 5: <http://www.geo-zs.si/UserFiles/1/File/prepovedi-zapovedi.pdf> (27. 12. 2010)
- Medmrežje 6: http://www.geo-zs.si/UserFiles/1/File/Ustrezno_ravnanje.pdf (27. 12. 2010)
- Medmrežje 7: http://www.geo-zs.si/UserFiles/1/File/Neustrezno_ravnanje.pdf (27. 12. 2010)
- Placer, L. 1999: Tektonska zgradba. Enciklopedija Slovenije 13. Ljubljana.
- Popit, T., Košir, A. 2003: Pleistocenski plaz pri Selu v Vipavski dolini. Geološki zbornik 17. Ljubljana.
- Ribičič, M. 2007: Stanje in zakonodaja na področju plazenja in erozije tal v Sloveniji. Strategija varovanja tal v Sloveniji. Ljubljana.
- Zakon o vodah, ZV-1 (Ur. l. RS 67/2002)
- Zupan, G. 1937: Koroška Bela. Krajevni leksikon Dravske banovine. Ljubljana.

PRIMERJAVA RAZLIČNIH NAČINOV MODELIRANJA PLAZOVITOSTI

Rok Ciglič, dr. Matija Zorn, dr. Blaž Komac

Znanstvenoraziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti, Geografski inštitut Antona Melika, Novi trg 2, SI – 1000 Ljubljana, Slovenija

rok.ciglic@zrc-sazu.si, matija.zorn@zrc-sazu.si, blaz.komac@zrc-sazu.si

IZVLEČEK

Primerjava različnih načinov modeliranja plazovitosti

Različni načini modeliranja določenega pojava sprožajo vprašanje o zanesljivosti modelov in njihovi podobnosti resničnim naravnim razmeram. V prispevku smo primerjali rezultate petih načinov modeliranja plazovitosti za območje Katastrske občine Medana v Goriških brdih. Analiza je bila izvedena s pomočjo opisne statistike, natančnosti klasifikacije učnega vzorca ter primerjave z neodvisnim vzorcem. Rezultati različnih modeliranj se med seboj razlikujejo.

KLJUČNE BESEDE

geografija, geomorfologija, zemeljski plazovi, zemljevidi plazovitosti, modeliranje, primerjava metod, Goriška brda, Slovenija

ABSTRACT

Comparison of different methods for modelling of landslide hazard assessment

Different methods for modelling of specific phenomena raise a question of reliability of models and their similarity to the reality. In the paper we compare the results of five different modelling methods for landslide hazard assessment. The study area was the Medana Cadastral municipality area in the Goriška brda hills, W Slovenia. The analysis was carried out using descriptive statistics, by a classification accuracy of a training data set and a comparison with an independent data set. We found out that the results of different modelling methods differ.

KEY WORDS

geography, geomorphology, landslides, landslide hazard maps, modelling, comparison of methods, Goriška brda hills, Slovenia

1 Uvod

Modeli so najpreprosteje definirani kot poenostavljen prikaz ali abstrakcija resničnosti (Demeritt in Wainwright 2005). Pri preučevanju naravnih pojavov in procesov je velikokrat rezultat analize model, ki pojasnjuje obstoječe pojave in se lahko uporabi tudi za napovedovanje prihodnjih dogodkov oziroma napovedovanje verjetnostni določenega pojava. Velikokrat je model vključen v postopek upravljanja ali podpore odločanja, ko je treba analizirati veliko količino podatkov ter podati najboljše rešitev (na primer Lisec, Drobne in Kovačič 2010). Tudi na področju naravnih nesreč se modeliranje uporablja za razlago in napovedovanje raznih pojavov, kot so na primer zemeljski (Zorn in Komac 2008) in snežni plazovi (Petrovič 2010; Pavšek, Komac in Zorn 2010) ter poplave (Robič, Frantar in Polajnar 2010).

Različni načini modeliranja istega pojava na istem območju sprožajo vprašanje, kateri najboljše odraža naravne razmere. Kar nekaj primerov tovrstnih analiz je mogoče najti v literaturi (na primer Armitage in Ober 2010; Belbin in McDonald 1993; Kampichler in drugi 2010), poleg tega pa je moč najti tudi primerjave načinov ocenjevanja uspešnosti modelov (Huang in Kao 2006). Takšne razprave najdemo tudi na področju zemeljskih plazov (na primer van Westen in ostali 1999; Ardizzone in ostali 2002).

2 Primerjava različnih načinov modeliranja

Na področju modeliranja plazov je poznanih več načinov izdelave zemljevidov plazovitosti (na primer Komac in Zorn 2007b; Nefeslioglu s sodelavci 2010). V prispevku smo ovrednotili pet modelov:

- metoda ponderiranja (Zorn in Komac 2004),
- logaritemska metoda indeksiranja (Ruff in Czurda 2008),
- Dempster-Shaferjev algoritem (Dempster 1968; Shafer 1990),
- niz odločitvenih dreves z algoritmom J48 (Witten in Frank 2005) in
- niz odločitvenih dreves z algoritmom CART (glej poglavje 2.1).

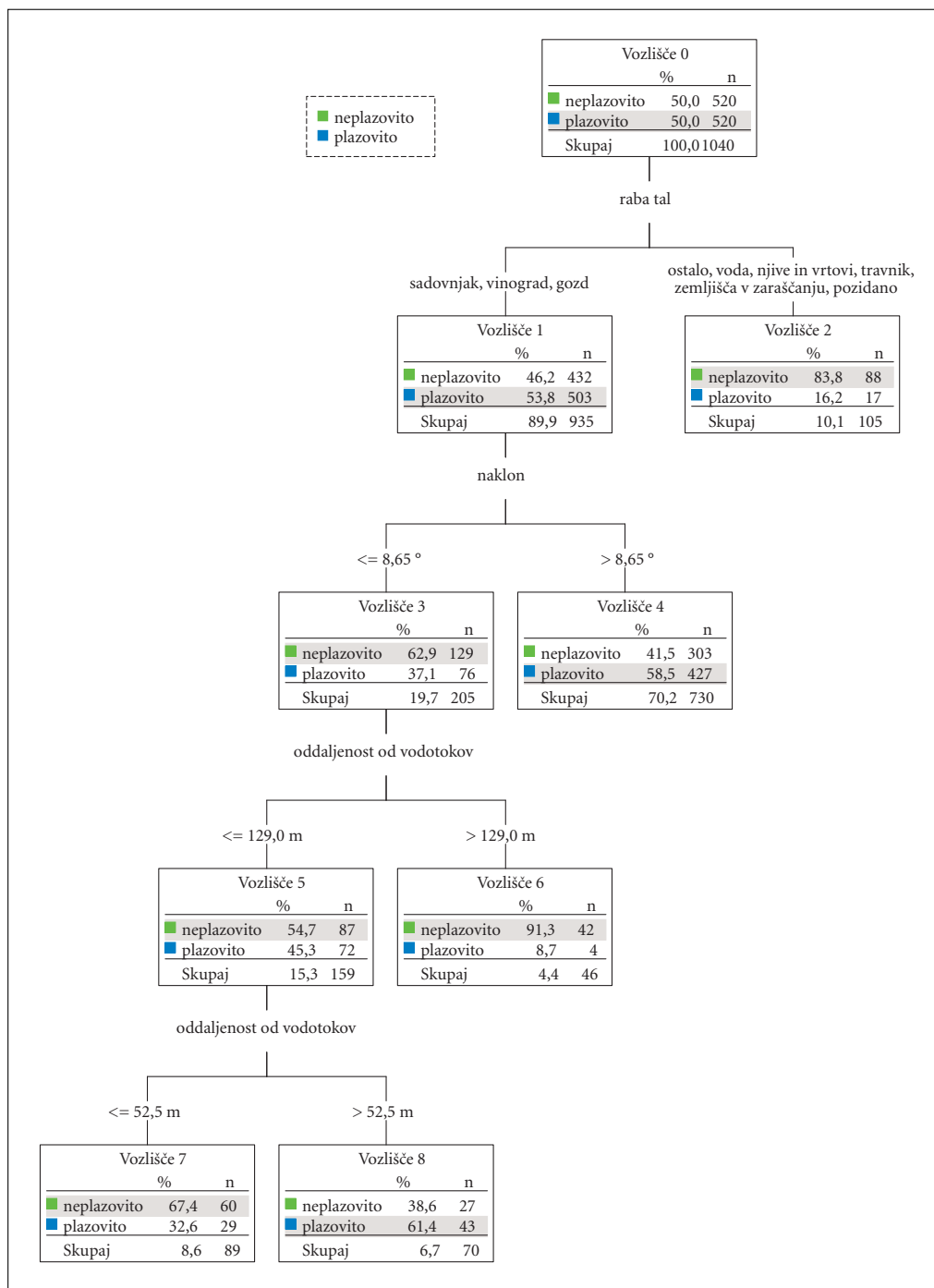
Vse modele smo uporabili za ugotavljanje plazovitosti v Goriških brdih. Po prvih treh metodah so bili zemljevidi plazovitosti izdelani za južna Goriška brda, pri odločitvenih drevesih pa smo izdelali zemljevide le za območje katastrske občine Medana. Zaradi tega smo primerjavo zemljevidov naredili le za to območje. Pri zemljevidih smo uporabili podatkovne sloje z ločljivostjo $12,5 \times 12,5$ m.

Uporaba posameznih metod je podrobneje predstavljena v naslednjih virih: za metodo ponderiranja v Komac in Zorn (2007a), za logaritemsko metodo indeksiranja v Zorn in Komac (2009), za Dempster-Shaferjev algoritem v Zorn in Komac (2007), za algoritem J48 v Ciglič, Zorn in Komac (2010).

Velik del primerjav je bil narejen na podlagi razlik med plazovitimi in neplazovitimi celicami. Ta delitev pomeni, da smo celice združili na podlagi podatkovnega sloja pojava plazov, kjer je vsaka celica uvrščena kot plazovita, če se je tam plaz že pojavil oziroma neplazovita, če se plaz tam ni pojavil. Plazovite celice so pri vseh metodah (z izjemo metode ponderiranja) služile tudi kot učni vzorec.

2.1 Metoda CART

V okviru pričujoče analize smo prvič preizkusili metodo odločitvenih dreves z algoritmom CART (*Classification and Regression Trees*; Lin, Now in He 2006; SPSS ... 2010). Po tej metodi smo vse neplazovite celice razdelili v deset skupin in vsaki dodali plazovite celice ter izdelali deset odločitvenih dreves, katerih pravila smo uporabili za izdelavo desetih delnih zemljevidov z vsemi celicami na območju k. o. Medana. Vsak zemljevid je prikazal, ali se posamezna celica uvršča med plazovite, ali ne; seštevek vseh delnih zemljevidov je dal končni zemljevid plazovitosti s kategorijami od 0 do 10. Za izdelavo smo uporabili program SPSS 17.0, pri izdelavi pa smo določili, da mora biti minimalno število enot v posameznem listu 30. Uporabili smo še obrezovanje drevesa (angl. *pruning*), ki je pripomoglo k bolj posplošenemu modelu.



Slika 1: Sestavljanje drevesa po metodi CART (primer vzorca številka 1).

3 Primerjava metod in njihovih rezultatov

Večina metod je omejenih na določen tip podatkov, pogosto pa zahtevajo tudi določeno zgradbo podatkov (na primer normalna porazdelitev enot). Izbor metode je poleg tega odvisen še od dostopnosti podatkov. Nekaj osnovnih značilnosti uporabljenih metod je navedenih v preglednici 1. Različne možnosti nastavitve v okviru posameznih metod omogočajo, da lahko na različne načine modeliramo že znotraj posamezne metode.

Preglednica 1: Primerjava lastnosti posameznih metod.

metoda	metoda ponderiranja	logaritemska metoda indeksiranja	Dempster- Shaferjev algoritem	niz odločitvenih dreves (algoritem J48)	niz odločitvenih dreves (algoritem CART)
tip podatkov	številski	številski	številski	nominalni, ordinalni in številski	nominalni, ordinalni in številski
tip izdelave	ekspertna ocena	izdelava na podlagi vzorčnih celic	izdelava na podlagi vzorčnih celic	izdelava na podlagi vzorčnih celic	izdelava na podlagi vzorčnih celic
nekateri vplivi uporabnika	izbor dejavnikov, določanje uteži (ponderjev)	izbor dejavnikov, razvrstitev v razrede	izbor dejavnikov	izbor dejavnikov, število enot v vozliščih, način obrezovanja drevesa, možnost binarne delitve	izbor dejavnikov, izbira mere nečistoče, število enot v vozliščih, število ravni, toleranca pri obrezovanju

3.1 Statistična primerjava rezultatov različnih metod

Zemljevide smo primerjali na podlagi opisnih statistik in sicer ločeno za celice, ki so plazovite, in celice, ki niso plazovite (preglednici 3 in 4). Pri tem je treba opozoriti, da so bili zemljevidi plazovito-sti narejeni z različnim razponom vrednosti (preglednica 2). Število plazovitih celic pri vseh zemljevidih plazovitosti znaša 520, število neplazovitih pa 20.578.

Preglednica 2: Število razredov pri posameznih zemljevidih.

	metoda ponderiranja	logaritemska metoda indeksiranja	Dempster- Shaferjev algoritem	niz odločitvenih dreves (algoritem J48)	niz odločitvenih dreves (algoritem CART)
število kategorij plazovitosti	7	14	15	11	11

Opazili smo, da imajo vsi zemljevidi pri neplazovitih celicah nižje povprečje, a ne vedno nižje mediane in modusa (preglednici 3 in 4). Razpon vrednosti je v obeh preglednicah (z izjemo zemljevida po Dempster-Shaferjevem algoritmu) za posamezno metodo enak. Neplazovite celice imajo veliko večji koeficient variacije, kar pomeni, da se celice nahajajo pri zelo različnih vrednostih verjetnosti pojava plazu.

Preglednica 3: Osnovni statistični podatki za plazovitost po posameznih zemljevidih (plazovite celice).

	metoda ponderiranja	logaritemska metoda indeksiranja	Dempster- Shaferjev algoritem	algoritem J48	algoritem CART
povprečje	6,5	4,5	12,7	6,6	7,5
mediana	7	5	14	8	8
modus	7	5	14	9	10
standardni odklon	3,3	1,6	4,1	3,4	2,6
varianca	10,9	2,6	16,4	11,4	6,6
koeficient variacije	50,5	35,9	31,9	51,0	34,5
najnižja vrednost	0	0	0	0	0
najvišja vrednost	13	6	14	10	10

Preglednica 4: Osnovni statistični podatki za plazovitost po posameznih zemljevidih (neplazovite celice).

	metoda ponderiranja	logaritemska metoda indeksiranja	Dempster- Shaferjev algoritem	algoritem J48	algoritem CART
povprečje	5,3	4,1	6,7	3,8	5,2
mediana	7	5	7	3	5
modus	7	5	0	0	0
standardni odklon	3,5	2,0	4,5	3,4	3,3
varianca	12,1	3,8	19,9	11,7	10,7
koeficient variacije	65,6	47,6	66,7	90,2	63,4
najnižja vrednost	0	0	0	0	0
najvišja vrednost	13	6	13	10	10

Metode se med seboj razlikujejo z več vidikov, zato tudi rezultati ne morejo biti povsem enotni. Da so rezultati modeliranja plazovitosti z različnimi metodami različno močno povezani med seboj, so ugotavljali že Ciglič, Zorn in Komac (2010). Njihove rezultate deloma povzema preglednica 5.

Preglednica 5: Spearmanov koeficient povezanosti za izbrane načine modeliranja plazovitosti (vrednosti označene z * so statistično značilne pri $p = 0,01$).

	metoda ponderiranja	logaritemska metoda indeksiranja	Dempster- Shaferjev algoritem	algoritem J48	algoritem CART
metoda ponderiranja	1,00	0,67*	0,32*	0,41*	0,53*
logaritemska metoda indeksiranja	0,67*	1,00	0,41*	0,50*	0,48*
Dempster-Shaferjev algoritem	0,32*	0,41*	1,00	0,13*	0,14*
algoritem J48	0,41*	0,50*	0,13*	1,00	0,78*
algoritem CART	0,53*	0,48*	0,14*	0,78*	1,00

Preglednica 6: Frekvenčna porazdelitev celic posameznih zemljevidov.

kategorija	metoda ponderiranja		Dempster-Shaferjev algoritem		logaritmsko metodo indeksiranja		algoritem J48		algoritem CART	
	delež plazovitih v kategoriji (%)	delež plazovitih celic od vseh plazovitih celic (%)	delež plazovitih v kategoriji (%)	delež plazovitih celic od vseh plazovitih celic (%)	delež plazovitih v kategoriji (%)	delež plazovitih celic od vseh plazovitih celic (%)	delež plazovitih v kategoriji (%)	delež plazovitih celic od vseh plazovitih celic (%)	delež plazovitih v kategoriji (%)	delež plazovitih celic od vseh plazovitih celic (%)
0	1,3	9,2	1,4	9,2	1,4	9,2	0,5	5,0	0,4	2,9
1	0,5	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	9,2	0,0	0,0
2	1,1	1,2	0,0	0,0	3,6	0,2	1,9	5,8	0,4	1,0
3	2,6	10,8	0,0	0,0	6,1	5,4	1,5	2,9	0,8	1,9
4	0,5	0,6	0,0	0,0	1,5	10,2	1,8	9,4	1,8	8,5
5	2,6	12,3	0,0	0,0	2,8	54,0	0,8	1,0	2,0	10,4
6	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	21,0	0,6	0,6	2,4	8,5
7	2,8	34,2	0,0	0,0		2,4	9,0	3,1	12,9	
8	2,3	6,5	0,0	0,0		3,2	9,6	3,2	9,6	
9	0,0	0,0	0,0	0,0		7,5	28,1	3,1	9,8	
10	3,6	13,5	0,0	0,0		8,6	19,4	6,6	34,6	
11	7,6	7,3	0,0	0,0						
12	1,2	0,4	0,0	0,0						
13	3,9	3,3	0,0	0,0						
14		100,0	90,8							

3.2 Ocena rezultatov na podlagi učnega vzorca enot

Različne metode so dale različne rezultate, zato se pojavi vprašanje, katera je (naj)primernejša. Primerčnost modelov lahko ocenimo na podlagi obstoječih lokacij plazov. V našem primeru smo s temi obstoječimi lokacijami določali plazovitost pri štirih modelih, le model z deterministično metodo ponderiranja je bil izdelan na podlagi ekspertnega znanja in ne na podlagi učnih enot. Zaradi tega so ostali modeli v (veliki) prednosti, saj se prilagajo učni množici. S prekomerno prilagoditvijo modela učnim enotam se namreč posplošenost modela ponavadi zmanjša (Witten in Frank 2005).

Pri frekvenčni porazdelitvi celic pri različnih zemljevidih plazovitosti se pojavljajo razlike, na katere kaže že izračun povezanosti med njimi (preglednica 5). Pri večini opazimo, da se delež plazovitih celic (torej tistih, kjer je bil plaz že zabeležen) z višanjem kategorije plazovitosti večja. Opazne so precejšnje razlike med posameznimi zemljevidi (preglednica 6). Pri zemljevidu z Dempster-Shaferjevim algoritmom večina plazovitih celic ustreza najvišjemu razredu, preostanek (dobra desetina vseh plazovitih) pa je v razredu 0.

Glede na frekvenčno porazdelitev je težko reči, kateri izmed zemljevidov se najbolj prilega učni množici. Zato smo združili višjo polovico in nižjo polovico kategorij v le dve skupini (preglednica 7). Pri neparnih lestvicah smo sredinsko kategorijo razdelili in prišteli po eno polovico obema skupinama kategorij. Kot najmanj primerna se je zaradi nepovezanosti z dejanskimi plazovi izkazala metoda ponderiranja. Kot najuspešnejša se je pokazala metoda z Dempster-Shaferjevim algoritmom. Precej uspešni pa sta tudi metoda CART in logaritemska metoda indeksiranja.

Preglednica 7: Primerjava metod glede na plazovite celice.

	delež plazovitih celic v skupini nižjih kategorij	delež plazovitih celic v skupini višjih kategorij
metoda ponderiranja	34,8	65,2
logaritemska metoda indeksiranja*	12,1	87,9
Dempster-Shaferjev algoritem*	9,2	90,8
algoritem J48*	32,8	67,2
algoritem CART*	19,4	80,6

* srednji razred je bil razdeljen na pol

3.3 Ocena rezultatov z neodvisnim vzorcem

Modele najbolj preverjamo oziroma validiramo z uporabo neodvisnega vzorca (Irigaray in ostali 2007). To pomeni, da model izdelamo na podlagi izbranih enot, njegovo natančnost pa nato preizkusimo s podatki, ki niso bili vključeni v izdelavo modela.

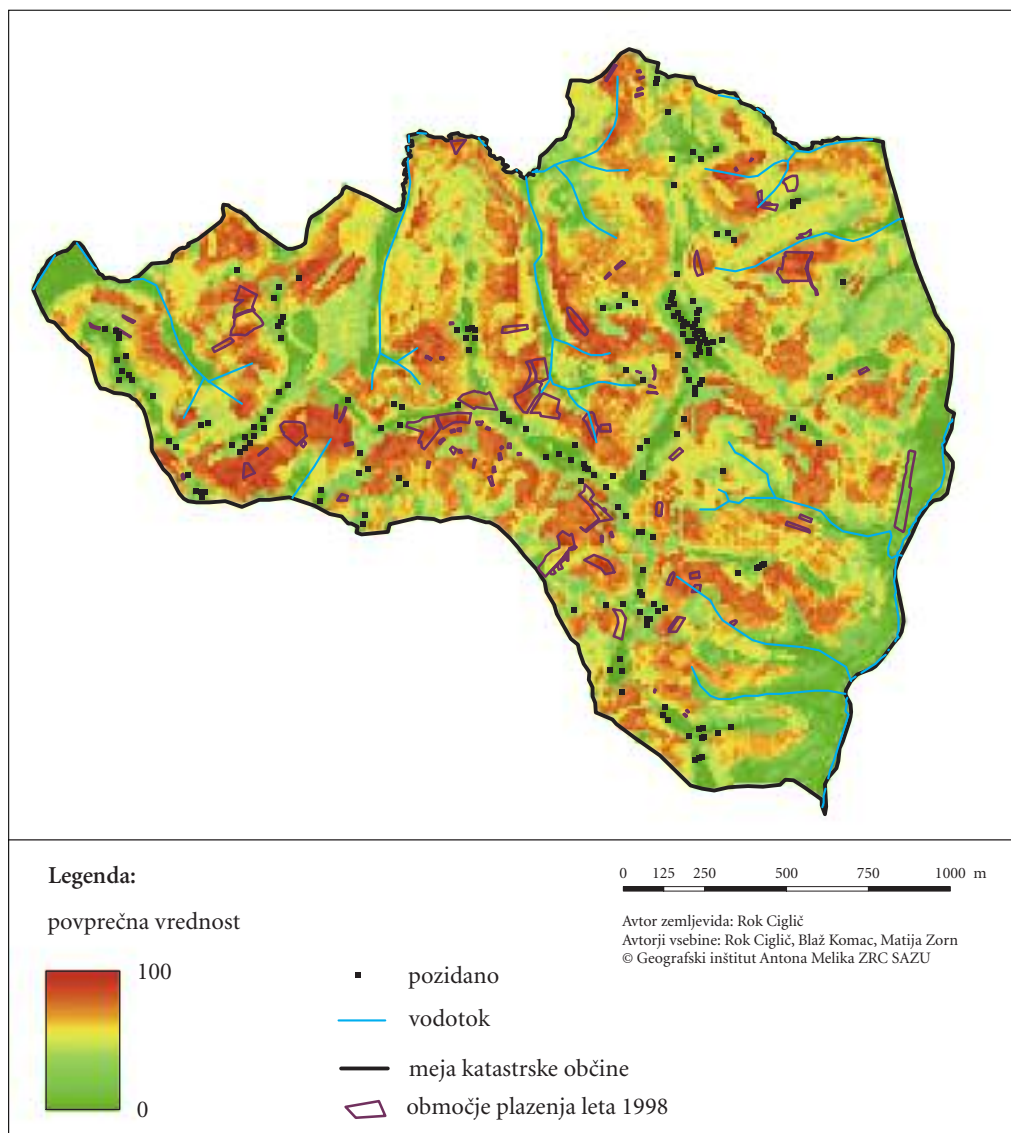
V strojnem učenju je pogosto v uporabi prečno preverjanje (*cross validation*), kar pomeni, da iz celotne populacije enot vzamemo določen (na primer 10 %) delež vseh enot (de Sá 2007, 257). Glavnino (90 %) uporabimo za izdelavo modela, preostanek pa za preverbo – torej za ugotavljanje natančnosti modela. Navadno moramo pri taki razdelitvi izdelavo modela desetkrat ponoviti zato, da so vse enote devetkrat vključene v izdelavo modela, enkrat pa v validacijo.

Ker je niz zemeljskih plazov, uporabljen v modelih, nastal ob enkratnem padavinskem dogodku, želimo z neodvisnim nizom podatkov o zemeljskih plazovih preveriti, kako so modeli uspešni ob preverbi s plazovi, ki so nastali ob drugačnih pogojih. Kot neodvisni niz smo uporabili dva vira o zemeljskih plazovih: zemeljske plazove po Grimšičarju (1962) in Nacionalno podatkovno bazo zemeljskih plazov (2006).

Za čim boljšo preverbo je sicer treba uporabiti čim večjo podatkovno bazo, a je bilo na žalost za območje k. o. Medana v neodvisnem nizu na voljo le malo podatkov – skupaj je bilo zabeleženih le sedem

Preglednica 8: Ocena rezultatov s pomočjo neodvisnega vzorca lokacij plazov.

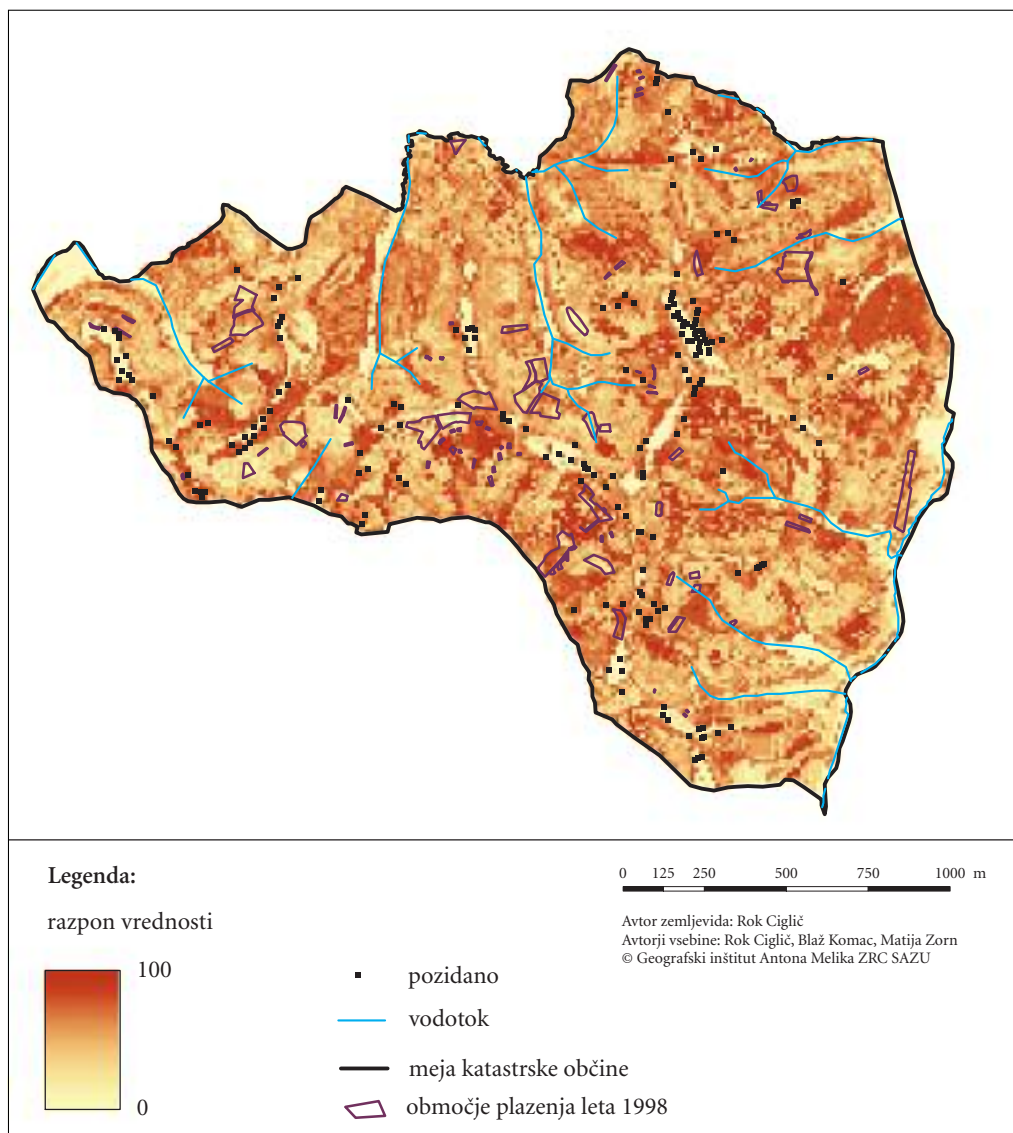
plaz	metoda ponderiranja		logaritemska metoda indeksiranja		Dempster-Shaferjev algoritem		algoritem J48		algoritem CART	
	prvotna lestvica	umerjena lestvica (0–100)	prvotna lestvica	umerjena lestvica (0–100)	prvotna lestvica	umerjena lestvica (0–100)	prvotna lestvica	umerjena lestvica (0–100)	prvotna lestvica	umerjena lestvica (0–100)
1	6	42,9	4	57,1	10	66,7	0	0,0	0	0,0
2	10	71,4	4	57,1	8	53,3	1	9,1	9	81,8
3	7	50,0	5	71,4	13	86,7	4	36,4	8	72,7
4	10	71,4	6	85,7	1	6,7	5	45,5	10	90,9
5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
6	13	92,9	5	71,4	1	6,7	0	0,0	0	0,0
7	10	71,4	4	57,1	9	60,0	0	0,0	0	0,0
povp.	8	57,1	4	57,1	6	40,0	1	13,0	4	35,1
razpon	14	100	7	100	15	100	11	100	11	100



Slika 2: Povprečna umerjena kategorija plazovitosti za posamezno celico.

lokacij plazov. Zaradi tako majhnega numerusa se zavedamo, da tej preverbi ni povsem zaupati. Smo pa za dva modela naredili validacijo tudi za širše območje južnih Goriških brd z večjim številom neodvisnih plazov (uporabili smo ista neodvisna vira kot tokrat), ki je za metodi (logaritemska metoda indeksiranja in Dempster-Shaferjev algoritem), ki smo ju validirali, postregla s podobnimi rezultati (Zorn in Komac 2009, 67).

Pri validiranju smo na podlagi neodvisnega vzorca pregledali, katere vrednosti na posameznem zemljevidu sovpadajo s pojavom posameznega plazov. Za ustrezno primerjavo smo merske lestvice posameznih zemljevidov plazovitosti umerili tako, da smo jih standardizirali na enotno mersko lestvico od 0 do 100.



Slika 3: Razpon vrednosti umerjenih kategorij plazovitosti za posamezno celico.

Lokacijam plazov smo nato pripisali vrednosti sovpadajočih celic posameznih zemljevidov plazovitosti ter izračunali povprečje.

Pri primerjavi povprečnih vrednosti testnih lokacij plazov s posameznimi zemljevidi plazovitosti sta se kot najboljša izkazala zemljevida, ki sta bila izdelana z ekspertno metodo ponderiranja ter logaritemsko metodo indeksiranja. Za nekoliko slabša sta se izkazala Dempster-Shaferjev algoritem ter metoda J48, kot najslabša pa se je izkazala metoda CART (preglednica 8).

Iz tako majhnega testnega vzorca je težko povzeti trdne sklepe, a vendar primerjava podaja določen dvom nad rezultati validacije v poglavju 3. Po rezultatih poglavja 3. 3 je ekspertna metoda veliko pri-

mernejša kot po preverbi na podlagi učnega vzorca. To je lahko pomembno; zavedati se namreč moramo, da imajo lahko ekspertne ocene veliko težo, saj so mnogokrat po nekem dogodku ključne, ko so potrebne hitre ocene ogroženosti.

Pri nadaljnji analizi smo primerjali posamezne (umerjene) zemljevide ter izračunali razpon in povprečje. Torej, za vsako celico smo preverili, kakšne umerjene vrednosti ima na vsakem izmed vseh petih zemljevidov plazovitosti. Ob pregledu zemljevidov povprečja (slika 2) in razpona (slika 3) kategorij zemljevidov za posamezno celico je vidno, da so osrednji deli dolin uvrščeni v enake kategorije, ostala območja pa so zelo raznolika.

4 Sklep

Zaradi različnih načinov modeliranja je nujno njihovo preverjanje modelov. Obstaja mnogo načinov za modeliranje naravnih procesov, a za njihovo uporabo je nujno vedeti, kateri so najprimernejši. Žal o naravnih procesih vemo premalo, da bi lahko izdelali 'univerzalne' modele, lahko pa s preverjanjem obstoječih, kljub temu ugotovimo, kateri je/so v določeni situaciji, na določenem območju najprimernejši. Pri modeliranju plazovitosti to najlažje ugotavljamo s pomočjo neodvisnih podatkov o obstoječih zemeljskih plazovih, zato ob koncu poudarjamo nujnost po dostopnosti in izmenjavi podatkov med raznimi ustanovami ter na stalen monitoring naravnih pojavov, ki lahko omogoči bolj kritično preverjanje izdelanih modelov.

5 Viri

- Ardizzone, F., Cardinali, M., Carrara, A., Guzzetti, F., Reichenbach, P. 2002: Impact of mapping errors on the reliability of landslide hazard maps, *Natural hazards and earth system sciences* 2, 1-2. Katlenburg-Lindau.
- Armitage, D. W., Ober, H. K. 2010: A comparison of supervised learning techniques in the classification of bat echolocation calls. *Ecological informatics* 5-6. Amsterdam.
- Belbin, L., McDonald, C. 1993: Comparing three classification strategies for use in ecology. *Journal of vegetation science* 4. Uppsala.
- Ciglič, R., Zorn, M., Komac, B. 2010: Ugotavljanje plazovitosti z metodo odločitvenih dreves. *Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 2009–2010*. Ljubljana.
- de Sá, J. P. M. 2007. *Applied Statistics. Using SPSS, STATISTICA, MATLAB and R*. Berlin.
- Demeritt, D., Wainwright, J. 2005: *Models, Modelling and Geography. Questioning geography. Fundamental Debates*. Malden.
- Dempster, A. P. 1968: A generalization of Bayesian inference. *Journal of the royal statistic society* B30.
- Grimšičar, A. 1962: Inženirsko-geološke razmere v Goriških brdih. *Geološke razmere v Goriških brdih*. Ljubljana.
- Huang, J. C., Kao, S. J. 2006: Optimal estimator for assessing landslide model performance. *Hydrology and Earth System Sciences* 10-6. Katlenburg-Lindau.
- Irigaray, C., Fernández, T., El Hamdouni, R., Chacón, J. 2007: Evaluation and validation of landslide-susceptibility maps obtained by a GIS matrix method: examples from the Betic Cordillera (southern Spain). *Natural hazards* 41. Dordrecht.
- Kampichler, C., Wieland, R., Calmé, S., Weissenberger, H., Arriaga-Weiss, S. 2010: Classification in conservation biology: A comparison of five machine-learning methods. *Ecological informatics* 5-6. Amsterdam.
- Komac, B., Zorn, M. 2007a: Modeliranje naravnih procesov na primeru zemeljskih plazov. *Dela* 28. Ljubljana.

- Komac, B., Zorn, M. 2007b: Pobočni procesi in človek. Geografija Slovenije 15. Ljubljana.
- Lin, N., Noe, D., He, X., 2006. Tree-Based Methods and Their Applications. Springer handbook of engineering statistics, part D. London.
- Lisec, A., Drobne, S., Kovačič, P. 2010: Modeliranje prispevnih območij površinskih voda v GIS-u za smotrno upravljanje zemljišč. Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 2009–2010. Ljubljana.
- Nacionalna podatkovna baza zemeljskih plazov. 2006. Uprava Republike Slovenije za zaščito in reševanje Ministrstva za obrambo Republike Slovenije. Ljubljana.
- Nefeslioglu, H. A., Sezer, E., Gokceoglu, C., Bozkir, A. S., Duman T. Y. 2010: Assessment of landslide susceptibility by decision trees in the metropolitan area of Istanbul, Turkey. Mathematical Problems in Engineering. Cairo.
- Petrovič, D. 2010: Karta ogroženosti pred snežnimi plazovi – izboljšava obvestila o nevarnosti snežnih plazov (lavinskega biltena). Od razumevanja do upravljanja. Naravne nesreče 1. Ljubljana.
- Robič, M., Frantar, P., Polajnar, J. 2010: Napovedovanje visokih voda poplav. Od razumevanja do upravljanja. Naravne nesreče 1. Ljubljana.
- Ruff, M., Czurda, K. 2008: Landslide susceptibility analysis with a heuristic approach in the Eastern Alps (Vorarlberg, Austria). Geomorphology 94, 3–4. Amsterdam.
- Shafer, G. 1990: Perspectives on the theory and practice of belief functions. International Journal of approximate reasoning 3.
- SPSS Statistics 17.0 Algorithms. 2010. Medmrežje: <http://support.spss.com/ProductsExt/SPSS/ESD/17/Download/User%20Manuals/English/SPSS%20Statistics%2017.0%20Algorithms.pdf> (6. 12. 2010).
- Westen, v. C. J., Seijmonsbergen, A. C., Mantovani, F. 1999: Comparing landslide hazard maps. Natural hazards 20, 2–3. Dordrecht.
- Witten, I. H., Frank, E. 2005: Data mining. Practical machine learning tools and techniques. Amsterdam.
- Zorn, M., Komac, B. 2004: Deterministic modeling of landslide and rockfall risk. Acta geographica Slovenica 44-2. Ljubljana.
- Zorn, M., Komac, B. 2007: Probability modelling of landslide hazard. Acta geographica Slovenica 47-2. Ljubljana.
- Zorn, M., Komac, B. 2008: Zemeljski plazovi v Sloveniji. Georitem 8. Ljubljana.
- Zorn, M., Komac, B. 2009: The importance of landsliding in a flysch geomorphic system: the example of the Goriška brda Hills (W Slovenia). Zeitschrift für Geomorphology N. F., Suppl 53-2. Berlin.

VARSTVO PRED POPLAVAMI V SLOVENIJI

mag. Jošt Sodnik

Vodnogospodarsko podjetje d. d., Ulica Mirka Vadnova 5, 4000 Kranj, Slovenija
jost.sodnik@vgp-kranj.si

dr. Matjaž Mikos

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Jamova cesta 2, 1000 Ljubljana, Slovenija
matjaz.mikos@fgg.uni-lj.si

IZVLEČEK

Varstvo pred poplavami v Sloveniji

V prispevku je najprej obravnavano mnenje Računskega sodišča Republike Slovenije iz leta 2010 o učinkovitosti zagotavljanja pomoči Republike Slovenije ob naravnih nesrečah. Poročilo obravnava pomoč ob 6 neurjih v letih 2007–2008, ko so bila za nudeno pomoč zagotovljena sredstva iz državnega proračuna. Poročilo je relativno kritično in »kliče« po izboljšavah sistema državne pomoči. Sledi kritična razprava, ali je sistem sanacije po poplavah in vzdrževanja vodotokov v Sloveniji kaj bolj učinkovit kot delovanje sistema zaščite in reševanja neposredno ob in po poplavah. Poseben poudarek je dan izkušnjam pri pripravi in izvedbi sanacijskih programov na območju zgornje Save, ki so bili sprejeti po zadnjih večjih poplavah v Sloveniji v letih od 2007 do 2010.

KLJUČNE BESEDE

naravne nesreče, poplave, upravljanje z nesrečami, gospodarska javna služba, preventiva, sanacija, Slovenija

ABSTRACT

Flood protection in Slovenia

In paper, firstly an Audit Report of the Court of Audit of the Republic of Slovenia from 2010 on the help of the Republic of Slovenia at natural disasters is discussed. The report looks at 6 storms in years 2007 and 2008, when state finances were secured for given help from the state budget. The report is relatively critical and calls for improvements of the system of state help. A critical discussion follows, whether or not the system of mitigation after floods and maintenance of watercourses in Slovenia is more effective than functioning of the system of civil protection and disaster relief during and immediately after a flood. A special emphasis is given to experiences gained when preparing and executing mitigation programs in the Upper Sava River basin that were adopted after the last large floods in Slovenia in the years 2007 to 2010.

KEY WORDS

natural disasters, flood, risk management, economic public services, prevention, mitigation, Slovenia

1 Uvod

Poplave so v Sloveniji v zadnjih letih vse pogostejše; od leta 2007 smo imeli več obsežnih katastrofalnih poplav. 18. septembra 2007 so močno prizadele območje Železnikov, Kroke, Bohinja ter območje občin Cerkno in Idrija (Sodnik 2007; Mikoš 2007a; Rusjan s sodelavci 2009), v letu 2009 so poplave 20. junija prizadele širše celjsko območje in območje Zgornje Save, kjer je bilo najhuje na območju Javorniškega Rovta, decembra pa so t. i. božične poplave najbolj prizadele območje Bohinja in še 11 drugih gorenjskih občin. Zadnje poplave septembra 2010 so prizadele tretjino Slovenije. Najhuje je bilo v osrednji Sloveniji oziroma na območju Ljubljane, Celja z Laškimi in v Zasavju. Posledice poplav so bile tudi na območju Vipavske doline, v dolini spodnje Krke in na kraških poljih Dolenjskega krasa. Ob takih dogodkih se vedno znova pojavlja vprašanje ali je pomembneje krepiti sistem zaščite in reševanja ali vlagati v preventivo, kakovostno po-poplavno sanacijo in vzdrževanje vodotokov (Mikoš 2009).

2 Učinkovitost državne pomoči ob naravnih nesrečah

Osnovni cilj računskega sodišča je bil odgovoriti na vprašanje: »Ali je pomoč Republike Slovenije ob naravnih nesrečah učinkovita?« (RSRS 2010). Revidirana je bila sistemska ureditev in ukrepi vlade Republike Slovenije, posebej Ministrstva za okolje in prostor (MOP), Uprave Republike Slovenije za zaščito in reševanje (URSZR), med revidiranci pa so bili tudi Rdeči križ Slovenije, Slovenska Karitas in občine, ki so utrpeli škodo v obravnavanih naravnih nesrečah (občine Ptuj, Bistrica ob Sotli, Brezovica, Destrnik in Šempeter-Vrtojba).

V 6 močnih neurjih v letih 2007 in 2008 je bila ocenjena škoda prek 275 milijonov evrov, že dodeljena in načrtovana sredstva iz državnega proračuna pa znašajo 167 milijonov evrov. Prag, pri katerem se zagotavlja sredstva za sanacijo iz proračuna, je 0,3 % načrtovanih prihodkov proračuna v letu, v katerem se zgodi naravna nesreča.

Deli mnenja računskega sodišča so naslednji:

Pomoč do zagotovitve osnovnih pogojev za življenje: ta del ukrepov je bil ocenjen kot zelo učinkovit. Sile za zaščito, reševanje in pomoč učinkovito zagotovijo ustrezne storitve in material. Sistem dejansko temelji na prostovoljstvu, zato ni zagotovila, da bo sistem prostovoljstva učinkovit tudi v prihodnje (problem spodbud delodajalcem). Zaželeno ob tem bi bilo, da se interventni ukrepi izvajajo učinkovito in hitro ter da se čim hitreje začne s fazo trajne sanacije.

Izvedba interventnih ukrepov: Sistem je bil ocenjen kot ne dovolj učinkovit. Država v obdobju obdelave nima jasno predpisanih vzvodov, saj na podlagi različnih pravnih podlag vlada ravna neenotno, kar posledično pomeni neenako obravnavanje oškodovancev. Ukrepi so namreč bolj ali manj posledica trenutne presoje in razpoložljivosti sredstev v različnih resorjih. Med občinami so pristopi k dodelitvi sredstev povsem neprimerljivi.

Programi odprave posledic naravnih nesreč: s temi programi naj bi se zagotovilo ponovno izvajanje dejavnosti in uporaba stvari. Ta vrsta pomoči bi morala biti po oceni računskega sodišča bolj učinkovita, saj ocene škode pogosto ne odražajo dejanske škode. Večkrat se ocene tudi ne preverjajo. V treh primerih je MOP pripravil programe odprave škode in sicer v povprečju 256 dni po naravni nesreči. Vendar je za proračunsko načrtovanje pomembno, da se razpolaga tudi z letnimi programi, ki jih najpogosteje ni.

Pomoč v obliki drugih ukrepov: Država lahko oškodovancem v naravnih nesrečah nudi pomoč tudi z drugimi ukrepi, povezanimi z odpravo škode zaradi posledic naravnih nesreč (stanovanjska posojila, hipotekarna sredstva, odpis, delni odpis, odlog in obročno plačevanje dajatev, kreditiranje okoljskih naložb, izredna socialna pomoč ter nepovratna sredstva za posodabljanje kmetijskih gospodarstev).

Zaključno mnenje računskega sodišča je, da so pristojni organi pogosto reševali problematiko naravnih nesreč s posameznimi dejanji in zato ne dovolj učinkovito. Pri tem vseh oškodovancev niso obravnavali

enakovredno. Podana so tudi priporočila vladi, MOP-u in URSZR, kako učinkoviteje zagotavljati sanacijske ukrepe. Predvsem pa je treba preučiti obstoječi sistem, če je smiseln in vzdržen glede na to, da se izvajanje programov odprave škode pogosto zavleče in ne realizira v predvidenem obsegu zaradi finančnih omejenosti proračuna. Mnenje je dokaj kritično, tudi pri delovanju sil zaščite in reševanja, ki je bil do sedaj vedno »idealiziran« kot boljši del odgovora družbe na naravne nesreče. Vidimo, da je tudi ta del upravljanja z naravnimi nesrečami nujno izboljšati. Predvsem gre za nujnost, da kakovostni sistem zaščite in reševanja ne razvijamo na račun zapostavljanja preventivnih ukrepov ter da v družbi razvijamo kulturo sobivanja z naravnimi nesrečami (Mikoš 2007b; 2008).

V nadaljevanju predstavljamo sistem saniranja posledic poplav in vzdrževanja vodotokov kot pomembnega elementa preventivnih aktivnosti v času pred nastopom poplav.

3 Sanacijska dela na področju urejanja voda

Zakon o vodah (Zakon 2002a) v 93. členu za obratovanje, vzdrževanje in spremljanje stanja vodne infrastrukture namenjene varstvu pred škodljivim delovanjem voda predvideva obvezno državno ali gospodarsko javno službo. Na podlagi tega je MOP z bivšimi javnimi podjetji (podjetja so danes v večinski zasebni lasti) podpisal koncesijske pogodbe za izvajanje nekaterih nalog obveznih državnih gospodarskih javnih služb na področju urejanja voda (v nadaljevanju koncesija). Izvajanje koncesije spremlja in nadzira Agencija Republike Slovenije za okolje (ARSO), ki je tudi upravljelec vodotokov. Slovenija je sicer razdeljena na 8 območij (porečij), na katerih so podeljene koncesije za izvajanje javne službe za vzdrževanje vodotokov. Celoten obseg nalog izvajanja javne službe na področju urejanja voda sicer zajema sledeče naloge (Pravilnik 2006):

- obratovanje in vzdrževanje vodne infrastrukture, namenjene ohranjanju in uravnavanju vodnih količin ter varstvu pred škodljivim delovanjem voda;
- spremljanje stanja vodne infrastrukture, namenjene ohranjanju in uravnavanju vodnih količin ter varstvu pred škodljivim delovanjem voda;
- izvajanje izrednih ukrepov v času povečane stopnje ogroženosti zaradi škodljivega delovanja voda in
- vzdrževanje vodnih in priobalnih zemljišč celinskih voda in morja.

Primer naravne nesreče obravnava 97. člen Zakona o vodah (Zakon 2002a). V njem je določeno, da je država dolžna zagotoviti sredstva za odpravo škode samo v primeru, ko je poškodovan objekt v lasti države. Sicer je za sanacijo odgovoren lastnik objekta. Država zagotavlja sredstva za sanacijo tudi, če škoda nastane na vodnem, priobalnem ali drugem zemljišču, na vodni infrastrukturi oz. objektu v lasti države.

Zadnji odstavek 97. člena določa, da pristojno ministrstvo pripravi program sanacije, ki pa ga potrdi vlada v roku 6 mesecev po pripravi ocene škode in predloga odprave posledic škodljivega delovanja voda, kar pa pripravi komisija.

V primeru poplav koncesionar najprej izvaja interventna dela, pri čemer se izvaja najnujnejše ukrepe, kot so zagotavljanje pretočnosti strug vodotokov in prva interventna dela na poškodovanih odsekih oz. objektih vodne infrastrukture. Medtem koncesionar pripravi tudi popise škode na vodni infrastrukturi in vodnih ter priobalnih zemljiščih. Ti popisi škode se predajo na MOP-ARSO, kjer se na podlagi popisov poškodbe in oceni škode pripravi sanacijski program. Pred sprejemom sanacijskega programa se mora vlada najprej seznaniti s škodo, nato pa lahko sprejme sklep, s katerim definira tako terminsko kot finančno izvajanje sanacijskega programa.

Na podlagi sprejetega sanacijskega programa MOP s koncesionarji podpiše letni dodatek (podobno kot za letni dodatek za redna vzdrževalna dela) za izvajanje sanacijskih del. Sanacijska dela so opredeljena kot vzdrževalna dela v javno korist. Pri sanacijskih delih definicija vzdrževalnih del postane še večji problem kot pri rednih vzdrževalnih delih, saj je treba sanirati poškodovane odseke in območja, pri čemer pa je gradnja novih objektov (obrežna zavarovanja, pragovi) praktično neizogibna.



Slika 1: Saniran povrni odsek Dašnjice v Podlonku (vir: arhiv VGP d. d., Kranj).

Sanacijski program se financira iz državnega proračuna. V kolikor je treba sredstva zagotoviti prej, kot je mogoče prerazporediti tekoča proračunska sredstva, se lahko sanacija financira tudi iz proračunskih rezerv. Leta 2008 (po poplavih septembra 2007) je bil pred sanacijskim programom (sklep vlade Republike Slovenije maja 2008) izveden predhodni delni sanacijski program (izvajanje v obdobju januar–julij 2008), ki je bil financiran iz proračunskih rezerv. Iz proračunskih rezerv je bil financiran tudi sanacijski program v letu 2010 (sanacija po »božičnih« poplavih 2009). Ta sanacijski program je bil določen z dodatkom h koncesijski pogodbi.

Financiranje sanacije iz proračuna je lahko problematično (predvsem v današnjem finančno-gospodarskem stanju države), saj se med letom (tekom izvajanja del) sprejemajo rebalansi proračuna. Tako se je zgodilo leta 2010, ko je bil v zaključku maja 2010 sprejet rebalans proračuna. Proračunsko postavko je bilo treba »oklestiti« za 5 milijonov evrov, kar je tudi bila vrednost sanacijskega programa po poplavih septembra 2007 za celotno Slovenijo. Ker je bil rebalans sprejet med izvajanjem del (določen delež sanacijskega programa je bil že izveden) je to pomenilo, da bi bilo treba izvedena sanacijska dela pokriti s sredstvi za redno vzdrževanje. Na območju zgornje Save bi to pomenilo praktično zaključek vseh del na vodah (tako sanacijskih kot vzdrževalnih) že v začetku meseca junija 2010.

Dela v okviru sanacijskega programa se izvajajo po podobnem protokolu kot redna vzdrževalna dela. Za vsako lokacijo je treba pripraviti programe vzdrževalnih del, kar je v bistvu projekt za izvedbo (PZI), katere se potrdi na interni reviziji ARSO. Projektno dokumentacijo v celoti pripravi koncesionar. Nato se na podlagi izdanih delovnih nalogov, v katerih je določen stroškovni obseg del, rok za dokončanje del in odgovorne osebe za izvedbo naloge (odgovorni vodja del in odgovorni nadzornik po Zakonu o graditvi objektov (Zakon 2002b)), začnejo izvajati dela. V nasprotju od rednih vzdrževalnih del se po zaključku izvajanja del pripravi projektna dokumentacija oz. projekti izvedenih del (PID) in opravi interni terenski tehnični količinski in kakovostni prevzem izvedenih del.

4 Vzdrževanje na področju urejanja voda

Na podlagi veljavne koncesijske pogodbe, ARSO in koncesionar letno podpišeta letni dodatek k pogodbi, v katerem so določene naloge ter sredstva namenjena vzdrževanju vodne infrastrukture in vodnih in priobalnih zemljišč v tekočem letu. Plan vzdrževanja pripravi koncesionar preko letnega spremljanja stanja vodne infrastrukture in na podlagi prijav poškodb na vodotokih (občani, občine ...). Plan je oblikovan na podlagi prioritete posameznih lokacij (nujnost posega), ter ga pregleda in potrdi ARSO. Ko je sprejet, je treba za posamezno lokacijo, kjer so predvidena dela, pripraviti program vzdrževalnih del. Vsi izdelani programi so nato predmet interne revizije na območni pisarni ARSO. Na podlagi potrjenega programa nato ARSO izda delovni nalog za posamezno lokacijo. V okviru vzdrževanja se izvajajo vzdrževalna dela na poškodovanih oz. dotrajanih objektih vodne infrastrukture, čiščenje obrežne zarasti, vzpostavljanje pretočnega profila oz. čiščenje naplavin v rečnih strugah in v zaplavnih pregradah. Pri izvajanju vzdrževalnih kot tudi sanacijskih del je treba poudariti, da gradnja novih objektov po definiciji ni del vzdrževanja. Ob tem se mnogokrat pojavi dilema, kako zagotoviti ustrezno stanje na poškodovanih odsekih brez gradnje novih hidrotehničnih objektov oz. večjih gradbenih posegov (pragov, obrežnih zavarovanj). Zakon o graditvi objektov (Zakon 2002b) jasno definira vzdrževalna dela. Omenjene definicije pa je težko enostavno uporabiti v primeru vzdrževalnih del na vodotokih. 2. člen Zakona o graditvi objektov (Zakon 2002b) definira vzdrževalna dela kot: »... vzdrževanje objekta je izvedba del, s katerimi se ohranja objekt v dobrem stanju in omogoča njegova uporaba, obsega pa redna vzdrževalna dela, investicijska vzdrževalna dela in vzdrževalna dela v javno korist) ...«; navajamo:

1. redna vzdrževalna dela pomenijo izvedbo manjših popravil in del na objektu ali v prostorih, ki se nahajajo v objektu, kot so prepleskanje, popravilo vrat, oken, zamenjava poda, zamenjava stavbnega pohištva s pohištvom enakih dimenzij in podobno, ter s katerimi se ne spreminja zmožljivost inštalacij, opreme in tehnoloških naprav, ne posega v konstrukcijo objekta in tudi ne spreminja zmožljivosti, velikosti, namembnosti in zunanjega videza objekta;
2. investicijska vzdrževalna dela pomenijo izvedbo popravil, gradbenih, inštalacijskih in obrtniških del ter izboljšav, ki sledijo napredku tehnike, z njimi pa se ne posega v konstrukcijo objekta in tudi ne spreminja njegove zmožljivosti, velikosti, namembnosti in zunanjega videza, inštalacije, napeljave, tehnološke naprave in oprema pa se posodobijo oziroma izvedejo druge njihove izboljšave;
3. vzdrževalna dela v javno korist pomenijo izvedbo takšnih vzdrževalnih in drugih del, za katera je v posebnem zakonu ali predpisu, izdanem na podlagi takšnega posebnega zakona določeno, da se z namenom zagotavljanja opravljanja določene vrste gospodarske javne službe lahko spremeni tudi zmožljivost objekta in z njo povezana njegova velikost;

Vzdrževalna dela, katera se izvajajo po koncesijski pogodbi in letnem dodatku so definirana kot redna vzdrževalna dela ali investicijska vzdrževalna dela. Izvajajo se izključno na objektih vodne infrastrukture oz. na objektih v lasti države ter na obalnih in priobalnih zemljiščih. Na priobalnih zemljiščih se izvaja košnja in sečnja zarasti, ali če je poškodba brežine taka, da je ogrožen vodni režim.

Kot rešitev zgoraj opisanega problema bi bilo treba s popravki oziroma dopolnitvami Zakona o vodah (Zakon 2002a) jasno definirati, kaj so vzdrževalna dela na področju urejanja voda. Podobna dilema se pojavlja tudi pri vprašanju naravovarstvenih soglasij, saj si Zavod Republike Slovenije za varstvo narave vzdrževalna dela tolmači po Zakonu o ohranjanju narave (Zakon 2000), ki pa ni skladen z Zakonom o graditvi objektov (Zakon 2002b). Nujno bi bilo potrebno poenotiti razlago pojma vzdrževalnih del za vse deležnike pri vzdrževanju vodotokov.

5 Vprašanje zagotavljanja poplavne varnosti z gradbeno-tehničnimi ukrepi

Naloge iz koncesijske pogodbe so jasne: vzdrževalna dela, spremljanje stanja, v primeru povečane ogroženosti zaradi delovanja voda, interventne naloge in zagotavljanje pretočnosti strug vodotokov.

Tudi namen sanacije je precej jasen, a se kljub temu ob poplavih pogosto pojavljajo vprašanja o učinkovitosti vzdrževanja, uspešnosti sanacije v preteklosti in kako to vpliva na poplavno varnost.

Osnovni namen sanacije je sanirati poškodbe nastale med visokovodnim dogodkom oz. vzpostaviti prvotno stanje. Namen sanacije ni zagotavljanje boljše poplavne varnosti, kot je bila na lokaciji pred visokovodnim dogodkom. Res je, da z izvedbo sanacijskih del pogosto zagotovimo tudi boljšo poplavno varnost oz. zmanjšamo poplavno ogroženost, ampak dejstvo je, da to ni osnovni namen sanacije. Pri klasičnih gradbenih objektih je pojem sanacije precej enostaven. Hišo, ki je poškodovana, obnovimo v prvotno stanje. Tudi v tem primeru lahko 20 let staro uničeno opremo nadomestimo z novo in s tem dejansko izboljšamo stanje, a vendar objekt kot celota ostane tak kot je bil. Toda kako sanirati močno poškodovano hudourniško območje z več erozijskimi žarišči, je drugo vprašanje. Pogosto brez gradnje novih objektov (zaplavne pregrade, ustalitveni pragovi, obrežna zavarovanja) ne gre, enako je pri sanaciji zemeljskih plazov, kjer sanacija pogosto brez novih podpornih konstrukcij ni mogoča. Če bi vsa sanacijska dela obravnavali kot novogradnjo, bi to pomenilo pridobivanje gradbenega dovoljenja (PGD + PZI, vsa soglasja) za vsako lokacijo, kar pomeni podaljšane roke za pričetek del, predvsem pa več stroškov s samo pripravo dokumentacije in razpisov.

Če poplavna varnost ni predmet rednih vzdrževalnih in sanacijskih del, čigava je torej odgovornost? Poplavna varnost in vsi gradbeni ukrepi povezani z njenim zagotavljanjem so predmet investicij. Investicije na področju voda vodi Vodni sklad (MOP). Podlaga za investicije so ustrezni prostorski akti na ogroženih območjih, za katere so odgovorne lokalne skupnosti (občine). Vsi objekti, ki so predvideni s prostorskimi akti, so vključeni v plan investicij (MOP, Vodni sklad), kjer pa se običajno zgodba konča. Investicij v objekte vodne infrastrukture (tudi za zagotavljanje poplavne varnosti) je v Sloveniji trenutno, z izjemo območja spodnje Save, izredno malo. Na območju zgornje Save je bil zadnji tak objekt zgrajen konec leta 2005. Enaka zgodba bi se lahko ponovila v primeru sanacijskih del, če se ne bi izvajala kot vzdrževalna dela v javno korist.

Upanje vzbuja sprejetje Uredbe o državnem prostorskem načrtu za ureditev Savinje za zagotavljanje poplavne varnosti urbaniziranih območij od Ločice ob Savinji do Letuša na seji vlade Republike Slovenije decembra 2010.

6 Sklep

Zaključimo lahko, da sta pglavitna problema pri odpravljanju posledic poplav v Sloveniji dva. Prvi je počasen odziv pristojnih služb pri potrjevanju sanacijskih programov, drugi pa je zagotavljanje virov financiranja za izvedbo sanacije. Pomanjkanje finančnih sredstev pomeni zmanjševanje obsega izvajanja del in podaljševanje obdobja izvajanja sanacije, na daljši rok pa višje poplavne škode ob neurjih (Mikoš 2010). Sanacija po poplavih septembra 2007 se bo zaradi pomanjkanja sredstev izvajala do leta 2016. Medtem sta se zgodili še dve poplavi (decembra 2009 in septembra 2010), ki bosta tudi terjali sredstva za sanacijo. Prav tako je problem s financiranjem investicij v vodarstvu, s katerimi bi se vzdrževali obstoječi protipoplavni objekti in kjer je to nujno, izboljšala poplavna varnost. Po ugotovitvah Računskega sodišča bi morali izboljšati tudi učinkovitost izvedenih interventnih ukrepov ob poplavih.

7 Viri in literatura

- Mikoš, M. 2007a: Upravljanje tveganj in nova Evropska direktiva o poplavnih tveganjih. Gradbeni vestnik 56-11. Ljubljana.
- Mikoš, M. 2007b: Kultura sobivanja z naravnimi nesrečami. Delo 49-218. Ljubljana.
- Mikoš, M. 2008: Kultura sobivanja z naravnimi nesrečami v Sloveniji. Gospodarjenje z okoljem 17-65. Ljubljana.

- Mikoš, M. 2009: Preventiva nenehno v senci kurative: gostujoče pero. Delo 51-300. Ljubljana.
- Mikoš, M. 2010: Kako zmanjšati poplavne škode v Sloveniji. Od razumevanja do upravljanja. Naravne nesreče 1. Ljubljana.
- Pravilnik 2006: Pravilnik o vrstah in obsegu nalog obveznih državnih gospodarskih javnih služb urejanja voda. Uradni list Republike Slovenije 57/2006. Ljubljana.
- RSRS 2010: Revizijsko poročilo »Pomoč Republike Slovenije ob naravnih nesrečah«. Računsko sodišče Republike Slovenije. Ljubljana.
- Rusjan, S., Kobold, M., Mikoš, M. 2009: Characteristics of the extreme rainfall event and consequent flash floods in W Slovenia in September 2007. Natural Hazards and Earth System Sciences 9. Katlenburg-Lindau.
- Sodnik, J. 2007: Poplave v septembru 2007 – drobirski tok nad Kropo. Slovenski vodar 18. Ljubljana.
- Zakon 2000: Zakon o ohranjanju narave. Uradni list Republike Slovenije 31/2000. Ljubljana.
- Zakon 2002a: Zakon o vodah. Uradni list Republike Slovenije 67/2002. Ljubljana.
- Zakon 2002b: Zakon o graditvi objektov. Uradni list Republike Slovenije 110/2002. Ljubljana.

GEOGRAFIJA POPLAV V SLOVENIJI SEPTEMBRA 2010

dr. Blaž Komac, dr. Matija Zorn

Znanstvenoraziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti, Geografski inštitut Antona Melika,
Novi trg 2, SI – 1000 Ljubljana, Slovenija

blaz.komac@zrc-sazu.si, matija.zorn@zrc-sazu.si

IZVLEČEK

Geografija poplav v Sloveniji septembra 2010

Slovenijo so septembra 2010 zajele poplave, ki si jih bomo zapomnili predvsem po tem, da so prizadele velik del Slovenije. V članku smo s celovito geografsko analizo dogodka opredelili poglobitve vzroke, vrste značilnosti in posledice poplav. Ugotavljamo, da je bila zanje značilna izjemnost tako po višini vode, kot po trajanju in velika raznovrstnost – obilne padavine so povzročile hudourniške, nižinske, kraške in mestne poplave. S pomočjo besedne analize sočasnih časopisnih člankov in analize podobnih pojavov v preteklosti smo opredelili razmerje med družbo in naravnimi nesrečami, ki se kaže bodisi v pogledih na škodo bodisi v različnem dojemanju odgovornosti. To posebej prikazujemo na primeru Ljubljanskega barja in Dobrepolje.

KLJUČNE BESEDE

geografija naravnih nesreč, hidrogeografija, poplava, poplavna območja, Ljubljansko barje, Dobrepolje, Slovenija

ABSTRACT

Geography of September 2010 floods in Slovenia

Slovenia was struck by big floods in September 2010 which will be specially remembered by affecting large part of the country. In this paper we present a comprehensive geographical analysis of the event by identifying the main causes, types and consequences of floods. The floods were characterised by exceptional high waters, their long duration and large variety – rains have caused flash-, lowland-, karst- and urban flooding. With the help of 'word analysis' of newspaper articles and analysis of similar past phenomena we defined the relationship between society and natural hazards which is reflected in different perception of damage and responsibilities. We present case studies from the Ljubljana moor and Dobrepolje karst polje.

KEY WORDS

geography of natural hazards, hydrogeography, floods, flood areas, Ljubljana moor, Dobrepolje karst polje, Slovenia



Slika 2: Posledice hudourniške poplave v Davči septembra 2007.

so vidne tudi v različnih tipih poplavnih območij. Učinki poplav so najbolj vidni zlasti na območjih, ki jih visoke vode bolj ali manj redno poplavlja in so poplave pokrajnotvorni dejavnik. Z vidika ogroženosti zaradi poplav pa so predvsem pomembna območja v dosegu sicer redkih največjih poplav. Na kraških poljih se meji med običajnimi in ekstremnimi poplavami skoraj prekrivata. Te poplave zaradi počasnega dotoka vode običajno tudi niso nevarne, človek pa se jim je zaradi pogostnosti in rednosti prilagodil in se z naselji, polji in glavnimi prometnicami umaknil na nekoliko višje obrobje, kot na primer na Planini na Planinskem polju. Pri nižinskih poplavah je zunanja meja poplavnih območij v pokrajini pogosto dobro vidna v nizu naselij, bolj ali manj varno odmaknjenih od območja poplav, na primer ob spodnji Krki, Dravinji, Muri (slika 1). Ni pa tako na območju hudourniških poplav (slika 2), kjer so stavbe marsikje tik ob strugah večino časa sicer krotkih potokov (Komac, Natek in Zorn 2008a).

2 Poplave septembra 2010

Septembrske poplave leta 2010 so bile ena večjih naravnih nesreč v zadnjih desetletjih v Sloveniji. Prizadele so kar 137 slovenskih občin, škoda (skupaj z davkom na dodano vrednost) pa je bila ocenjena na prek 240 milijonov evrov. To je nekaj milijonov evrov več od škode ob poplavah septembra 2007 (233 milijonov evrov), ki so prizadele 50 občin, najbolj pa je bila prizadeta občina Železniki. Škoda ob poplavah septembra 2010 je presegla 0,3 % načrtovanih prihodkov državnega proračuna za leto 2010 (Medmrežje 1; 2). Za primerjavo povejmo, da je bila škoda ob poplavah leta 1990 ocenjena na več kot 500 milijonov evrov, ob poplavah leta 1998 pa na 170 milijonov evrov (Mikoš in ostali 2004, 123). Poleg velikega prostorskega obsega in učinkov v pokrajini, je poplave zaznamovala velika raznolikost. Poplavljen je bila velika večina poplavno ogroženih območij v Sloveniji, pretoki rek pa so bili ponekod med do sedaj največjimi izmerjenimi (Strojan in ostali 2010, 10).



Slika 3: Sedimenti septembrskih poplavnih voda so bili vidni celo v Tržaškem zalivu, zlasti v izviru Timave in drugih rek s slišnimi porečji, 21. 9. 2010 (© NASA Landsat TM5).

Poplave so bile posledica obilnih padavin, ki so od četrтка 16. septembra do nedelje 19. septembra 2010 zajele vso Slovenijo. V 48-ih urah (od petka do nedelje) je padlo povprečno 175 mm padavin, kar je »... največja količina v takšnem časovnem obdobju v zadnjih 60 letih ...« (Poročilo ... 2010, 5). Številne dežemerne postaje v južni, osrednji in zahodni Sloveniji so dosegle ali presegle 100-letno povratno dobo za dvodnevno vsoto padavin. V Ljubljani je padlo več padavin (271 mm med 17. 9. in 20. 9. 2010) kot ob obsežnejših poplavah leta 1926 (255 mm) in 1933 (259 mm) (Poročilo ... 2010, 8; Strojan in ostali 2010, 6). Na Otlici nad Ajdovščino je med 17. 9. in 20. 9. 2010 padlo 539 mm padavin, kar je četrtnina povprečnih letnih padavin. Tudi drugje v zahodni in osrednji Sloveniji je padlo med petino in četrtino povprečne letne količine padavin (Globevnik in Vidmar 2010, 24; Poročilo ... 2010, 6). »... V času dveh poplavnih valov 18. in 19. septembra je močno poplavljala večina slovenskih rek, med njimi najbolj Vipava, Idrijca, Poljanska Sora, Savinja v spodnjem toku, Krka, Sava v spodnjem toku. Poplavljeni so bila kraška polja Notranjskega in Dolenjskega krasa [glej sliko 4 v članku Veljanovski in ostali 2011 v tej publikaciji] ter Ljubljansko barje ...« (Strojan in ostali 2010, 1). Konice visokovodnega vala so na nekaterih rekah dosegle ali presegle 100-letno povratno dobo, npr. Gradaščica pri Dvoru, Krka pri Podbočju, Vipava v Dolenjem; Sava v Jesenicah na Dolenjskem je imela višji vodostaj kot ob poplavah leta 1990. Za Laško ob Savinji so na podlagi izračuna prostornine visokovodnih valov ugotovili, da je bila poplava septembra 2010 četrta največja po letu 1907. Večje so bile v letih 1933, 1990 in 1923. Prostornina poplavnega vala je tokrat znašala okrog 43.000 milijonov m³, leta 1933 pa je bila še za približno 10.000 milijonov m³ večja (Strojan in ostali 2010, 5–6).

Natek (2005, 14) je na podlagi poglobitvinih značilnosti poplav in območij pojavljanja v Sloveniji razlikoval pet vrst poplav (deloma jih je povzel po Gamsu 1973): hudourniške poplave, nižinske poplave,

poplave na kraških poljih, morske poplave in mestne poplave. Izmed naštetih septembra 2010 nismo zabeležili le morskih poplav. Najprej (17. 9. Zjutraj) so se pojavile *hudourniške poplave*. Poplavila sta Lokavšček in Vipava. Sredi dneva so se v Ljubljani začele *mestne poplave* – poplavljeni so bili podvozi. Poplavile so tudi Gradaščica, Sora, Savinja, Ložnica, Dravinja, Rižana in Dragonja, prišlo je do *nižinskih poplav* Krke in Save in *poplav na kraških poljih*. Močno prizadeto je bilo Zagorje, dan kasneje pa Ljubljana. Voda je zalila celoten jugozahodni del glavnega mesta. Sprožilo se je več deset zemeljskih plazov, največ v Posavskem hribovju, v Idrijsko-Cerkljanskem hribovju, pa tudi v Koprskem primorju, v Vipavski dolini in na Pohorju. Samo v občini Laško se je sprožilo skoraj sto plazov, od katerih jih je 15 ogrozilo stanovanjske hiše. Plaz Stogovce pri Colu je odnesel kilometer ceste Lokavec–Predmeja. V spominu so najbolj ostali: poplavljen južni del Ljubljane (poglavje 2.1) in poplave v južnem delu Dobrepolja (poglavje 2.2), ter poplave na spodnji Krki (slika 16) (Perko in ostali 2010, 24).

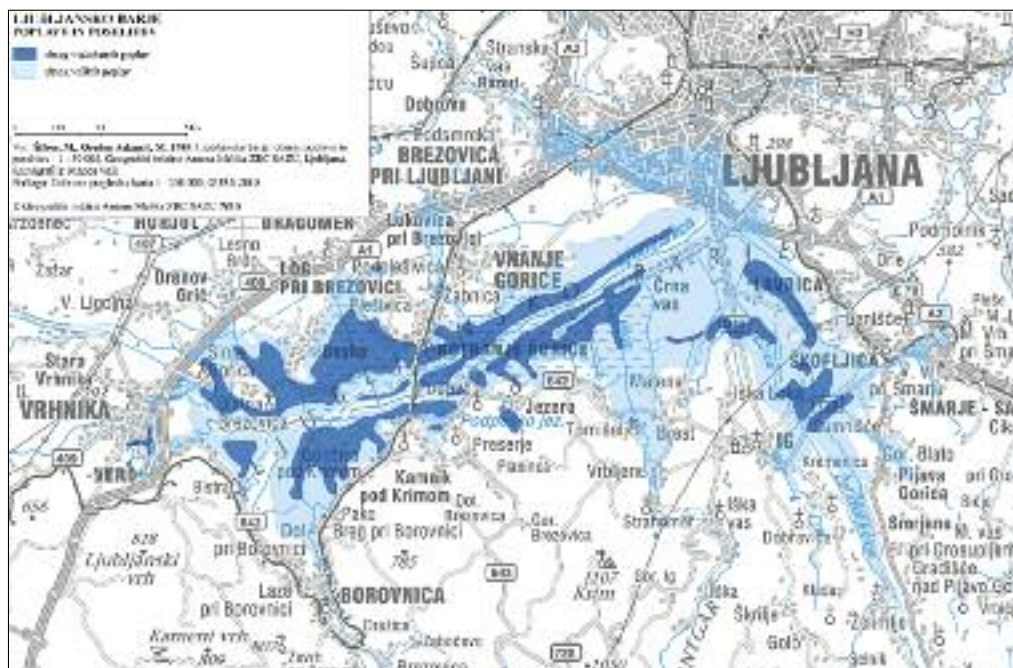
2.1 Ljubljansko barje

Na poplavnem območju vzdolž Ljubljanice so pogoste poplave kraškega tipa, saj se pojavijo dva- do trikrat letno, vendar v omejenem obsegu. Nastopajo počasi, trajajo pa od nekaj dni do več tednov. Običajne ali redne poplave ne povzročajo škode, saj so prav zaradi njihove pogostnosti naselja, kmetijska zemljišča in prometnice na nekoliko višjem obrobju, na nasipih ali osamelcih. Poleg kraških poplav Ljubljansko barje ogrožajo tudi hudourniške poplave vodotokov iz Polhograjskega hribovja.

Najpogostejše poplave na Ljubljanskem barju so v njegovem osrednjem, najnižjem delu med Vrhniko in Ljubljano, zato je ta del Ljubljanskega barja, z izjemo naselij Lipe in Črna vas, povsem neposeljen. Na tem območju so prvo kolonizacijo omogočila šele osuševalna dela ob koncu 18. stoletja, ko so ob rekah in potokih izkopali jarke in kanale ter med Golovcem in Grajskim gričem izkopali 3,2 km dolg Gruberjev prekop. Pozneje so izdelali načrt za popolno osušitev Barja in leta 1825 poglobili strugo Ljubljanske. S tem je velik del Ljubljanskega barja ostal dovolj visoko nad vodno gladino, da je bilo na nekaterih delih možno poljedelstvo in se je začela kolonizacija (Melik 1963; Natek 2005, 16).



Slika 4: Ljubljansko barje je bilo poplavljeno tudi v potresnem letu 1895. Pogled z Ljubljanskega gradu proti jugu (Ilustrirani ... 1925, 1).



Slika 5: Poplavna območja na Ljubljanskem barju, kot so jih določili na Geografskem inštitutu Antona Melika ZRC SAZU leta 1985 (Šifrer in Orožen Adamič 1985).



Slika 6: Poplava na Ljubljanskem barju, 23. 9. 2010 ob 15.30; skoraj teden dni od začetka poplav sta naselji Lipe in Črna vas jugozahodno od Ljubljane še vedno poplavljeni.



Slika 7: Poplava na Ljubljanskem barju septembra 1933. Pogled na Izansko cesto proti jugu (Melik 1934, 5; Kolbezen 1992, 217).



Slika 8: Melik (1934, 7) je ob tej sliki poplave septembra 1933 zapisal, da je poplavljen hiša v Črni vasi na Ljubljanskem barju »... zgradba iz zadnjih let ...«.



Slika 9: Poplava na Ljubljanskem barju posneta s Sv. Ane nad Podpečjo v ponedeljek 20. septembra 2010, ko je bil njen obseg največji.

MATIJA ZORN



BLAŽ KOMAC

Slika 10: Poplava na Ljubljanskem barju je septembra 2010 prizadela novogradnje.

Na Barju je bilo v obdobju 1885–1933 pet večjih poplav (3. 11. 1885, 18.–19. 3. 1888, konec marca 1895, 27. 9. 1926 in 23.–24. 9. 1933). Kasneje večjih poplav ni bilo do 70. let 20. stoletja, malo večja je bila še 5. 11. 1998. To je nedvomno prispevalo k temu, da se današnji prebivalci Viča niso zavedali svoje velike poplavne ogroženosti (Perko in ostali 2010, 24).

Ob spodnjem toku hudourniške Gradaščice, ki je danes del Ljubljane, na prvi pogled ni videti ničesar, kar bi spominjalo na poplavno območje. Na poplave spominja le »pozabljena« spominska plošča na transformatorski postaji ob Osnovni šoli Vič (slika 21). Na plošči je označena raven vode ob poplavih septembra 1926, ki je tokratne poplave niso dosegle (Natek 2005, 16).



Zapis časnika Slovenec (Strahovite ... 1926, 1) iz septembra 1926 se bere kot časopisno poročilo iz septembra 2010: »... Najhujše sta gospodarili v usodni noči Glinšica in Gradaščica. Pod vodo je bila cela Rožna dolina in ljudje, ki so imeli opravke v mestu, niso mogli domov, ker je segala voda po nekaterih mestih do prs odraslega človeka. ... Posebno prizadet je takozvani »Stari Vič«, ki je ves poplavljen. Najbolj visoko voda stoji v Novi vasi, kjer dosega višino ponekod celo dveh metrov. Vsaka zveza s tem okrajem je nemogoča. Voda je drla po cestah in po vrtovih kot besneč hudournik. Tudi v Trnovem in v Koleziji je vdrla voda skoro v vso podprtične in pritlične prostore. ... Velikansko škodo je napravila voda s tem, da je udrla v kleti in druge shrambe, kjer je uničila vse zaloge živil ... Na več mestih so zastali v vodi in blatu avtomobili in druga vozila ... Po nekaterih krajih je narasla voda tako visoko, da so morali ljudje pobegniti v podstrešje ...«. 27. 9. 1926 je, Gradaščica v Ljubljani zalila Rožno dolino, se prelila čez železnico in Tržaško cesto ter poplavlja Trnovo in Vič do 2 m na visoko. »... Vso cesto od Polhovega Gradca do Zaloga je popolnoma vzelo, da ni znati, kje je bila ...« (Jesenovec 1995, 28). Takrat je bila voda na Barju ponekod globoka tudi 4 m: »... Po ulicah Ljubljane, predvsem območja Viča, Mirja, Rožne doline, Trnovega, Murgel ter Most, so se prelivali celi potoki, ki so zalili hiše, gospodarska poslopja in druge objekte ter odložili ogromne množine vsakovrstnega materiala, predvsem blata, peska, lesa in izruvanih dreves ...« (Kolbezen 1992, 216–217).

Leta 1895 Ljubljane ni prizadel le znameniti potres, pač pa je približno mesec dni prej »... zadela naše Barjane velika nesreča v obliki silne povodnji, ki je napravila tedaj ogromno škodo ...« (Ilustrirani 1925, 1; slika 4). »... Barje je podobno preplavljenej ogerskej ravani, kjer molijo izpod vode ... pastirske koč. Ižanska cesta je še tostran iškega mostu v vodi; barjani si dovažajo potreščine s čolni!« (Povodenj 1895, 3). Ljubljanka je pri Francovem mostu (danes Tromostovje) v Ljubljani imela 2,8 m višji vodostaj od običajnega (Povodenj na ... 1895, 3).

Slabih štirideset let kasneje, septembra 1933, v Slovincu (Strahotna ... 1933, 1) beremo: »... Noč je bila za Barjane grozna in strahotna. Družine so se preselile iz stanovanjskih sob v podstrešja ... Može so vso noč reševali živino in svoje imetje. Znašali so pohištvo v podstrešja. Živini so v hlevih, kjer je voda ponekod stala do pol metra visoko, podkladali lesene odre, kajti drugače bi živina stala do trebuha v vodi. ... Opoldne [23. 9. 1933, op. a.] je bilo vse Barje popolnoma pod vodo [slika 7]. ... Potniku, ki se vozi iz Ljubljane proti Borovnici, se nudi grozen prizor. Po vsej širni ravnini ob obeh straneh proge sama voda. Pod vodo je do 16.000 ha zemlje. Povodenj sega od Iga tja do Želimelj, dalje med Škofeljo do Gumišča in Pijave gorice. Banovinska cesta od Škofelje na Ig je pod vodo. ... Pod vodo so na Barju vse vasi, tako Črna vas, Havptmanica, Ilovca in ogrožena je bila celo Galjevica ...«. V drugem časniku, pa je pod vodo omenjena tudi vas Lipe (Barje ... 1933, 2; slika 6). Poplave so oblasti spodbudile k ukrepanju. Takratni ljubljanski župan Ljudevit Perič je po poplavah leta 1926 v okrožnici zapisal: »... opozorijo naj županstva, naj ne izdajajo gradbenih dovoljenj za hiše in druge zgradbe v območju hudournikov, kjer bi mogle biti ogrožene od velike povodnji ...« (Jesenovec 1995, 31). Čeprav se ukrepi za varovanje tega dela Ljubljane pred poplavami očitno pripravljajo že dolgo časa, je zaradi širjenja mesta za izvedbo učinkovitih ukrepov ostalo zelo malo prostora (Natek 2005, 16).

Melik (1934, 3) piše, da »... povodenj na Barju ni nič nenavadnega. ... [zato, op. a.] ljudje [zanjo, op. a.] sploh niso uporabljali posebne besede ..., marveč so rekli povodnji kratkomalo voda. »Voda bo«, so

dejali stari Barjani in mislili s tem na povodenj ...». Pri gradnji pa jim je bila »... višina najvišjih povodnji ... mera za višino nove zgradbe ...«.

Ob zadnji poplavi so vode začele preplavljati Ljubljansko barje v soboto 18. 9. 2010, njihov največji obseg pa je bil v ponedeljek 20. 9. 2010 (slika 9). Poplavljenih je bilo 76,8 km² zemljišč, prostornino poplavne vode pa ocenjujejo na 34 milijonov m³. Verjetnost tako obsežnih poplav je bila 1 %. Gladine vode so bile skoraj enake tistim iz leta 1933, višina vode pa je bila ponekod na vzhodnem delu Barja med Ižansko in Črnovaško cesto, med Ižansko cesto in južno obvoznico ter obvoznico in Jurčkovo cesto tudi do 95 cm (Globevnik in Vidmar 2010).

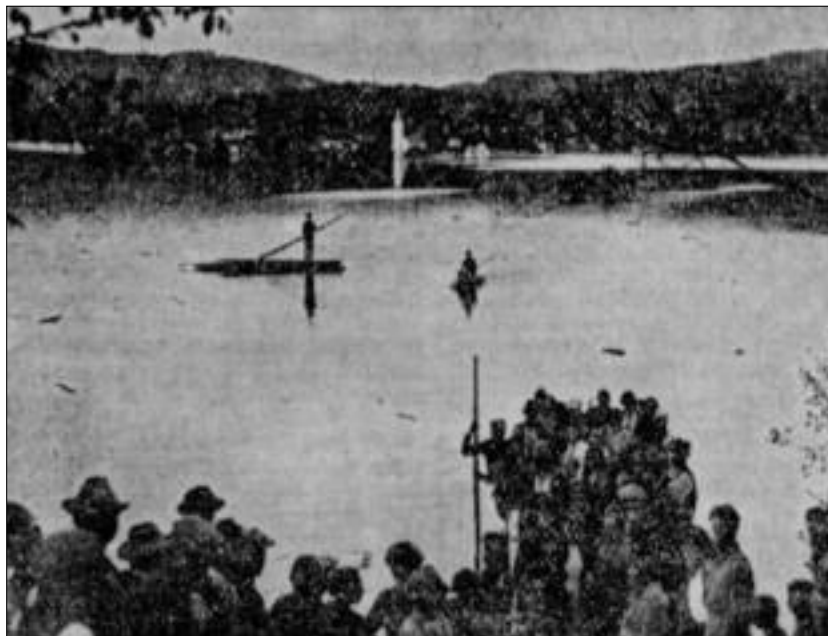
2.2 Dobrepolje

Porečje Rašice, v katerem močno prevladuje rečno površje, in kraško polje Dobrepolje v Suhi krajini povezuje suha dolina med Ponikvami in Predstrugami, ki hidrološko oživi le ob izjemno visoki vodi. Poplave v porečju Rašice so nižinskega tipa, takšne so tudi v severozahodnem delu Dobrepolja, v jugovzhodnem pa so kraškega tipa. V dolini Rašice se poplave pojavljajo že v Mišji dolini ob Črnem potoku, najobsežnejše poplavno območje pa je pod vasjo Knej in naprej proti Rašici, kjer je kljub regulaciji ostalo še precej mokrotnih travnikov in grmišč. Poplave so pogoste tudi pri ponorih Rašice pri Ponikvah, od koder voda ob največjih poplavih površinsko odteka proti Dobrepolju. Na Dobrepolju so poplave pogoste v južnem delu, v Mlakah pod Kompoljami, in še bolj v jugovzhodnem delu, med Kolenčo vasjo in krajem Pri Cerкви – Struge. Izjemne poplave na Dobrepolju nastanejo zaradi visoke vode, ki priteka iz kraških jam (npr. Potiskavske jame, Kompoljske jame in Podpeške jame). Včasih se tem kraškim vodam pridruži še poplavna voda Rašice, kot se je zgodilo tokrat in leta 1933. Takrat so bile pod vodo vasi v Strugah, z izjemo štirih hiš v Potiskavcu ter Četeža pri Strugah in Rapljevega. Nekatere hiše je voda v celoti



JURIJ SENEČAČNIK

Slika 11: Jugovzhodno od Četeža pri Strugah prehaja Dobrepolje v Struško dolino. Poplavno dolinsko dno kraškega polja je na desni, pod naseljem, večje poplave kot je bila npr. septembra 2010 pa dosežejo tudi vasi.



Slika 12: Ob poplavah v Strugah septembra 1933 je po pisanju takratnih medijev (Na pomoč... 1933, 3; Vesoljni ... 1933, 1) do strehe 12 m visoke cerkve manjkalo le nekaj centimetrov, do nje pa je bilo mogoče priti le s čolni (Struge na ... 1933, 3).



Slika 13: Poplavljeni župnijska cerkev v Strugah ob poplavi 23. septembra 1933 (Kolbezen 1992, 216).



BLAŽ KOMAC

Slika 14: Poplavno-kraški mozaik v Strugah med vasema Podtabor (levo) in Paka (desno), 23. 9. 2010 – primer izjemnih kraških poplav.



Slika 15: Poplavljeni Kostanjevica med obema vojnama (Škrabec 2009, 328).



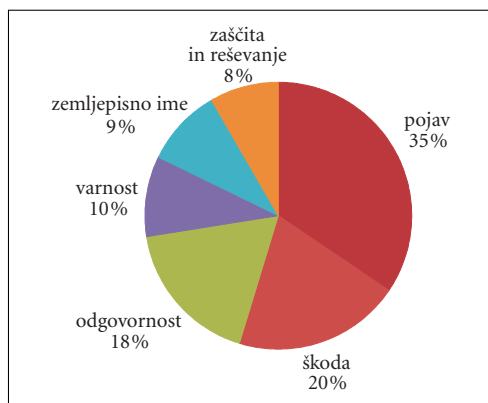
Slika 16: Poplavljen Kostanjevica na Krki septembra 2010 – primer ekstremnih nižinskih poplav.

zalila. Župnijska cerkev sv. Avgušтина v Strugah je bila pod vodo do zgornjega roba glavnih vhodnih vrat. Voda je takrat narasla zelo hitro, »... v treh urah za celih pet metrov...«, odtoka pa je približno v štirinajstih dneh (Meze 1983, 29–30). Meze (1983, 25) na Dobropolju loči dve vrsti »ekstremnih« poplav: lokalne, povzročene zaradi prekomernega dotoka iz kraških izvirov in kombinirane, pri katerih Dobropolje doseže poplavna voda površinskega toka Rašice – »... te so navadno katastrofalne...«. Kranjc (1981, 51) piše, da so bile »uničujoče« poplave leta 1882, 1917, 1933, 1939 in 1973. Za vdore površinskega toka Rašice Rus (1924, 33) piše, da »... nekdanj pogoste vpade bližnje ponikvarice Rašice v polje ... ljudstvo komaj še pomni...«.

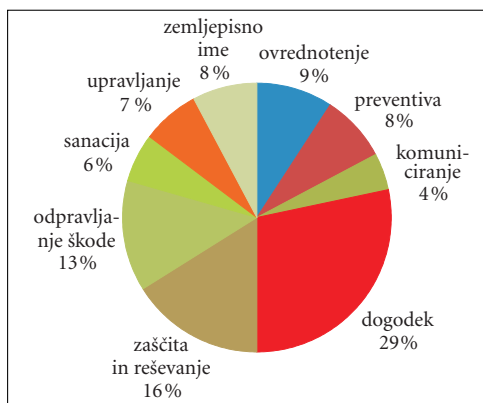
O poplavi leta 1933 v Strugah so takratni mediji, podobno kot osemdeset let kasneje, pisali, ko so bile poplave v Ljubljani že mimo: »... Danes je šesti dan [28. 9. 1933, op. a.], odkar nas je voda poplavlila. Še vedno je polno vode, ki silno počasi upada. ... Povsodi same podrtine, podrti kozolci in hiše kažejo strašno razdejanje ... Vsa dolina je kakor jezero ... Na pokopališču in cerkvi je še vedno polno vode ... tudi v župnišču [je] še vedno visoka voda [slika 13] ..., do cerkve ni mogoče drugače ko na splavu. ... Promet od hiše do hiše je mogoč samo na splavih, prevoz ljudi od enega kraja v drugi kraj pa je mogoč samo na vojaških čolnih, ki vzdržujejo glavni promet.« (Na pomoč ... 1933, 3).

3 Zakaj preučevati poplave?

Geografske raziskave poplavnih območij (npr. Radinja in ostali 1974; Šifrer 1983; Natek 1992; Komac, Natek in Zorn 2008) iz preteklosti kažejo, da so ravnice ob rekah in potokih po svoji funkciji struge poplavnih voda. Zato je malo škode zaradi poplav v pokrajinah, kjer nismo posegli v rečne struge. V Zgornjem Posočju strma pobočja, velika količina padavin in velika prodonosnost rek omogočajo intenzivne



Slika 17: Omembe izrazov (v deležih) povezanih s poplavami septembra 2010 v časniku Delo v obdobju do meseca dni po poplavah.



Slika 18: Omembe izrazov (v deležih) povezanih s krogom upravljanja z naravnimi nesrečami v časniku Delo v obdobju do meseca dni po poplavah septembra 2010.

hudourniške poplave, vendar Soča tam živčih ljudi skoraj ne ogroža, saj prebivajo na višjih, varnejših terasah.

Temeljni vzrok za poplave v Sloveniji so obilne in intenzivne padavine, ki jih druge naravne danosti, kot je relief, lahko še stopnjujejo. Največ padavin prejme alpsko-dinarska pregrada, prinesejo jih sorazmerno tople in z vlago nasičene zračne gmote. Nevarne so tudi prostorsko omejene kratkotrajne poletne nevihte, ki povzročijo hudourniške in mestne poplave ter sprožijo zemeljske plazove.

Pri poplavah oziroma škodi, ki jo povzročajo se jasno kaže, kakšen vpliv imajo človekovi posegi v rečne struge in na naplavne ravnice. Na gosto poseljenih območjih je zaradi pozidanosti premajhna in neustrezna prepustnost rečnih strug, problematične so lahko tudi regulacije in različne ovire, ki so sicer sestavni del prometnega ali drugega infrastrukturnega omrežja, vendar z neprimerno gradbeno zasnovo zajeziijo, zadržujejo odtok naraslih in poplavnih voda. Posege na ta območja so najprej opravičevali s tako imenovanimi družbenimi interesi, pogostejše kasnejše posege pa s potrebami kapitala po stavbnih zemljiščih za gradnjo objektov. Silovitega pritiska na navidez prosta zemljišča na naplavnih ravnicah nam zaenkrat ni uspelo zaustaviti.

Širjenje južnega dela Ljubljane na poplavno območje ob Gradaščici in Ljubljanci je značilen primer neuresničevanja načela trajnostnega razvoja v praksi (Natek 2002, 70–71; Gašperič 2004). Mesto je še na začetku šestdesetih let 20. stoletja segalo na skrajni severni rob Ljubljanskega barja in nekoliko dlje vzdolž Tržaške ter Dolenjske ceste. Nato je sledila načrtna gradnja velikega naselja pritličnih enodružinskih hiš v Murglah ter stihijaska urbanizacija ob Cesti dveh cesarjev, Ižanski cesti ter na območjih Sibirije in Rakove Jelše. Večino na črno zgrajenih stavb so po letu 1990 legalizirali in s tem še stopnjevali pritisk na južni rob mesta. Število prebivalcev na poplavno ogroženem območju se je v nekaj desetletjih povečalo z nekaj tisoč na več kot 30.000 (Dobravc 2003; Natek 2007, 156). Rezultati anket kažejo, da se ti prebivalci slabo zavedajo poplavne ogroženosti južnega dela Ljubljane. Gams in Cunder (1983, 133) pišeta, da je 72 % anketiranih prebivalcev južnega dela Ljubljane sicer vedelo, da so na njihovem območju bivanja možne poplave, a kar 59 % jih ni vedelo, da je bilo območje v preteklosti že poplavljenno. Natek (2007, 149) je ta podatek komentiral z besedami: »Katastrofalne poplave v letih 1885, 1888, 1895, 1926 in 1933 torej ne obstajajo več niti v strukturi primestne pokrajine, niti v zavesti tamkajšnjih prebivalcev.« Cunder (1984, 38) je tudi ugotovil, da se ljudje, ki živijo na poplavnem območju neposredno ob Gradaščici, celo bolj bojijo potresa kot poplave (Natek 2002, 71).

Akutni problem poplavne varnosti tega dela Ljubljane nameravajo rešiti z gradnjo protipoplavnih zadrževalnikov v dolinah Gradaščice in Šujice, gradnjo razbremenilnika na Barju ter hidrotehnično ure-

ARHIV GJAM ZRC SAZU



Slika 19: Vič v Ljubljani je bil pod vodo septembra 1926 (Strašen ... 1926, 346).

ARHIV GJAM ZRC SAZU



Slika 20: Rožna dolina, ki je bila poplavljena septembra 1926, je danes elitna ljubljanska soseska (Strašen ... 1926, 346).

ditvijo Malega grabna (Poplavna ogroženost ... 2006). Ta izhodišča za varovanje pred poplavami je sprejela vlada Republike Slovenije leta 2006. Slovenija mora namreč pri varstvu pred nesrečami slediti priporočilom Evropske unije, s katerim želijo zagotoviti prebivalcem dostop do temeljnih dobrin in storitev, kar vključuje tudi zaščito pred nevarnostjo zaradi naravnih katastrof (Načrt priprave ... 2004).

Naravne nesreče v Sloveniji v nekaterih letih vzamejo več odstotkov BDP. Podobno velja za svet: škoda zaradi naravnih nesreč v zadnjega pol stoletja stalno narašča. V zadnjem desetletju je bilo na svetu letno povprečno 770 večjih naravnih nesreč, ki so v povprečju povzročile 75.000 žrtev in za 115 milijard dolarjev škode. Leto 2010 je bilo izjemno, saj so naravne nesreče vzele kar 300.000 življenj in povzročile za 109 milijard dolarjev škode. Najhujše poplave so prizadele Pakistan, kjer je umrlo okoli 2000 ljudi, ob poplavah januarja 2011 v Braziliji pa je umrlo več kot 800 ljudi, poplave v istem obdobju v Avstraliji so prizadele območje, veliko kot Francija in Nemčija skupaj, ter terjale najmanj 20 življenj in povzročile za več kot 150 milijonov evrov škode (Munich Re 2010; Slovenska ... 2010). Pomemben vzrok za vedno večjo škodo zaradi naravnih nesreč je mišljenje, da lahko s sodobnimi tehničnimi sredstvi obvladamo naravne procese, čemur sledi poseganje na nevarna območja. Kot so pokazale sicer pravočasno napovedane poplave, lahko tovrstni procesi tudi v Sloveniji hitro presežejo zmožnosti družbe.

Potem ko je Evropo med letoma 1998 in 2005 prizadelo več kot sto hudih poplav, v katerih je nastalo za 25 milijard evrov škode in umrlo približno 700 ljudi, je bil 23. oktobra 2007 sprejet najpomembnejši dokument Evropske unije v zvezi s poplavami, to je Direktiva Evropskega parlamenta in Evropskega sveta o oceni in obvladovanju poplavne ogroženosti, delovno imenovan kar Poplavna direktiva (Direktiva ... 2007). Ta določa, da morajo članice Evropske unije zmanjšati ogroženost zaradi poplav, tako da ugotovijo, kje se nevarnost pojavlja, njen poglobitveni cilj pa je vzpostaviti mehanizme na ravni celotne Evropske unije, s katerimi bi bili sposobni oceniti in obvladovati poplavno ogroženost ter zmanjšati škodljive posledice poplav.

Da bi se lahko bolj učinkovito branili pred naravnimi nesrečami, jih je treba skrbno in temeljito preučevati, se nanje pripravljati z negradbenimi in (po potrebi) gradbenimi ukrepi ter o njih stalno ozaveščati in izobraževati javnost. K slednjemu poleg drugih dolgoročnih dejavnosti, kot je na primer uveljavljanje predpisov in prostorskih načrtov, štejemo predvsem izobraževanje. Šele s kompleksnim dolgoročno zasnovanim pristopom do urejanja prostora in ozaveščanja družbe lahko pričakujemo spremembo dojemanja naravnih nesreč, s tem pa morda tudi spremembo vedenja ter temu primerne učinke v pokrajini (Komac 2009). Dojemanje naravnih nesreč je sicer povezano z vedenjem, poznavanjem, vendar analize psihologov kažejo, da razumsko znanje ne vpliva neposredno na vedenje.

Dojemanje sodobne pokrajine v dobršni meri oblikujejo mediji. Čeprav ni naš namen kvantitativna opredelitev njihovega vpliva, lahko z analizo besedišča, ki ga uporabljajo novinarji pri svojem delu, dobimo vpogled v to, kako sodobna družba dojema naravne nesreče.

Analiza člankov iz časnika Delo (Komac 2010) iz obdobja mesec dni po septembrskih poplavah kaže, da so bili v člankih najpogostejše uporabljani prav izrazi, ki so povezani s škodo zaradi naravnih nesreč (slika 17). Poleg izrazov voda (pojavi se 550 krat) in poplava (368) se najpogostejše pojavi omemba denarja (evro: 255, denar: 75), sledita izraza občina (191) in cesta (221).

Ljubljana (150) je bila skupaj z izrazoma mesto (70) in Vič (11) omenjena kar 231-krat. To kaže na izjemnost pojava v Ljubljani, obenem pa tudi na centralizirano dojemanje časopisnih poročevalcev. Zemljepisnemu imenu Ljubljana po številu omemb sledijo Celje (59), Barje (51), Laško (43), Dragonja (25), Posavje (22), Savinja (21), Koper (13), Zagorje (11), Ljubljana in Štore (10).

Pisce v časniku je nadalje zanimalo, na katerih območjih so bile poplave in zemeljski plazovi (177) in razmerje države do poplav (135). Sledijo besede, ki zadevajo podrobnejše opise škode na hišah (134) in opisi dogajanja (nesreča: 91, ljudje: 90, gasilci: 75), opisi prizadetih in sanacije (po 62) ter ukrepov in zavarovalnice (po 59). Šele nato se po pogostnosti pojavijo besede vlada (50) oziroma premier (49), varnost (47), minister za okolje (46), deževje (46), sklad (43) itd.

Tretjina besedišča v člankih je bila namenjena opisu pojavov, po petina opisu škode in odgovornosti, po desetina pa varnosti, poplavljenim območjem ter zaščiti in reševanju (slika 18).

PRIMOŽ GAŠPERIČ

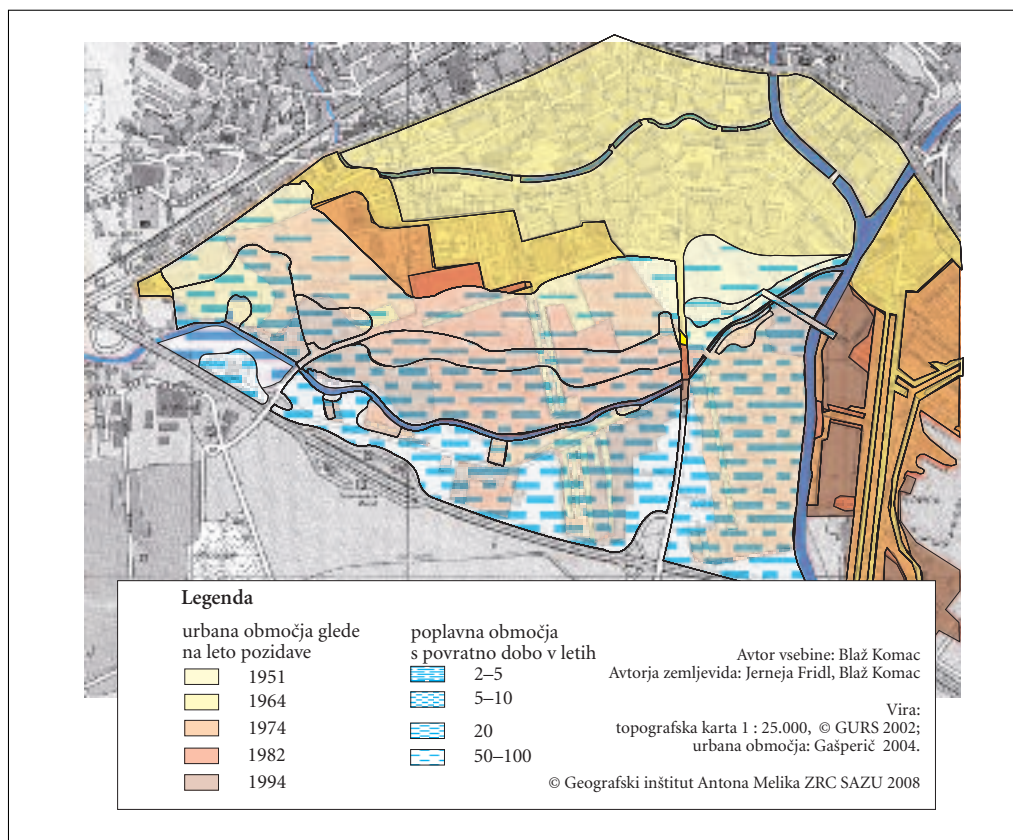


Slika 21: Spominska plošča na transformatorski postaji ob osnovni šoli na Viču v Ljubljani kaže višino vode ob poplavi 26. septembra 1926.

MATJA ZORN



Slika 22: Poplavljene podzemne garaže na Viču v Ljubljani septembra 2010.



Slika 23: Ljubljana se v zadnjih desetletjih vztrajno širi proti jugu, kjer poplave ogrožajo dobršen del poseljenega sveta (Komac, Natek in Zorn 2008b, 36).

Zanimiva je tudi razdelitev izrazov glede na krog upravljanja z naravnimi nesrečami. Ovrednotenju, torej znanstveni obravnavi naravnih nesreč, v tem primeru poplav, je bila namenjena desetina besedišča, prav toliko preventivi. Manj kot 5 odstotkov besed opisuje komuniciranje pred oziroma med dogodkom, skoraj tretjina besed pa je namenjena dogodku samemu.

Ker je dojemanje poplav v sodobni pokrajini težko razložiti, saj so ti procesi z vidika človeškega življenja redki, se moramo pri njihovem preučevanju ozreti tudi v preteklost in oceniti njihovo intenzivnost s pomočjo zgodovinskih virov. Pri tem nas vedno znova osupne podobnost časopisnih zapisov, ki jih navajamo zgoraj, ob katerih se zazdijo neresne trditve tipa »... tega ne pomnijo niti najstarejši prebivalci ...«.

4 Sklep

Po ugotovitvah psihologa Marka Poliča (Esih in Trstenjak 2010) lahko na nekaterih posebej ogroženih območjih v Sloveniji govorimo o »*subkulturi naravnih nesreč*«, kar pomeni, da je prebivalstvo do določene meje prilagojeno naravnim procesom. Vendar v Sloveniji kljub temu ni razvita kultura izogibanja naravnim nesrečam. Večino sredstev namreč uporabimo za odpravljanje posledic in ne za preventivo; za enak učinek v prostoru zadošča vložek v preventivo v višini le 3 % sredstev, ki so vložena v sanacijo (Siegel 1996).

BLAŽ KOMAC



Slika 24: V soseski tik ob Savi v Črnučah pri Ljubljani je skoraj 150 stanovanj. Zasnovana je tako, da omogoča »prelepe razglede na reko, mesto in okoliške hribe«.

MATJA ZORN

Soseska Savski breg

Novogradnja v zelenem delu Ljubljane



lokacija Ljubljana-Črnuče

stanovanja v velikosti
od 27,58 m² do 127,12 m²

cena s pripadajočim(i) parkirnim(i)
mestom(i), stransko in DVN-jem je
od 121.281,52 EUR
do 479.148,42 EUR

leto izgradnje: 2009

Slika 25: Oglas za sosesko na sliki 24. Takšni oglasi za ne prispevajo ravno k ozaveščanju o nevarnosti poplav.

Pogosto smo presenečeni, da ljudem ni tako jasna tesna medsebojna povezanost naravnih in družbenih dogajanj v pokrajini. Geograf akademik Svetozar Ilešič je desetletja odločno trdil, da je temeljna naloga geografije razumevanje in raziskovanje kompleksne geografske stvarnosti. Če kje, se to neposredno kaže prav pri naravnih nesrečah.

Ker je Slovenija dežela velike pokrajinske pestrosti, se srečujemo z različnimi naravnimi pojavi in, razumljivo, tudi s široko paletto naravnih nesreč. Ni kakšnega posebnega razloga za splošno trditev, da so naravne nesreče pogostejše, kot v preteklosti, nedvomno smo zanje bolj ranljivi, včasih pa jih s svojimi dejanji celo pospešujemo.

Eden od temeljev za razumevanje naravnih nesreč je v njihovem raziskovanju. Geografija, ki jo odlikuje razumevanje kompleksnosti procesov v pokrajini, jih na znanstvenih temeljih preučuje že skoraj celo stoletje. Utemeljitelj slovenske geografije akademik in podpredsednik ene prvih poveljnih vlad Anton Melik je po povodnji junija 1954 v Celju zapisal (Melik 1954): »... naš namen, pa tudi naša naloga je, da verno opazujemo in skrbno proučimo druge podobne prirodne katastrofe, ki vplivajo na delovno razmerje med človekom in naravo in puščajo vidne sledove v oblikovanju zemeljske površine, kulturno-gospodarskih ploskev, naselij in drugih tvorb človeške dejavnosti...«. To vodilo je še vedno eden temeljev geografskega preučevanja naravnih nesreč. Študija o vzrokih in posledicah poplav v Celju junija 1954 (npr. Melik 1954) je bila poleg študije o snežnih plazovih v zimah 1950–1954 (Gams 1955) prva celovita študija kakšne naravne nesreče pri nas (Natek 2002, 62; Natek 2007, 148).

Eden od pomembnejših preventivnih ukrepov, pri katerem tvorno sodelujemo geografi, je ugotavljanje območij, ki so ogrožena zaradi poplav, erozije, zemeljskih plazov, skalnih podorov in snežnih plazov. To obveznost občinam nalaga 83. člen Zakona o vodah. Prednost geografov je, da lahko našete naravne procese preučimo hkrati, saj lahko le tako zagotovimo učinkovito preventivo. Kaj pomaga, če smo na varnem pred zemeljskimi plazovi, pa nam hišo odnese snežni plaz?! Zato smo razvili metodologijo, ki omogoča pridobitev vseh podlag (zemljevidov nevarnosti, ogroženosti) hkrati, ki jih občine potrebujejo za izdelavo Občinskih prostorskih načrtov.

V Sloveniji se lahko pohvalimo z razmeroma uspešno kurativo, to je odpravljanjem posledic naravnih nesreč, manj pa naredimo na področju preventive, čeprav je slednja dolgoročno veliko cenejša (Komac, Pavšek in Zorn 2007; Zorn, Komac in Natek 2009). Kronično primanjkuje sredstev za preučevanje naravnih nesreč. To posebej izpostavljamo, ker je v Sloveniji zaradi velike pokrajinske pestrosti veliko vrst naravnih nesreč, ki so na srečo povečini prostorsko manj obsežne kot poplave septembra 2010.

Poudarjamo tudi dejstvo, da ne drži teza o vedno večji pogostnosti naravnih nesreč, saj številni (zgodovinski) viri pričajo o tem, da so bili takšni pojavi pogosti tudi v preteklosti. Po naravnih nesrečah vedno znova ugotavljamo, da se jih ne moremo v celoti ubraniti, pogosto jih s svojimi dejanji celo potenciramo. Na razsežnost škode zaradi poplav septembra 2010 je vplivalo predvsem hitro širjenje goste poselitve na poplavna območja (Gašperič 2004; Komac, Natek in Zorn 2008b).

V novih prostorskih načrtih je treba upoštevati potrebe varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami. Pogosto smo še na začetku te lepo zamišljene poti, saj kot piše Natek (2007, 160) lahko »... jemljemo ogroženost zaradi poplav kot najnazornejši primer napačnega ravnanja z območji, ki jih ogrožajo destruktivni naravni procesi...«. Živeti moramo z naravo in ne proti njej, geografi bi rekli s kompleksnim geografskim okoljem, torej v skladu s stvarnimi možnostmi, in ne le z njegovo zunanjo podobo, oziroma kratkoročno razsežnostjo pridobitništva. Poplava, ki smo ji bili priča, je le ena od prilagoditev pokrajine spremenljivim naravnim procesom. Kdaj ji bo sledil tudi človek?

5 Viri in literatura

Barje se je izpremenilo v jezero. Slovenski narod 66-217 (23. 9. 1933). Ljubljana.

Cunder, T. 1984: Ogroženost Ljubljanskega barja po poplavah in potresih s posebnim ozirom na južni rob Ljubljane. Diplomsko delo. Oddelek za geografijo Filozofske fakultete. Ljubljana.

- Direktiva 2007/60/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 23. oktobra 2007 o oceni in obvladovanju poplavne ogroženosti. Uradni list Evropske Unije L 288/27. Bruselj.
- Dobravc, M. 2003: Poplavna ogroženost doline ob spodnjem toku Gradašnice in severnega dela Ljubljanskega barja. Diplomsko delo. Oddelek za geografijo Filozofske fakultete. Ljubljana.
- Esih, U., Trstenjak, K. 2010: Več komunale, manj iger. Večer, 22. 9. 2010. Medmrežje: <http://www.vecer.com/clanek2010092205577351> (16. 2. 2011).
- Frantar, P., Hrvatin, M. 2005: Pretočni režimi v Sloveniji med letoma 1971 in 2000. Geografski vestnik 77-2. Ljubljana.
- Gams, I. 1955: Snežni plazovi v Sloveniji v zimah 1950–1954. Geografski zbornik 3. Ljubljana.
- Gams, I. 1973: Prispevek h klasifikaciji poplav v Sloveniji. Geografski obzornik 20, 1-2. Ljubljana.
- Gams, I., Cunder, T. 1983: Ljudska zasnova ogroženosti ter znanje o potresih in poplavih. Naravne nesreče v Sloveniji. Ljubljana.
- Gašperič, P. 2004: Širitev Ljubljane na Ljubljansko barje. Acta geographica Slovenica 44-2. Ljubljana.
- Globevnik, L., Vidmar, A. 2010: Poplave na Ljubljanskem barju v septembru 2010. Mišičev vodarki dan: zbornik referatov 21. Maribor.
- Hrvatin, M. 1998: Pretočni režimi v Sloveniji. Geografski zbornik 38. Ljubljana.
- Ilustrirani Slovenec 1-18 (25. 4. 1925). Ljubljana.
- Jesenovec, S. (ur.). 1995: Pogubna razigranost: 110 let organiziranega hudourničarstva na Slovenskem 1884–1994. Ljubljana.
- Kolbezen, M. 1992: Velike poplave in povodnji na Slovenskem II. Ujma 6. Ljubljana.
- Komac, B. 2009: Druženogeografski spomin in naravnogeografski spomin na naravne nesreče. Acta geographica Slovenica 49-1. Ljubljana.
- Komac, B. 2010: Analiza člankov v časniku Delo v obdobju od 1. 9. 2010 do 20. 10. 2010. Osební arhiv.
- Komac, B., Pavšek, M., Zorn, M. 2007: Regionalni razvoj in naravne nesreče – preventiva ali odpravljanje posledic? Veliki razvojni projekti in skladni regionalni razvoj. Regionalni razvoj 1. Ljubljana.
- Komac, B., Natek, K., Zorn, M. 2008a: Geografski vidiki poplav v Sloveniji. Geografija Slovenije 20. Ljubljana.
- Komac, B., Natek, K., Zorn, M. 2008b: Širjenja urbanizacije na poplavna območja. Geografski vestnik 80-1. Ljubljana.
- Kranjc, A. 1981: Prispevek k poznavanju razvoja krasa v Ribniški Mali gori. Acta carsologica 9. Ljubljana. Medmrežje 1: <http://www.delo.si/clanek/129350> (17. 11. 2010). Medmrežje 2: <http://www.delo.si/clanek/128646> (11. 11. 2010).
- Melik, A. 1934: Povodnji na Ljubljanskem barju. Kronika slovenskih mest 1-1. Ljubljana.
- Melik, A. 1954: Vzroki in učinki povodnji v geografski luči: Povodenj okrog Celja junija 1954. Geografski vestnik 26. Ljubljana.
- Melik, A. 1963: Ob dvestoletnici prvih osuševalnih del na Barju. Geografski zbornik 8. Ljubljana.
- Meze, D. 1983: Poplavna področja v porečju Rašice z Dobropoljami. Geografski zbornik 22. Ljubljana.
- Mikoš, M. 1995: Soodvisnost erozijskih pojavov v prostoru. Gozdarski vestnik 53-2. Ljubljana.
- Mikoš, M. 2007: Riziki menedžment na področju naravnih nesreč. Problemi in perspektive upravljanja z vodami v Sloveniji. Svet za varstvo okolja Republike Slovenije. Ljubljana. Medmrežje: <http://www.svo-rs.si/web/portal.nsf/dokumentiweb/C9831C2FFC08D831C12572A500446876?OpenDocument> (24. 9. 2008).
- Mikoš, M., Brilly, M., Ribičič, M. 2004: Poplave in zemeljski plazovi v Sloveniji. Acta hydrotechnica 22-37. Ljubljana.
- Munich Re 2010: Few major natural catastrophe losses in 2009: General trend confirmed by large number of weather extremes. Press release. Medmrežje: http://www.munichre.com/en/media_relations/press_releases/2009/2009_12_29_press_release.aspx (29. 12. 2009).
- Na pomoč! Žalosten klic iz poplavljenih Strug. Slovenec 61-224a (1. 10. 1933). Ljubljana.
- Načrt priprave državnega razvojnega programa 2007–2013. 2004. Služba Vlade Republike Slovenije za strukturno politiko in regionalni razvoj. Ljubljana.

- Natek, K. 2002: Ogroženost zaradi naravnih procesov kot strukturni element slovenskih pokrajin. Dela 18. Ljubljana.
- Natek, K. 2005: Poplavna območja v Sloveniji. Geografski obzornik 52-1. Ljubljana.
- Natek, K. 2007: Geografske dimenzije naravnih nesreč in varstva pred njimi. Dela 28. Ljubljana.
- Natek, M. 1992: Nekateri geografski vidiki poplavnih območij na Slovenskem. Poplave v Sloveniji. Ljubljana.
- Perko, D., Orožen Adamič, M., Pavšek, M., Zorn, M., Komac, B. 2010: Večino denarja uporabimo za odpravljanje posledic in ne za preventivo: poplave v Sloveniji septembra 2010. Delo 52-227 (30. 9. 2010). Ljubljana.
- Poplavna ogroženost ljubljanskega območja. Ministrstvo za okolje in prostor. 2006. Medmrežje: http://www.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/dokumenti/poplavna_varnost_Ljubljane.pdf (26. 8. 2008).
- Poročilo o izjemno obilnih padavinah od 16. do 19. septembra 2010 (23. 9. 2010). ARSO. Ljubljana. Medmrežje: http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/weather_events/padavine_16-19sep10.pdf (12. 1. 2010).
- Povodenj na Ljubljanskem barji. Slovenski narod 28-70 (27. 3. 1895). Ljubljana.
- Povodenj. Slovenec 23-74 (1. 4. 1895). Ljubljana.
- Radinja, D., Šifrer, M., Lovrenčak, F., Kolbezen, M., Natek, M. 1974: Geografsko preučevanje poplavnih področij v Sloveniji. Geografski vestnik 46. Ljubljana.
- Repnik Mah, P., Mikoš, M., Bizjak, A. 2010: Hidromorfološka tipizacija slovenskih rek. Acta geographica Slovenica 50-2. Ljubljana.
- Rus, J. 1924: Slovenska zemlja II. Ljubljana.
- Siegel, F. R. 1996: Natural and anthropogenic hazards in development planning. San Diego.
- Slovenska tiskovna agencija 2010: Poročila o poplavah. Medmrežje: <http://www.sta.si> (25. 10. 2010).
- Strahotna noč na barju. Slovenec 61-128a (24. 9. 1933). Ljubljana.
- Strahovite posledice povodnji. Slovenec 54-222 (29. 9. 1926). Ljubljana.
- Strašen udarec za Slovenijo. Ilustrirani Slovenec 2-41 (10. 10. 1926). Ljubljana.
- Strojan, I., Kobold, M., Polajnar, J., Šupek, M., Pogačnik, N., Jeromel, M., Petan, S., Lalič, B., Trček, R. 2010: Poplave v dneh od 17. do 21. septembra 2010. Mišičev vodarki dan: zbornik referatov 21. Maribor.
- Struge na jezeru. Slovenec 66-221a (28. 9. 1933). Ljubljana.
- Šifrer, M. 1983: Vzroki in učinki rečnih poplav na Slovenskem. Naravne nesreče v Sloveniji. Ljubljana.
- Šifrer, M., Orožen Adamič, M. 1985: Ljubljansko barje: obseg, poplave in poselitev – 1 : 50.000. Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU. Ljubljana.
- Škrabec, M. 2009: Slovenstvo na razglednicah. Ljubljana.
- Veljanovski, T., Pehani, P., Kokalj, Ž., Oštir, K. 2011: Zaznavanje poplav s časovno vrsto radarskih satelitskih posnetkov ENVISAT in RADARSAT-2. Neodgovorna odgovornost. Naravne nesreče 2. Ljubljana.
- Vesoljni potop v Strugah. Slovenski narod 66-218 (25. 9. 1933). Ljubljana.
- Zakon o vodah. Uradni list Republike Slovenije 67/2002. Ljubljana.
- Zorn, M. 2007: Jožefinski vojaški zemljevid kot geografski vir. Geografski vestnik 79-2. Ljubljana.
- Zorn, M., Komac, B., Natek, K. 2009: Naravne nesreče kot omejitveni dejavnik razvoja. Razvojni izzivi Slovenije. Regionalni razvoj 2. Ljubljana.

ZAZNAVANJE POPLAV S ČASOVNO VRSTO RADARSKIH SATELITSKIH POSNETKOV ENVISAT IN RADARSAT-2

dr. Tatjana Veljanovski

Znanstvenoraziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti, Inštitut za antropološke in prostorske študije, Novi trg 2, SI – 1000 Ljubljana, Slovenija
tatjanav@zrc-sazu.si

Peter Pehani, dr. Žiga Kokalj, dr. Krištof Oštir

Znanstvenoraziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti, Inštitut za antropološke in prostorske študije, Novi trg 2, SI – 1000 Ljubljana, Slovenija
Center odličnosti Vesolje, znanost in tehnologije, Aškerčeva cesta 12, SI – 1000 Ljubljana, Slovenija
peter.pehani@space.si, ziga.kokalj@space.si, kristof.ostir@space.si

IZVLEČEK

Zaznavanje poplav s časovno vrsto radarskih satelitskih posnetkov ENVISAT in RADARSAT-2

Po obilnih padavinah, ki so zajele Slovenijo med 17. in 19. septembrom 2010, smo v okviru aktivacije Programa Vesolje in velike nesreče pridobili serijo radarskih satelitskih posnetkov. Ta je omogočila, da smo upoštevaje štiri datume znotraj štirinajstdnevnega razdobja razčlenili dinamiko poplav v okolici Ljubljane in na kraških poljih ter krajevnega zastajanja oziroma odtekanja vode. Z radarskimi posnetki lahko v skoraj realnem času dobimo zelo dober vpogled v stanje prizadetosti naravnega okolja in širšega območja, ne moremo pa zaznavati poplav v naseljih. S prispevkom želimo odpreti razpravo o uporabnosti podatkov daljinskega zaznavanja in hitrega kartiranja za različne uporabnike, upoštevaje smeri razvoja vesoljske tehnologije v Sloveniji.

KLJUČNE BESEDE

zaznavanje poplav, radarski satelitski posnetki, hitro kartiranje, daljinsko zaznavanje, Program Vesolje in velike nesreče

ABSTRACT

Detection of flooding with the time series of radar satellite images ENVISAT and RADARSAT-2

Within the activation of International Charter on Space and Major Disasters following intensive rains in Slovenia between September 17th and 19th 2010, we obtained time series of radar satellite images, which was used to study flood dynamics in the surroundings of capital Ljubljana and on karst poljes, as well as local water retention and/or retreat. Radar images enabled satisfactory near-real-time comprehension of flood dynamics within wider natural environment, however not in urban areas. Motivated with recent development of space technology in Slovenia, we are with this article also opening a public discussion about applicability and potential of remote sensing data and its rapid mapping products for various users.

KEY WORDS

flood detection, radar satellite images, rapid mapping, remote sensing, International Charter Space and Major Disasters

1 Uvod

Slovenijo so med 17. in 19. septembrom 2010 zajele obilne padavine, so imeli na polovici ozemlja države težave zaradi poplav. V 48 urah, od petka do nedelje zjutraj, je v povprečju padlo od 170 do 180 mm padavin, kar je največja količina v takšnem časovnem obdobju v zadnjih šestdesetih letih (ARSO 2010). V primerjavi s preteklimi izjemnimi padavinskimi dogodki tega najbolj zaznamuje velikost območja, na katerem je bila količina padavin velika. Visoke vode so najbolj opustošile naselja na območju Ljubljane in Posavja.

Državna meteorološka služba je količinski, časovni in prostorski obseg septemberskih katastrofalnih poplav napovedala izjemno natančno in poslala opozorilo Upravi Republike Slovenije za zaščito in reševanje (URSZR). Ta je kmalu po začetku poplav aktivirala projekt SAFER (<http://www.emergency-response.eu>) ter v sodelovanju s Centrom odličnosti Vesolje, znanost in tehnologije (CO Vesolje-SI) in ZRC SAZU tudi mednarodni Program Vesolje in velike nesreče (International Charter Space and Major Disasters; v nadaljevanju Program).

V primeru večjih naravnih nesreč se različne vesoljske agencije, med njimi vse največje – evropska ESA, kanadska CSA, japonska JAXA, ameriška NASA in številne druge, združijo in začnejo s snemanji prizadetih območij. Posnetke nato v razmeroma kratkem času posredujejo v obdelavo in analizo partnerjem, ki so program sprožili.

V prispevku predstavljamo rezultate obdelave radarskih posnetkov, ki pokažejo poplavljenost ter dinamiko zadrževanja in umikanja vode na območju Ljubljanskega barja in širše v prvih dveh tednih po padavinah.

2 Razpoložljivost satelitskih posnetkov in njihova obdelava

V okviru omenjenih iniciativ smo prejeli optične posnetke satelitov Landsat, SPOT 5 in WorldView 2 ter radarske posnetke satelitov ENVISAT in RADARSAT-2. Deset dobljenih posnetkov je arhivskih, eden je zajet tik po najhujših padavinah (19. 9. 2010 zvečer), ostalih devet pa je bilo zajetih v dneh po padavinah. Večina novozajetih posnetkov je radarskih (osem). Od vseh prejetih posnetkov so se za določanje poplav kot primerni pokazali podatki radarskih satelitov ENVISAT in RADARSAT-2. Z njimi smo lahko kartirali stanje in dinamiko poplav na Ljubljanskem barju in okolici, kraških poljih (za 19. 9., 23. 9., 26. 9. in 2. 10.), pa tudi stanje poplav vzdolž reke Krke (za 25. 9. in 26. 9.). Na območju Posavja z razpoložljivimi podatki poplav ni bilo mogoče kartirati. Lastnosti podatkov, ki smo jih uporabili za kartiranje, prikazuje preglednica 1.

Bistveni prednosti radarskih satelitskih sistemov pred optičnimi sistemi sta neodvisnost od sonca kot vira svetlobe, zato lahko zemeljsko površje opazujemo tudi ponoči, ter zmožnost opazovanja skozi oblake. To dejstvo se je vnovič pokazalo za ključno pri kartiranjih dogodkov, ki jih spremlja slabo vreme.

Odkrivanje vode na radarskih posnetkih velja za razmeroma enostavno nalogo, saj je radarski povratni signal na gladki gladini vode neznaten (Henderson in Lewis 1998; Oštir 2006). Voda ima zato najnižjo intenziteto. V resničnih razmerah pa ta odnos moti več dejavnikov. Nizke vrednosti intenzitete so lahko tudi posledica senc reliefa na razgibanem površju in zrnatosti (značilni šum na radarskih posnetkih). Poleg tega se srečujemo tudi z nezmožnostjo zaznave vode (zlasti v urbanih in kmetijskih območjih). Vsak objekt, višji od nekaj centimetrov, ki sega nad vodno gladino, povzroči, da se del valovanja odbije do sprejemnika. Intenziteta odbojnega signala je tako večja, zato takšne površine v analizi ne moremo prepoznati kot vodo. Odbojni objekt je lahko hiša, drevo, koruzno polje ali celo val na vodi.

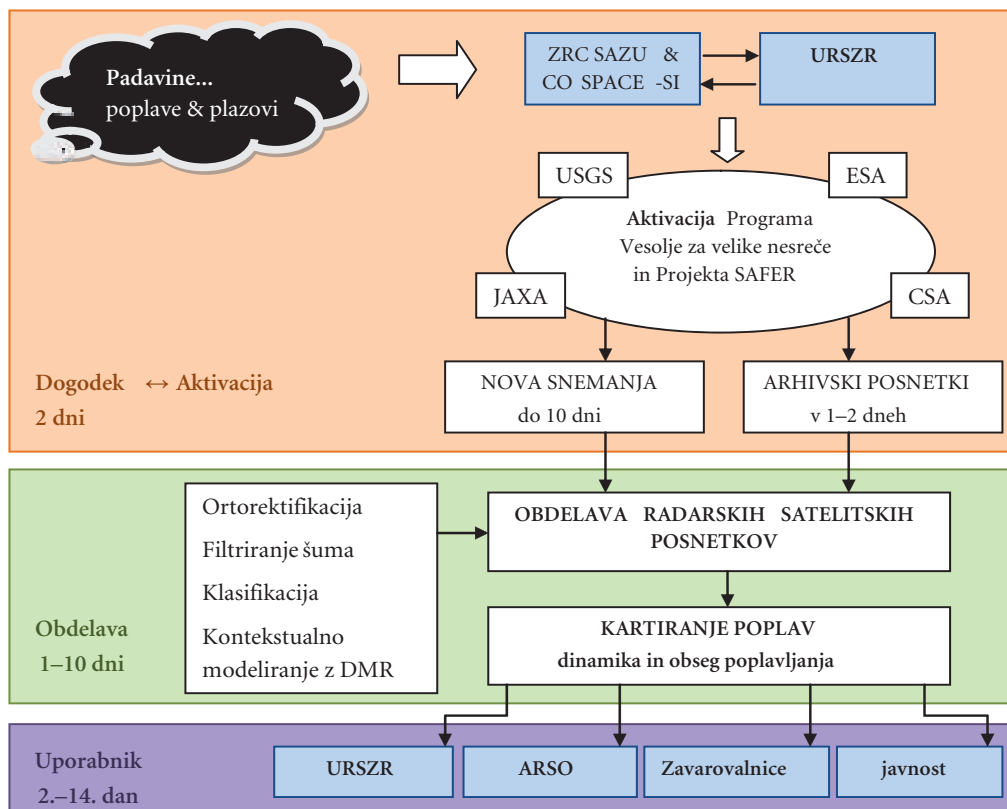
Parametri geometrije snemanja so pri radarskih posnetkih satelitov ENVISAT in RADARSAT dobro znani. Ker pa so posnetki zajeti iz različnih kotov opazovanja, smo posnetke ortorektificirali z OrthoRadar modulom v programu Erdas in z upoštevanjem digitalnega modela reliefa Slovenije v 12,5 metrski ločljivosti. S tem smo odpravili razlike zaradi različnih kotov opazovanja in zmanjšali položajna odstopanja površja.

Preglednica 1: Pregled uporabljenih satelitskih posnetkov, pridobljenih v okviru Programa Vesolje in velike nesreče, njihove pomembnejše lastnosti ter vloga pri kartiranju poplavljenosti.

satelit (vesoljska agencija)	senzor/tip podatka	datum zajema	območje	prostorska ločljivost (m)	način uporabe
ENVISAT ASAR (ESA)	ASAR APM	19. 9. 2010	Ljubljana in okolica	12,5	kartiranje poplav
RADARSAT-2 (CSA)	Extended High HH	23. 9. 2010	Ljubljana in okolica	12,5	kartiranje poplav
ENVISAT ASAR (ESA)	ASAR APM	25. 9. 2010	Zasavje, Krka	12,5	kartiranje poplav
ENVISAT ASAR (ESA)	ASAR APM	26. 9. 2010	Zasavje, Krka	12,5	kartiranje poplav
RADARSAT-2 (CSA)	Path Image Plus HH	26. 9. 2010	Ljubljana in okolica	12,5	kartiranje poplav
RADARSAT-2 (CSA)	Path Image HH	28. 9. 2010	Zasavje	6,25	kartiranje poplav
RADARSAT-2 (CSA)	Path Image Plus HH	2. 10. 2010	Ljubljana in okolica	12,5	kartiranje poplav
Landsat (USGS)	Landsat TM, 30 m, 7 MS	14. 9. 2010	Osrednja Slovenija	30	pregled stanja, referenca
Landsat (USGS)	Landsat TM, 30 m, 7 MS	21. 9. 2010	Zahodna Slovenija	30	pregled stanja poplav



Slika 1: Primerjava stanja na posnetkih satelita Landsat TM5 (zgoraj: 14. 9. 2010 pred poplavami, spodaj: 21. 9. 2010 po tridnevni padavinah). V temno modri barvi so razvidna poplavljenost kraška polja Radensko, Planinsko in Cerkniško polje ter Loška dolina, polni sta tudi Petelinsko in Palško jezero. Nad Ljubljanskim barjem zaradi oblakov poplav ni mogoče identificirati.



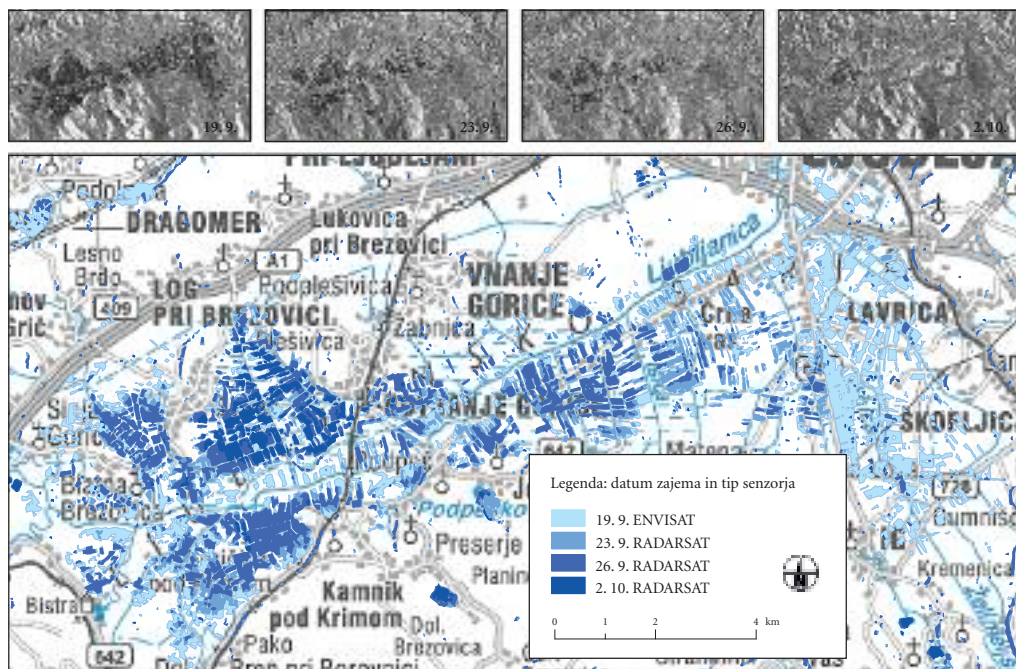
Slika 2: Procesna veriga obdelave radarskih posnetkov za namene hitrega kartiranja.

Radarske posnetke smo nato radiometrično izboljšali s filtrom sredine velikosti 3 krat 3 piksele. Na ta način smo zmanjšali prispevek zrnatosti pri zaznavanju vodnih površin majhnega obsega. Nato smo za vsak posnetek določili prag zaznave vode (poplavljenih območij) ter opravili napredno filtriranje objektov klasificiranih kot voda. Prisotnost senc, napačno klasificiranih kot voda, smo odpravili z upoštevanjem naklona in kota gledanja.

Z opisano obdelavo posnetkov (slika 2) smo pripravili zemljevide poplavnih območij na Ljubljanskem barju, v okolici Ljubljane in na kraških poljih za opazovane datume. Zemljevide smo posredovali Upravi Republike Slovenije za zaščito in reševanje ter objavili na spletni strani Programa Vesolje in velike nesreče (<http://www.disasterscharter.org>) in CO Vesolje-SI (<http://www.space.si/presentation>). Postopek obdelave radarskih posnetkov je polsamodejen in uporaben za vse prejete radarske posnetke, rezultate pa posreduje v nekaj urah po zajemu s satelitom.

3 Kartiranje poplavljenih območij v osrednji Sloveniji

Rezultati analize radarskih snemanj podajajo vpogled tako v položaj in obseg poplavljenih območij kot v samo dinamiko vztrajanja oziroma umikanja vode na območju Ljubljanskega barja (slika 3) in širše (slika 4) v prvih dveh tednih po padavinah. Zaznavanje poplav v urbanem okolju (na primer na Viču v Ljubljani) ni bilo možno zaradi narave delovanja radarskih sistemov.

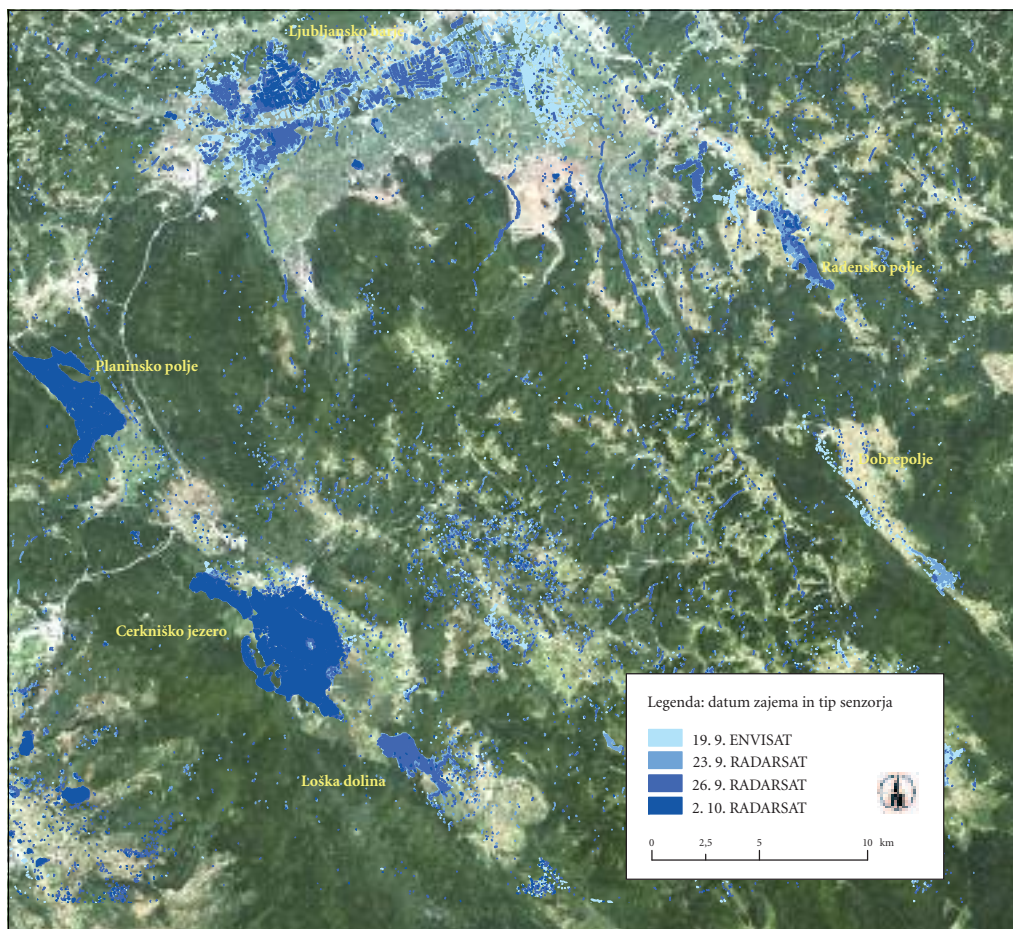


Slika 3: Zgoraj: izdelki radarskih posnetkov za izbrane datume opazovanja poplav na Ljubljanskem barju. Spodaj: dinamika poplavljenosti na Ljubljanskem barju, zaznana iz radarskih posnetkov 12,5-metrške ločljivosti, zajetih 19. 9., 23. 9., 26. 9. in 2. 10. 2010.

4 Vrednotenje zaznanih poplav

V študiji smo po opravljenih terenskih pregledih (30. 9. v okviru validacije projekta SAFER in 5. 10.) ter opisnih virih URSZR-ja (URSZR 2010) ocenili točnost zaznave vode na posnetkih RADARSAT in ENVISAT. Intenziteta odbitega radarskega valovanja je odvisna od lastnosti površja Zemlje, kot sta hrupavost in dielektričnost, kot tudi od značilnosti metode meritve, predvsem od kota gledanja. Interpretacija vsebine radarskih posnetkov je zato mnogo bolj zapletena od interpretacije optičnih posnetkov (slika 5). Upošteva nekatere znane pomanjkljivosti (Chen s sodelavci 1999; Mason s sodelavci 2009; Pradhan 2009; Puech s sodelavci 2009) in težave pri identifikaciji vode na radarskih posnetkih za območje Ljubljane in Ljubljanskega barja, ugotavljamo naslednje:

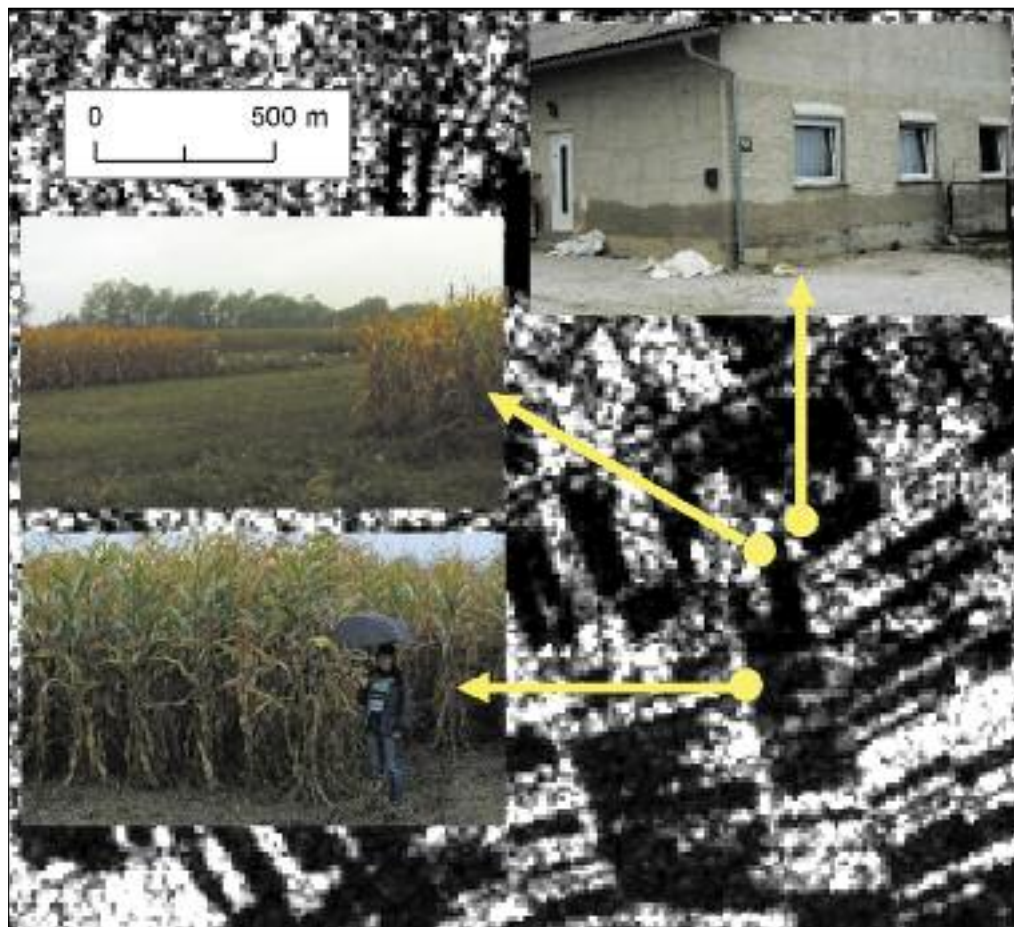
- Pri radarskih sistemih ločljivosti 12,5 m zaznavanje poplav v urbanem okolju ni možno. Geometrija večkratnega odboja od objektov (voda – hiša, drevo) povzroča povečan odboj radarskega signala. Zaradi tega je povratni signal sicer poplavljenosti površine višje intenzitete, kot v primeru gladke vodne površine.
- Zaznava poplavljenosti območij je prešibka (voda ni zaznana) tudi povsod tam, kjer radarski signal skozi rastline ne prodre do poplavljenosti tal. Značilen primer za to je obrežno rastje na kraških poljih, prekinitev ravnih oblik vzdolž kanalov na Ljubljanskem barju ter polja neporezane kornice.
- Do znatne podcenjenosti poplavljenosti površin prihaja na območjih, kjer je pokrovnost površja nehomogena tako v vertikalnem kot horizontalnem smislu. Gre za specifičen primer na Ljubljanskem barju, ki se kaže kot nezvezna slika poplavljenosti (razvidne so sledi vzorca razporeditve kmetijskih površin). Kjer se v majhnih prostorskih intervalih (20 do 30 m) menjavajo ozka polja visokoraslih kultur (kornice) ali gručaste grmovnice ter ozki povsem poplavljeni travniki ali njive z nizkoraslimi pridelki, se zaradi znatnega odboja okoliških rastlin slednji lahko klasificirajo kot nepoplavljeni.



Slika 4: Vpogled v dinamiko naraščanja, odtekanja in zastajanja vode na kraških poljih, zaznana iz radarskih posnetkov ločljivosti 12,5 m, zajetih 19. 9., 23. 9., 26. 9. in 2. 10. 2010, prikazana na arhivskem posnetku Landsat. Zemljevidi poplavljenosti prikazujejo razmeroma hitro praznjenje nekaterih polj (Radensko polje, Dobropolje, Loška dolina), pa tudi dodatno naraščanje vode po skoraj dveh tednih (2. 10.) na Cerknjskem in Planinskem polju.

- Podobno do podcenjene zaznave prihaja še v primerih, ko je na razmeroma homogenem površju postavljen objekt visoke odbojnosti ali višine (na primer visokonapetostni energetski vod, visoko drevo sredi travnika). Zaradi znatnega povratnega odboja od objekta se okoliška poplavljena površina lahko, ni pa to nujno, klasificira kot nepoplavljena.
- Prav tako se pojavlja čezmerno zaznavanje. Večje površine se klasificirajo kot voda v primeru senc na razgibanem površju, posamezne manjše zaplate, gručice nekaj pikselov, se klasificirajo kot voda zaradi še prisotne zrnatosti.

Dobro poznavanje vzrokov za prešibko in čezmerno zaznavanje vode na radarskih posnetkih ter okoliščin, v katerih se te pojavljajo, omogoča, da del opisanih napak odpravimo z modeliranjem, kot je maskiranje obrežnega rasti, identifikacija senc na podlagi parametrov reliefa in kota opazovanja ter generalizacija konture poplavljenega območja, kjer je raba tal mešana. V primeru hitrega kartiranja,



Slika 5: Izrez izdelka radarskega satelita ENVISAT dne 19. 9. 2010 med naseljema Črna vas–Lipe (Ljubljansko barje) ter ponazoritev posledic dejanskega stanja s primeri fotografij.

ki je tudi cilj aktivacije Programa in zatorej našega dela, smo napake čezmerne zaznave, ki se nanašajo na večje sence in izolirane manjše površine, odpravili s filtriranjem in modeliranjem parametrov reliefa. Zmanjšanje napak prešibke zaznave vode je bolj zapleteno in težje za postopke samodejne obdelave, zato jih v procesu hitrega kartiranja nismo izvajali.

Kakovost obsega poplav, zaznanih z radarskimi sistemi ENVISAT in RADARSAT, je odvisna od razmerja med obliko in lastnostmi pokrovnosti površja ter prostorsko ločljivostjo senzorja. Ugotavljamo, da je uporabnost radarskih podatkov v srednji ločljivosti za kartiranje stanja poplav v naravnem okolju zadovoljiva, saj ob primerni časovni pokritosti s posnetki omogoča sprotno spremljanje dogodkov na širšem območju. Izdelani zemljevidi poplav dajejo izjemno pomembne informacije za regionalno študijo dinamike visokih voda skozi čas na območju okolice Ljubljane ter Notranjskega in Dolenjskega krasa. Z integracijo informacij o poplavljenosti iz visokoločljivih optičnih posnetkov bodo podatki daljinskega zaznavanja omogočali tudi natančnejši vpogled v poplavno ogrožena območja, s čimer bi uporabniki lahko bolje ocenili tveganje pri gradnji ali zavarovanju objektov, pa tudi pri načrtovanju ustrezne protipoplavne zaščite.

5 Sklep

V okviru Programa Vesolje in velike nesreče smo pridobili serijo satelitskih posnetkov, ki omogočajo nekajdnevno spremljanje po naravni nesreči prizadetih območij. Obdelave, ki smo jih opravili, so omogočile hitro kartiranje dogodkov. Rezultate interpretacije satelitskih posnetkov bi bilo mogoče uporabiti pri reševanju, če bi te dosegale zadostno prostorsko točnost in s tem vpogled v natančno razporeditev poplavljenih predelov na širšem območju. Tega pa radarski posnetki srednje ločljivosti ne omogočajo. Izkazalo se je namreč, da z radarskimi posnetki v ločljivosti 12,5 m ne moremo zaznavati poplav v urbanem okolju, kar bi z visokoločljivimi (optičnimi) posnetki nedvomno lahko, ter da je obseg poplav pri mešani rabi tal vselej nekoliko podcenjen, zaznana vodna površina pa neskljena. Večji pomen tovrstnih rezultatov zato vidimo v ocenjevanju škode v naravnem okolju ter izboljšanju postopkov pri preprečevanju ponovitve. Rezultati spremljanja tega dogodka so zato bolj kot za samo reševanje zanimivi kot vhodni učni podatek ali kontrolni podatek rezultatov v modeliranju in simulaciji podobnih dogodkov.

Opazovanje poplav septembra 2010 je že tretja aktivacija Programa iz Slovenije v zadnjih desetih letih (druga, ki se nanaša na opazovanje poplav). V primerjavi s preteklimi ima tokratna zelo dobro časovno vrsto (nekajdnevno zaporedje) posnetkov. Za učinkovito sprotno spremljanje poplav je po naših izkušnjah bistvenega pomena visoka prostorska in časovna ločljivost posnetkov ter integracija radarskih in optičnih posnetkov.

Tretji primer aktivacije Programa je pokazal, da je posamezen posnetek mogoče obdelati v razmerno kratkem času, vendar zaenkrat še zahteva prisotnost in odločanje strokovnjaka. Center odličnosti Vesolje, znanost in tehnologije zato razvija tehnologijo obdelave satelitskih posnetkov, ki bo skoraj samodejna in bo bistveno skrajšala čas same obdelave (trenutno nekaj ur po prejemu posnetkov). Predvsem pa bo omogočila takojšnjo objavo interpretiranih rezultatov v obliki spletnega zemljevida, dostopnega zainteresirani javnosti. Pomankljivost, ki smo jo znova občutili ob aktivaciji Programa, je, da izvajalec kartiranja in končni uporabnik nimata zadostnega vpliva na določitev območja in časovnega zaporedja novonačrtovanega snemanja. Kot se je pokazalo v primeru poplav tako velikega obsega, bi bili pogostejši podatki v času največjih padavin in takoj po njih izjemnega pomena tako za reševanje kot za hidrološke študije. Za učinkovita satelitska opazovanja nesreč tako postaja imperativ lasten satelitski sistem in hiter, neposreden prenos satelitskih meritev do izvajalca kartiranja.

6 Zahvala

Študija ne bi bila izvedljiva brez podpore 'Programa Vesolje in velike nesreče'. Avtorji se zahvaljujejo URSZR-ju za aktivacijo Programa ter v njem sodelujočim Evropski vesoljski agenciji (ESA) ter Kanadski vesoljski agenciji (CSA) za posredovanje posnetkov, ki smo jih v študiji uporabili. Raziskave so bile delno opravljene v okviru Centra odličnosti Veolje-SI, ki se financira iz Evropskih strukturnih skladov.

7 Viri in literatura

- ARSO 2010: Poročilo izjemno obilnih padavinah od 16. do 19. septembra 2010. Elaborat, ARSO. Ljubljana.
- Chen, P., Liew, S. C., Lim. H. 1999: Flood detection using multitemporal Radarsat and ERS SAR data. Proceeding of 20th ACRS. Hong Kong.
- Henderson, Floyd M., Lewis, Anthony J. 1998. Principles and Applications of Imaging Radar. New York.
- Puech, C., Hostache, R., Raclot, R., Matgen, P. 2009: Quality of flooded plains free water detection using radar images: Towards a methodology for estimation water depth. Proceeding of VALgEO 2009. Ispra.

- Mason, D. C., Speck, R., Schumann, G., Neal, J., Bates, P. D. 2009: Using TERRASAR-X data for improved urban flood model validation. Proceedings of 3rd TerraSAR-X Science Team Meeting. Oberpfaffenhofen.
- Oštir, K. 2006: Daljinsko zaznavanje. Ljubljana.
- Pradhan, B. 2009: Flood susceptible mapping and risk area delineation using logistic regression, GIS and remote sensing. Journal of Spatial Hydrology 9-2. Cape Canaveral.
- URSZR 2010: Dnevni informativni bilten. Bilten, URSZR. Ljubljana. Medmrežje: <http://www.sos12.si/db/priloga/p10518.pdf>, <http://www.sos12.si/db/priloga/p10460.pdf> (20. 10. 2010).

DINAMIKA POPLAVLJANJA PLANINSKEGA POLJA V OBDOBJU OKTOBER 2008–APRIL 2009

dr. Gregor Kovačič

Univerza na Primorskem, Fakulteta za humanistične študije Koper, Titov trg 5, SI – 6000 Koper, Slovenija
gregor.kovac@fhs.upr.si

dr. Nataša Ravbar

Znanstvenoraziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti, Inštitut za raziskovanje krasa,
Titov trg 2, SI – 6230 Postojna, Slovenija
natasia.ravbar@zrc-sazu.si

IZVLEČEK

Dinamika poplavljanja Planinskega polja v obdobju oktober 2008–april 2009

Vodne ujme so najpogostejše naravne nesreče na krasu. Namen članka je pojasniti dinamiko poplavljanja kraškega polja. Zato je bila izvedena natančna analiza naraščanja in upadanja vodostajev na Planinskem polju v obdobju poznojesenskega padavinskega viška in zimsko-pomladanskega deževja leta 2008 in 2009. Analizirane in medsebojno primerjane so bile dnevne padavinske in pretočne vrednosti ter vodostaji rek (izvirov) na Planinskem polju in v njegovem zaledju. Na podlagi digitalnega modela višin sta bili izračunani površina poplave in prostornina vode ter izdelana tridimenzionalna predstavitev visokih voda na Planinskem polju. Dobljeni rezultati so dobro izhodišče za razumevanje okoliščin poplavljanja in za nadaljnje preučevanje vodnih ujm na krasu.

KLJUČNE BESEDE

geografija, kras, naravni procesi, naravne nesreče, ujme, poplave, Planinsko polje, Unica

ABSTRACT

Dynamics of flooding on the Planina polje in the period October 2008–April 2009

Floods are the most frequent natural hazard in karst areas. The aim of this article is to present karst polje flood dynamics and detail analyses of water level increase and decrease on the Planina polje. The study focuses on the late autumn and winter-spring precipitation of 2008 and 2009. Daily precipitation, discharge and water level data of the Planina polje rivers (springs) and rivers in the polje catchment have been analyzed and compared. Based on the digital elevation model, the flood surface areas and flood water volumes have been calculated. A three-dimensional simulation of high waters on the Planina polje has been elaborated. The results are good base for understanding the circumstances of flooding and further investigation of flood dynamics in karst.

KEY WORDS

geography, karst, natural processes, natural hazards, geohazard, floods, Planina polje, Unica river

1 Uvod

Slovenske kraške pokrajine so povečini na karbonatnih kamninah, ki obsegajo približno 44 % državnega ozemlja (Gams 2003). Na kraških območjih se pojavljajo dvoje vrst naravnih nesreč; prve so predvsem posledica relativno visoke topnosti in prepustnosti karbonatnih kamnin (poplave, udori), druge pa niso vezane na posebnosti krasa in se pojavljajo tudi drugod (Kovačič in Ravbar 2010).

Med najbolj pogoste ujme na krasu uvrščamo poplave na kraških poljih ter na območjih plitvega in kontaktnega krasa. Pojav poplav je odvisen od višine vode v kraškem podzemlju oziroma od presežka dotekajoče vode nad zmogljivostjo odtočnih kanalov. Na različen vodostaj v največji meri vplivajo



Slika 1: Hidrogeološka karta proučevanega območja.

količina in intenzivnost padavin, značilnosti vodonosnika (npr. prevodnost kraških kanalov, velikost), ter predhodna zasičenost prsti in kamnin z vodo.

Za potrebe varstva pred vodnimi ujmami so nujne temeljne študije poplavnih območij. Te so bile na slovenskem krasu najbolj intenzivne v 70-ih in 80-ih letih prejšnjega stoletja (Habe 1966; Kranjc in Lovrenčak 1981; Kranjc 1981; Kranjc 1986; Meze 1983; Kranjc in Mihevc 1991 in druge), kasneje pa so zamrle. Študije so bile osredotočene na vzroke in pogostost pojavljanja poplav, njihovo razsežnost ter poplavno škodo. Novejša tuja in domača literatura pretežno obravnava ekstremne poplave na krasu (Parise 2003; Delrieu s sodelavci 2005; Kovačič 2005; Bonacci, Ljubenkovič in Roje-Bonacci 2006; Maréchal, Ladouche in Dörflinger 2006; Bailly-Comte, Jourde in Pistre 2009; Kovačič in Ravbar 2010) ali pa opisuje vzroke poplav na kraških poljih (López-Chicano s sodelavci 2002; Kovačič 2010).

Med pomembnejše raziskave za preventivne ukrepe pred poplavami na krasu spadajo pogosto zane-marjene študije pretakanja voda v napajalnem zaledju izvirov oziroma njihova vodna bilanca ter analize dinamik naraščanja in upadanja vodostajev. Na ta način lahko lažje preučimo in predvidimo ekstremne hidrološke dogodke, za kar pa je potrebna gosta mreža hidroloških opazovalnic in natančne hidrološke študije. V prispevku predstavljamo poskus natančne analize pojavljanja visokih voda na tipičnem kraškem polju v izbranem hidrološkem obdobju.

Analiza dinamike vodostajev je bila opravljena na primeru Planinskega polja, ki je 5 km dolgo in okrog 2,5 km široko klasično kraško polje. Ima več kot 10 km² veliko ravno dno, ki leži v nadmorski višini med 444 in 447 m. Obrobje gradita zakraseli kredni in jurski apnenec, zahodna pobočja polja in njegovo dno pa triasni dolomit. Na polju dolomitno dno prekriva nekaj metrov debela plast ilovnatih in peščenih naplavin (Gams 2003).

Pas neprepustnega dolomita prisili vodo, ki podzemsko priteče z Javorniško-Snežniškega kraškega vodonosnika z jugozahoda, da se dvigne na površje. Na južnem obrobju polja se pojavljata dva večja kraška izvira: Unica in Malenščica ter več manjših nestalnih izvirov (izviri Škratovka, Cvinger, Olarica). Vode se združijo v skupen vodotok Unica, ki prečka polje in ponika na njegovem vzhodnem, severnem in severozahodnem obrobju. Povprečni letni pretok Unice v 30-letnem obdobju 1979–2008 je 20,15 m³/s z minimalno vrednostjo 1,08 m³/s in maksimalno vrednostjo 88,64 m³/s (ARSO 2010), absolutni pretočni višek Unice (100 m³) so zabeležili oktobra 1974 (Frantar 2008).

Izviri se napajajo iz kompleksnega binarnega kraškega sistema, njihovo zaledje pa je ocenjeno na 746 km² (Petrič 2010). Alogeni dotoki v kraški sistem so ponikalnice kraških polj Notranjske (Babno, Loško, Cerkniško polje in Rakov Škokocjan) ter Pivške kotline, avtogeno pa se izviri napajajo iz visokih dinarskih kraških planot Javornikov in Snežnika (Slika 1).

Planinsko polje je zalito večkrat na leto, saj lahko ponori odvajajo le okrog 60 m³/s vode (Gams 2003). Povprečno je polje poplavljeno 41 dni na leto, raven poplav pa se lahko dvigne tudi do 8 m. Prostornina vode v času ekstremnih vodostajev (450,2 m), ki dosežejo obseg 9,86 km², lahko doseže 41,5 milijonov m³. Visoke vode so ponavadi sezonske in so vezane na poznojesenski padavinski višek, zimska deževja in taljenje snega. Domačini so se poplavam prilagodili in naselja umaknili na višje obrobje.

2 Podatki in metodologija

Za študij dinamike poplav na Planinskem polju smo izbrali prvo polovico hidrološkega leta 2009 (obdobje od 1. 10. 2008 do 30. 4. 2009, to je 212 dni), ko je bilo polje v različnem obsegu poplavljeno trikrat. Hidrološko leto 2009 se je pričelo s padavinami konec oktobra 2008, do takrat pa je v kraškem sistemu Unice potekalo praznjenje, pretoki reke so se gibali okrog 2,5 m³/s. Ob koncu opazovanega obdobja (aprila) so bili pretoki Unice malo pod povprečjem in v stalnem upadanju (okrog 17 m³/s).

Uporabili smo podatke o povprečnih dnevniških vodostajih in pretokih Unice na limnigrafski postaji Hasberg (deluje od leta 1926), enkrat dnevno odčitane podatke o vodostajih in pretokih z vodomernih postaj Malni (Malenščica) in Prestranek (Pivka) v obdobju 2008–2009 ter povprečne mesečne pretoke

rek istih postaj v obdobju 1997–2008. Za preučitev padavinskih razmer v zaledju Unice smo uporabili podatke o dnevnih padavinah v obdobju 2008–2009 in o povprečnih mesečnih padavinah v obdobju 1975–2004 s postaj Juršče, Postojna, Planina-Hasberg in Cerknica. Padavinska postaja Juršče je referenčna postaja za območje Zgornje Pivke in deloma Javornikov, padavinska postaja Postojna je referenčna za območje Spodnje Pivke, padavinska postaja Cerknica pa za napajanje v spodnjem delu cerkniškega kraka zaledja Unice. Podatki s padavinske postaje Planina-Hasberg so referenčni za bližnje zaledje Planinskega polja. Hidrološke in padavinske podatke smo pridobili na Agenciji RS za okolje (ARSO 2010).

Poplavljenе površine in prostornine poplavne vode na Planinskem polju ob različnih vodostajih Unice na vodomerni postaji Hasberg (kota 0 je na višini 444,98 m) smo izračunali s pomočjo digitalnega modela višin 12,5 m (GURS) Planinskega polja ($z_{\min} = 439$ m nmv) s programom *ArcGis 9.0*. Začetek poplavljanja Planinskega polja je določen s časom, ko pretok Unice pri Hasbergu preseže $60 \text{ m}^3/\text{s}$, oziroma ko je vodostaj Unice pri Hasbergu 446,9 m (Gams 2003). Raven običajne poplave je 448,2 m, takrat voda sega preko mostu čez Unico na cesti Planina–Laze, raven velike poplave je 449,5 m, ko voda delno že zalije most čez Unico pri Hasbergu, kot izredno poplavo lahko označimo vodostaj 450,2 m, ko je poplavljen most v Malne (Slika 5).

3 Analize in rezultati

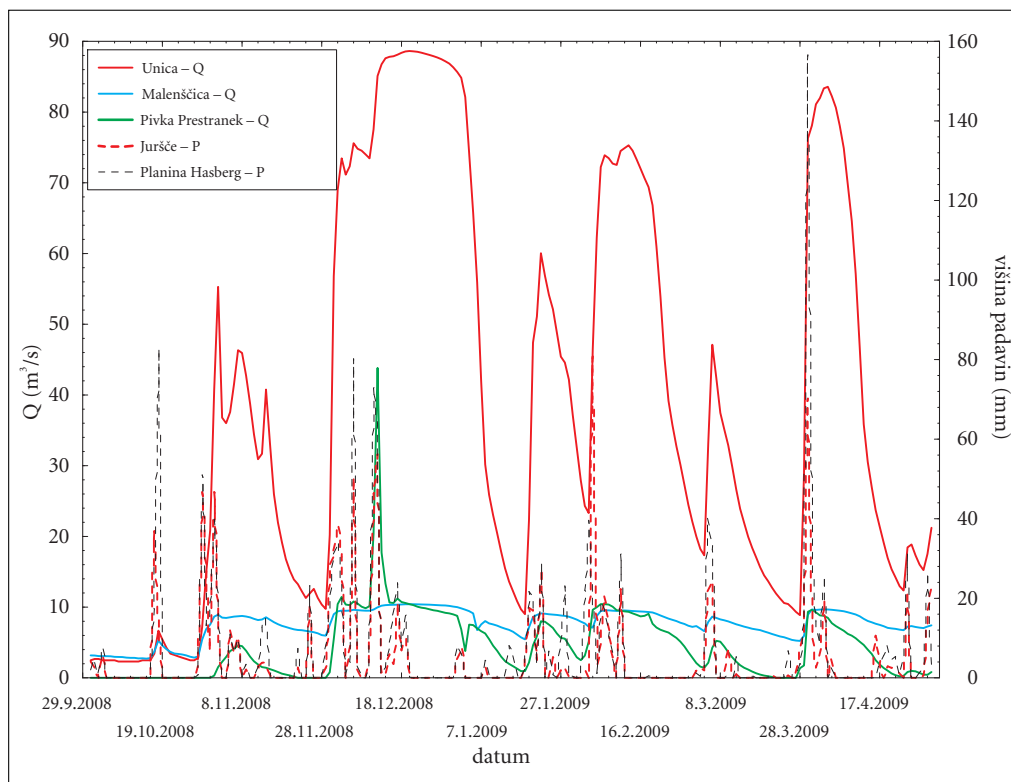
3.1 Padavinske in hidrološke razmere

V zaledju Unice je bila skupna količina padavin v oktobru in novembru 2008 za približno 20–50 % manjša od povprečne vrednosti za 30-letno obdobje 1975–2004. Obilnejše deževje se je pojavilo med 17. in 18. oktobrom, ko je bilo v Planini zabeleženih okoli 100 mm padavin (Juršče 49, Cerknica 52 in Postojna 33 mm). Na Unici so se pretočne vrednosti povečale z 2,5 na $6,7 \text{ m}^3/\text{s}$ in upadle že po nekaj dneh. Konec oktobra je sledilo šestdnevno deževje (28. 10.–2. 11.), z najvišjo intenziteto 51 mm/dan, izmerjeno 29. oktobra v Planini. Skupna šestdnevna višina padavin je bila na Jurščah 140, v Planini 136, v Postojni 62 in v Cerknici 106 mm, kar je povzročilo dvig kraške podtalnice v zaledju Unice. V petih dneh je pretok Unice porasel na $55 \text{ m}^3/\text{s}$, vendar nato hitro upadel (Slika 2).

V novembru je bilo nekaj manj izrazitih padavinskih dogodkov, ki so povzročili dva manjša porasta pretokov Unice. Skupna količina novembrskih padavin v zaledju Unice je bila v primerjavi z obdobjem 1975–2004 od 20 do 60 % manjša, posledično so novembrski pretoki Unice dosegali 90 %, pretoki Pivke pri Prestranku pa zgolj 29 % vrednosti povprečnih pretokov v obdobju 1979–2008.

Močno deževje se je začelo 29. 11. in trajalo do 19. 12. V obdobju 21 dni so bili le trije dnevi brez dežja, najvišja dnevna višina padavin je bila zabeležena 6. 12. v Planini (80 mm). Skupna vsota padavin v tem padavinskem obdobju je bila na Jurščah 345, v Postojni 294, v Planini 418 in v Cerknici 306 mm. Količina decembrskih padavin je za dvakrat presegla povprečne vrednosti iz obdobja 1975–2004. Zaradi predhodne relativno velike zasičenosti prsti in kraškega podzemlja z vodo ter zmanjšane evapotranspiracije (obdobje mirovanja rastlinskega pokrova), se je gladina kraške podtalnice hitro dvignila in pretoki Unice so v petih dneh dosegli vrednosti okrog $70 \text{ m}^3/\text{s}$, po intenzivnem deževju 11. 12. in 12. 12. (70 – $130 \text{ m}^3/\text{s}$) pa so presegli $86 \text{ m}^3/\text{s}$. Največji dnevni pretok Unice, ki je hkrati tudi največji zabeležen pretok v obdobju 1979–2008, je bil zabeležen 20. 12. zjutraj ($88,64 \text{ m}^3/\text{s}$), dan po zaključku desetdnevnega deževnega obdobja (10. 12.–19. 12.), ko so na Planinsko polje pritekale vode iz celotnega zaledja. V decembru 2008 je v zaledju Unice padlo dvakrat več padavin kot v dolgoletnem mesečnem povprečju (1975–2004), posledično je bil povprečni pretok Unice ($82,16 \text{ m}^3/\text{s}$) 2,5-krat, pretok Pivke (Prestranek; $11,75 \text{ m}^3/\text{s}$) 2,2-krat in pretok Malenščice ($9,99 \text{ m}^3/\text{s}$) 1,3-krat večji od 30-letnega povprečja 1979–2008 (Preglednica 1).

Med 20. 12. in 17. 1. v zaledju Unice skoraj ni bilo padavin. Občasne in količinsko majhne padavine v tem obdobju niso povzročile naraščanja pretokov Unice, Malenščice in Pivke, tako da je pretok Unice hitro upadal ($9 \text{ m}^3/\text{s}$; 18. 1.). Sledilo je petdnevno obilno deževje (42 – 76 mm) in Unica je za kra-



Slika 2: Dnevne padavine na padavinskih postajah Juršče in Planina-Hasberg ter pretoki Pivke, Malenščice in Unice v obdobju 1. 10. 2008–30. 4. 2009 (Vir podatkov: ARSO 2010).

tek čas prestopila bregove (22. 1.). Med 23. 1. in 3. 2. je bilo dvanajst dni skoraj brez padavin, zato so pretoki Unice in rek v njenem zaledju upadali, vendar so bili nadpovprečni (23,29 m³/s; Unica).

Intenzivni padavinski dogodek 4. 2. (80,8 mm; Juršče) je povzročil hiter porast pretokov Pivke, Malenščice in Unice. Osemdnevno deževje, ki se je končalo 11. 2., je vplivalo na stalno naraščanje pretokov Unice in povzročilo drugo poplavo na Planinskem polju v opazovanem obdobju. Skupna višina padavin v tem obdobju je bila na Jurščah 153,6, v Planini 104,8, v Postojni 84,6 in v Cerknici 100,7 mm. Unica je največji pretok dosegla dva dni po zaključku deževja (75,3 m³/s; 13. 2.). Z izjemo prvih dni marca, ko je rahlo deževalo, med 12. 2. in 4. 3. ni bilo padavin, in pretoki opazovanih rek so se znižali pod povprečne vrednosti. Dvodnevni padavinski dogodek 5. 3. in 6. 3. je povzročil občuten porast Unice, ne pa tudi poplavljanja Planinskega polja. Dan kasneje se je začelo enaindvajset dnevno obdobje brez padavin (samo trije dnevi s skupno količino okrog 10 mm padavin) in pretok Unice se je znižal na 8,87 m³/s. Občutno se je zmanjšal tudi pretok Malenščice (5,22 m³/s), struga Pivke pri Prestranku je bila suha.

Sledilo je sedemdnevno obdobje intenzivnih padavin (28. 3.–3. 4.), z največjo izmerjeno dnevno intenziteto 156,6 mm (Planina; 30. 3.), kar je povzročilo tretjo ojezeritev Planinskega polja v opazovanem obdobju. Skupna sedemdnevna višina padavin je bila na Jurščah 126,8, v Planini 254,7, v Postojni 178,1 in v Cerknici 171,7 mm. Unica je dosegla največji pretok 3. 4. ob 18.00 (83,78 m³/s), na isti dan sta dosegla višek tudi Malenščica (9,67 m³/s) in Pivka (8,77 m³/s). Do konca meseca so pretoki upadali, čeprav je bilo aprila (začetek rasti rastlin) še 8 dni s padavinami. Pretok Unice je 18. 4. upadel pod povprečje, vendar se je po tridnevnem deževju ob izteku meseca zopet povečal na 21,22 m³/s, kar je le malo nad



Slika 3: Planinsko polje ob visokem vodostaju decembra 2008.

GREGOR KOVAČIČ

dolgoletnim povprečjem 1979–2008 ($20,15 \text{ m}^3/\text{s}$). Po tem obdobju so bili pretoki Unice več mesecev nizki, le občasno so presegli $20 \text{ m}^3/\text{s}$. Intenzivnejše padavine so se zopet začele šele konec novembra 2009.

3.2 Dinamika poplavljanja

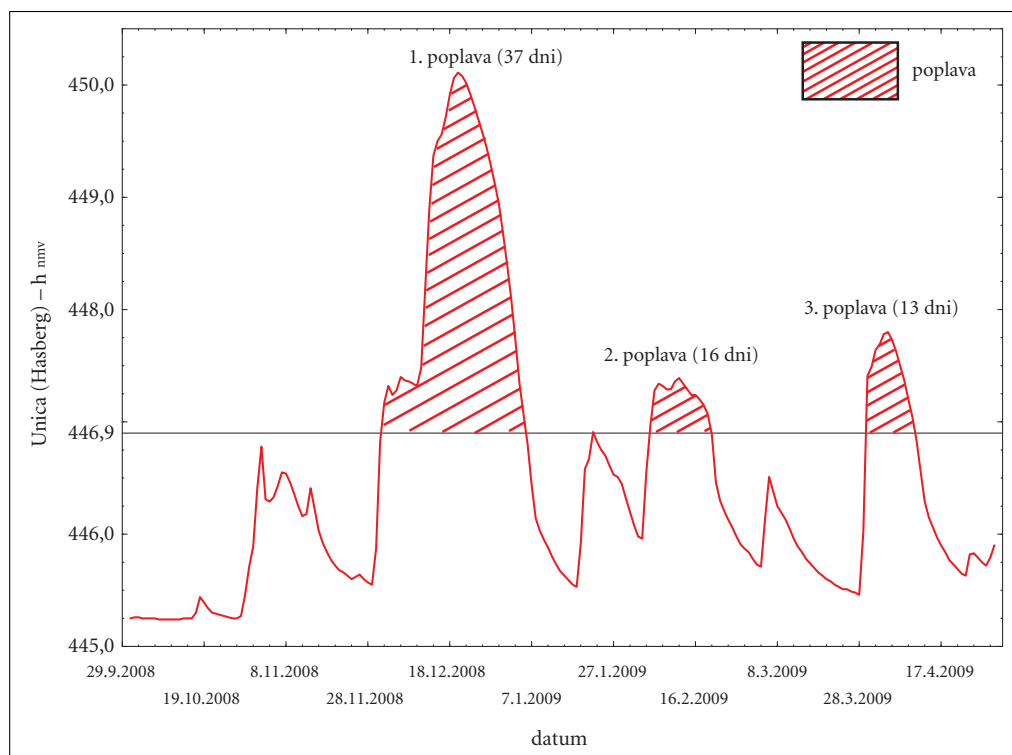
V primerjavi s Cerknjskim poljem je za poplave na Planinskem polju značilno zaostajanje porasta vodostajev za intenzivnimi padavinskimi dogodki zaradi izrazitejšega učinka kraškega zadržka in kom-

Preglednica 1: Srednji mesečni pretoki na izbranih vodomernih postajah in mesečne vsote padavin na izbranih padavinskih postajah v hidrološkem letu 2009 in v obdobju 1979–2008 (pretoki) oziroma 1975–2004 (padavine) (Vir podatkov: Frantar 2008; ARSO 2010).

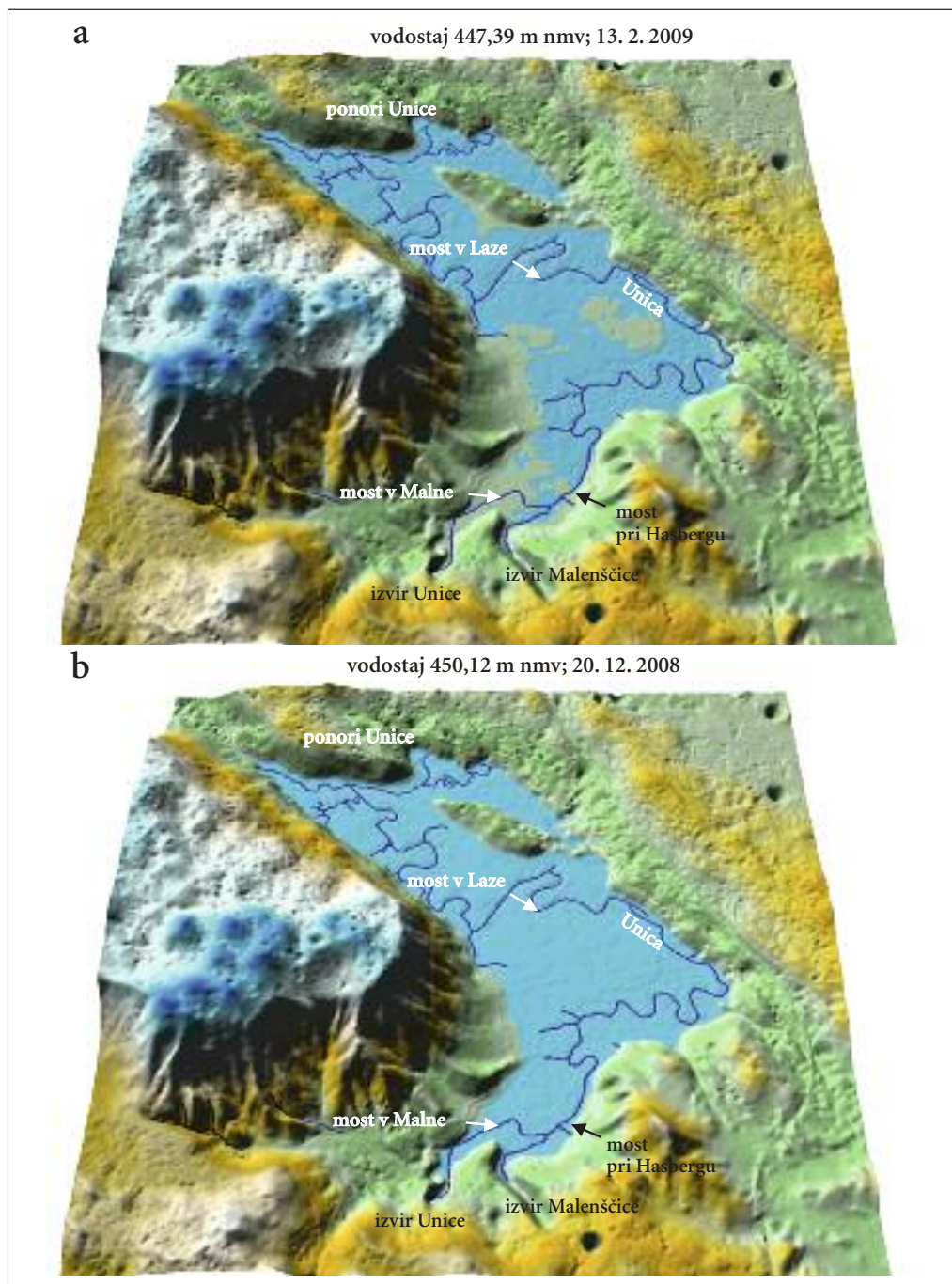
vodomerna postaja / padavinska postaja *	srednji mesečni pretok (m^3/s) – hidrološko leto 2009 / vsota mesečnih padavin – hidrološko leto 2009						
	srednji mesečni pretok (m^3/s) – povprečje za obdobje 1979–2008 / vsota mesečnih padavin (mm) – povprečje za obdobje 1975–2004						
vodotok	okt	nov	dec	jan	feb	mar	apr
Hasberg	4,03	27,29	82,16	41,08	55,36	25,02	41,27
Unica	23,49	30,48	32,76	25,18	20,42	21,70	29,16
Malni	3,56	7,70	10,01	8,07	8,74	7,03	8,15
Malensčica	6,45	7,19	7,69	7,15	6,50	6,74	7,88
Prestranek	0,00	1,45	11,75	4,91	7,62	2,17	3,75
Pivka	3,20	4,92	5,23	3,72	2,50	2,69	3,98
Postojna *	101,3	68,7	291,2	80,6	106,9	208,8	99,0
	184,8	174,6	150,1	107,1	87,5	112,9	133,1
Juršče *	142,7	151,3	313,6	93,0	155,2	162,2	117,1
	184,0	178,0	144,2	102,4	84,6	111,1	120,9
Planina – Hasberg *	195,5	157,5	389,1	148,9	166,9	297	152
	–	–	–	–	–	–	–



pleksnega pretakanja voda po kraških kanalih v zaledju izvirov Unice in Malenščice (Kovačič in Ravbar 2010). Zaradi interakcije napajalnih impulzov rek ponikalnic v zaledju (dotoki skozi dobro prevodne kraške jame) vodni nivoji poplav na Planinskem polju v primerjavi s Cerknjskim poljem bolj nihajo. O prostorski in časovni spremenljivosti povezav med ponikalnicami in kraškimi izviri zaradi zapletene zgradbe vodonosnika poročajo Bailly-Comte, Jourde in Pistre (2009).



Slika 4: Poplave na Planinskem polju v obdobju 1. 10. 2008–30. 4. 2009.



Slika 5: Tridimenzionalna predstavitev visokih voda na Planinskem polju v času a) običajne poplave (februar 2009) in b) izredne poplave (december 2008).

V proučevanem obdobju je Unica prvič prestopila bregove v začetku novembra (2. 11.) po šest-dnevnem deževju, pretočni višek je znašal $55,3 \text{ m}^3/\text{s}$. Daljšo poplavo, ki je na polju vztrajala 37 dni, je povzročilo decembrsko intenzivno deževje. Unica je 1. 12. začela naraščati s hitrostjo 95 cm/dan ($\sim 4 \text{ cm/h}$) in še isti dan poplavljal. Pretočne vrednosti so z $20 \text{ m}^3/\text{s}$ zrasle preko $70 \text{ m}^3/\text{s}$ v dveh dneh ($\sim 1,5 \text{ m}^3/\text{h}$). Polje je bilo v ponornem območju v tem času 4–5 m pod vodo. Po štirih dneh naraščanja pretokov med 4. 12. in 10. 12. je sledil manjši upad, vendar ves čas ostajal nad $73 \text{ m}^3/\text{s}$. Intenzivne padavine 11. 12. in 12. 12. so vplivale na hiter dvig vodostaja Unice (70 cm/dan oziroma $\sim 3 \text{ cm/h}$), pretoki pa so poskočili nad $86 \text{ m}^3/\text{s}$. Poplava je dosegla višek 20. 12., ko je vodostaj Unice pri Hasbergu dosegel višino 450,12 m (Sliki 3 in 4). Takrat so bili najnižji predeli Planinskega polja do 8 m pod vodo, površina poplave je obsegala $9,84 \text{ km}^2$, prostornina stoječe vode pa $40,6$ milijonov m^3 . Do zaključka prve poplave (6. 1.) je vodostaj Unice upadal za povprečno 20 cm/dan in največjo intenziteto 39 cm/dan oziroma $1,6 \text{ cm/h}$.

Decembrskemu poplavnemu višku sta do konca opazovanega obdobja sledili še dve manj izraziti poplavi. Druga poplava je trajala skupaj 16 dni (5. 2.–20. 2.). Vodostaj in intenziteta naraščanja (v prvih dneh je vodostaj Unice naraščal do 60 cm/dan) sta bila precej nižja kot v decembru. Poplava je imela dva viška, prvega 7. 2., ko je vodostaj Unice dosegel $447,34 \text{ m}$ ($73,89 \text{ m}^3/\text{s}$), in drugega 13. 2. po obilnem deževju dva dni prej. Vodostaj Unice je takrat dosegel $447,39 \text{ m}$ ($75,30 \text{ m}^3/\text{s}$), potem pa je upadal povprečno za 10 cm/dan . Prostornina poplavne vode je ob drugem višku znašala $15,3$ milijonov m^3 , ozezerjena površina pa $8,13 \text{ km}^2$. Slika 5 prikazuje tridimenzionalno predstavitev decembrske in februar-ske poplave na Planinskem polju.

Tretja poplava (30. 3.–11. 4.) je bila najkrajša (13 dni), vendar je bil poplavni val v primerjavi z drugim veliko bolj intenziven. Ker je bil marec povečini brez padavin, je pretok Unice ob koncu meseca znašal $9 \text{ m}^3/\text{s}$. Dnevna hitrost naraščanja Unice je ob začetku poplavljanja znašala 139 cm/dan ($\sim 6 \text{ cm/h}$) in pretoki so po dveh dneh že dosegli vrednost $76 \text{ m}^3/\text{s}$. Po 4. 4., ko je imela Unica najvišji vodostaj ($447,81 \text{ m}$ nmv) in je poplava na polju dosegla največji obseg ($8,32 \text{ km}^2$), prostornina vode pa 19 milijonov m^3 , je do konca poplave vodostaj Unice dnevno v povprečju upadal za 15 cm .

4 Sklep

Vodne ujme uvrščamo med najbolj pogoste naravne nesreče na krasu, ki povzročajo predvsem gospodarsko škodo, terjajo pa tudi človeška življenja. Kraška polja in druge kraške pokrajine so sicer naravni zadrževalniki pretočnih viškov in dobri regulatorji poplav v spodnjih delih porečij (npr. Ljubljansko barje, dolina Krke), lahko pa povzročijo tudi sekundarne poplavne viške v dolinah rek, ki jih napajajo kraški izviri.

Zato je ne le za kraške pokrajine ključno dobro poznavanje pretakanje voda v krasu, zadrževalne kapacitete vodonosnikov ter reakcije izvirov na napajanje. Tako lahko predvidimo izpostavljenost določenega območja vodnim ujmam, ki je ključni del prostorskega načrtovanja in nam je lahko v bodoče v pomoč pri boljšem preventivnem delovanju in zaščiti.

Predstavljena analiza dinamike poplavljanja tipičnega kraškega polja obravnava tri poplavne valove različnih intenzitet na Planinskem polju. Največji poplavni val decembra 2009 so povzročile tri tedenske intenzivne padavine, katerih količina je za dvakrat preseгла povprečne vrednosti iz obdobja 1975–2004. Vodostaj je naraščal $3\text{--}4 \text{ cm/h}$ in dosegel višek na nadmorski višini $450,12 \text{ m}$, kar lahko označimo kot veliko, a običajno poplavo. Površina poplave je obsegala $9,84 \text{ km}^2$, prostornina vode pa $40,6$ milijonov m^3 . Najnižji predeli polja so bili do 8 m pod vodo, poplava pa je trajala 37 dni. Študija je pokazala, da je po izjemno intenzivnih padavinah reakcija kompleksnega kraškega sistema s avtogenim in alogenim napajanjem ravno tako hitra kot reakcija površinskih voda in da so zadrževalne zmogljivosti krasa v takšnih situacijah zanemarljive. So pa v primerjavi s poplavami v rečnih dolinah poplave na krasu lahko izredno dolgotrajne.

Vendar pa natančne analize dotekanja voda z različnih prispevnih območij obravnavanega območja ni bilo mogoče v celoti izvesti, saj ostajamo brez ustreznih meritev dinamike naraščanja in upadanja

vodostajev v zaledju (npr. vodostaji Pivke pri Postojnski jami, Raka v Rakovem Škocjanu, ipd.). Na kraških območjih Slovenije so hidrološke opazovalnice redke. Mnoge v preteklosti vzpostavljene vodomerne postaje Agencije RS za okolje že nekaj desetletij ne obratujejo, meritve vodostajev (pretokov) pa so temeljno orodje za proučevanje ekstremnih hidroloških dogodkov. Za morebitno predvidevanje visokih voda v prihodnosti bi bilo zato nujno obnoviti opuščene hidrološke postaje oziroma vzpostaviti sistematičen dolgotrajni monitoring na kraških vodotokih in dostopnih mestih do kraške podtalnice.

5 Zahvala

Avtorja se zahvalujeta Petru Frantarju z Agencije Republike Slovenije za okolje za posredovane podatke.

6 Viri in literatura

- ARSO, 2010: Dnevne padavine v obdobju 2008–2009 na padavinskih postajah Cerknica, Juršče, Platinina-Hasberg in Postojna, povprečne mesečne padavine v obdobju 1975–2004 na padavinskih postajah Juršče in Postojna, dnevni pretoki in vodostaji v obdobju 2008–2009 in povprečni mesečni pretoki v obdobju 1979–2008 na vodomernih postajah Hasberg (Unica), Malni (Malenščica) in Prestranek (Pivka). Agencija Republike Slovenije za okolje. Ljubljana.
- Bailly-Comte, V., Jourde, H., Pistre, S. 2009: Conceptualization and classification of groundwater–surface water hydrodynamic interactions in karst watersheds: Case of the karst watershed of the Coulaou River (Southern France). *Journal of hydrology* 376, 3–4. Amsterdam.
- Bonacci, O., Ljubenkov, I., Roje-Bonacci, T. 2006: Karst flash floods: an example from the Dinaric karst (Croatia). *Natural Hazards and Earth System Sciences* 6-2. Katlenburg-Lindau.
- Delrieu, G., Ducrocq, V., Gaume, E., Nicol, J., Payrastre, O., Yates, E., Andrieu, H., Ayrat, P.-A., Bouvier, C., Creutin, J.-D., Livet, M., Anquetin, S., Lang, M., Neppel, L., Obled, C., Parent-du-Châtelet, J., Saulnier, G.-M., Walpersdorf, A., Wobrock, W., 2005: The catastrophic flash-flood event of 8–9 September 2002 in the Gard Region, France: a first case study for the Cevennes-Vivarais Mediterranean Hydrometeorological Observatory. *Journal of Hydrometeorology* 6-1. Boston.
- Frantar, P. (ur.) 2008: Vodna bilanca Slovenije 1971–2000. Ljubljana.
- Gams, I. 2003: Kras v Sloveniji v prostoru in času. Ljubljana.
- Habe F. 1966: Katastrofalne poplave pred turističnimi jamami. *Naše jame* 8. Ljubljana.
- Kovačič G. 2005: Flooding in the area of Knežak, Bač and Koritnice in November 2000. *Acta geographica slovenica* 45-1. Ljubljana.
- Kovačič, G. 2010: An attempt towards an assessment of the Cerknica Polje water balance. *Acta carsologica* 39-1. Ljubljana.
- Kovačič, G., Ravbar, N. 2010: Extreme hydrological events in karst areas of Slovenia, the case of the Unica River basin. *Geodinamica Acta* 23, 1-3. Pariz.
- Kranjc, A. 1981: Prispevek k poznavanju razvoja krasa v Ribniški Mali gori. *Acta Carsologica* 9. Ljubljana.
- Kranjc, A. 1986: Cerkniško jezero in njegove poplave. *Geografski zbornik* 25. Ljubljana.
- Kranjc, A., Lovrenčak, F. 1981: Poplavni svet na Kočevskem polju. *Geografski zbornik* 21. Ljubljana.
- Kranjc, A., Mihevc, A. 1991: Poplave decembra 1990 ob Notranjski Reki. *Ujma* 5. Ljubljana.
- López-Chicano, M., Calvache, M. L., Martín-Rosales, W., Gisbert, J. 2002: Conditioning factors in flooding of karstic poljes – the case of the Zafarraya polje (South Spain). *Catena*, 49-4. Amsterdam.
- Maréchal J. C., Ladouche, B., Dörfli, N. 2008: Karst flash flooding in a Mediterranean karst, the example of Fontaine de Nîmes. *Engineering Geology* 99, 3-4. Amsterdam.
- Meze, D. 1983: Poplavna področja v porečju Rašice z Dobropoljem. *Geografski zbornik* 22. Ljubljana.

- Parise M. 2003: Flood history in the karst environment of Castellana-Grotte (Apulia, southern Italy). Natural Hazards and Earth System Sciences 3-6. Katlenburg-Lindau.
- Petrič, M. 2010: Characterisation, exploitation, and protection of the Malenščica karst spring, Slovenia. Groundwater Hydrology of Springs. Engineering, Theory, Management and Sustainability. Burlington.

LAVINSKI KATASTER IN ZEMLJEVIDI NEVARNOSTI ZARADI SNEŽNIH PLAZOV S POUČENOM NA PRIMERIH Z OBMOČJA OSREDNJIH KARAVANK

Manca Volk

Znanstvenoraziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti, Geografski inštitut Antona Melika, Novi trg 2, SI – 1000 Ljubljana, Slovenija
manca.volk@zrc-sazu.si

IZVLEČEK

Lavinski kataster in zemljevidi nevarnosti zaradi snežnih plazov s poučkom na primerih z območja osrednjih Karavank

Snežni plazovi so naravna nesreča, ki se povečini pojavlja v odmaknjenih in redkeje poseljenih predelih gorskega sveta. Zaradi tega ne povzročajo večje gmotne škode, število žrtev pa je tudi sorazmerno nizko. To je tudi glavni razlog, da se raziskave in preventivni ukrepi za izboljšanje varnosti usmerjajo k drugim nesrečam, ki prizadenejo širši krog ljudi in zajamejo večja območja. Ker pa se območja poselitve širijo in se večja obisk snežnim plazovom izpostavljenih predelov, je smiselno snežnim plazovom posvetiti več pozornosti. Z raziskovanjem območij, kjer se pojavljajo snežni plazovi, in z izdelavo lavinskih katastrov ter zemljevidov nevarnosti lahko občutno povečamo varnost infrastrukture in oseb, ki se gibljejo na nevarnih območjih. Za testno območje smo izbrali Karavanke, ki so glede snežnih plazov slabo raziskane.

KLJUČNE BESEDE

geografija, naravne nesreče, snežni plazovi, lavinski kataster, zemljevidi nevarnosti, Karavanke, Slovenija

ABSTRACT

Cadastral avalanche register and hazard maps with examples from the Central Karavanke Mountains

Avalanches are a natural hazard which mainly occur in remote and uninhabited mountain areas. Due to low potential damage and number of victims governments and local communities invest in research and prevention of other types of natural hazards that cause more devastation. But the settlements are expanding nowadays, new infrastructure is being built and the number of winter mountaineers is increasing. That is why more attention should be paid to avalanche risk.

We can increase safety of infrastructure and individuals in avalanche risk areas by updating the cadastral avalanche register and by continuing research activities. Due to poor representation in the avalanche cadastral register, the Karavanke Mountains were selected as a test area.

KEY WORDS

geography, natural hazards, avalanches, cadastral avalanche register, hazard map, Karavanke Mountains, Slovenia

1 Uvod

Snežni plazovi so naravna nesreča, ki jo zaradi njene sezonskosti in odvisnosti od vremenskih in snežnih razmer kaj hitro pozabimo. V svetovnem merilu po pomenu ne sodijo med prvih pet naravnih nesreč, kamor sodijo potresi, poplave, tropski viharji, suše ter ognjeniški izbruhi (McClung in Schaerer 2006). Naštete naravne nesreče povzročajo veliko žrtev ter ogromno gmotno škodo, medtem ko se snežni plazovi po obeh kriterijih uvrščajo na samo dno seznama. Tudi v Sloveniji snežni plazovi obsegajo majhen del ozemlja, a so v zimah z obilico snega dokaj pogost pojav. Povečini so omejeni na strma, redko poseljena pobočja alpskega in predalpskega sveta. Snežni plazovi so v slovenskem prostoru veliko pomembnejši kot v svetovnem merilu, saj sodijo po številu žrtev zaradi naravnih nesreč v sam vrh. Ker so njihove poti odmaknjene od centrov poselitve in pomembnejših infrastrukturnih objektov, jih pogosto zane-marjamo ali nanje preprosto pozabimo. Snežni plazovi v Karavankah pri tem niso nobena izjema, zaradi svoje lege in nižje nadmorske višine so še posebej podcenjeni tudi v lavinskem katastru.

2 Lavinski kataster za Karavanke

V petdesetih letih prejšnjega stoletja je zaradi rušilnih plazov (Gams 1955) začel nastajati kataster snežnih plazov. Urejati so ga začeli na Hidrometeorološkem zavodu, pozneje pa ga je v upravljanje prevzelo Podjetje za urejanje hudournikov. Kataster vsebuje temeljne podatke o lokacijah in obsegu snežnih plazov, ki ogrožajo območja trajnejšega človeškega gibanja. Kataster je bil pozneje večkrat dopolnjen, podatki pa računalniško obdelani. Namen lavinskega katastra je bila podrobnejša prostorska predstavitev ogroženosti slovenskega ozemlja zaradi snežnih plazov. Poudarek je bil na že znanih plazovih, ki neposredno ali posredno ogrožajo človeka, njegove dobrine in druge pokrajinske sestavine, omogoča pa nam tudi opredelitev potencialno ogroženih območij (Pavšek 2002).

V lavinskem katastru za Slovenijo, kjer je sicer zabeleženih 1257 plazov, je zgolj 66 snežnih plazov z območja Karavank. Na območju Stola, Begunjščice in Vrtače so zabeleženi zgolj štirje, ki na svoji poti ogrozijo bodisi cestno ali žičniško infrastrukturo. Razlog, da so ti plazovi del lavinskega katastra je, da so v preteklosti že povzročili škodo (npr. na cesti Tržič–Ljubelj, na žičniških napravah na smučišču Zelenica), poleg tega pa so zahtevali tudi številna življenja (Volk 2010).

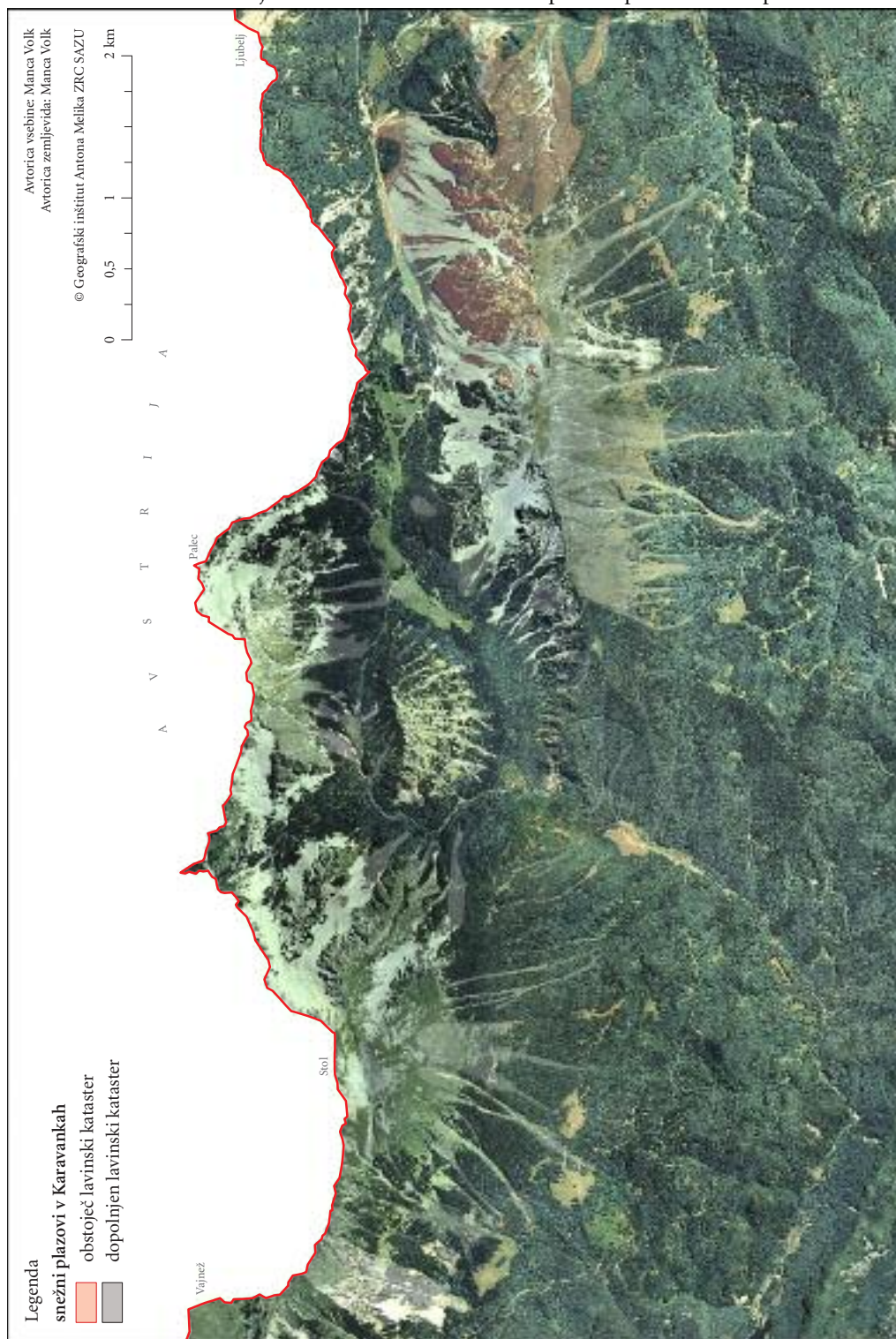
Po naših ugotovitvah je samo na tem območju Karavank še dodatnih sto plazov. Večina na svoji poti ogroža zgolj gozd in posamezne planinske poti, vendar je zaradi naraščajočega trenda obiskov gora tudi v zimskem času podatek o lokaciji vseh potencialno nevarnih območij zelo pomemben.

Vseh mest, kjer se prožijo snežni plazovi, zaradi številnih vplivnih dejavnikov, ne moremo prepoznati (Pavšek, Komac in Zorn 2010). Prav zato sta njihova umestitev in opis v lavinskem katastru toliko bolj pomembna. Kot taka bi morala služiti tako obiskovalcem gora, kot tudi načrtovalcem prostorskega razvoja.

3 Prikaz lavinske nevarnosti

Možnosti proženja snežnih plazov na nekem območju najlažje prikažemo z zemljevidi nevarnosti za snežne plazove. Takšne zemljevide je mogoče izdelati z različnimi metodami. Lahko uporabimo tako neposredne (kvalitativne oziroma izkustvene) kot tudi posredne (kvantitativne) metode. Najpogostejša neposredna metoda je kartiranje, ki je v našem primeru uporabna za izdelavo lavinskega katastra (Pavšek, Komac in Zorn 2010).

Slika 1: Primerjava obstoječega lavinskega katastra (Portal GIS_UJME 2009–11) in na terenu dopoljenega lavinskega katastra (Volk 2010). ►



Pri prikazu lavinske nevarnosti osrednjih Karavank smo poskušali uporabiti kombinacijo neposrednih in posrednih metod. S pomočjo geomorfološkega kartiranja smo zbrali podatke o lokacijah posameznih plazov, nato pa smo z metodo ponderiranja (Zorn in Komac 2004) izdelali še zemljevid nevarnosti. Pri izdelavi takšnih zemljevidov moramo vedeti, da nimajo vsi dejavniki enakega vpliva na pojavljanje snežnih plazov, zato smo vsakega obtežili glede na njegov pomen. Da bi se čim bolj izognili subjektivnim ocenam, smo s pomočjo naravnega logaritma ($\ln$) (Zorn in Komac 2008) določili težo posameznih vplivnih dejavnikov.

V našem primeru smo se odločili, da pri izdelavi zemljevidov uporabimo naklon, ekspozicijo, nadmorsko višino, trajanje snežne odeje, največjo višino snežne odeje, rastje in podnebje.

Izbor uteži močno vpliva na določitev kategorije nevarnosti obravnavanega območja (Zorn in Komac 2008). Na podlagi izračunov in ekspertne ocene smo določili, da si po pomembnosti sledijo: naklon, nadmorska višina, podnebne značilnosti, trajanje snežne odeje, rastje, maksimalna višina snežne odeje in ekspozicija (preglednica 1).

Preglednica 1: Pomen obravnavanih dejavnikov (Volk 2010).

dejavnik	pomen
naklon	20 %
podnebje	17 %
nadmorska višina	17 %
trajanje snežne odeje	16 %
raba	16 %
maksimalna višina snežne odeje	11 %
ekspozicija	3 %
skupaj	100 %

Model, ki smo ga uporabili, temelji na metodi, ki jo je uporabil Pavšek (2002) in obravnavana območja razporeja v štiri stopnje nevarnosti (nenevarno, majhna stopnja nevarnosti, zmerna stopnja nevarnosti in velika stopnja nevarnosti).

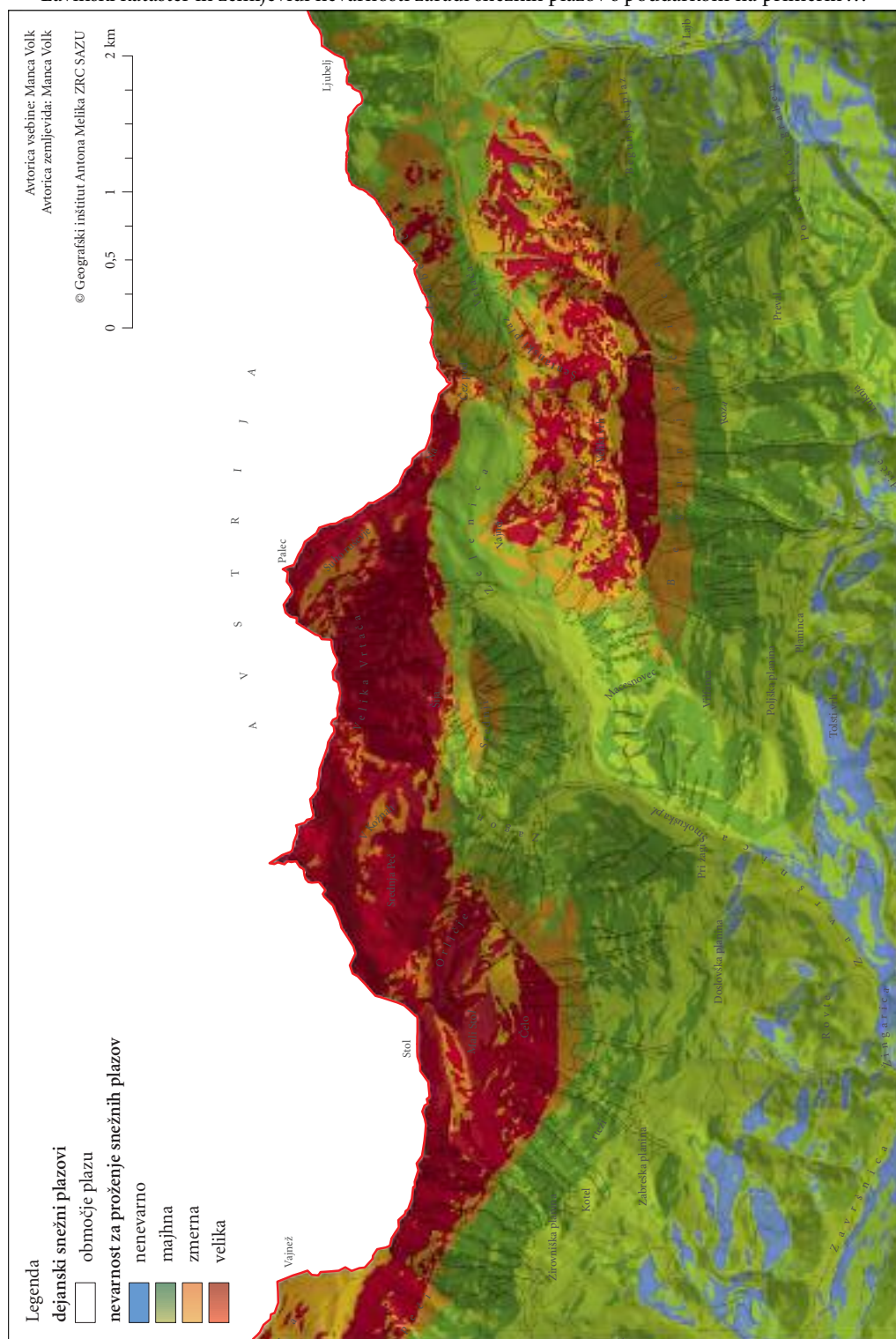
Z zemljevidom, ki smo ga dobili, lahko ugotovimo, da je na več kot polovici osrednjega dela Karavank ni pričakovati snežnih plazov (52 %). Ta pobočja povečini porašča gozd, ki zadržuje premikanje snežne odeje. Nekaj manj kot petina območja se uvršča v kategorijo z majhno stopnjo nevarnosti. Sem spadajo bolj strma pobočja, ki so večinoma nad gozdno mejo. V zmerno nevarno stopnjo sodi 13 % območja, ki je večinoma travnato ali pa je skromno poraslo. Najbolj nevarni deli – območja z veliko stopnjo nevarnosti – so omejeni na gole vršne predele Stola in na bližnje vrhove Celovške špice in Srednje peči, na severna pobočja Begunjščice ter posamezne dele Ljubeljščice; skupaj obsegajo desetino obravnavanega območja (Volk 2010).

Na zemljevid nevarnosti smo dodali tudi snežne plazove, ki smo jih kartirali na terenu. Večina plaznic se ujema z rezultati modeliranja, ponekod pa bi zarisane plaznice lahko tudi razširili in podaljšali. V našem primeru so takšni predvsem snežni plazovi na severni strani Begunjščice ter nekateri snežni plazovi na južnem pobočju Stola.

4 Uporabnost pridobljenih podatkov

Uporaba zemljevidov nevarnosti je v nekaterih državah že stalna praksa. Postajajo tudi temeljni dokumenti prostorskih načrtov (Pavšek, Komac in Zorn 2010).

Slika 2: Snežni plazovi v Karavankah – modeliranje nevarnosti (Volk 2010). ►





Slika 3: Na pobočjih Karavank so pogosti snežni plazovi.

Z uzakonjenjem obvezne izdelave Občinskih prostorskih načrtov (Zakon ... 2007) se je tudi na tem področju nekaj premaknilo, a ima za sedaj le peščica slovenskih občin takšne zemljevide (Pavšek, Komac in Zorn 2010). Zemljevidi nevarnosti imajo tudi širšo uporabno vrednost, predvsem za obiskovalce gora.

5 Lavinski bilten

Lavinski bilteni so zgoščena obvestila o vremenskih in snežnih razmerah, ki navajajo tudi stopnjo nevarnosti zaradi snežnih plazov na določenem območju (Šegula 1995). Vsebujejo opis reliefnih in meteoroloških dejavnikov, ki vplivajo na nevarnost pojavljanja snežnih plazov (Petrovič 2010).

Mnoge države poleg lavinskih biltenov objavljajo tudi hkratne zemljevide nevarnosti, ki prikažejo stopnjo nevarnosti po evropski petstopenjski lestvici.

Slovenski lavinski bilten v času zimske sezone trikrat tedensko pripravlja Agencija Republike Slovenije za okolje (ARSO), vendar ta po svoji kvaliteti močno zaostaja za tistimi, ki jih objavljajo ostale alpske države.

Primer zemljevida nevarnosti bi lahko z malo truda izdelali in priložili lavinskemu biltenu. Za njegovo izdelavo bi uporabili že obstoječe sloje o reliefnih značilnostih (naklon, ekspozicijo in nadmorsko višino) ter na regionalno raven ekstrapolirane dnevne oziroma tedensko osvežene podatke o višini snežne odeje, snežnem profilu in vlažnosti snega ter trenutne in pretekle vremenske razmere (Petrovič 2010). Pri določanju uteži bi morali upoštevati tudi specifične značilnosti posameznih območij.

6 Sklep

Slovenijo vsako leto prizadenejo številne naravne nesreče, vendar po skupnem številu žrtev še vedno močno vodijo snežni plazovi. Samo v zimi 2009/2010 so snežni plazovi vzeli sedem življenj.

V zadnjih letih so dobrodošle vse pogostejše preventivne aktivnosti. Veliko pa bo treba storiti še na državni ravni, saj za učinkovito borbo proti snežnim plazovom potrebujemo stalno lavinsko službo in pogostejše izdajanje lavinskih biltenov.

Tudi zemljevidi nevarnosti snežnih plazov lahko pripomorejo k boljši preventivi in ozaveščanju obiskovalcev gora. Na primeru območja Karavnk okoli Stola, Vrtače in Begunjščice smo ugotovili, da se modelirane vrednosti dobro ujemajo z lokacijami plazov, ki smo jih zabeležili pri terenskem ogledu. Na ta način smo dobili tudi informacijo, katera območja so lahko še nevarna, kljub temu, da do sedaj tam plaz še ni bil zabeležen.

7 Viri in literatura

- Gams, I. 1955: Snežni plazovi v Sloveniji v zimah 1950–1954. Geografski zbornik 3. Ljubljana.
- McClung, D., Schaerer, P. 2006: The Avalanche Handbook. Seattle.
- Pavšek, M. 2002: Snežni plazovi v Sloveniji. Ljubljana.
- Pavšek, M., Komac, B., Zorn, M. 2010: Ugotavljanje lavinske nevarnosti s pomočjo GIS-a. Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 2009–2010. Ljubljana.
- Petrovič, D. 2010: Karta ogroženosti pred snežnimi plazovi – izboljšava obvestila o nevarnosti snežnih plazov (lavinskega biltena). Od razumevanja do upravljanja. Naravne nesreče 1. Ljubljana.
- Portal GIS_UJME. Uprava Republike Slovenije za zaščito in reševanje, 2009-11. Medmrežje: http://gis3.sos112.si/portal-gis_ujme/index.php?id=93 (15. 11. 2009).
- Šegula, P. 1995: Sneg in plazovi – večjezični slovar. Ljubljana.
- Volk, M. 2010: Snežni plazovi v Karavankah. Diplomsko delo. Oddelek za geografijo fakultete za humanistične študije. Koper.
- Zakon o urejanju prostora. Uradni list Republike Slovenije 33/2007. Ljubljana.
- Zorn, M., Komac, B. 2004: Deterministično modeliranje ogroženosti zaradi zemeljskih plazov in skalnih podorov. Acta geographica Slovenica 44-2. Ljubljana.
- Zorn, M., Komac, B. 2008: Zemeljski plazovi v Sloveniji. Georitem 8. Ljubljana.

ZAŠČITNI GOZDOVI V SLOVENIJI: STANJE, POSEBNOSTI IN UPRAVLJANJE

Matjaž Guček

Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Kranj, Cesta Staneta Žagarja 27b, 4000 Kranj, Slovenija
matjaz.gucek@zgs.gov.si

dr. Andrej Bončina

Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Večna pot 83, 1000 Ljubljana, Slovenija
andrej.boncina@bf.uni-lj.si

IZVLEČEK

Zaščitni gozdovi v Sloveniji: stanje, posebnosti in upravljanje

Zaščitna funkcija gozdov pred snežnimi plazovi in padajočim kamenjem je v tujini in pri nas priznana vloga gozda, njen pomen narašča zaradi vse pogostejših naravnih nesreč. Podrobnejše analize stanja gozdov s poudarjeno zaščitno funkcijo pri nas niso bile opravljene. V prispevku so zato prikazane orografske, vegetacijske in sestojne značilnosti zaščitnih gozdov v Sloveniji ter upravljanje gozdov s poudarjeno zaščitno vlogo v Švici kot zgled aktivnega gospodarjenja za izboljšanje zaščitnih učinkov gozda pred različnimi naravnimi nevarnostmi. Podani so predlogi za spremembe načrtovanja in gospodarjenja.

KLJUČNE BESEDE

gozdarstvo, gozd, zaščitna funkcija, padajoče kamenje, gospodarjenje z gozdovi, Slovenija

ABSTRACT

Protection forests in Slovenia: state, characteristics and management

The protective role of forests against avalanches and rockfalls is well recognized in the world as well as in Slovenia. It's importance is increasing as a result of recent catastrophic events. The detailed analysis of protection forests has not been carried out yet. In the article orographic, vegetation and stand characteristics of the protective forests are presented, and management of protection forests in Switzerland as an example of an active approach for improving the protective effects of forest against different natural hazards is described. Some suggestions for improving forest management in protection forests in Slovenia are presented.

KEY WORDS

forestry, forest, protective function, rockfall, forest management, Slovenia

1 Uvod

Pomen gozdov za ljudi je različen. Praviloma govorimo o dobrinah in storitvah (ang. *goods and services*) gozda za ljudi, ki jih pogosto združujemo v tri skupine: proizvodne, okoljske in socialne. Med okoljskimi so v ospredju varovalne in hidrološke funkcije gozda, katerih so se ljudje tudi najprej zavedali in jih zavestno pospeševali, posebno v gorskih predelih. Iz zgodovine gozdarstva je poznano, da so v Švici že v 14. stoletju sprejemali različne »odloke« o zavarovanju in upravljanju gozdov, pomembnih za zaščito ljudi pred lavinami in padajočim kamenjem (Bončina 2009, 50). Pomen varovalnih funkcij gozda se je z razvojem gozdarstva samo krepil. Sedanje poimenovanje in razumevanje varovalnih funkcij gozdov se med državami razlikuje. Pri nas so pravni predpisi vpeljali pojem zaščitna funkcija, gozdove s poudarjeno zaščitno funkcijo, pa lahko imenujemo zaščitni gozdovi. S tem so vpeljali distinkcijo do gozdov s poudarjeno varovalno funkcijo, ki opozarja predvsem na skrajnostne rastiščne razmere v gozdovih. Tako je varovalna funkcija poudarjena v gozdovih na zgornji gozdni meji, na erozijskih, plazljivih ali plazovitih območjih, določenih v skladu s predpisi o vodah, na zelo strmih pobočjih, sušnih legah, plitvih skalovitih ali kamnitih tleh (Pravilnik o gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtih 1998). Zaščitna funkcija gozdov pa izpostavlja pomen varovanja ljudi, različnih objektov (stavb, naselij, prometnic in druge infrastrukture) pred naravnimi nevarnostmi, kot so padanje kamenja in peska, snežni zameti, bočni vetrovi in zdrsi zemljišča, ter zagotavljanje varnosti bivanja in prometa. Poudarjeno zaščitno funkcijo pripisujemo pogosto gozdom na strmih pobočjih nad naselji, cestami ali železnico (Pravilnik o gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtih 1998). Čeprav razlikujemo med varovalno in zaščitno funkcijo gozda, pa sta obe pogosto povezani in pomembni v istih gozdovih. V tujini je zato pojem varovalni gozd definiran drugače kot pri nas (Jahn 1988; Mani in Kläy 1992; Gsteiger 1993; Rey in Chauvin 2001; Berger in Ray 2003; Dorren s sodelavci 2004); saj gre praviloma za gozdove, ki ščitijo objekte (zaščitni gozdovi) in hkrati varujejo gozdno zemljišče (Schönenberger 2000). Varovanje gozdnih zemljišč je sploh predpogoj, da gozdovi zagotavljajo »neposredno varovalno funkcijo« (Dorren s sodelavci 2004, 166), to je zaščito ljudi, zgradb in infrastrukture pred naravnimi nevarnostmi (npr. plazovi in podori). Posledice zmanjšane sposobnosti gozdnih sestojev za varovanje gozdnih zemljišč se kažejo v pojavu erozijskih procesov, degradaciji rastišč ali celo uničenju gozdnega ekosistema (Dorren s sodelavci 2004, 166).

V Sloveniji je zaradi orografskih razmer pomembna predvsem zaščitna vloga gozdnih sestojev pred padajočim kamenjem. Padajoče kamenje in podore kamenja lahko definiramo kot padce posameznih kamnov s skalnatih predelov, kjer volumen kamenja variira od manjših do več kubičnih metrov velikih skal (Berger in Dorren 2007, 157). Padajoče kamenje je posledica preperavanja kamnin in mehanskih vzrokov. V alpskem prostoru padajoče kamenje ogroža infrastrukturo, stavbe ali celo človeška življenja. Pogosto se omenja, da je gozd najcenejša, najučinkovitejša in najbolj estetska zaščita pred naravnimi nesrečami, zato mnoge države promovirajo te gozdove tako, da jih razglasijo za varovalne gozdove (Brauner s sodelavci 2005, 75). Vpliv gozda na preprečevanje ali omejevanje padajočega kamenja je odvisen od gostote sestoja, povprečnega premera dreves v sestoji, drevesne sestave, prevladujoče velikosti kamenja in kinetične energije padajočega kamenja (Dorren in Berger 2006, 91). Verjetnost, da manjše padajoče kamenje zadene drevo, je manjša kot v primeru padajočega kamenja večjih dimenzij. Večja sestojna gostota in večji srednji premer dreves zvišujeta verjetnost, da padajoče kamenje udari v drevo. Očitno je, da se gostota in dimenzije dreves s staranjem sestojev spreminjajo, gostota dreves se zmanjšuje, premer dreves se povečuje, s tem pa se spreminja tudi sposobnost sestojev za zaščito pred padajočim kamenjem (Dorren in Berger 2006, 91). Tako za objektivno ocenjevanje zaščitne funkcije gozdov pred padajočim kamenjem potrebujemo tudi podatke o omenjenih sestojnih znakih, ki pa v sedanjih zbirkah podatkov o gozdovih niso na razpolago.

Čeprav je zaščitna vloga splošno priznana, ob nedavnih naravnih nesrečah v Sloveniji postaja še bolj aktualna, pa podrobne analize stanja in sposobnosti zagotavljanja zaščitnih učinkov gozdov niso bile opravljene. Raziskave so se omejile predvsem na varovalne gozdove v Sloveniji (npr. Anko, Golob

in Smolej 1985; Horvat 1997; Anko 1998; Anko in Golob 1998; Fink 2001; Pavšek 2002; Golob 2005), manj pa na zaščitno funkcijo gozdov. V sedanjem konceptu gospodarjenja z gozdovi zasnova ukrepanja v zaščitnih gozdovih ni ustrezno opredeljena. Pogosto prevladuje pasiven pristop, ki je posledica predpostavke, da je za zaščitne učinke gozda najbolje, da v gozdovih ne ukrepamo. Vendar odsotnost ukrepanja lahko pomeni zmanjševanje sposobnosti gozdnih sestojev za zaščitno funkcijo. Namen raziskave je zato prikazati razširjenost zaščitnih gozdov v Sloveniji, oceniti njihove orografske, vegetacijske in sestojne značilnosti, presoditi ustreznost valoriziranja zaščitne vloge gozda pri nas in predlagati morebitne izboljšave pri valorizaciji in načrtovanju del za krepitev zaščitne funkcije.

2 Metode dela

Raziskavo smo opravili na podlagi analiz obširnih podatkovnih zbirk Zavoda za gozdove Slovenije (v nadaljnjem besedilu ZGS), in sicer zbirke Odsek ($n = 54.749$), zbirke o sestojih Odsees ($n = 349.029$) in grafičnega sloja funkcij gozdov (ZGS 2009). Uporabili smo programe MapInfo, Microsoft Excel in SPSS. Iz grafičnih slojev smo izračunali površine gozdov s poudarjeno zaščitno funkcijo in izdelali prostorski prikaz gozdov s poudarjeno zaščitno funkcijo. Sestojne in rastiščne razmere v zaščitnih gozdovih smo ugotovili s prekrivanjem sestojne karte in zaščitne funkcije. Na ravni posameznih sestojev smo iz podatkovne zbirke Odsek povzeli podatke o rastiščnih in sestojnih razmerah. Tako smo za vsak odsek določili srednjo nadmorsko višino kot poprečje najnižje in najvišje nadmorske višine v odseku. Povzeli smo tudi podatek o prevladujoči gozdni združbi. Odsek smo glede na naklon površja (v stopinjah) razvrstili v razrede naklonov ($0-9^\circ$, $10-19^\circ$, $20-34^\circ$, $35-69^\circ$ ter 70° in več). Kamnitost in skalovitost sta znak, ki ju ZGS ocenjuje na ravni odsekov, pomenita pa, kakšen del površine (v odstotkih) pokrivajo kamenje in skale. Odseke smo glede na skupno vrednost kamnitosti in skalovitosti razvrstili v pet razredov ($0-9\%$, $10-24\%$, $25-49\%$, $50-69\%$ in $70-100\%$). Lesno zalogo sestojev v zaščitnih gozdovih smo na ravni odsekov izračunali s pomočjo sestojne karte. Podobno smo ocenili drevesno sestavo gozdnih sestojev, kjer smo razlikovali sestoje listavcev (delež iglavcev v lesni zalogi manjši od 25%), sestoje iglavcev (delež iglavcev večji od 75%), sestoje listavcev z iglavci (delež iglavcev od 25% do manj kot 50%) ter sestoje iglavcev z listavci (delež iglavcev je večji od 50% in manjši oziroma enak 75%).

Na podlagi študija literature smo primerjali pristop pri valorizaciji in upravljanju zaščitnih gozdov v Sloveniji s pristopi v deželah, kjer imajo veliko izkušenj pri upravljanju tovrstnih gozdov.

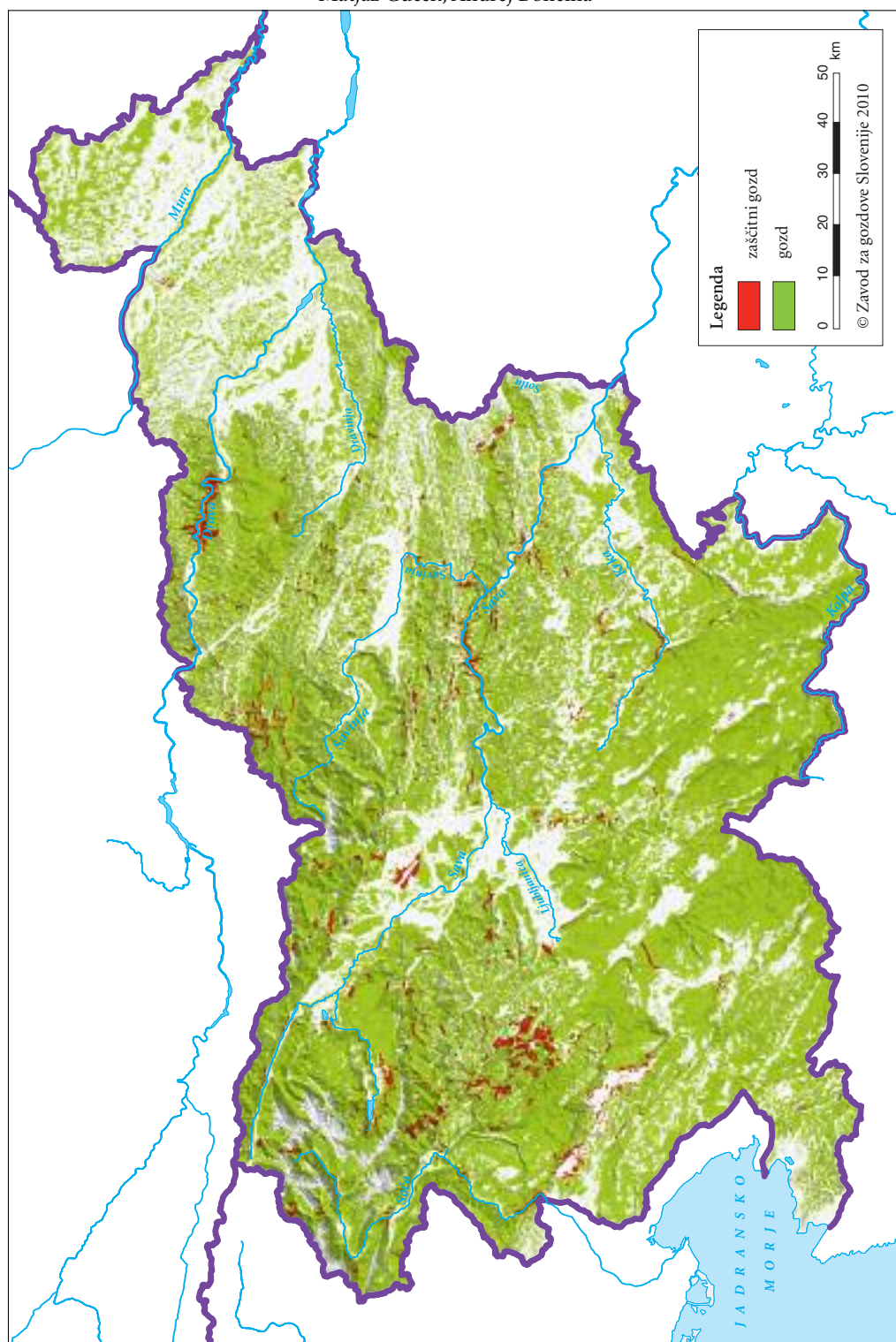
3 Rezultati

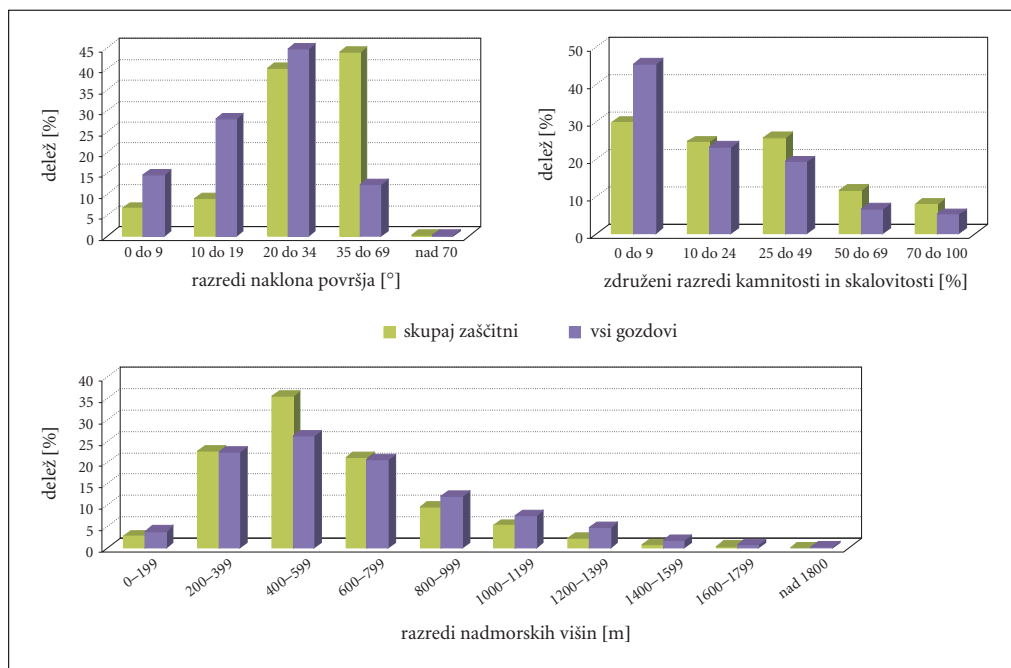
V Sloveniji je gozdov s poudarjeno zaščitno funkcijo 30.570 ha (Veselič in Matijašić 2002, 470). Večjina so to površine nad pomembnimi objekti in prometnicami; v teh predelih je gostota prebivalstva relativno visoka. Večje strnjene površine gozdov s poudarjeno zaščitno funkcijo so v širši okolici Cerknega, Bohinjskega jezera, v Zasavju in na območju med Dravogradom in Mariborom (Slika 1). Med gozdnogospodarskimi območji Slovenije po površini zaščitnih gozdov prednjači Tolminsko, večje površine pa imajo še Ljubljansko, Mariborsko in Kranjsko območje.

Naklon površja, manjši od 35° , najdemo na 84% celotne gozdne površine v Sloveniji, v zaščitnih gozdovih pa je le 56% površine z naklonom, manjšim od 35° . Naklon površja je torej pomemben kriterij za izločitev zaščitnih gozdov; ti so torej večinoma izločeni na srednje strmih in strmih predelih.

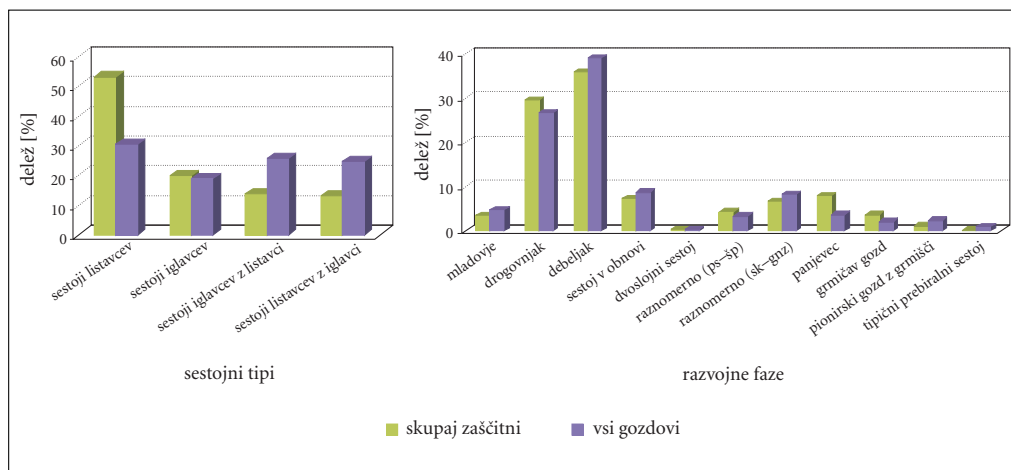
Primerjava porazdelitev površin po 200 m višinskih pasovih se v zaščitnih gozdovih ne razlikuje od vseh gozdov; velika večina gozdov leži v pasu $200-799$ m, podobno velja tudi za relativni delež zaščitnih gozdov. Vsi gozdovi in zaščitni gozdovi pa se opazno razlikujejo v stopnji skalovitosti in kamnitosti;

Slika 1: Prikaz površin gozdov s poudarjeno zaščitno funkcijo (ZGS 2009). ► (str. 114)





Slika 2: Orografske značilnosti gozdov s poudarjeno zaščitno funkcijo in vseh gozdov.



Slika 3: Sestojne značilnosti gozdov s poudarjeno zaščitno funkcijo in vseh gozdov.

v zaščitnih gozdovih je pričakovano relativno večji delež celotne površine z večjo stopnjo skalovitosti in kamnitosti (> 25 %) in manjši del celotne površine z nizko stopnjo skalovitosti in kamnitosti (< 10 %).

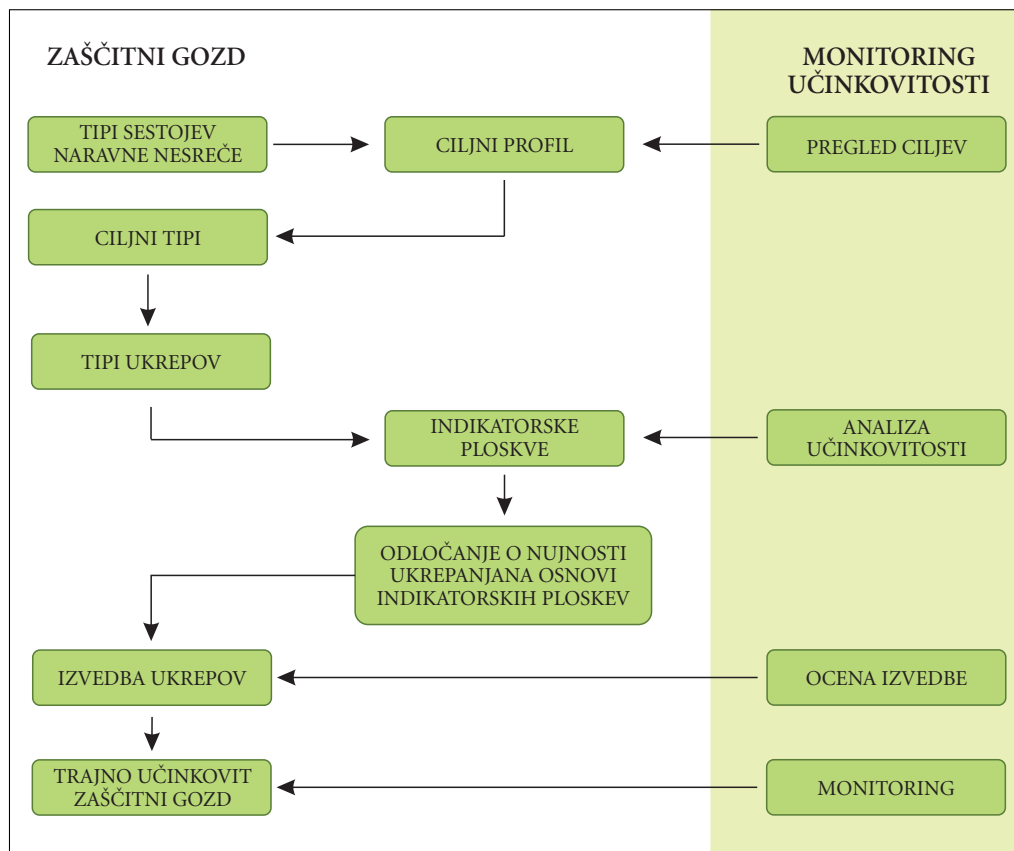
Zaščitni gozdovi se pojavljajo na pestrem spektru rastišč, saj smo z analizo ugotovili, da se v teh gozdovih pojavlja 66 različnih gozdnih združb. Najpogostejše so: *Hacquetio-Fagetum*, *Ostryo-Fagetum*, *Luzulo-Fagetum*, *Carici albae-Fagetum*, *Anemone-Fagetum*, *Arunco-Fagetum*, *Enneaphyllo-Fagetum*, *Enneaphyllo-Fagetum pohoricum*, *Abieti-Fagetum dinaricum* in *Seslerio-Ostryetum*. Med njimi so združbe,

ki se pojavljajo v zaostrenih ekoloških razmerah (npr. *Arunco–Fagetum*), nekaj pa je tudi takih, ki na splošno nimajo visokega varovalnega pomena (npr. *Hacquetio–Fagetum*).

Glede na mešanost drevesnih vrst prevladujejo sestoji listavcev, mešani sestoji pa so enakomerno porazdeljeni. Za zaščitne gozdove pri nas je značilno, da prevladujejo sestoji listavcev. Skupna lesna zaloga vseh gozdov Slovenije je 268 m³/ha, zaščitnih pa nekoliko nižja (250 m³/ha). Primerjava sestojnih tipov med vsemi gozdovi in zaščitnimi kaže, da tako pri zaščitnih gozdovih kot tudi vseh gozdovih prevladujejo sestoji v razvojni fazi debeljak, sledijo drogovnjaki in sestoji v obnovi. To je zaskrbljujoče, saj so zaščitni učinki enomernih sestojev manjši od učinkov raznomernih sestojev. V zaščitnih gozdovih je relativno nekoliko več panjevcev in grmičastih gozdov, kar je z vidika zaščitne funkcije praviloma ugodno.

4 Upravljanje zaščitnih gozdov

Za naše razmere je zanimiva izkušnja o upravljanju zaščitnih gozdov v Švici, kjer je Urad za okolje, gozdove in krajino izdelal napotke za minimalno gospodarjenje z gozdovi s poudarjeno zaščitno funkcijo (Frehner s sodelavci 2007). Usmeritve so dopolnili na podlagi aktualnih dognanj, izkušenj in ob tesnem sodelovanju raziskovalcev in delavcev iz gozdne operative. Glavni cilj gospodarjenja z zaščitnimi



Slika 4: Shema poteka načrtovanja, izvedbe in monitoringa v zaščitnih gozdovih Švice (prirejeno po Frehner s sodelavci 2007, 10).

gozdovi je zagotavljanje takšne strukture gozdnih sestojev, ki bo čim bolj učinkovito zmanjševala možnosti pojava naravnih nesreč.

V zaščitnih gozdovih določijo ciljno stanje gozdnih sestojev (»ciljni profil«), pri čemer upoštevajo naravne nevarnosti in lokalne razmere. Ciljni profil gozdnih sestojev je opredeljen z drevesno sestavo, strukturo sestoja, nosilci stabilnosti in regeneracijo sestojev. Ciljni profil je takšno stanje gozdnih sestojev, ki naj bi v danih razmerah zagotavljal ugodne zaščitne učinke za zmanjševanje tveganj pred naravnimi nevarnostmi, hkrati pa ga lahko trajno vzdržujejo. Razlikujejo minimalni in idealni ciljni profil gozdnih sestojev za določen predel, kjer je pomembna zaščitna funkcija gozdov. Idealni profil pomeni stanje gozdnih sestojev, ki naj bi trajno zagotavljal največje možne zaščitne učinke gozda pred določenimi nevarnostmi. Gozdovi, ki izpolnjujejo zahteve minimalnega ciljnega profila, naj bi dolgoročno še zagotavljali zadostno zaščito, vendar takšno stanje gozdnih sestojev predstavlja mejno območje, kjer se je treba odločiti, ali ukrepati in izboljšati strukturo sestojev in s tem zaščitno funkcijo ali ne. V gozdovih, ki ne dosegajo minimalnega ciljnega profila, pa je ukrepanje toliko nujnejše.

Vse gozdne površine z enakim ciljnim profilom združijo v isti »ciljni gozdni tip«. Pomembni kriteriji za razvrščanje gozdnih površin v ciljni gozdni tip so rastiščne razmere, opisane z naravno gozdno združbo, ter oblika naravne nevarnosti. Ko zaščitne gozdove razvrstimo v ciljne gozdne tipe, so zanje določeni dolgoročni cilji (ciljni profili), ki zagotavljajo uresničevanje zaščitnih funkcij gozda. Zaradi različnega stanja gozdnih sestojev v posameznem ciljnem gozdnem tipu je ukrepanje v posameznih sestojih lahko različno; sestoje z enakim ukrepanjem oziroma enako intervencijo v podobnem obsegu imenujejo »negovalni tip«, ki je osnovna enota za načrtovanje in izvedbo ukrepov.

Ukrepe in odzive na ukrepe ne spremljajo na celotni površini, ampak se omejuje na izbrane indikacijske ploskve s površino 0,5–1,0 ha za posamezni negovalni tip. Na teh ploskvah določajo cilje, prioritete za intervencijo, nujnost ukrepanja, ocenijo stroške in pozneje izvedejo analizo učinkov. Indikacijske ploskve predstavljajo osnovo za učinkovito spremljanje gospodarjenja, uporabijo jih tudi za izobraževanje in delo z javnostmi.

Pri odločanju o ukrepanju upoštevajo scenarij naravnega razvoja gozdnih sestojev v prihodnjih petdesetih letih brez ukrepanja človeka in to pričakovano stanje primerjajo z minimalnim profilom. V gozdnih sestojih, kjer so ukrepi potrebni, določijo »idealni ciljni profil«, ki je primer dolgoročnega cilja; za krajša obdobja zato določajo tudi etapne cilje, dosegljive v krajših obdobjih. Pri tem lahko poleg zaščitne funkcije gozdov upoštevajo še druge funkcije gozdov, kot so habitatna, proizvodna itn.

Monitoring izvajajo na indikacijskih ploskvah, zbrani podatki obsegajo pregled načrtovanih ukrepov, stroške izvedbe in odzive na izvedene ukrepe. Spremljava učinkov je pomemben del adaptivnega upravljanja, saj nudi povratno informacijo, obsega pa štiri etape: oceno izvedbe, analizo učinkovitosti, gojitveno spremljavo ustreznosti stanja v primerjavi s ciljnim profilom in nazadnje kontrolo primernosti ciljnih profilov. Izkušnje z indikacijskih ploskev so temelj za odločanje v drugih gozdnih sestojih znotraj načrtovalnega tipa.

5 Sklep

V preteklosti se je raziskavam padajočega kamenja, plazov in drobirskih tokov namenjalo manj pozornosti kot v zadnjih letih. Nekdaj precej neraziskano področje, ki je pogosto slonelo na izkušnjah prebivalcev in ljudju različnih strok, se je v zadnjem času močno razvilo. Predvsem v deželah, ki imajo v hribovitim svetu veliko turističnih objektov ali pa so ta območja na novo poselili. Prebivalci so potencialno ogroženi od padajočega kamenja in plazov, zato se je povečevalo zanimanje za raziskave z namenom zmanjševanja tveganja. Zaradi povečanja števila prebivalcev v nekaterih območjih Slovenije se naselja širijo tudi na predele, ki so tradicionalno veljali za nevarne. Zato je treba izdelati strategijo upravljanja s tem prostorom in lokalno dokaj natančno določiti predele, kjer so krčitve gozda za namene urbanizacije 1) dopustne, 2) mogoče z določenimi omejitvami in 3) prepovedane. Pomembno je zavedanje ljudi,

da lahko zaradi porušitve naravnih mehanizmov v občutljivih predelih pride do naravnih nesreč na krajevni ali tudi širši ravni. Razumljivo je, da je razvoj gorskih predelov potreben, vendar pa je treba presoditi, katere dejavnosti sodijo v gorska področja in katere ne.

Potrebno je tudi dopolniti znanje na področju gospodarjenja z gozdovi za krepitev zaščitne vloge gozda, kar pa je možno le z izvedbo različnih raziskav in interdisciplinarnim raziskovanjem. 79 % zaščitnih gozdov se nahaja v višinskih pasovih od 200–799 metrov, kjer je po podatkih Registra prostorskih enot (2003) 85,5 % vseh naselij Slovenije. Sedanje stanje gozdnih sestojev v zaščitnih gozdovih je posledica dosedanjega razvoja, ki ga je zaznamovalo predvsem pasivno ukrepanje ali sploh izostanek ukrepanja. Zato je večina sestojev v razvojni fazi debeljaka in drogovnjaka, kar je z vidika zaščitne funkcije neugodno, saj so raznomerni, horizontalno in vertikalno strukturirani sestoji primernejši za krepitev zaščitne funkcije (Dorren in Berger 2006, 92).

Usmeritve za gospodarjenje z zaščitnimi gozdovi pri nas so dokaj splošne in pogosto premalo prilagojene konkretnim razmeram (potencialnim nevarnostim in rastiščnim posebnostim) v teh gozdovih. Razlogov za to je več. Eden izmed njih je pomanjkljivo znanje o najbolj primerni strukturi gozdnih sestojev za zagotavljanje zaščitne funkcije na različnih rastiščih in za različne nevarnosti. To bi lahko omilili z intenziviranjem raziskav na tem področju in delno s prenosom izkušenj iz tujine. Morda še večji problem v sedanjih razmerah je ta, da kljub potrebnosti izvajanja določenih ukrepov ni vzvodov za njihovo izvedbo.

Na področju gozdnogospodarskega načrtovanja je potrebno dopolniti valorizacijo zaščitne funkcije gozdov. Zgolj določanja območij z zaščitno funkcijo ni dovolj. Znotraj teh območij je potrebno prostorsko opredeliti za kakšne nevarnosti gre, saj se ukrepi za krepitev zaščitne funkcije znatno razlikujejo glede na vrsto nevarnosti. Za večjo učinkovitost gospodarjenja, tudi porabe proračunskih sredstev za subvencioniranje del, bi bilo potrebno razlikovati stopnje nujnosti ukrepanja. To je pogojeno z izboljšanjem inventur takšnih gozdov. Zaščitni učinki gozda so pomembni, vendar ne vedno zadostni. V takšnih primerih, pogosto zaradi velike spremenjenosti okolja ali velike pomembnosti objektov, je potrebna kombinacija ukrepov za krepitev zaščitne funkcije gozda in hkrati izvedba zaščitnih tehničnih ukrepov.

6 Zahvala

Prispevek je nastal v okviru raziskovalnega projekta Varovalni gozdovi: razvojne zakonitosti, ocena tveganja, usklajevanje gojenja gozdov in tehnologij izkoriščanja (L4–2244).

7 Viri in literatura

- Anko, B. 1998: Protective functions of mountain forests: some general observations. Mountain forestry in Europe. Wien.
- Anko, B., Golob, A. 1998: Protective forests in Slovenija. Mountain forestry in Europe. Wien.
- Anko, B., Golob, A., Smolej, I. 1985: Varovalni gozdovi v Sloveniji. Stanje po popisu 1980. Ljubljana.
- Berger, F., Rey, F. 2001: Mountain protection forests against natural hazards and risks: from research to management. Proceedings of the International Conference on »Forest Research: A Challenge for an Integrated European Approach 1.
- Berger, F., Dorren, L. K. A. 2007: Principles of the tool Rockfor.NET for quantifying the rockfall hazard below a protection forest. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 158.
- Bončina, A. 2009: Urejanje gozdov: upravljanje gozdnih ekosistemov. BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire. Ljubljana.
- Brauner, M., Weinmeister, W., Agner, P., Vospernik, S., Hoesle, B. 2005: Forest management decision support for evaluating forest protection effects against rockfall. Forest Ecology and Management 207.

- Dorren, L. K. A., Berger, F. 2006: Balancing tradition and technology to sustain rockfall–protection forests in the Alps. *For. Snow Landsc. Res.* 80-1.
- Dorren, L. K. A., Berger, F., Imeson, A. C., Maier, B., Rey, F. 2004: Integrity, stability and management of protection forests in the European Alps. *Forest Ecology and Management* 195.
- Fink, T. 2001: Opredelitev in značilnosti varovalnih gozdov v Sloveniji. Diplomsko naloga, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire. Ljubljana.
- Frehner, M., Wasser, B., Schwitter, R. 2007: Sustainability and success monitoring in protection forests – Guidelines for silvicultural interventions in forests with protective functions. Federal Office for the Environment. Bern.
- Golob, A. 2005: Usmeritve za načrtovanje gospodarjenja v varovalnih gozdovih: ekspertiza. Ljubljana.
- Gsteiger, P. 1993: Steinschlagschutzwald, Ein Beitrag zur Abgrenzung, Beurteilung und Bewirtschaftung. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 144.
- Horvat, A. 1997: Snežni plazovi v Sloveniji. Zbornik gozdarstva in lesarstva 54. Ljubljana.
- Jahn, J. 1988: Entwaldung und Steinschlag. Graz.
- Mani, P., Kläy, M. 1992: Naturgefahren an der Rigi–Nordlehne, Die Beurteilung von Naturgefahren als Grundlage für die waldbauliche Massnahmenplanung. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 143.
- Pavšek, M. 2002: Simulacija ogroženosti površja zaradi snežnih plazov v slovenskih Alpah. *Dela* 18. Ljubljana.
- Podatki registra prostorskih enot. 2003. Ljubljana.
- Pravilnik o gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtih. Uradni list RS 5/1998, 70/2006, 12/2008. Ljubljana.
- Rey, F., Chauvin, C. 2001: Forest restoration in marly southern French Alps. *Forest research: a challenge for an integrated European approach*. Thessaloniki.
- Schönenberger, W. 2000: Silvicultural problems in subalpine forests in the Alps. *IUFRO Research series* 5. Wallingford.
- Veselič, Ž., Matijašić, D., 2002: Gozdnogospodarski načrti gozdnogospodarskih območij za obdobje 2001–2010. *Gozdarski vestnik* 10. Ljubljana.
- ZGS, 2009: Podatkovne zbirke o gozdovih Zavoda za gozdove Slovenije. Ljubljana.

NARAVNE NESREČE V EVROPSKIH GEOGRAFSKIH UČBENIKIH

dr. Blaž Komac, dr. Matija Zorn, Rok Ciglič

Znanstvenoraziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti, Geografski inštitut Antona Melika, Gosposka ulica 13, SI – 1000 Ljubljana, Slovenija

blaz.komac@zrc-sazu.si, matija.zorn@zrc-sazu.si, rok.ciglic@zrc-sazu.si

IZVLEČEK

Naravne nesreče v evropskih geografskih učbenikih

V članku so opisani rezultati analize evropskih srednješolskih učbenikov. Posvetili smo se vprašanju, kolikšen del vsebin učbeniki namenjajo naravnim nesrečam. Celoviti predstavitvi učbenikov kot enega temeljnih posrednikov znanja v sodobni družbi in njihove vloge v izobraževalnem sistemu, zlasti glede na učenje in poučevanje, sledi poglavje o učbenikih kot sredstvu za izobraževanje o naravnih nesrečah. Prikazani so rezultati analize več kot 30.000 strani učbenikov, ki prikazujejo delež strani, ki jih učbeniki v posamezni državi namenjajo naravnim nesrečam. Zanimalo nas je tudi, katere primere naravnih nesreč iz zgodovine so avtorji učbenikov uporabili za ponazoritev določene teme. Čeprav so naravne nesreče tudi v mnogih evropskih državah družbeni problem, ugotavljamo, da v učbenikih še vedno močno prevladuje fizičnogeografski pristop k obravnavi te aktualne teme.

KLJUČNE BESEDE

geografija, naravne nesreče, učbeniki, Evropa

ABSTRACT

Natural hazards in European geography textbooks

This article describes the results of the analysis of European secondary school textbooks. We focused on the share of textbooks which is devoted to natural hazards. A comprehensive presentation of the textbooks as one of the main agents of knowledge in modern society and their role in the education system, particularly in relation to learning and teaching, is followed by a section on textbooks as a means of risk education. The results of an analysis of more than 30,000 pages of textbooks show the proportion of pages that textbooks in each country devote to natural hazards. We were also interested in the cases of natural hazards used to illustrate specific themes. Although natural hazards are also a social problem in many European countries, we stress our finding that the textbooks are still heavily dominated by physiographic approach to addressing these current issues.

KEY WORDS

geography, natural hazards, textbooks, Europe

1 Uvod

Geografski učbeniki so izobraževalne knjige, ki posredujejo ugotovitve in znanje o pojavih in procesih v pokrajini, pri čemer sledijo učnemu načrtu, psihološkim in metodičnim principom poučevanja, obenem pa so v skladu z izobraževalnimi potrebami šol in otrok. So sestavljeni mediji, saj združujejo besedilo s slikami, zemljevidi, diagrami in preglednicami. Nekateri jih uvrščajo med izobraževalna sredstva, saj nosijo informacije, drugi pa menijo, da bolj sodijo k učnim pripomočkom, ker predstavljajo predmete, ki omogočajo pridobivanje znanja.

Kot vir informacij so učbeniki uporabni za zagotovitev znanja in samostojno učenje, zaradi česar pomembno prispevajo k učinkovitosti in samostojnosti učenja. Služijo lahko tudi kot temeljno ideološko, konceptualno in didaktično merilo za učitelja in učenca (Strmčnik 1975), čeprav so formalno gledano le eno od sredstev za doseganje izobraževalnih ciljev (Senegačnik 2005).

Učbeniki so ponavadi uradno priznan pripomoček za prenos vsebin, o katerih se družba na splošno strinja, da bi jih bilo treba prenesti na prihodnje generacije. V Sloveniji so, na primer, uradno priznani kot temeljno učno gradivo za doseganje izobraževalnih ciljev, opredeljenih v učnem načrtu (Pravilnik ... 2000, 121). S pomočjo geografskih in zgodovinskih učbenikov lahko mladim razložimo temeljne značilnosti družbe (Pingel 1999, 7–8), pa tudi narave, ki nas obdaja. Učbeniki imajo tudi pomembno izobraževalno vlogo, ki kaže na povezavo med znanjem in temeljnimi vrednotami družbe (Senegačnik 2005). Glede slednjega so avtorji učbenikov pogosto premalo kritični, kar se še posebej odraža v njihovem odnosu do etničnih manjšin in šibkih členov družbe. Učbeniki namreč pogosto ne širijo le informacij, temveč tudi ideologijo (Zorn 1997; Trunk 2010). Tovrstne enostranske koncepte učbenikov lahko izboljšamo z mednarodno primerjavo in revizijo (Pingel 1999).



Slika 1: Knjižnica Inštituta Georga Eckerta za mednarodno preučevanje učbenikov.

Poglavitni problem povezan z učbeniki oziroma izobraževalnimi programi je velika možnost, da predlagane vsebine ne bi bile izvedene. To je povezano tako z zastaranjem učbenikov, ki so običajno uporabni približno desetletje, kot s časom, ki ga potrebujejo za njihovo izdelavo. V Nemčiji na primer za to porabijo povprečno pet let (Pingel 1999, 35), medtem ko v Sloveniji učbenik običajno nastane že v enem letu (Senegačnik 2005, 85).

Učbeniki ne bi smeli odražati le zbiranja podatkov, temveč novo kakovost: »... *mehansko zbiranje ločenih vsebin seveda ni isto kot celota med seboj povezanih vsebin, ki sodijo skupaj z notranjo logiko* ...« (Senegačnik 2005). V zvezi s tem je tudi pomembno, da učbeniki sledijo logiki sistema različnih panog. V geografiji so se uveljavili trije načini podajanja vsebin (Medved 1977; Zgonik 1995, 25; Brinovec 2004, 24), in sicer (1) linearno razširjanje vsebin predmeta (vsebina, ki je zajeta na nižji ravni, ni spet zajeta kasneje), (2) koncentrična razporeditev vsebin (vračanje na že obdelane vsebine, vendar vsakič na višji ravni), in (3) spiralno razširjanje vsebin predmeta. V učbenikih se odražajo merila za izbiro vsebin pri določenem predmetu. Ob koncu 80ih let 20. stoletja so se v nemški šolski geografiji osredotočili na: pomembnost za vsakdanje življenje, razmerje glede na prostor, prostorski pomen, pomembnost vsebin, grafično gradivo, pomen za geografijo in sorodne prostorske vede, globalni pomen, vključenost primerov in možnost prenosa, problemski pristop, izvedljivosti v razredu, metodološka produktivnost ter razvoj delovnih metod in tehnik (Köck 1988, 56–57; Senegačnik 2005). Nekatera od teh meril bi lahko uporabili v izobraževanju o naravnih nesrečah.

Za učbenike, ki se ukvarjajo z znanostmi o Zemlji, je pomembno tudi vodoravno in navpično povezovanje različnih strok, ki se ukvarjajo z istimi pojavi in procesi v pokrajini. Na to kaže primer iz prakse: učenci, ki so bili pri učenju geografije seznanjeni s povezavo z zgodovino, so bili pri reševanju strokovnih problemov za tretjino boljši od tistih, ki niso bili seznanjeni s tem (Strmčnik 2001, 272; Senegačnik 2005, 45).

V naši raziskavi smo se prek učbenikov osredotočili na otroke, ki najpogosteje »... *najbolj čutijo posledice naravnih nesreč* ...« (Ronan in ostali 2010, 504).

2 Učbeniki kot sredstvo za izobraževanje o naravnih nesrečah

V članku želimo ponazoriti, kaj določa razlike med različnimi evropskimi državami na področju izobraževanja o naravnih nesrečah. Za celotno območje preučevanja (Evropo) smo izvedli analizo srednješolskih geografskih učbenikov, ki jih hrani 'Institut Georg Eckert za mednarodno preučevanje učbenikov' (*Georg-Eckert-Institut für internationale Schulbuchforschung*) v Braunschweigu v Nemčiji. Ta zasebni zavod ima verjetno najboljše zbirko učbenikov na svetu. Deluje od leta 1951, UNESCO pa ga je leta 1991 pooblastil za koordinacijo mednarodnega raziskovanja učbenikov. V inštitutski knjižnici je prek 240.000 enot, od tega obsega zbirka učbenikov 171.000 enot, približno 68.000 pa je enot znanstvenih razprav (GEI ... 2010).

Opravili smo tako imenovano horizontalno vsebinsko analizo, to je pregled učbenikov istega predmeta iz različnih držav glede na določeno vsebino. Analiza in pregled učbenikov po Pinglu (1999, 28) sodi v posebno znanstveno disciplino z imenom 'raziskovanje učbenikov'. Naša raziskava sodi med znotrajbesedilne strategije, v katerih preučimo notranjo sestavo učbenika in njegove sestavine oziroma učbenik sam po sebi, ne zanima pa nas ekspertno-presojevalna strategija za raziskovanje učbenikov, pri kateri bi se morali opredeliti do ocen, ki so jih o učbenikih podali učitelji ali drugi strokovnjaki.

Rezultat našega dela je frekvenčna analiza pogostnosti pojavljanja določenih besedilnih in vizualnih sestavin učbenika ter njihova vsebinska opredelitev. Tako nas je zanimalo, kolikšen delež učbenikov, izražen s številom strani in grafičnih prilog (fotografije, zemljevidi, skice, časopisni povzetki) obravnava naravne nesreče, pa tudi katere nesreče obravnavajo učbeniki ter katere konkretne primere naravnih nesreč navajajo.

Naša raziskava preučevanja učbenikov sodi tudi k deskriptivno-analitičnim metodam ter h kvantitativnim vsebinskim analizam. Preučevanje učbenikov je ena od pomembnih metod, ki je povezana

s položajem, razvojem in značilnostmi matične stroke, saj nenazadnje tudi vpliva na izdelovalce in uporabnike učbenikov (Senegačnik 2005).

Naravne nesreče v nekaterih državah oziroma šolskih sistemih obravnavajo tudi pri drugih predmetih (zgodovina, naravoslovne vede), vendar smo se v naši raziskavi osredotočili na pregled geografskih srednješolskih učbenikov, to je učbenikov za 10. in 11. šolsko stopnjo oziroma starost nad 14 oziroma 15 let.

Geografske učbenike smo izbrali tudi zato, ker v njih po Radkau in Henrýju (2005, 375, 377, 387) naravne nesreče niso obrobna tema. Nasprotno pa sta ugotovila učbenike zgodovine in sociologije, kjer pa so naravne nesreče bolj obrobna tema. Z analizo nemških zgodovinskih učbenikov (npr. redki primeri nesreč so izbruh vulkana Vezuv in uničenje Pompejev v letu 79, ter kuga v srednjem veku), sta še ugotovila, da v učbenikih pogosto najdemo enak jezikovni in likovni pristop, kot je značilen za medije. Tudi Schmidt-Wulfen (2005, 404) ugotavlja, da se izobraževanju o naravnih nesrečah posvečajo predvsem pri poučevanju geografije in trdi, da so te teme zelo priljubljene med učenci.

Sodeč po pregledu literature, ki ga so ga opravili Ronan in ostali (2010, 504) le peščica študij obravnava učinek preventive v obliki izobraževanja o naravnih nesrečah. Ker naš namen ni ocenjevanje učinkovitosti izobraževanja, tudi naš prispevek ne more odgovoriti na vprašanje: »Kako učinkovito je izobraževanje o naravnih nesrečah prek učbenikov?« Študije, v katerih pa so ocenjevali učinkovitost izobraževanja o naravnih nesrečah (npr. iz Nove Zelandije), pa poročajo, da so pri mladih, ki so bili vključeni v pripravo šolskih programov izobraževanja o naravnih nesrečah, našli »... večje število prilagoditev naravnim nesrečam na njihovih domovih, imeli so boljše poznavanje možnih izrednih dogodkov, bolje so poznali pripravljenost in možne odzive družbe oziroma vedenje prebivalcev, imeli pa so tudi nižjo stopnjo napačnega znanja ...« (Ronan in ostali 2010, 219). Po mnenju istih avtorjev (Ronan in ostali 2010, 503) lahko celo preprosto in kratko branje ter pogovori pripomorejo k večji pripravljenosti.

Po drugi strani nekatere študije (ne le na otrocih), kažejo (npr. z zahodne obale ZDA), da »... je družba sprejela razmeroma malo ukrepov za zmanjšanje njihove ... ogroženosti in še vedno razume ..., da je za ublažitev nevarnosti zaradi naravnih nesreč odgovorna država, ne pa oni osebno ...« Dengler 2005, 152). Zato predlaga, naj bo izobraževanje o naravnih nesrečah temelj strateškega načrtovanja za dosego na naravne nesreče odporne družbe.

3 Metode – kako smo izbrali učbenike?

Učbeniki se med seboj zelo razlikujejo po zasnovi, obsegu, številu prilog. Na razlike med njimi pač vplivajo razlike v učnih načrtih in v dojemanju pokrajine. Slednje je povezano tudi z zgodovinskim razvojem geografske vede in različno organiziranostjo geografskega poučevanja v različnih državah. V zvezi s tem moramo omeniti še razliko med avtorji učbenikov, ki nimajo prakse v razredu, ali pa so se od nje že oddaljili in tistimi, ki so dejavno vključeni v pedagoški proces. Prvi namreč močneje poudarjajo tematski pristop, drugi pa regionalnega (Senegačnik 2005).

Kljub različnim pristopom in številnim razlikam med učbeniki menimo, da so srednješolski učbeniki dovolj zanesljivo in primerljivo merilo za primerjalno raziskavo, poleg tega pa so mladostniki v starosti okrog 15 let že sposobni kritičnega dojetja in razumevanja stvarnosti, torej lahko tudi že razumejo kompleksne povezave razmerja med naravo in družbo, ki se kažejo v naravnih nesrečah. Zato številni učbeniki naravnih nesreč ne predstavljajo kot katastrofe, ampak kot naravne pojave, na katere se lahko družba prilagodi in jih šteje kot stalnico v pokrajini. Pri določanju starostne stopnje smo si pomagali s posebnimi oznakami v knjižnici Inštituta, ki prikazujejo primerjavo starostnih stopenj s šolskimi stopnjami po posameznih državah (slika 1).

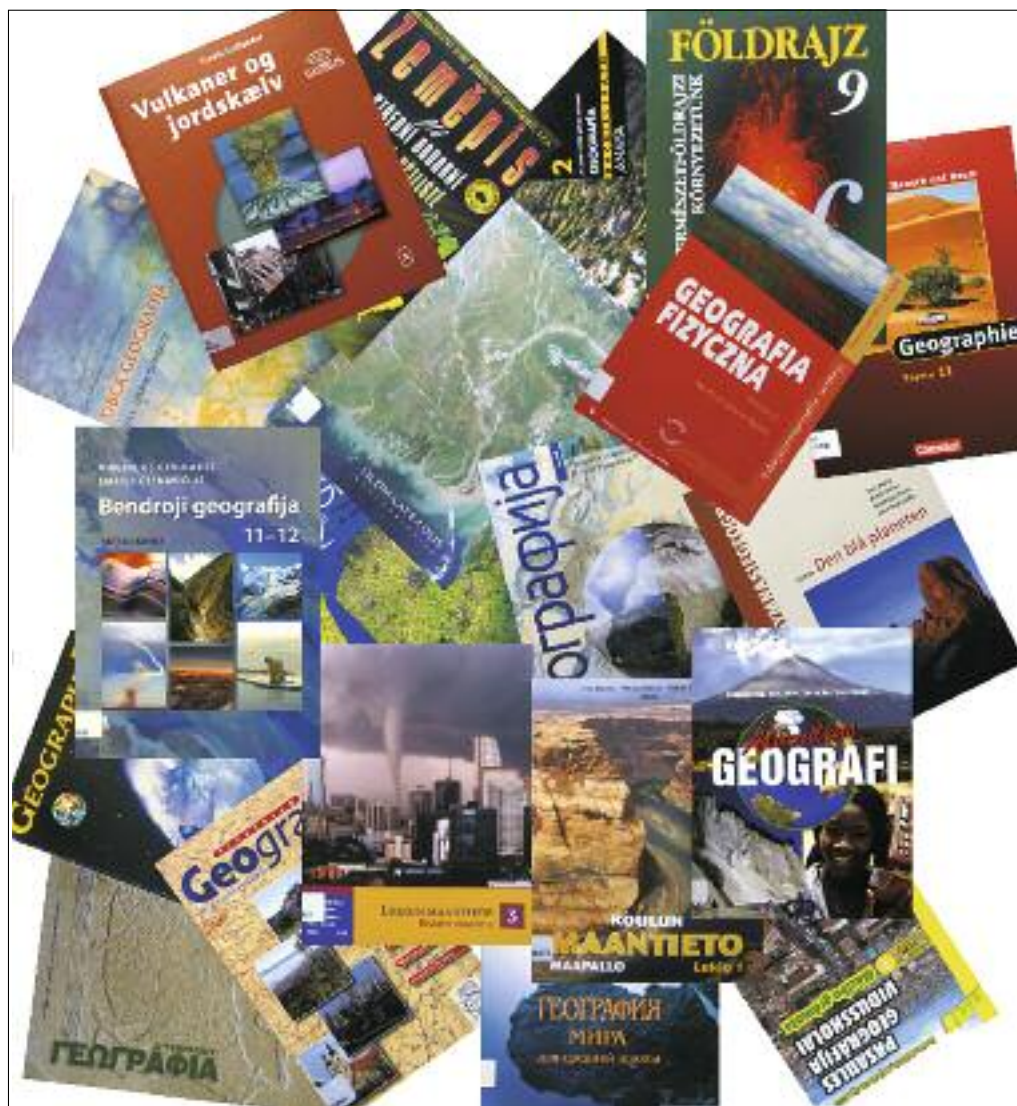
Za nekatere redke države nismo mogli narediti analize zaradi pomanjkanja ustreznih učbenikov v zbirki (Andora, Bolgarija, Ciper, Lihtenštajn, Luksemburg, Vatikan, San Marino), kar je posledica dej-



Slika 2: Primer oznake starostnih stopenj in izobraževalnega sistema (knjižnica Inštituta Georga Eckerta za mednarodno preučevanje učbenikov).

tva, da zaradi jezikovnih značilnosti ali majhnosti trga (z izjemo Bolgarije) verjetno uporabljajo učbenike sosednjih držav. Poleg tega so v nekaterih državah (Francija) učbeniki sestavljeni na osnovi enotnega državnega učnega načrta, druge (Nemčija) pa ima vsaka zvezna dežela za vsako stopnjo svoj učni načrt, založbe pa lahko za vsakega od njih izdajo več učbenikov. Iz učbenikov samih pogosto tudi ni mogoče ugotoviti, ali so namenjeni splošnemu izobraževalnemu programu ali pa posebnemu programu, ki ga obiskujejo le redki. Nenazadnje so učbeniki odvisni tudi od vrste in pomena učnega načrta v določeni državi. Učni načrti imajo ponekod natančno opredeljene vsebine, druge pa so natančno opredeljeni le cilji.

Kjer je bilo na voljo več učbenikov, smo izbrali tistega, ki ustreza starostni skupini in je nastal v zadnjem času; vendar za nekatere države niso bile na razpolago novejšje izdaje. V analizo smo vključili tudi učbenike iz Turčije. Turčija je na primer izpostavljena pogostim in zelo različnim naravnim nesrečam in ima tudi dobro razvit sistem izobraževanja, zaščite in reševanja.

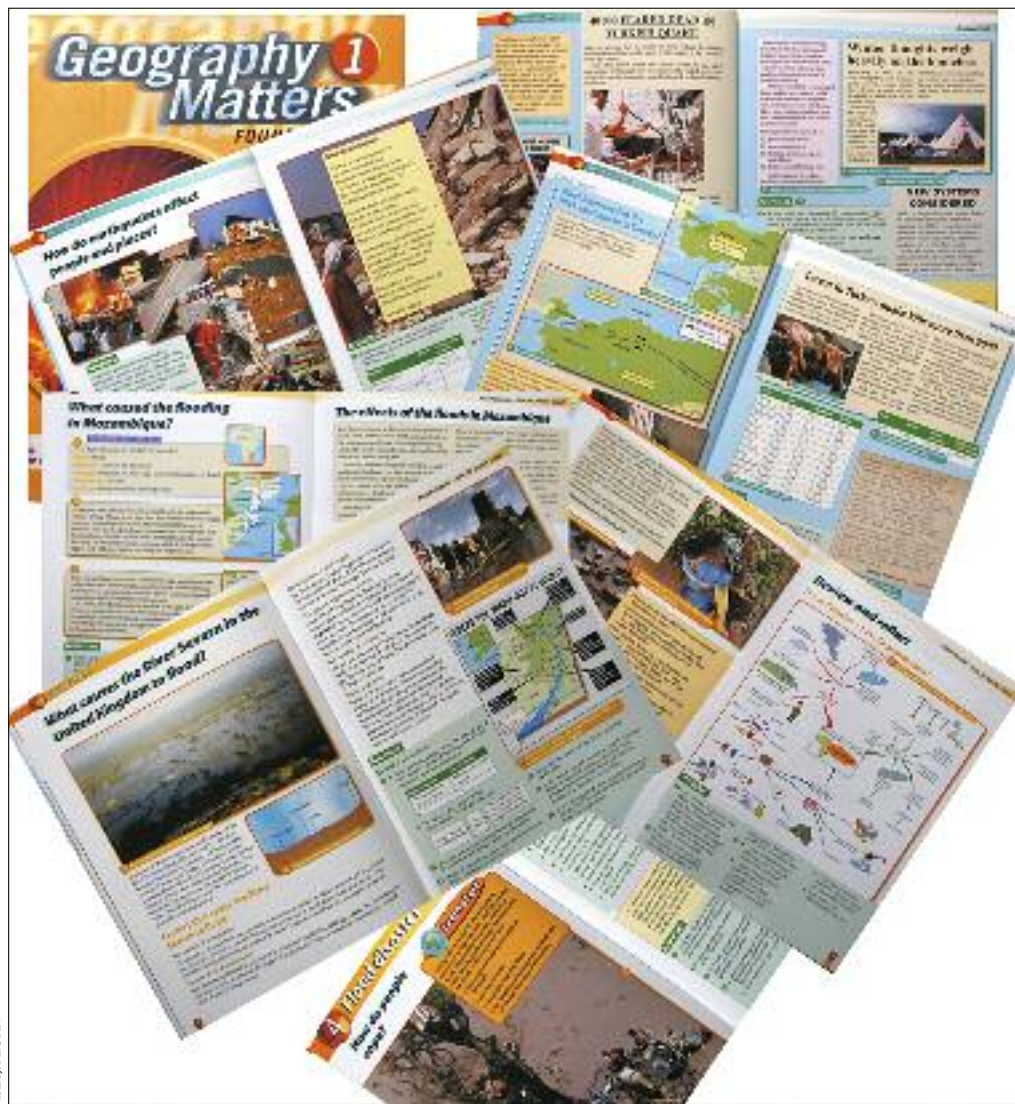


MATIJA ZORN

Slika 3: Naslovnice nekaterih pregledanih učbenikov.

Skupaj smo izbrali in pregledali 166 učbenikov iz 35 evropskih držav. Z analizo učbenikov smo dobili vpogled na stanje v različnih državah, pri čemer moramo opozoriti, da izbrani učbeniki seveda niso edini možen izbor, saj nismo mogli pregledati vseh učbenikov niti inštitut ne hrani vseh.

Največ pregledanih učbenikov je bilo iz Nemčije, in sicer deset. Po sedem učbenikov smo pregledali iz Belgije, Velike Britanije, Madžarske, Islandije in Slovenije. Po šest učbenikov je bilo iz Bosne in Hercegovine, Irske in Ukrajine, po pet pa iz Danske, Makedonije, Nizozemske, Poljske, Rusije in Srbije. Pri danskih učbenikih v izračunu nismo upoštevali dveh sicer pregledanih tematskih učbenikov, ki sta bila v celoti posvečena naravnim nesrečam. Po štiri učbenike smo pregledali za Avstrijo, Hrvaško, Francijo in Španijo, po tri pa za Albanijo, Belorusijo, Češko, Italijo, Latvijo, Litvo, Moldavijo, Portu-



galsko, Romunijo, Slovaško, Švedsko in Turčijo. Manj kot tri učbenike smo pregledali za Grčijo in Norveško.

127



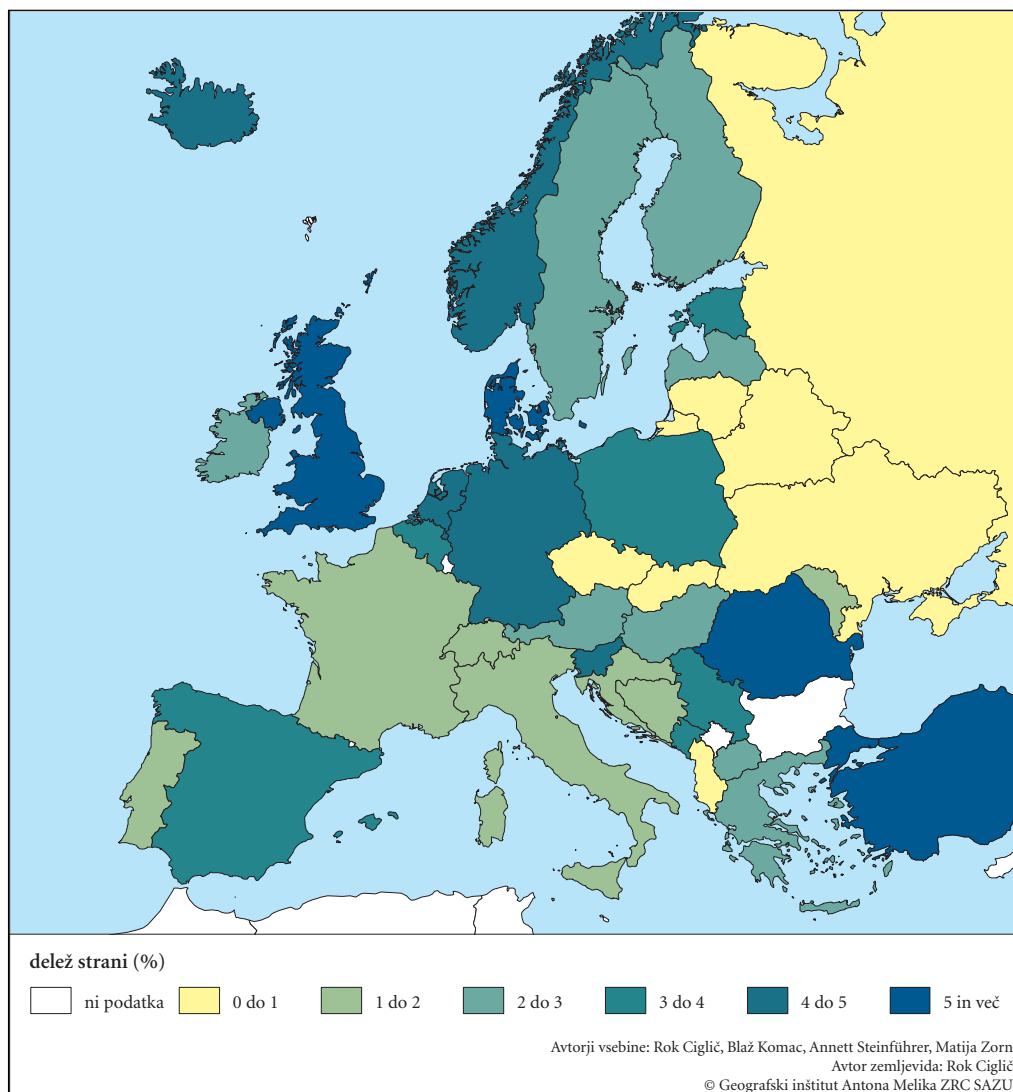
MATIJA ZORN

Slika 5: Izbrane strani geografskih učbenikov iz Francije, Srbije, Velike Britanije in Turčije.

Države smo na podlagi šolske regionalizacije Evrope (Brinovec in ostali 2000) razdelili v regije. Po tej razdelitvi največjo pozornost naravnim nesrečam posvečajo v Zahodni Evropi (3,8 %), najmanjše pa v Vzhodni Evropi (0,7 %). Delež strani z opisi naravnih nesreč v učbenikih je višji od treh odstotkov še v Severni Evropi (3,6 %) in Jugovzhodni Evropi s Turčijo (3,4 %). Delež v Srednji Evropi (2,8 %) in Južni Evropi (2,3 %) presega dva odstotka.

Preglednica 1: Število pregledanih učbenikov po posameznih državah.

država	število učbenikov	število strani v učbenikih	število strani z opisi naravnih nesreč v učbenikih	delež strani z opisi naravnih nesreč v učbenikih (%)
Albanija	3	656	6	0,91
Andora	0	0	0	0,00
Avstrija	4	911	19	2,09
Belorusija	3	868	3	0,35
Belgija	7	137	43	3,12
Bosna in Hercegovina	6	1083	21	1,94
Bolgarija	0	0	0	0,00
Hrvaška	4	748	11	1,47
Ciper	0	0	0	0,00
Česka	3	374	2	0,53
Danska	5	407	46	11,30
Velika Britanija	7	1952	163	8,35
Estonija	3	543	18	3,31
Finska	8	1400	41	2,93
Francija	4	1452	16	1,10
Nemčija	10	2226	105	4,72
Grčija	2	386	9	2,33
Madžarska	7	1225	35	2,86
Islandija	7	663	33	4,98
Irska	6	1220	26	2,13
Italija	3	1362	24	1,76
Latvija	3	689	14	2,03
Lihtenštajn	0	0	0	0,00
Litva	3	595	4	0,67
Luksemburg	0	0	0	0,00
Makedonija	5	810	23	2,84
Moldavija	3	714	14	1,96
Nizozemska	5	1375	62	4,51
Norveška	2	720	32	4,44
Poljska	5	1618	63	3,89
Portugalska	3	1010	15	1,49
Romunija	3	399	24	6,02
Rusija	5	1546	2	0,13
Srbija	5	1020	36	3,53
Slovaška	3	254	0	0,00
Slovenija	7	831	34	4,09
Španija	4	1614	57	3,53
Švedska	3	1060	31	2,92
Švica	6	1658	26	1,57
Turčija	3	741	52	7,02
Ukrajina	6	1514	5	0,33
skupaj	166	37.023	1115	3,01



Slika 6: Povprečni delež strani v učbenikih, ki vsebujejo opise naravnih nesreč, po evropskih državah.

4 Katere primere naravnih nesreč opisujejo učbeniki?

Vprašanje, katere naravne nesreče opisujejo učbeniki in katere primere iz zgodovine navajajo ter od kod, je pomembno za odnos dijakov do naravnih nesreč. Z vidika izobraženosti evropskih državljanov je namreč pomembno, koliko so primeri, ki so predstavljeni v učbenikih, splošnega značaja in koliko se navezujejo na evropski prostor.

S tega vidika je zanimivo, da je v učbenikih opisom naravnih nesreč nasploh (kot procesom) namenjenih skoraj tisoč strani (966) ali osem desetih vseh strani v učbenikih, ki se nanašajo na naravne nesreče.

Naravne nesreče namreč težko opišemo drugače, kot z opisi konkretnih procesov in primerov iz zgodovine. Od tega je največji delež namenjen opisom potresov (23,2 %), več kot petina strani v učbenikih (21,2 %) pa je namenjena še opisom ognjenikov. Po zastopanosti sledijo poplave (18,1 %) in zanimivo erozija (14,5 %). Vse ostale naravne nesreče, ki so omenjene v učbenikih, imajo delež zastopanosti manjši od 10 %. Še kar velika pozornost je namenjena zemeljskim plazovom in skalnim podorom (7,9 %) ter neurjem (7,1 %), redko pa so omenjene suše (3,5 %) in snežni plazovi (2,5 %), opisi delovanja morskih valov ter cunamijev (1,1 %) pa so celo pogostejši od opisov gozdnih požarov (0,8 %), čeprav so na primer slednji v Južni Evropi kar pogosti.

Ugotavljamo da je delež, ki je namenjen opisom posameznih naravnih nesreč oziroma konkretnih dogodkov, podobnega velikostnega reda kot delež posameznih dogodkov v Evropi v zadnjem stoletju. Vendar so konkretni opisi posameznih naravnih nesreč bolj povezani z gospodarsko škodo in številom žrtev posameznih nesreč, kot pa z njihovim številom.

To potrjuje ugotovitev, da je dojemanje naravnih nesreč tudi v sodobni družbi manj povezano z naravnimi nesrečami samimi kot z njihovimi družbenimi učinki oziroma njihovim družbenim dojemanjem. S tega vidika bi lahko rekli, da so naravne nesreče v Evropi »... *družbeni in kulturni konstrukt* ...« (Kuhlicke in Steinführer 2010, 4).

Preglednica 2: Število posameznih opisov naravnih nesreč v evropskih geografskih učbenikih.

potres	vulkanski izbruh	neurje (hurikan)	poplava	suša
Kobe (Japonska): 19	Italija: 30	ZDS: 22	Bangladeš: 20	Sahel: 3
San Francisco (ZDA): 19	ZDA: 19	Avstralija: 2	Nemčija: 6	Indija: 3
Bam (Iran): 13	Islandija: 9	Danska: 2	Indija: 5	Somalija: 2
Izmit (Turčija): 10	Indonezija: 8	Finska: 2	ZDA: 5	Avstralija: 2
Ciudad de Mexico (Mehika): 4	Kolumbija: 4	Japonska: 2	Kitajska: 4	Španija: 2
Čile: 3	Japonska: 4	Združeno kraljestvo: 2	Španija: 3	Mali: 1
Shensi (Kitajska): 2		Mehika: 2	Francija: 3	Etijopija: 1
Indijski ocean, 2	Montserrat (Britanski Mali Antili): 4	Litva: 1	Italija: 3	ZDA: 1
Krakatoa (Indonezija): 2	Kongo (Zair): 3	Kitajska: 1	Združeno kraljestvo: 3	Saudova Arabija: 1
Skopje (Makedonija): 2	Kanarski otoki (Španija): 3	Bangladeš: 1	Mozambik: 2	Italija: 1

Podobno sliko razkrije primerjava števila v učbenikih opisanih primerov, ki so navedeni znotraj omenjenih opisov naravnih nesreč. Največji delež navedenih konkretnih primerov (z znano lego), ki jih je skupaj 457, zavzemajo opisi ognjenikov (26 %). To je razumljivo, saj so ognjeniki med najbolj impozantnimi naravnimi pojavi in zato primerno gradivo za poučevanje. Sledijo navedbe potresov (24 %), visok delež imajo tudi poplave (18 %). Preostalim naravnim nesrečam pripada preostala tretjina navedenih primerov.

5 Je število strani o naravnih nesrečah v učbenikih odvisno od števila naravnih nesreč?

Delež strani v evropskih učbenikih smo primerjali s številom dogodkov, številom žrtev in gospodarsko škodo v zadnjem stoletju (preglednica 3; Urban habitat ... 2010). Po deležu strani v evropskih učbenikih odstopajo navzgor predvsem opisi potresov (29 %). Skoraj enak delež je namenjen opisom ognjenikov (27 %), nekoliko manjši pa opisom poplav (23 %). Manj pogosti so opisi plazov (10 %) in v Evropi zelo pogostih neurij (9 %), zelo omejeni pa so tudi opisi cunamijev (1 %) in požarov (1 %).

Podoba je drugačna, če pogledamo pojavljanje posamezne naravne nesreče v Evropi v zadnjem stoletju (1900–2005). Po številu dogodkov so najpomembnejše poplave – v tem času jih je bilo prek 400 ali skoraj četrtino vseh naravnih nesreč. V Evropi četrtino primerov obsegajo neurja (268), močnejših potresov pa je za petino vseh naravnih nesreč ali skupaj 232. Glede števila dogodkov namenjajo učbeniki pozornost predvsem potresom in poplavam. Odločno premalo strani je namenjenih neurjem, preveč pa je opisov ognjenikov.

Če število strani primerjamo s številom žrtev v Evropi v zadnjem stoletju, močno prednjačijo potresi, zaradi katerih je umrlo več kot 300.000 ljudi (89 % žrtev). Prek 16.000 žrtev so presenetljivo vzeli zemeljski plazovi (4,7 %), bolj pričakovano pa je število 11.200 žrtev poplav (3,1 %) in 7200 žrtev neurij (2,0 %).

Rečemo lahko, da je z vidika števila žrtev potresom in poplavam v učbenikih namenjena dovolj velika pozornost, premajhno pozornost učbeniki namenjajo neurjem, preveliko pa ognjenikom in zemeljskim plazovom. Glede gospodarske škode, ki so jo naravne nesreče v Evropi povzročile v zadnjem stoletju lahko rečemo, da opisi v učbenikih namenjajo preveliko pozornost ognjenikom in zemeljskim plazovom, odločno premalo pa potresom, poplavam in neurjem.

Preglednica 3: Deleži strani z opisi (procesov) naravnih nesreč v učbenikih, opisanih primerov v učbenikih ter dogodkov, žrtev in gospodarske škode zaradi naravnih nesreč v Evropi za obdobje 1900–2005 (Urban habitat ... 2010).

	delež strani z opisi (procesov) naravnih nesreč v evropskih učbenikih (preračunano)	delež opisanih primerov naravnih nesreč v evropskih učbenikih (preračunano)	delež dogodkov v obdobju 1900–2005 (n = 1126)	delež žrtev v obdobju 1900–2005 (n = 363.004)	delež gospodarske škode v obdobju 1900–2005 (Σ = 219.173.000.000 \$)
potres	0,29	0,28	0,21	0,890	0,340
poplava	0,23	0,21	0,39	0,031	0,440
plaz	0,10	0,05	0,08	0,047	0,010
ognjenik	0,27	0,31	0,01	0,002	0,000
požar	0,01	0,03	0,07	0,001	0,017
neurje	0,09	0,11	0,24	0,020	0,191
morski valovi in cunami	0,01	0,02	0,00	0,007	0,000

Opomba: v oceni niso vključeni podatki o eroziji, snežnih plazovih in suši, ki obsegajo približno 20 % v učbenikih opisanih primerov, ker nismo pridobili podatkov o številu žrtev v Evropi v zadnjem stoletju.

V učbenikih se zdi pravšen delež strani, ki so namenjene opisom (naravnih procesov) potresov in poplav ter gozdnih požarov in cunamijev. Zaradi velike vloge kmetijstva v evropskem gospodarstvu ne presenečajo pogosti opisi erozije, zlasti na primerih iz sredozemske Evrope. Opisi snežnih plazov

so redki in omejeni le na nekatera območja, npr. na opise Alp; podobno velja za opise suše. V učbenikih povsem pogrešamo opise učinkov ekstremnih temperatur, ki se kažejo bodisi v obliki vročinskih udarov ali ekstremno mrzlega vremena.

V splošnem pa pregled primerov daje občutek, da so naravne nesreče nekaj, kar je v Evropi manj pogosto, saj prednjačijo primeri od drugod.

6 Sklep

Pri poučevanju naravnih nesreč je pomembna osebna izkušnja, ki je že po definiciji subjektivna. Na osnovi dejanskega spoznanja, ki temelji na izkušnji, se lahko odločamo o tem, kaj bomo o naravnih nesrečah prek izobraževanja posredovali znanecem. Nedvomno o naravnih nesrečah popolnoma drugače govori človek, ki je nesreče doživel, videl, do neke mere lahko rečemo spoznal, četudi zaradi njih ni bil prizadet, kot pa človek, ki je takšne pojave in procese videl npr. le prek medijev ali jih pozna le iz knjig. Tudi narava je torej (npr. prek naravnih nesreč) zelo vpeta v družbena in kulturna gibanja. Pri izobraževanju je zato pomembno obnavljanje ali ohranjanje spomina, ki npr. poteka prek pripovedovanja zgodb (Komac 2009). Zgodba je lahko hkrati osebna (konkretna) in splošna (univerzalna); čim bolj so pripovedi in podobe, ki jih uporabljamo v izobraževanju realistične, prizemljene, utelešene v konkretnem življenju, ki ga opisujejo, tem večji simbolni pomen nosijo v sebi. Učenci se bolje odzovejo na predavanje ali pripoved, ki izraža nekaj, kar je avtor ali učitelj doživel.

Izobraževanje ima kljub številnim tehničnim vidikom, ki se odražajo v raznolikih izobraževalnih metodah in sredstvih nedvomno osebni pomen. V jedru sodobnega izobraževanja je posameznik, bodisi učitelj, to je tisti, ki posreduje informacije, znanje bodisi učenec, to je tisti, ki znanje in informacije sprejema. Iz tega tudi izhaja izjemen pomen osebnega posredovanja znanja, ki ga sodobna digitalna družba po eni stran omogoča, po drugi strani pa je prispevala k njegovemu zmanjšanju. Na eni strani je manjši nadzor nad distribucijo in filtriranjem informacij, po drugi strani pa je z razvojem tehnologije prišlo do novih in raznolikih načinov osebnih stikov, ki se na primer odražajo v spletnih socialnih omrežjih. Položaj je paradoksen: vedno večja individualizacija vedno bolj poudarja veliko vlogo učitelja v izobraževalnem procesu. Dober učenec bi brez dobrega učitelja kljub obilici informacij vsekakor težje in počasneje napredoval.

Na tem temelji pomembno dejstvo, da je tako rekoč dolžnost tistega, ki ima določeno izkušnjo, znanje oziroma delno spoznanje, da to posreduje drugim. V tem pomenu je izobraževanje v bistvu približevanje različnih kulturnih skupin, omogoča dialog in njihovo integracijo. Izobraževanje je temeljna dolžnost vsake družbe. Iz tega izhaja pomembno dejstvo, da je za izobraževanje (o naravnih nesrečah) potreben družbeni dogovor. Ta pa mora temeljiti na ugotovitvi o pomanjkljivem izobraževanju na tem področju, kar smo za Evropo ugotovili z analizo srednješolskih geografskih učbenikov. Na to med drugim kažejo tudi rezultati ankete v okviru projekta *FLOODsite* (Wachinger in ostali 2010, 38), po katerih je le tretjina (32 %) vprašanih odgovorila, da so »... javna izobraževanja o nesrečah ...« koristna za povečanje poplavne varnosti. Na drugi strani pa med odgovori močno prevladujejo želje po gradbenih ukrepih. Na veliko nujnost izobraževanja na tem področju kaže tudi dejstvo, da »... so bolje izobraženi in mlajši bolj skeptični o zmožnostih javnih zaščitnih ukrepov kot ljudje z nižjo stopnjo izobrazbe ...«

7 Viri in literatura

- Brinovec, S. 2004: Kako poučevati geografijo – didaktika pouka. Ljubljana.
 Brinovec, S., Drobnjak, B., Pak, M., Senegačnik, J. 2000: Geografija Evrope. Mladinska knjiga. Ljubljana.
 Dengler, L. 2005: The role of education in the National Tsunami Hazard Mitigation Program. *Natural Hazards* 35-1. Sydney.

- GEI – Georg Eckert Institut für Schulbuchforschung. 2010. Medmrežje: <http://www.gei.de/en/georg-eckert-institute-for-international-textbook-research.html> (5. 2. 2010).
- Köck, H. 1988: The geography curriculum in the Federal republic of Germany after the reform circa 1970. German didactics of geography in the seventies and eighties. A review of trends and endeavours. München.
- Komac, B. 2009: Social memory and geographical memory of natural disasters. Acta geographica Slovenica 49-1. Ljubljana.
- Kuhlicke, C., Steinführer, A. 2010: Social capacity building for natural hazards: a conceptual frame. CapHaz-Net WP1 report. Leipzig.
- Medved, J. 1977: Pouk geografije v osnovni šoli: priročnik za učitelje. Ljubljana.
- Pingel, F. 1999: UNESCO Guidebook on Textbook Research and Textbook Revision. Pravidnik o potrjevanju učbenikov. Uradni list Republike Slovenije 2/2000. Ljubljana.
- Radkau, V., Henry, R. 2005: Katastrophen und sonstige Kalamitäten in deutschen Geschichts-, Gesellschaftskunde und Geographieschulbüchern. Internationale Schulbuchforschung 27-4. Hannover.
- Ronan, K. R., Crellin, K., Johnston, D. 2010: Correlates of hazards education for youth: a replication study. Natural Hazards 53-3. Sydney.
- Schmidt-Wulffen, W.-D. 2005: Zur didaktischen Relevanz lokaler Katastrophenwahrnehmung. Internationale Schulbuchforschung 27-4. Hannover.
- Senegačnik, J. 2005: Geografija Evrope v šolskih učbenikih evropskih držav. Doktorsko delo. Oddelek za geografijo Filozofske fakultete. Ljubljana.
- Strmčnik, F. 1975: Pedagoška funkcija in zgradba učne knjige. Sodobna pedagogika 26, 5-6. Ljubljana.
- Strmčnik, F. 2001: Didaktika. Osrednje teoretične teme. Ljubljana.
- Trunk, Š. 2010: Kvalitativna in kvantitativna analiza učbenikov za zgodovino: pregled osnovnošolskih in srednješolskih učbenikov. Ljubljana.
- Urban habitat constructions under catastrophic events. 2010. Medmrežje: <http://www.civ.uth.gr/cost-c26> (4. 2. 2010).
- Wachinger, G., Renn, O., Supramaniam, M., Jacobson, I., Piriz, A., Kuhlicke, C., Steinführer, A., Coates, T. 2010: CapHaz-Net: WP3 Risk perception report. Stuttgart.
- Zgonik 1960: Nekaj napotkov za sestavo sodobnega geografskega učbenika. Geografski obzornik 7-4. Ljubljana.
- Zorn, M. 1997: Ideološke in vsebinske spremembe v učbenikih zgodovine. Sodobna pedagogika 48, 5-6. Ljubljana.

OCENJEVANJE OGROŽENOSTI ZARADI NARAVNIH NEVARNOSTI Z ORODJEM RISKPLAN

Špela Kumelj, Vanja Geršak

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, SI – 1000 Ljubljana, Slovenija

spela.kumelj@geo-zs.si, vanja.gersak@geo-zs.si

IZVLEČEK

Ocenjevanje ogroženosti zaradi naravnih nevarnosti z orodjem RiskPlan

Geološki zavod Slovenije je vključen v mednarodni projekt AdaptAlp, katerega cilj je ocena podnebnih sprememb in njihovih vplivov na pojavljanje naravnih nesreč v Alpah. V okviru projekta pripravljamo priporočila za sprejemanje ukrepov prilagajanja podnebnim spremembam in za upravljanje z naravnimi nesrečami kot pripomoček odločevalcem in lokalnim deležnikom. V okviru osnovnega cilja projekta je Švitsarski zvezni urad za okolje (Swiss Federal Office for the Environment) razvil računalniško podprto orodje RiskPlan. To je orodje za določanje različnih nevarnosti v izbrani regiji in ugotavljanje stroškovne učinkovitosti zaščitnih ukrepov. V prispevku predstavljamo funkcionalnost orodja in njegovo uporabo v alpskem prostoru.

KLJUČNE BESEDE

orodje RiskPlan, upravljanje z naravnimi nesrečami, naravne nesreče, Alpe

ABSTRACT

Assessment of the risk posed by hazardous processes using RiskPlan tool

Geological Survey of Slovenia is taking part in the international project AdaptAlp within which assessment of climate change and its impact on the occurrence of natural hazards in the Alps will be made. In the course of the project recommendations for policy-makers and local stakeholders will be developed regarding adaptation strategies and disaster risk management.

Following the idea of the project IT based tool RiskPlan was developed by the Swiss Federal Office for the Environment. Tool enables the assessment of different hazard processes in selected region and reduction of these hazards through implementation of preventive measures. Tool will be tested in alpine space for its applicability and functionality.

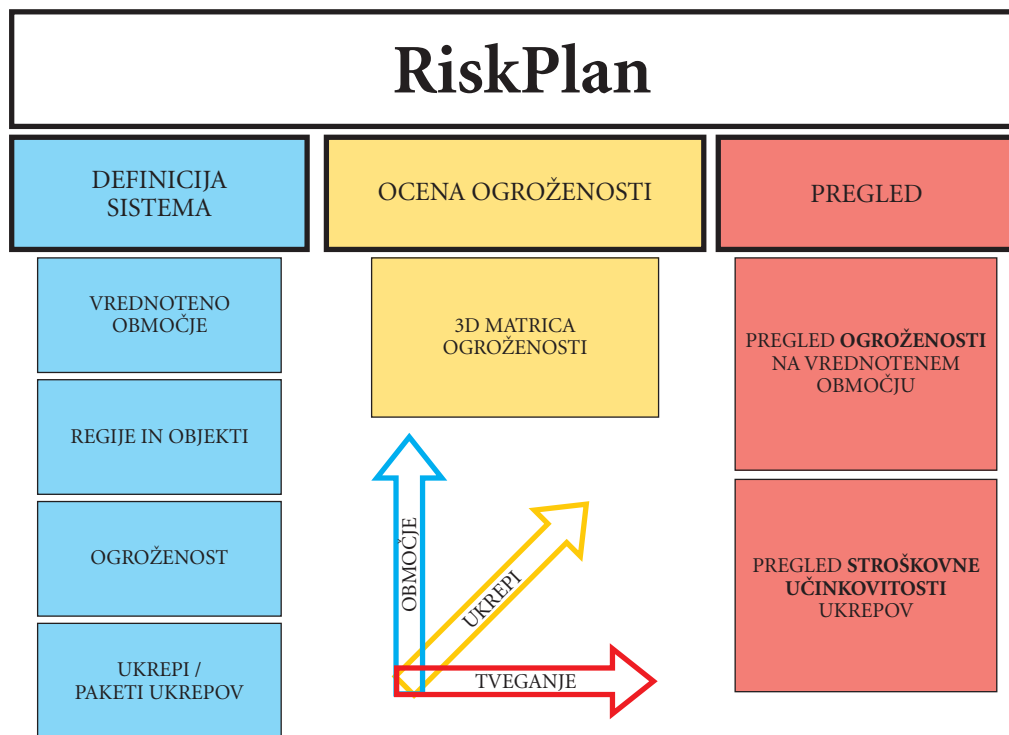
KEY WORDS

RiskPlan tool, risk management, natural disasters, the Alps

1 Uvod

Geološki zavod Slovenije je eden od 16 projektnih partnerjev, ki sodelujejo v mednarodnem projektu Adapt Alp – Prilagajanje podnebnim spremembam v alpskem prostoru. Projekt je del Programa Alpski prostor (Prioriteta 3: Okolje in preprečevanje nevarnosti), ki spada v enega od treh operativnih programov Evropskega teritorialnega sodelovanja (2007–2013). Cilj projekta Adapt-Alp je možnost vpogleda v posledice podnebnih sprememb v alpskem prostoru in na pristope upravljanja z naravnimi tveganji z namenom varovanja človeških življenj, okolja in infrastrukture. Tekom projekta bodo glede na strategije prilagajanja in upravljanja z nesrečami izpeljani predlogi za oblikovanje politike in lokalne deležnike, zasnovani tudi na primerih dobre prakse (Projekt Adapt-Alp 2010).

V okviru projekta je bilo v Švici razvito računalniško orodje RiskPlan. RiskPlan je orodje, ki omogoča izdelavo ocene ogroženosti zaradi naravnih in drugih nesreč v določeni regiji (ali na manjšem območju) in zmanjšanje ogroženosti skozi izvedbo preventivnih ukrepov. Sestavljajo ga tri enote (slika 1). V prvi, »Definicija sistema«, se določi območje in/ali objekt zanimanja ter dejanska tveganja, ki se lahko tam pojavijo ter posamezni zaščitni ukrepi. Druga enota »Ocena ogroženosti« postavlja razmerja med izbranim naravnim procesom na izbranem območju za izbran ukrep. Postavlja okvire za škodo določenega naravnega procesa, ki je določen z maksimalno oziroma minimalno materialno škodo in človeškimi izgubami. Tretja enota »Pregled« nam prek preglednice in grafov omogoča pregled ogroženosti ter cenovno učinkovitost ukrepov na izbranem območju (RiskPlan – Pragmatic Risk Management 2010).



Slika 1: Temeljna zgradba orodja RiskPlan.

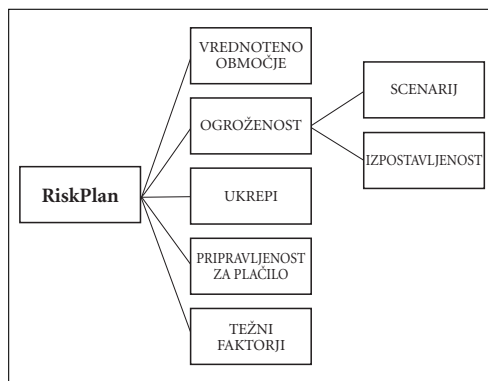
2 Metodologija

Zaradi svoje lege v alpskem prostoru in močne izpostavljenosti naravnim nesrečam, je bila za območje testiranja orodja RiskPlan izbrana občina Bovec. V dobrem desetletju so prebivalci te občine doživeli tri večje naravne nesreče, to je sprožitev drobirskega toka v Logu pod Mangartom leta 2000, ki je zahteval 7 smrtnih žrtev ter potresa leta 1998 in 2004, ki sta povzročila veliko gmotno škodo.

Kljub temu, da omogoča orodje RiskPlan določitev naravnih, tehničnih in socialnih nevarnosti, je bila obravnavana le ogroženost zaradi naravnih procesov, ki se lahko ali pa so se že pojavila v občini Bovec. Za vsako izbranih naravnih nesreč (poplava, potres, plaz in drobirski tok) je bil določen scenarij in izpostavljenost. Izraz »scenarij« uporabljamo za poimenovanje možnega poteka dogodkov pri naravni nesreči, pri čemer se upošteva velikost in intenziteta naravne nesreče. Scenariji so razdeljeni na podlagi svoje pogostosti oziroma verjetnosti ponovitve. Pogostejši dogodki so navadno manjši in manj intenzivni kot redkejši. Pogostost ali verjetnost scenarijev je določena s stopnjo pojavljanja dogodka (povprečje dogodkov na leto). Izraz »izpostavljenost« privzemamo kot dejstvo, da pri ogroženosti obstajajo različne stopnje škode. Razlike se lahko pojavijo kljub danim scenarijem, saj lahko dogodek iste intenzitete povzroči različno škodo odvisno od situacije in vpletenih faktorjev (npr. število ljudi ob dogodku). Navadno se za delitev uporablja tri izpostavljenosti, in sicer: (1) normalni potek, ki ga predstavlja običajna prisotnost ljudi ter uspešno alarmiranje in evakuacija; (2) neugoden potek, ki pomeni povišano prisotnost ljudi in materialnih dobrin (npr. med počitnicami) ter le delno uspešno alarmiranje in evakuacija; (3) katastrofalni potek, ki pomeni visoko prisotnost ljudi in materialnih dobrin (npr. ob festivalih) ter neuspešno evakuacijo in alarmiranje.

Definiranje scenarijev in izpostavljenosti se je izkazalo kot težavno, saj trenutno primerljive raziskave še ne obstajajo. Predhodno so bili s pregledom razpoložljive literature, uporabo različnih spletnih portalov ter s pomočjo razgovorov z odgovornimi na ustanovah, ki se kakorkoli ukvarjajo z naravnimi nesrečami, zbrani podatki o nesrečah in upravljanju z njimi (seznam glavnih uporabljenih virov in literature je naveden v poglavju 5.1). Na podlagi teh informacij so bili določeni scenariji in izpostavljenost za posamezno izbrano naravno nesrečo, kar je vodilo v določitev posameznih preventivnih in sanacijskih ukrepov ter investicijskih stroškov za te ukrepe. Ker so podatki o izvedenih ukrepih razpršeni po različnih odgovornih ustanovah in je bila odzivnost nekaterih slaba ali je celo ni bilo, odražajo podatki, uporabljeni v orodju RiskPlan, le grob približek dejanskega stanja stroškov posameznega ukrepa. Za občino Bovec so bili tako pridobljeni le podatki o škodi in sanaciji za nekatere izbrane naravne nesreče, ki pa predstavljajo le skupno škodo nastalo na infrastrukturi in ostalih objektih in ne stroškov posameznih ukrepov. Podatki za preventivne ukrepe so bili privzeti na podlagi podatkov o preventivnih ukrepih drugih občin.

Eden izmed pomembnejših kazalcev v orodju RiskPlan je kazalec »pripravljenost plačilo«, ki se nanaša na najvišjo vsoto, ki jo je družba pripravljena vložiti v preprečevanje škod. Pripravljenost za plačilo za rešitev človeškega življenja ne pomeni, da je ocenjeno življenje samo, ampak pripravljenost in finanč-



Slika 2: Vhodni podatki za orodje RiskPlan.

ne možnosti določene družbe za preprečevanje žrtev (povzeto po RiskPlan Glossary 2009). V Sloveniji ni uradne metodologije, ki bi določala vrednost človeškega življenja, zato smo privzeli (na predlog iz Ministrstva za okolje in prostor) višino »pripravljenosti plačila« na 500.000 evrov/žrtev.

Ker so lahko dogodki, ki povzročijo visoko stopnjo škode, obravnavani kot pomembnejši od dogodkov, kjer je škoda manjša (npr. nesreča s 100 žrtvami je obravnavana drugače kot 100 nesreč z eno žrtvijo), se lahko uporabi t. i. uteži, vendar pa je določitev njihove vrednosti predvsem izkustveno in ga na primeru občine Bovec nismo upoštevali.

Skupine vhodnih podatkov in povezave med njimi kaže slika 2.

3 Ocenjena učinkovitost orodja RiskPlan

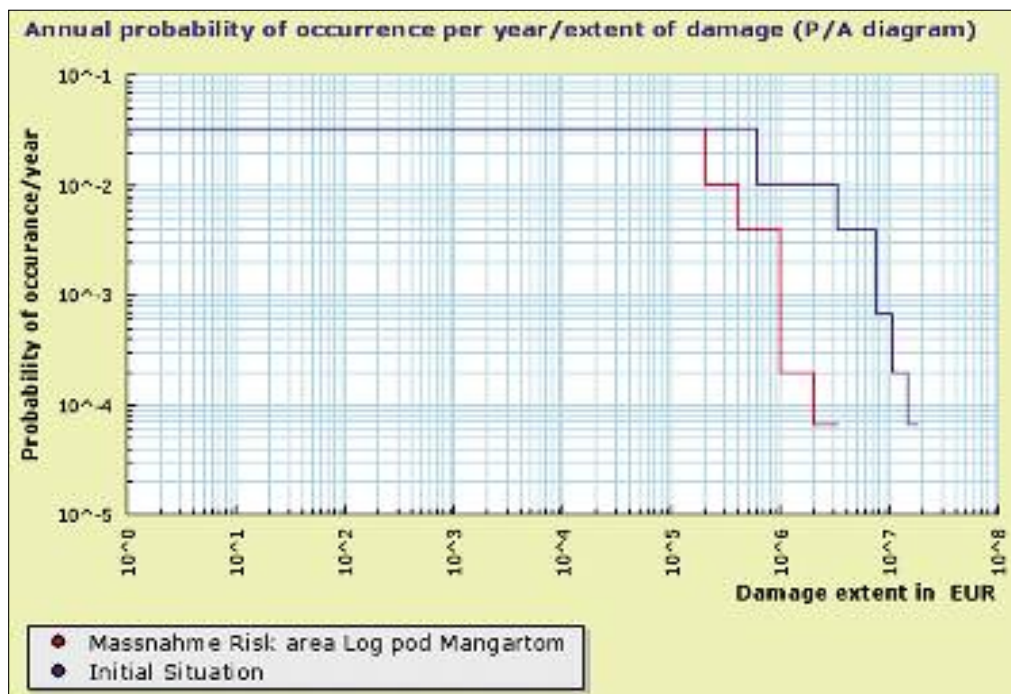
RiskPlan je zelo učinkovito izobraževalno orodje, saj omogoča tudi uporabnikom brez določenih strokovnih znanj vpogled v problematiko urejanja naravnih nesreč in spodbuja sodelovanje različnih organizacij ter državnih ustanov z deležniki in oblikovalci politike na področju upravljanja z nesrečami.

Ker v Sloveniji še niso vzpostavili enotnega sistema zbiranja podatkov, obdelujejo pa jih tudi različne ustanove, smo imeli pri zbiranju vhodnih podatkov za orodje RiskPlan določene težave. Predvsem raziskave o scenarijih in izpostavljenosti so zelo redke, podatki o investicijskih stroških ter možnih in ustreznih preventivnih ukrepih pa pomanjkljivi. Prav tako je pomanjkanje dolgoročnih rešitev in investicij v preventivne ukrepe. S pomočjo orodja RiskPlan lahko namreč izračunamo učinkovitost izvedenih ukrepov glede na začetno stanje oziroma stanje pred dogodkom, a je ta težko merljiva, če za preučevani dogodek ni na voljo podatkov o ukrepih.

Vsi rezultati testiranja orodja na izbranem območju občine Bovec tako temeljijo na izbranih stroških sanacijskih ukrepov in primerjavi stroškov preventivnih ukrepov v podobnih primerih. Vsaka naravna nesreča je bila določen količinsko prek različnih scenarijev in izpostavljenosti. Kot kaže slika 3 so bili

Scenario	Normal course Probability: 65%		Severe course Probability: 12%		Catastrophic course Probability: 3%	
	Minimum value	Maximum value	Minimum value	Maximum value	Minimum value	Maximum value
Scenario by 2 years Frequency: 0.4	Number of fatalities per event		Number of fatalities per event		Number of fatalities per event	
	0	0	0	0	0	2
	Material damage per event		Material damage per event		Material damage per event	
	10 000 EUR	40 000 EUR	100 000 EUR	200 000 EUR	600 000 EUR	600 000 EUR
Scenario by 10 years Frequency: 0.09	Number of fatalities per event		Number of fatalities per event		Number of fatalities per event	
	0	0	0	1	1	3
	Material damage per event		Material damage per event		Material damage per event	
	40 000 EUR	70 000 EUR	200 000 EUR	300 000 EUR	600 000 EUR	800 000 EUR
Scenario by 100 years Frequency: 0.01	Number of fatalities per event		Number of fatalities per event		Number of fatalities per event	
	0	0	0	1	1	5
	Material damage per event		Material damage per event		Material damage per event	
	70 000 EUR	100 000 EUR	300 000 EUR	400 000 EUR	800 000 EUR	1 000 000 EUR

Slika 3: Obseg predvidene škode za različne scenarije na primeru poplav.



Slika 4: Verjetnostni diagram na primeru Loga pod Mangartom (primer ekonomske uspešnosti izvedenih zaščitnih ukrepov po sprožitvi drobirskega toka novembra 2000).

na podlagi zbranih podatkov za primer nevarnosti poplav izbrani trije različni scenariji (2-, 10- in 100-letna povratna doba) in tri različne izpostavljenosti (normalen, neugoden in katastrofalen potek), za vsako različico pa je bil na podlagi minimalnih in maksimalnih vrednosti žrtev ter materialne škode določen obseg predvidene škode.

Orodje omogoča tabelarni in grafični pregled tako celotne ogroženosti na vrednotenem območju kot izračun stroškovne učinkovitosti ukrepov, ki kaže razmerje med stroški ukrepov in doseženim zmanjšanjem ogroženosti. Rezultat je predstavljen na verjetnostnem diagramu, ki pokaže verjetnost pojavljanja dogodka in obseg škode (v evrih) pri posameznem ukrepu (RiskPlan Version 2.2 – Pragmatic Risk Management 2010). Slika 4 kaže primerjavo med začetnim stanjem (modra barva) s stanjem po izvedbi ukrepov (rdeča barva) pri drobirskem toku v Logu pod Mangartom. Rezultati kažejo na očitno zmanjšanje ogroženosti po izvedenih ukrepih.

RiskPlan omogoča preprost način pregleda ogroženosti, ki obstajajo v vnaprej določenem območju načrtovanja, naj bo to celotna regija ali območje ob prometni osi. Učinki spremenjenih parametrov so jasno vidni skozi primerjavo različnih scenarijev oziroma različnih zaščitnih ukrepov. Ker lahko sami izbiramo in določamo vse vhodne parametre in število scenarijev, lahko analiziramo tudi najbolj zapletene scenarije, na primer vpliv podnebni sprememb.

4 Sklep

Orodje RiskPlan smo v Sloveniji testirali na območju občine Bovec in sicer za štiri vrste naravnih nesreč: potres, poplava, plaz in drobirski tok. Namen dela z orodjem RiskPlan ni bil določiti način, kako

zmanjšati posledice teh nesreč v občini Bovec, temveč predvsem testiranje funkcionalnosti samega orodja ter določitev njegovih prednosti in pomanjkljivosti.

Za predstavitev orodja RiskPlan smo se odločili, ker ponuja nekoliko drugačen pristop k reševanju problematike upravljanja z nesrečami, saj je v prvi vrsti namenjen skupinskim diskusijam in ni orodje enega samega človeka. Osnovni princip delovanja temelji na treh sestavinah: dialogu, analizah in možnih rešitvah. Ker za izvedbo računskih operacij potrebujemo dejanske vrednosti zaščitnih ukrepov, vpliva pomanjkljivost oziroma odsotnost teh podatkov na zanesljivost rezultatov. Zaradi tega brez pravega sodelovanja z odgovornimi organizacijami tako na lokalni kot nacionalni ravni, uporaba orodja RiskPlan nima pravega učinka. Naša izkušnja kaže, da je za uspešno oceno ogroženosti na izbranem območju nujno sodelovanje različnih strokovnjakov s praktičnimi izkušnjami na področju naravnih nesreč. To sicer nekoliko časovno zamudno delo lahko ovrednoti že izpeljane ukrepe in poda morebitne druge možnosti investicij, primeri dobrih praks pa vodijo v smer celovitega upravljanja z nesrečami. Njegova širša uporaba v Sloveniji bi pripomogla predvsem k boljšemu dialogu in sodelovanju med možnimi uporabniki ter spodbudila izobraževanje na področju naravnih nesreč.

Orodje RiskPlan je trenutno dostopno na spletu v petih jezikih. Iz Švice se je njegova uporaba razširila na celoten alpski prostor, kot orodje spodbujevanja dialoga in izobraževanja pa se je izkazalo učinkovito tudi v Afriki. Prednosti in pomanjkljivosti orodja RiskPlan bomo tako marca 2011 ovrednotili na podlagi testiranja samega orodja v širšem alpskem prostoru in sicer na izbranih lokacijah v Nemčiji, Avstriji, Italiji, Franciji in Sloveniji. S tem bi radi poudarili njegovo uporabnost tako na lokalni kot regionalni ravni, ter postavili skupne smernice upravljanja s samim orodjem.

5 Viri in literatura

Projekt AdaptAlp, 2010. Medmrežje: <http://www.adaptalp.org/> (10. 9. 2010).

RiskPlan – Pragmatic Risk Management, 2010. Medmrežje: <http://www.riskplan.admin.ch/index.php> (12. 9. 2010).

RiskPlan Glossary, 2009: Federal Office for the Environment, Federal Office for Civil Protection. Switzerland.

RiskPlan Version 2.2 – Pragmatic Risk Management, 2010: Federal Office for the Environment, Federal Office for Civil Protection. Switzerland. Medmrežje: http://www.riskplan.admin.ch/temp/Documentation_RiskPlan_2_2_E_10_07_27.pdf (12. 9. 2010).

5.1 Seznam virov in literature za vhodne podatke za RiskPlan

Naravne in druge nesreče v Republiki Sloveniji – Letni Bilten 1999–2004, Uprava Republike Slovenije za zaščito in reševanje Medmrežje: <http://www.sos112.si/slo/page.php?src=li18.htm> (2. 3. 2009).

Letne seizmološke publikacije, 1999–2008, Mesečna seizmološka poročila, 2009. Agencija Republike Slovenije za okolje. Medmrežje: <http://www.arso.gov.si/potresi/poro%c4%8dila%20in%20publikacije/> (5. 3. 2009).

Bavec, M., Budkovič, T., Komac, M. 2005: Geohazard – geološko pogojena nevarnost zaradi procesov pobočnega premikanja. Primer občine Bovec. Geologija 48-2. Ljubljana.

Podatki o pokrovnosti tal (Corine Land Cover), CORINE (COOrdinating of INformation on the Environment), 2000: Agencija Republike Slovenije za okolje. Medmrežje: <http://gis.arso.gov.si/clc/> (7. 5. 2009).

Đurović, B., Mikoš, M. 2004: Preventivno obvladovanje tveganj zaradi naravnih nevarnosti – postopki v alpskih državah in v Sloveniji. Acta hydrotechnica 22-36. Ljubljana.

Komac, M. 2005: Verjetnostni model napovedi nevarnih območij glede na premike pobočnih mas – primer občine Bovec. Geologija 48-2. Ljubljana.

Komac, M. 2009: Vloga javnega instituta geološkega zavoda pri preprečevanju geohazardov in zmanjševanju njihovih posledic. Geologija 52-1. Ljubljana.

- Mikoš, M. in sodelavci 2004: Metodologija za določanje ogroženih območij in način razvrščanja zemljišč v razrede ogroženosti zaradi zemeljskih plazov – končno poročilo. Fakulteta za gradbeništvo. Ljubljana.
- Mikoš, M., Brilly M., Ribičič M. 2004: Poplave in zemeljski plazovi v Sloveniji. *Acta hydrotechnica* 22-37. Ljubljana.
- Mikoš, M., Fazarinc, R., Majes B. 2007: Določitev ogroženega območja v Logu pod Mangartom zaradi drobirskih tokov s plazu Stože. *Acta geographica Slovenica* 47-2. Ljubljana.
- PISO (Prostorski informacijski sistem občin), 2007: Lokacijski načrt za vplivno območje plazu Stovžje v občini Bovec. Medmrežje: <http://www.geoprostor.net/PisoPortal/vstopi.aspx> (11. 10. 2009).
- Ribičič M. 2000/01: Značilnosti drobirskega toka Stože pod Mangartom. *Ujma* 14-15. Ljubljana.
- Uredba 2003: Uredba o lokacijskem načrtu za vplivno območje plazu Stovže v Občini Bovec. Uradni list Republike Slovenije 127/2003. Ljubljana.
- SI-Stat podatkovni portal, 2008: Prebivalstvo po starostnih skupinah. Statistični urad Republike Slovenije. Medmrežje: <http://www.stat.si/pxweb/Database/Obcine/Obcine.asp> (11. 10. 2009).
- Zorn, M., Komac B. 2002: Pobočni procesi in drobirski tok v Logu pod Mangartom. *Geografski vestnik* 74-1. Ljubljana.

EuroGEOSS MODEL UPRAVLJANJA S SUŠAMI

Barbara Medved-Cvikl, Andrej Ceglar, dr. Tomaž Kralj, dr. Zalika Črepinšek, dr. Lučka Kajfež-Bogataj
Biotehniška fakulteta, Katedra za agrometeorologijo, urejanje kmetijskega prostora, ekonomiko ter razvoj
podeželja, Jamnikarjeva ulica 101, SI – 1000 Ljubljana, Slovenija
barbara.medved-cvikl@bf.uni-lj.si, andrej.ceglar@bf.uni-lj.si, tomaz.kralj@bf.uni-lj.si, zalika.crepinsek@bf.uni-lj.si,
lucka-kajfez.bogataj@bf.uni-lj.si

IZVLEČEK

EuroGEOSS model upravljanja s sušami

Podnebne spremembe z dvigovanjem temperature ozračja in tal vplivajo na razporeditev in intenzivnost padavin tudi v slovenskem prostoru, zato so suše vse pogostejše. Evropski predpisi izhajajo iz definicije, da je suša normalen in ponavljajoči se pojav podnebja, zato jo je treba obravnavati kot pomemben dejavnik pri umeščanju dejavnosti v prostor. Razumevanje suše zahteva aktiven pristop na podlagi preučevanja in kombiniranja mnogostevilnih podnebnih in hidroloških parametrov, zato je izgradnja trajnih sistemov upravljanja s sušo ključnega pomena. Namen projekta EuroGEOSS v Sloveniji je predstaviti možen način izgradnje trajnostnega sistema za upravljanje s sušami. EuroGEOSS gradi trajnostni sistem na medoperabilnosti. Ključna elementa medoperabilnosti predstavljata spletni kataložni servis in standardni kartografski servis (WMS).

KLJUČNE BESEDE

suša, medoperabilnost, EuroGEOSS, trajnostno upravljanje

ABSTRACT

EuroGEOSS: an example of sustainable drought management

The most probable climate development in Slovenia in the future is directed towards rise in temperature of air and surface, which will affect the amount and intensity of precipitation. Also an increased frequency of extreme weather events, especially droughts is expected. European regulations are arising from the provisions of drought being a normal and recurring phenomenon of climate change and it should be seen as a major influence on the process of spatial planning. The purpose of the paper is to present the current status of EuroGEOSS project in Slovenia. The main aim of the project is to build a sustainable infrastructure for drought monitoring on different spatial and time scales. Sustainable infrastructure for drought monitoring is based on open web services. The key elements of the system architecture are the metadata catalogue for data and service discovery and the web mapping service (WMS) for maps display.

KEY WORDS

drought, interoperability, EuroGEOSS, sustainable management

1 Uvod

Projekcije podnebnih modelov prikazujejo veliko verjetnost pojavljanja suš na območjih s srednjimi geografskimi širinami (Wang 2005; Christensen in sodelavci 2007; Sheffield in Wood 2008), kjer izstopata Evropa (Seneviratne in sodelavci 2006; Gao in Giorgi 2008) in osrednja Severna Amerika (Seager in sodelavci 2007). Večja frekvenca pojavljanja suš ima vplive na zdravje ljudi (Haines in sodelavci 2006), kmetijstvo (Easterling in sodelavci 2007) ter upravljanje z vodami (Schindler in Doahue 2006; Milly in sodelavci 2008). Pojav suše predstavlja zapleten splet med seboj povezanih meteoroloških, hidroloških in geografskih dejavnikov. Prav zaradi zapletenosti pojava suše je potreben proaktiven pristop pri upravljanju z njo, kar zajema povezovanje različnih metod in izgradnjo medoperabilnosti. Po podatkih *National Calition for Food and Agriculturnale Research* je suša najdražja naravna nesreča, ne samo zaradi izgube pridelkov, temveč tudi zaradi vplivov na vsa področja družbe, ekonomije in okolja (Medmrežje 1). Meteorologi v zadnjih desetletjih ugotavljajo, da je suša normalen, ponavljajoči se pojav podnebja. Pojavlja se v vseh podnebnih tipih, njene značilnosti se razlikujejo od regije do regije (Redmond 2002). Vzorec trajanja in pojavljanja suš se nenehno spreminja. Ustrezno rešitev predstavlja izgradnja trajnostnih sistemov upravljanja s sušo ne samo na nacionalnem ampak tudi regionalnem nivoju. Cilj tega prispevka je predstaviti koncept projekta EuroGEOSS, ki na področju upravljanja z naravnimi nesrečami prinaša pomembne novosti v trajnostnem upravljanju s sušo.

Projekt EuroGEOSS je projekt sedmega okvirnega programa za raziskovanje in tehnološki razvoj Evropske unije (FP7) z osnovnim ciljem izgradnje medoperabilnosti in naprednih spletnih storitev na podlagi treh pomembnih družbenih vidikov: gozdarstva, biodiverzitete in suše. Osrednje težišče projekta je predstavitev izgradnje medoperabilnosti med obstoječimi sistemi z uporabo specifikacij GEOSS in upoštevanjem direktive za izgradnjo infrastrukture za prostorske informacije v Evropi (INSPIRE). GEOSS (*Global Earth Observation System of Systems*) je bil ustanovljen s strani osmih najbolj industrializiranih držav sveta leta 2003 in je trenutno v fazi izvedbe skupine za opazovanja (*Group on Earth Observation – GEO*). Predstavlja neodvisno mrežo za povezovanje različnih opazovalnih mrež. Poglavitna vloga GEOSS-a je promocija znanstvenih povezav med opazovalnimi sistemi (Medmrežje 3), s čimer bo mogoče bolje razumeti zapletene naravne mehanizme kot so suše, kjer se povezujejo fizikalni, kemični in biološki procesi, zaradi katerih se spreminja naš življenjski prostor. EuroGEOSS se osredotoča na več-disciplinarno medoperabilnost, ki zagotavlja odpiranje posameznih podatkovnih baz, njihovo povezovanje in vključevanje v GEOSS.

2 Pomen medoperabilnosti za trajnostno upravljanje

Medoperabilnost je najširše določena kot zmožnost sistemov in organizacij za skupno delo. V osnovi izhaja iz informacijske tehnologije ter predstavlja možnost izmenjave podatkov. Generična definicija medoperabilnosti se glasi »... je sposobnost sistemov za delo z drugimi produkti ali sistemi, v sedanosti ali prihodnosti brez dodatnih omejitev ...« (Medmrežje 2). Ločimo sintaktično in semantično medoperabilnost, ki izhajata iz sintaktične in semantične heterogenosti podatkov. Temelj za vse ostale oblike medoperabilnosti je sintaktična medoperabilnost, o kateri lahko govorimo, ko dva sistema med seboj komunicirata in izmenjujeta podatke. Semantična medoperabilnost pa predstavlja pomensko medpovezovanje podatkov.

V primeru EuroGEOSS-a je medoperabilnost določena kot sposobnost geografsko razpršenih informacijskih sistemov, da med seboj uspešno komunicirajo in izmenjujejo podatke. Za uspešno izmenjavo podatkov med različnimi prostorskimi informacijskimi sistemi je nujno razumevanje in oblikovanje shem razširjenega označevalnega jezika XML (*Extensible Markup Language*). Zapis XML mora biti skladen s standardom ISO 19115, s čimer zagotavljamo standardizacijo različnih podatkovnih nizov in njihovo izmenjavo.

V Sloveniji obstaja tradicija spremljanja agrometeoroloških spremenljivk na področju upravljanja s sušo, prav tako je vzpostavljen sistem za odpravo posledic suše, ki pa potrebuje dopolnitve. Osrednja pomanjkljivost sistema je njegova netrajnostna usmeritev, saj podpira ukrepanje »*post festum*«, ko škoda zaradi suše že nastane. Poleg tega so podatki, nujni za celostno in trajnostno upravljanje s sušami pod pristojnostmi različnih ministrstev (Ministrstvo za okolje in prostor, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Ministrstvo za obrambo) in ustanov (Agencija Republike Slovenije za okolje, Kmetijski inštitut Slovenije, Center za pedologijo in varstvo okolja Biotehniške fakultete, Gozdarski inštitut Slovenije). EuroGEOSS medoperabilna arhitektura predstavlja trajnostni način povezovanja prostorsko ločenih operativnih sistemov. Njegova trajnostna komponenta se kaže v sposobnosti nadgradnje obstoječih operativnih sistemov in s tem povezanega napredka tako za stroko kot uporabnike. Omogoča integracijo vseh vpletenih ustanov kar zagotavlja integrirano reševanje problema suš; slednje zagotavlja ohranjanje ključnih naravnih virov kot sta voda in tla. Nikakor ne gre spregledati velikih možnosti medoperabilne EuroGEOSS arhitekture, ki zagotavlja vključevanje v evropske mreže opazovanja in spremljanja suš.

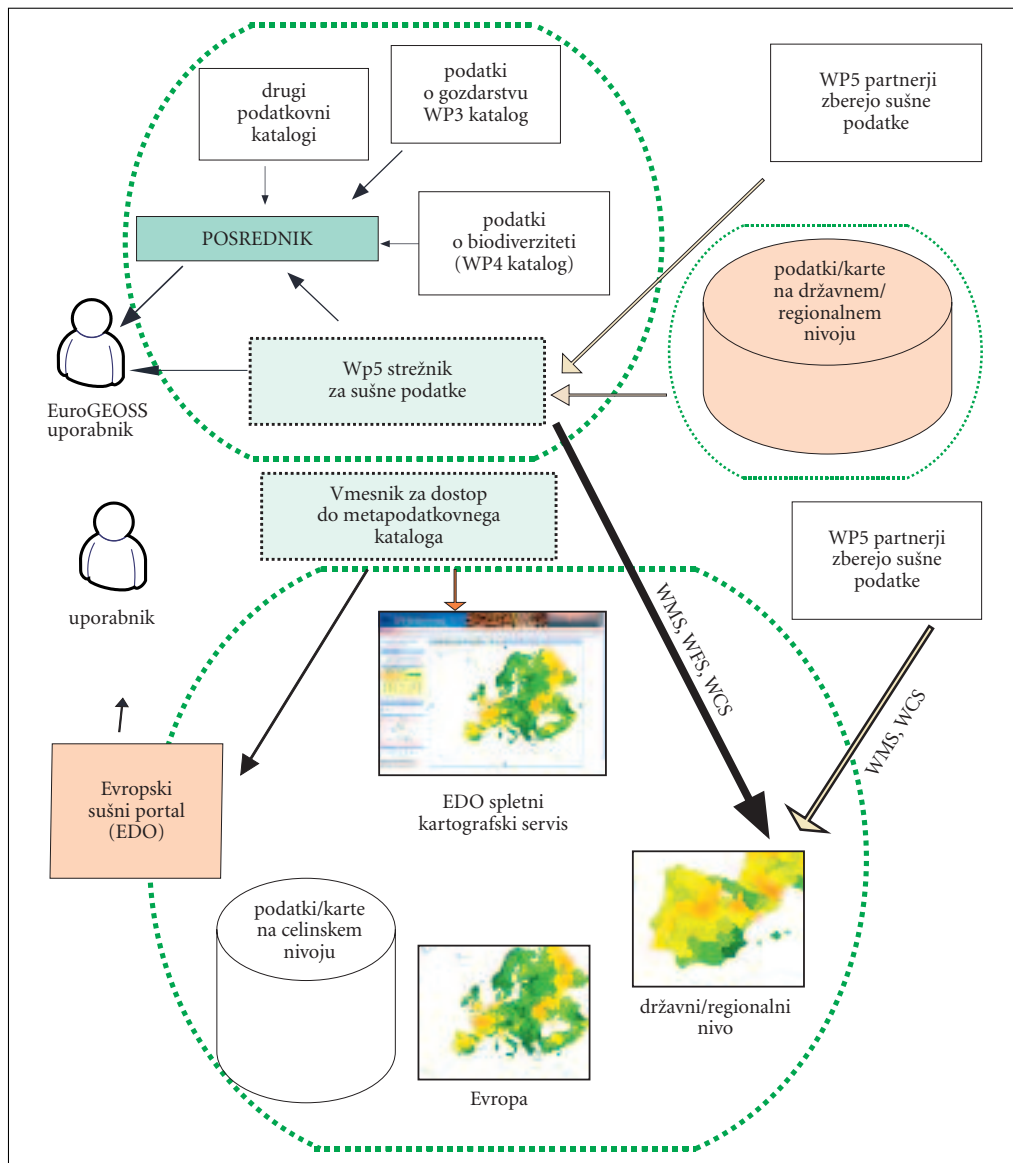
3 Predmet raziskave

Center za agrometeorologijo Biotehniške fakultete v Ljubljani sodeluje v projektu EuroGEOSS na dveh ravneh – regionalni in nacionalni ravni. Na regionalni ravni se gradi medoperabilnost med Centrom za upravljanje s sušo v jugovzhodni Evropi (DMCSEE). DMCSEE portal je regionalna organizacija (s sedežem na Agenciji Republike Slovenije za okolje) s težnjo stalnega regionalnega spremljanja suš v regiji. Organizacija ima na spletu dosegljive izračune standardiziranega padavinskega indeksa (SPI). Kot podatkovni vir v tem primeru niso bili uporabljeni merjeni podatki z meteoroloških postaj, temveč že izdelane analize padavin Globalnega centra za klimatologijo padavin (GPCC). GPCC izdeluje mesečne analize padavin v pravilni mreži točk, kar je za nadaljnjo obdelavo zelo prikladno. Rezultat uporabljenega podatkovnega niza ponuja uporabniku prve informacije o obsegu suše v prostoru. Nadgradnjo uporabljenega modela predstavlja uporaba merjenih krajevnih podatkov za izračun SPI, s čimer bi zagotovili boljše rezultate zaradi večje gostote točk in njihove boljše reprezentativnosti.

Možna alternativa zbiranju in obdelavi merjenih podatkov (npr. padavin) je tudi uporaba prognostičnih modelov za napovedovanje vremena (npr. ALADIN, NMM). Uporaba numeričnega modela se za potrebe sledenja suše razlikuje od uporabe za napoved vremena. Najpomembnejša razlika je v času simulacije – desetdnevne analize vodno bilančnega stanja pripravljamo za preteklo obdobje, zato kot osnove za izračune ni treba uporabiti napovedi vremena, temveč analize preteklega vremena. Na ta način dobimo dokaj zanesljive analize stanja z zadovoljivo prostorsko ločljivostjo. Uporaba prognostičnih modelov je ena od bolj perspektivnih možnosti za razvoj orodij za spremljanje suše. Za analizo dolgoletnih povprečnih vrednosti za računalniške simulacije potrebujemo ustrezen arhiv globalnih računskih analiz vremena. Tovrstne analize so na voljo v Evropskem centru za srednjeročne napovedi vremena (ECMWF), prilagoditi jih je treba še na gostejšo mrežo točk za izbrano območje. Prilagoditev za obdobje 1989–2009 za območje celotne jugovzhodne Evrope je ena od že uspešno izvedenih nalog DMCSEE.

4 Metode dela

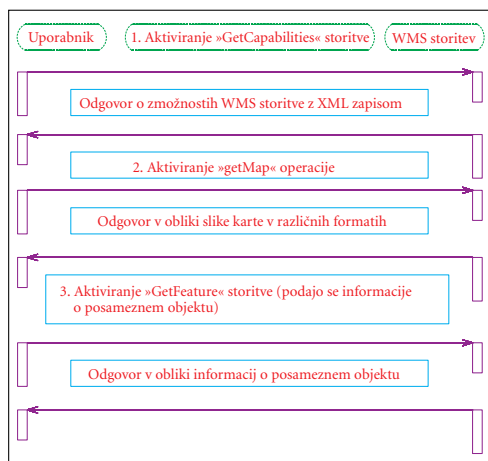
Pomembna ovira pri izgradnji medoperabilnih sistemov je v nepoznavanju lokacij podatkovnih nizov, zato je temeljna naloga delovnega področja suše izgradnja EuroGEOSS metapodatkovnega kataloga. Metapodatkovni katalog predstavlja osrednjo centralno točko medoperabilnega sistema, saj je mogoče v njem najti vse relevantne podatkovne zbirke s področja suš. Brskanje po spletni aplikaciji nam omogoča iskanje podatkov in preverjanje njihove kakovosti skozi metapodatkovne opise. Osrednji meta-



Slika 1: Shema medopravilne arhitekture na področju suš.

podatkovni katalog predstavlja prvi steber trajnostnega sistema za upravljanje s sušo, saj predstavlja aplikacijo, v katero je mogoče vnesti nove metapodatkovne opise in s tem omogočiti njihovo nadaljnjo uporabo. V EuroGEOSS metapodatkovni katalog je vnesenih 58 slovenskih podatkovnih nizov in standardni kartografski servis (WMS) DMCSEE.

Za izgradnjo medoperabilnosti med DMCSEE in *European drought observatory* (EDO) se je uporabljala odprtokodna standardna kartografska specifikacija »Web mapping service« ter aplikacija *Mapserver*. Obe sta zgrajeni po principih *Open Geospatial Consortium* – OGC principih. WMS specifikacija pred-



Slika 2: Shema WMS standarda.

pisuje parametre za povezavo med strežnikom in uporabnikom ter predstavlja dinamični protokol za komunikacijo med njima. WMS uporabnik je lahko fizična oseba, spletni brskalnik ali specialni program. WMS specifikacija predpisuje obliko standardnega vmesnika za izmenjavo prostorskih podatkov v obliki zemljevidov preko spleta, prav tako posreduje osnovne informacije o kontekstu prikazanih zemljevidov ter podatke o kartografskih prikazih, ki so lahko prikazani. WMS uporabnik pošlje zahtevo WMS strežniku preko naslova spletne strani (URL). Vse URL zahteve WMS-ja vsebujejo podatke o verziji uporabljenega WMS-ja ter tipu parametrov.

Prvi del protokola predstavlja zahteva *GetCapabilities*. Ta posreduje uporabniku metapodkovni opis WMS-ja: torej splošne informacije o spletnem kartografskem servisu in razpoložljivih zemljevidih. Odgovor predstavlja XML dokument z opisom konfiguracije spletnega kartografskega servisa in razpoložljivih podatkov v obliki berljivi za spletne aplikacije in uporabnika. Sledi zahteva *GetMap*, katere odgovor predstavlja natančno določen pravokoten sestav slikovnih elementov. Ta sestav slikovnih elementov predstavlja sliko zemljevida (v različnih formatih) določenega geografskega območja s predstavljenimi lastnostmi. Predstavljeni zemljevidi so v primeru projekta EuroGEOSS izdelane na podlagi GPPC podatkovne baze. *GetMap* zahteva omogoča, da uporabnik definira način predstavitve zahtevanih podatkov v slikovni obliki, vendar je stalna praksa, da so lastnosti predstavitve definirane že na strani strežnika. Tako so v Mapserverju že definirani parametri grafične predstavitve zemljevidov kot so: izbor slojev za prikaz (*layers*), kombinacijo stilov za vizualizacijo prostorskih podatkov (*styles*), željen koordinatni sistem (SRS), širino in višino prikazane slike ter format – podatkovna oblika predstavljene slike. Medtem, ko *GetCapabilities* in *GetMap* predstavljata obvezni del WMS specifikacije je *GetFeature* izbirna možnost. Ta zahteva uporabniku predstavlja odgovor o posameznem objektu na zemljevidu. Pravzaprav je to *GetMap* zahteva na točki z X in Y koordinatami (slika 2).

WMS je vgrajen v mnogo aplikacij tako komercialnih kot odprtokodnih. Dve najbolj uporabljeni aplikaciji z vgrajeno WMS specifikacijo sta *Geoserver* in *Mapserver*. Za namen izgradnje medoperabilnosti se v EuroGEOSS projektu uporabljala aplikacija *Mapserver* na strani strežnika ter aplikacija *Map builder* na strani uporabnika.

5 Rezultati

Cilj delovnega področja suše v EuroGEOSS projektu je izgradnja medoperabilnosti med EDO in nacionalnimi ter regionalnimi organizacijami. Izgrajena trajnostna arhitektura za upravljanje s suša-

mi temelji na odprtokodnih spletnih servisih. Temeljna stebra arhitekture sta metapodatkovni katalog za podatke in njihovo iskanje ter spletni servisi za njihovo prikazovanje. Podatkovni viri so registrirani v EuroGEOSS iskalniku (*brokerju*), skozi katerega jih je mogoče najti. Osrednji vidik trajnostne arhitekture za upravljanje s sušami je v interakciji med metapodatkovnim katalogom in EDO kartografskim servisom, saj je mogoče vse s sušami povezane podatkovne vire najti v metapodatkovnem katalogu, jih uvoziti v standardni kartografski prikazovalnik in vizualizirati. Uporabnik ima za uporabo arhitekture dve možnosti:

- dostop skozi metapodatkovni katalog,
- dostop skozi EDO spletni kartografski prikazovalnik.

Dostop skozi metapodatkovni katalog omogoča uporabniku iskanje specifičnih sušnih podatkov in spletnih servisov. Spletni servisi imajo povezave na EDO spletni kartografski servis, kjer so lahko prikazani. Dostop skozi EDO spletni kartografski prikazovalnik omogoča prikaz različnih kartografskih gradiv. Za informacije o podatkih in njihovi dostopnosti je mogoč dostop do EuroGEOSS metapodatkovnega kataloga.

Glavne prednosti vzpostavljene infrastrukture so:

- podatki o sušah so dostopni skozi standardne kartografske storitve WMS,
- vzpostavljena je primarna medoperabilna infrastruktura za stalno spremljanje suš na različnih prostorskih nivojih,
- viri relevantnih sušnih podatkov so opisani na predvidljiv standardizirani način z metapodatki,
- viri podatkov so vključeni v EuroGEOSS iskalnik (*broker*),
- standardna kartografska storitev WMS omogoča vključevanje sušnih podatkov v interdisciplinarne analize.

6 Sklep

Analize so pokazale, da je v Sloveniji škoda nastala zaradi suše v primerjavi z drugimi naravnimi nesrečami mnogo večja. Poleg tega je večina proračunskih sredstev namenjenih odpravi posledic suš in ne preventivnim ukrepom. Zaradi predvidenih scenarijev podnebnih sprememb lahko pričakujemo, da bodo suše v prihodnosti še pogostejše in da bodo prizadele še večji delež državnega ozemlja. Napovedovanje suše še zmeraj ni mogoče, lahko pa se z ustreznim sistemom spremljanja in opozarjanja nanjo pripravimo in s tem zmanjšamo ali preprečimo njene posledice.

Pri stalnem spremljanju suš se soočamo s posebnim izzivom, saj se suše bistveno razlikujejo od drugih naravnih nesreč. Suša je počasen dogodek, za katerega še vedno ne moremo določiti začetka in konca (Peters 2003), hkrati se podatki, ki bi omogočili določitev njenega celotnega obsega, zbirajo v različnih organizacijah. Ločeno institucionalno zbiranje podatkov predstavlja uporabo različnih standardov in formatov za shranjevanje podatkov; to otežuje medoperabilnost. Zato je smiselno v trajnostne sisteme upravljanja s sušami vključevati kataložne spletne aplikacije, s pomočjo katerih je mogoče najti vse relevantne podatke, jih ovrednotiti in do njih dostopati. Uporaba kataložne spletne storitve zahteva metapodatkovne opise podatkov, kar sicer dodatno obremenjuje organizacije, vendar so izkušnje pokazale, da se s tvorbo metapodatkov izboljša njihova uporabnost.

Pri izgradnji medoperabilnosti za trajnostno upravljanje s sušami je pomembno odgovoriti na dve vprašanji, in sicer katere metode se bodo uporabile za izgradnjo medoperabilnosti in kako bo medoperabilnost prispevala k znanstvenemu raziskovanju in širši družbi. Medoperabilnost je v našem primeru zgrajena s pomočjo odprtih standardov, s čimer se minimalizirajo stroški izdelave in hkrati zagotovi maksimalen pregled nad procesom izdelave. Uporaba standardnega kartografskega servisa predstavlja osnovni element izgradnje medoperabilnosti med geografsko dislociranimi enotami in omogoča njihovo stalno nadgradnjo.

Nobena definicija suše ni univerzalna, zato se ne moremo zanašati na uporabo enega sušnega indeksa, temveč je zaželeno, da kombinirano uporabo primarnih kazalnikov – enostavnih ocen suše, meritev

vodnega stanja tal, modelskih simulacij suše in različnih sušnih indeksov. Vzpostavljena medoperabilna arhitektura projekta EuroGEOSS predstavlja operativno rešitev, ki omogoča kombiniranje različnih metod stalnega spremljanja suš in zagotavlja učinkovite ukrepe v procesu prilagajanja na podnebne spremembe. Hkrati pa trajnostni sistemi upravljanja vsebujejo pomembno komponento, to je oceno vplivov, ki predstavljajo ključni element pri podnebnih spremembah.

7 Viri in literatura

- Christensen, J. H., Hewitson, B., Busuioc, A., Chen, A., Gao, X., Held, I., Jones, R., Kolli, R. K., Kwon, W. T., Laprise, R., Magana Rueda, V., Mearns, L., Menendez, C. G., Risnen, J., Rinke, A., Sarr, A., Whetton, P. 2007: Regional Climate Projections in Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge.
- Easterling, W. E., Aggarwal, P. K., Batima, P., Brander, K. M., Erda, L., Howden, S. M., Kirilenko, A., Morison, J., Soussana, J. F., Schmidhuber, J., Tubiello, F. N. 2007: Food, fibre and forest products in Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge.
- Gao, X. J., Giorgi, F. 2008: Increased aridity in the Mediterranean region under greenhouse gas forcing estimated from high resolution simulations with a regional climate model. *Global and Planetary Change* 62. New York.
- Haines, A., Kovats, R. S., Campbell-Lendrum, D., Corvalan, C. 2006: Climate change and human health: Impacts, vulnerability and public health. *Public Health* 120. New York.
- Medmrežje 1: <http://www.ncfar.org> (6. 11. 2010).
- Medmrežje 2: http://www.ieee.org/education_careers/education/standards/standards_glossary.html (5. 11. 2010).
- Medmrežje 3: <http://www.eurogeoss.eu/default.aspx> (4. 11. 2010).
- Milly, P. C. D., Betancourt, J., Falkenmark, M., Hirsch, R. M., Kundzewicz, Z. W., Lettenmaier, D. P., Stouffer, R. J. 2008: Floods and droughts: Water planners call for fundamental shift to deal with changing climate. *ScienceDaily* 573–574. Washington.
- Peters, E. 2003: Propagation of drought through groundwater systems Illustrated in the Pang (UK) and Upper-Guadiana (ES) catchments. Doktorsko delo. Univerza v Wageningen. Wageningen.
- Redmond, K. T. 2002: The depiction of drought: commentary. *Bulletin of the American Meteorological Society* 83. Boston.
- Seneviratne, S. I., Lüthi, D., Litschi, M., Schär, C. 2006: Landatmosphere coupling and climate change in Europe, *Nature*, 443. New York.
- Seager, R., Ting, M. F., Held, I., Kushnir, Y., Lu, J., Vecchi, G., Huang, H. P., Harnik, N., Leetmaa, A., Lau, N. C., Li, C. H., Velez, J., Naik, N. 2007: Model projections of an imminent transition to a more arid climate in south-western North America. *Science* 316. Columbia.
- Sheffield, J., Wood, E. F. 2008: Projected changes in drought occurrence under future global warming from multi-model, multi-scenario, IPCC AR4 simulations. *Climate Dynamics* 31. Heidelberg.
- Schindler, D. W., Donahue, W. F. 2006: An impending water crisis in Canada's western prairie provinces. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 103. Washington.
- Wang, G. L. 2005: Agricultural drought in a future climate: results from 15 global climate models participating in the IPCC 4th assessment. *Climate Dynamics* 25. Heidelberg.



Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU

Naslov: Gosposka ulica 13, 1000 Ljubljana, Slovenija

Faks: +386 (0)1 425 77 93

Telefon: +386 (0)1 470 63 50

E-pošta: gi@zrc-sazu.si

Medmrežje: <http://giam.zrc-sazu.si>

Inštitut je leta 1946 ustanovila Slovenska akademija znanosti in umetnosti in ga leta 1976 poimenovala po akademiku dr. Antonu Meliku (1890–1966). Od leta 1981 je sestavni del Znanstvenoraziskovalnega centra Slovenske akademije znanosti in umetnosti. Leta 2002 sta se inštitutu priključila Inštitut za geografijo, ki je bil ustanovljen leta 1962, in Zemljepisni muzej Slovenije, ki je bil ustanovljen leta 1946. Ima oddelke za fizično geografijo, socialno geografijo, regionalno geografijo, naravne nesreče, varstvo okolja, geografski informacijski sistem in tematsko kartografijo ter zemljepisno knjižnico in zemljepisni muzej. V njem je sedež Komisije za standardizacijo zemljepisnih imen Vlade Republike Slovenije.

Ukvarja se predvsem z geografskimi raziskavami Slovenije in njenih pokrajin ter pripravljanjem temeljnih geografskih knjig o Sloveniji. Sodeluje pri številnih domačih in mednarodnih projektih, organizira znanstvena srečanja, izobražuje mlade raziskovalce, izmenjuje znanstvenike. Izdaja znanstveno revijo *Acta geographica Slovenica*/ Geografski zbornik ter znanstvene knjižne zbirke Geografija Slovenije, Georitem, GIS v Sloveniji, Regionalni razvoj in Naravne nesreče.



Geološki zavod Slovenije
Dimičeva ulica 14, 1001 Ljubljana
Tel.: 01 2809 700, Fax: 01 2809 753, www.geo-zs.si

Dejavnosti Geološkega zavoda Slovenije so:

- geološke raziskave nacionalnega pomena
- osnovna in tematske geološke karte
- raziskave mineralnih surovin
- hidrogeološke raziskave pitnih, mineralnih in termalnih vod
- raziskave za odvodnjavanje v gradbeništvu
- geološke raziskave za potrebe varovanja okolja
- monitoring voda in tal
- izdelava strokovnih geoloških podlag za potrebe državne uprave
- vzdrževanje geološkega informacijskega sistema in geološkega arhiva

Geološki zavod Slovenije - Geologija v koraku s časom.



Uprava Republike Slovenije za zaščito in reševanje opravlja zlasti naslednje upravne in strokovne naloge varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami:

- izdeluje predloge raziskovalnih in razvojnih projektov varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami;
- izdelava predlog nacionalnega programa in načrta varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami;
- skrbi za organiziranje in delovanje sistema opazovanja, obveščanja in alarmiranja;
- skrbi za načrtovanje, izgradnjo, delovanje in vzdrževanje enotnega informacijsko komunikacijskega sistema na področju varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami ter določa tehnične pogoje za vključevanje drugih sistemov v ta sistem;
- izdeluje ocene ogroženosti in druge strokovne podlage za načrtovanje zaščite, reševanja in pomoči ter usmerja in usklajuje ukrepe za preprečevanje ter zmanjševanje posledic naravnih in drugih nesreč v sodelovanju z drugimi ministrstvi;
- spremlja in razglša nevarnost naravnih in drugih nesreč ter daje napotke za ravnanje;
- izdeluje državne načrte zaščite in reševanja v sodelovanju z ministrstvi in vladnimi službami;
- organizira, opremlja in usposablja državne enote in službe Civilne zaščite ter druge sile za zaščito, reševanje in pomoč ter zagotavlja pogoje za delo poveljnika, Štaba Civilne zaščite Republike Slovenije ter državne in regijske komisije za oceno škode;
- spremlja in usklajuje organiziranje Civilne zaščite ter drugih sil za zaščito, reševanje in pomoč;
- pripravlja programe in organizira ter izvaja izobraževanje in usposabljanje za zaščito, reševanje in pomoč;
- skrbi za tipizacijo sredstev za zaščito, reševanje in pomoč;
- oblikuje in vzdržuje državne rezerve materialnih sredstev za primer naravnih in drugih nesreč;
- skrbi za usklajen razvoj sil za zaščito, reševanje in pomoč na območju države.

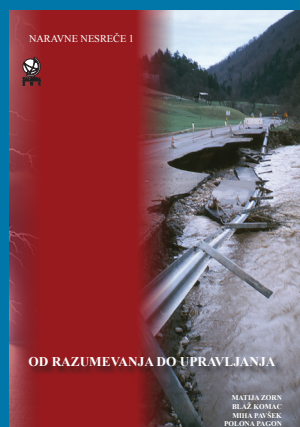
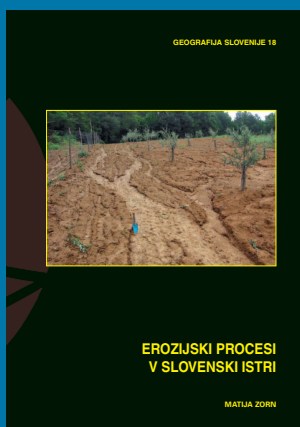
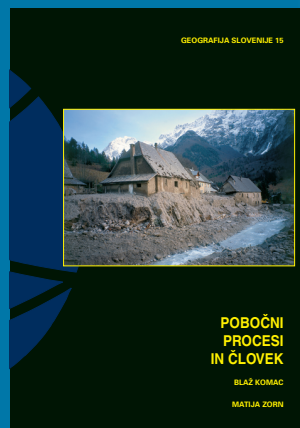
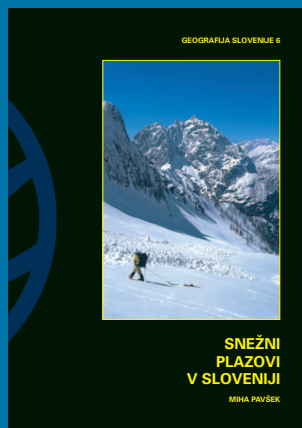
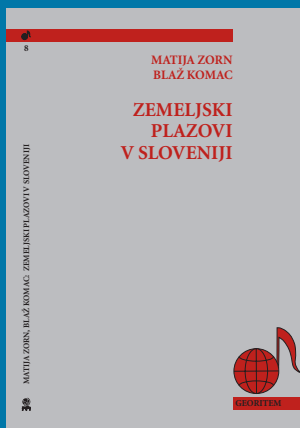


ŽIVLJENJA REŠUJEMO SKUPAJ

www.urszr.si

www.sos112.si

GEOGRAFSKI INŠTITUT ANTONA MELIKA ZRC SAZU IN ZALOŽBA ZRC PREDSTAVLJATA



Sedež založbe/poštni naslov:

Založba ZRC, Novi trg 2, p. p. 306, 1001 Ljubljana

Tel.: 01/470 64 74

Faks: 01/425 77 94

E-pošta: zalozba@zrc-sazu.si

Spletna stran: <http://zalozba.zrc-sazu.si>

Prodaja:

Gosposka ulica 13/II, Ljubljana

Tel.: 01/470 64 64

Faks: 01/425 77 94

GSM: 040 641 705

Sedež Geografskega inštituta Antona Melika ZRC SAZU:

GIAM ZRC SAZU,

Gosposka ulica 13, 1001 Ljubljana

Tel.: 01/470 63 50

Faks: 01/425 77 93

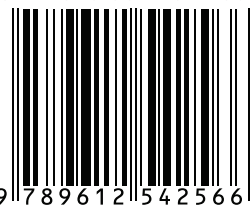
E-pošta: gi@zrc-sazu.si

Spletna stran: <http://giam.zrc-sazu.si/>

Oddelek za naravne nesreče:

Spletna stran: <http://giam.zrc-sazu.si/onn>

ISBN: 978-961-254-256-6



9 789612 542566