

# NARAVNE NESREČE 1



## OD RAZUMEVANJA DO UPRAVLJANJA

MATIJA ZORN  
BLAŽ KOMAC  
MIHA PAVŠEK  
POLONA PAGON

NARAVNE NESREČE 1  
**OD RAZUMEVANJA DO UPRAVLJANJA**

*Uredili:*

**MATIJA ZORN  
BLAŽ KOMAC  
MIHA PAVŠEK  
POLONA PAGON**



LJUBLJANA 2010

---

Naslov zbirke: **NARAVNE NESREČE**, knjiga 1  
Uredniki zbirke: Matija Zorn, Blaž Komac, Miha Pavšek

Naslov monografije: **OD RAZUMEVANJA DO UPRAVLJANJA**

© 2010, Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU

**Uredili: Matija Zorn, Blaž Komac, Miha Pavšek, Polona Pagon**

*Recenzenti:* Mateja Breg, Maja Brozovič, Blažo Đurović, Bojan Erhartič, Blaž Komac, Marko Komac, Matjaž Mikoš, Karel Natek, Polona Pagon, Miha Pavšek, Primož Pipan, Marko Polič, Iztok Sinjur, Maja Topole, Renato Vidrih, Matija Zorn, Mark Žagar

*Izdajatelj:* Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU  
*Za izdajatelja:* Drago Perko

*Oblikovanje naslovnice in tisk:* Aleksander Kelnerič, s. p., Ptuj  
*Založnik:* Založba ZRC  
*Za založnika:* Oto Luthar  
*Glavni urednik:* Vojislav Likar

*Računalniški prelom:* Rok Ciglič, Blaž Komac, Matija Zorn

*Naslovnica:* Narasle vode v Tuhinjski dolini pogosto poškodujejo ceste. Na sliki so vidni učinki jesenske poplave leta 1998 (fotografija: Blaž Komac).

---

CIP - Kataložni zapis o publikaciji  
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

911.2:504.4(497.4)(082)(0.034.2)

OD razumevanja do upravljanja [Elektronski vir] / uredili Matija Zorn ... [et al.]. - El. knjiga. - Ljubljana : Založba ZRC, 2013. - (Naravne nesreče / Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU, ISSN 1855-8887 ; knj. 1)

ISBN 978-961-254-564-2 (pdf)  
<https://doi.org/10.3986/9789612545642>  
1. Zorn, Matija  
269541632



## VSEBINA

<i>Matija Zorn, Blaž Komac, Miha Pavšek</i> UVODNIK .....	6
<b>VREDNOTENJE NARAVNIH NESREČ</b>	
<i>Blaž Komac, Matija Zorn, Miha Pavšek</i> NARAVNE NESREČE – DRUŽBENI PROBLEM? .....	9
<i>Bojan Erhartič, Ida Jelenko</i> VPLIV NARAVNIH NESREČ NA NARAVNO IN KULTURNO DEDIŠČINO .....	19
<i>Andrej Gosar</i> RAZISKAVE VPLIVA LEDENIŠKO-REČNIH SEDIMENTOV V BOVŠKI KOTLINI NA POTRESNO NIHANJE TAL IN RANLJIVOSTI STAVB Z METODO MIKROTREMORJEV .....	29
<i>Jošt Jakša, Marija Kolšek</i> NARAVNE UJME V SLOVENSKIH GOZDOVIH .....	39
<i>Tatjana Kikec</i> POMURJE IN POJAV SUŠE .....	49
<i>Matija Klopčič, Aleš Poljanec, Andrej Bončina</i> POJASNJEVANJE IN MODELIRANJE VETROLOMOV V GOZDOVIH JULIJSKIH ALP .....	59
<i>Blaž Komac, Matija Zorn</i> STATISTIČNO MODELIRANJE PLAZOVITOSTI V DRŽAVNEM MERILU .....	65
<i>Gregor Kovačič</i> VZROKI IN POSLEDICE POPLAV V POVIRJU REKE PIVKE .....	75
<i>Domen Kušar</i> VPLIV NARAVNIH NESREČ NA STAVBE .....	85
<i>Marjana Lutman, Polona Zupančič, Barbara Šket Motnikar</i> DINAMIČNE LASTNOSTI IN POTRESNA ODPORNOST STAVB V MESTNI OBČINI LJUBLJANA .....	95
<i>Irena Mrak, Silke Merchel, Lucilla Benedetti, Régis Braucher, Didier Bourlès, Robert C. Finkel, Jürgen M. Reitner</i> UPORABA METODE DATIRANJA POVRŠINSKE IZPOSTAVLJENOSTI NA PRIMERU PODORA VELIKI VRH .....	105
<i>Jože Papež, Tadej Jeršič, Janko Černivec</i> STRATEGIJA VARSTVA PRED EROZIJO IN HUDOURNIKI V SLOVENIJI .....	113

<i>Tomaž Podobnikar, Balázs Székely, Markus Hollaus, Andreas Roncat, Peter Dorninger, Christian Briese, Thomas Melzer, Carsten Pathe, Bernhard Höfle, Norbert Pfeifer</i> VSESTRANSKA UPORABA AERO-LASERSKEGA SKENIRANJA ZA UGOTAVLJANJE NEVARNOSTI ZARADI NARAVNIH NESREČ NA OBMOČJU ALP .....	125
<i>Marko Polič</i> OD ZAZNAVANJA NEVARNOSTI DO KRIZNEGA UPRAVLJANJA .....	139
<i>Nataša Ravbar</i> NARAVNE NESREČE NA KRASU .....	149
<i>Mihaela Triglav Čekada, Katja Oven, Igor Karničnik, Vesna Dežman Kete, Nika Mesner, Dalibor Radovan</i> VLOGA GEODETSKIH PODATKOV PRI NARAVNIH NESREČAH .....	157
<i>Renato Vidrih</i> POTRESNA DEJAVNOST ZGORNJEGA POSOČJA .....	169
<i>Matija Zorn</i> EROZIJSKI PROCESI – ALI SE ZAVEDAMO NJIHOVE HITROSTI? .....	185
<b>PREVENTIVA PRED NARAVNIMI NESREČAMI</b>	
<i>Darko Anzeljc, Blažo Đurović, Gabrijela Grčar</i> PRIPRAVA NAČRTOV ZA OBVLADOVANJE POPLAVNE OGROŽENOSTI .....	197
<i>Ivan Gams</i> VARSTVO PRED NARAVNIMI NESREČAMI – PREVENTIVA JE BOLJŠA OD KURATIVE .....	211
<i>Andrej Hrubar</i> SISTEMI OPOZARJANJA PRED NEVARNIMI VREMENSKIMI RAZMERMAMI ...	217
<i>Julij Jeraj</i> URBANISTIČNO NAČRTOVANJE PROSTORA V LUČI VARSTVA PRED NARAVNIMI IN DRUGIMI NESREČAMI .....	221
<i>Mira Kobold</i> POJAVLJANJE EKSTREMNIH HIDROLOŠKIH POJAVOV V POVEZAVI S PODNEBNIMI SPREMEMBAMI .....	235
<i>Martin Lah, Tomo Cerovšek, Matjaž Mikoš</i> RAZVOJ SPLETNEGA UČNEGA PRIPOMOČKA NIT NA PODROČJU VARSTVA PRED NARAVNIMI NESREČAMI .....	245
<i>Matjaž Mikoš</i> KAKO ZMANJŠATI POPLAVNE ŠKODE V SLOVENIJI .....	255
<i>Branko Novak</i> VZPODBUJANJE PREVENTIVNIH ZNANJ IN DELOVANJA PREBIVALSTVA – NOV NAČIN FINANCIRANJA ZAŠČITE IN REŠEVANJA .....	263

<i>Dušan Petrovič</i> KARTA OGROŽENOSTI PRED SNEŽNIMI PLAZOVI - IZBOLJŠAVA OBVESTILA O NEVARNOSTI SNEŽNIH PLAZOV (LAVINSKEGA BILTENA) ...	271
<i>Mojca Robič, Peter Frantar, Janez Polajnar</i> NAPOVEDOVANJE VISOKIH VODA IN POPLAVV .....	281
<i>Matija Zorn, Blaž Komac, Miha Pavšek</i> HIDRO-GEOMORFOLOŠKE NESREČE IN PROSTORSKO NAČRTOVANJE .....	293
<b>UKREPANJE IN OBVLADOVANJE NARAVNIH NESREČ</b>	
<i>Živa Deu</i> NARAVNE NESREČE IN GRAJENE STRUKTURE .....	305
<i>Mina Dobravec, Tomaž Kučič, Julij Jeraj</i> VRSTE STANDARDOV INTERVENCIJSKEGA POKRIVANJA IN NJIHOVA UPORABA NA OBMOČJU MESTNE OBČINE LJUBLJANA .....	313
<i>Robert Kus</i> PRIPRAVLJENOST JAVNE UPRAVE NA DELOVANJE OB NESREČI .....	325
<i>Nikica Ogris</i> TRENDI POJAVLJANJA SANITARNIH SEČENJ GOZDNEGA DREVJA ZARADI ŠKODLJIVIH ŽUŽELK V RAZLIČNIH SCENARIJIH PODNEBNIH SPREMEMB V SLOVENIJI .....	333
<i>Aleš Poljanec, Andrej Gartner, Vida Papler-Lampe, Andrej Bončina</i> SANACIJA V UJMAH POŠKODOVANIH GOZDOV .....	341
<i>Nino Rode, Romana Zidar, Vili Lamovšek, Jelka Škerjanc, Mojca Urek</i> SOCIALNO DELO V PRIMERU NARAVNIH IN DRUGIH NESREČ .....	349
<i>Jelka Škerjanc, Vili Lamovšek</i> SOCIALNO DELO ZA POMOČ PREBIVALCEM PO POTRESU NA BOVŠKEM LETA 2004 .....	357
<i>Brigita Vavpetič, Julij Jeraj</i> UKREPANJE IN VODENJE UKREPANJA PO NEURJU 13. JULIJA 2008 V OBČINI KAMNIK V LUČI UPORABE INCIDENT COMMAND SISTEMA .....	367

## UVODNIK

Slovenijo ogrožajo številne naravne nesreče, ki pomenijo veliko nevarnost za ljudi, njihove dejavnosti in okolje ter povzročajo veliko škodo. Škoda je odvisna od naravnih procesov, pa tudi od pripravljenosti na naravne nesreče ter velikosti posegov na nevarna območja. Pomemben razlog zanjo je zagotovo tudi mišljenje, da lahko s sodobnimi tehničnimi sredstvi obvladamo naravo, torej tudi naravne nesreče. Resničnost je pogosto povsem drugačna, saj mnogi naravni procesi človeka po »moči« ali hitrosti močno presega.

V sodobni pokrajini bi bilo zato dolgoročno treba bolj kot za odpravljanje posledic naravnih nesreč skrbeti za najrazličnejše preventivne dejavnosti, kamor štejemo predvsem izobraževanje, ozaveščanje, ustrezne prostorske in predpise ter začasno ali trajno izogibanje nevarnim območjem. Temelj vsemu naštetemu je stalno raziskovanje naravnih nesreč.

Pred vami je prva monografija v zbirki »Naravne nesreče«. Zbirko smo ustanovili na Geografskem inštitutu Antona Melika Znanstvenoraziskovalnega centra Slovenske akademije znanosti in umetnosti (ZRC SAZU) z namenom predstavljati znanstveno, pa tudi strokovno in pedagoško delo na področju naravnih nesreč.

Zbirka »Naravne nesreče« je v prvi vrsti namenjena monografskim predstavitev znanstvenega dela na področju naravnih nesreč zaposlenih na Geografskem inštitutu Antona Melika ZRC SAZU. Poleg tega pa nameravamo vsako tretje leto, vzporedno s triennialnim posvetom »Naravne nesreče v Sloveniji« (v organizaciji Geografskega inštituta Antona Melika ZRC SAZU), izdati tudi monografijo. Njen namen bo narediti kar najširši pregled vsakokratnega triletnega dela različnih ved in panog na področju naravnih nesreč, tako kot smo to naredili v tej monografiji. S tem se pridružujemo inštitutskima monografskima zbirkam »GIS v Sloveniji« (ISSN 1855-4954) in »Regionalni razvoj« (ISSN 1855-5780), ki že predstavljata takšne vsebinske preseke na svojih področjih. Po zgledu obeh nameravamo zbirko »Naravne nesreče« izdajati v knjižni obliki in ne le na zgoščenki kot tokrat. Knjižna oblika je tokrat žal izostala zaradi neprejetja sicer obljubljenih finančnih sredstev.

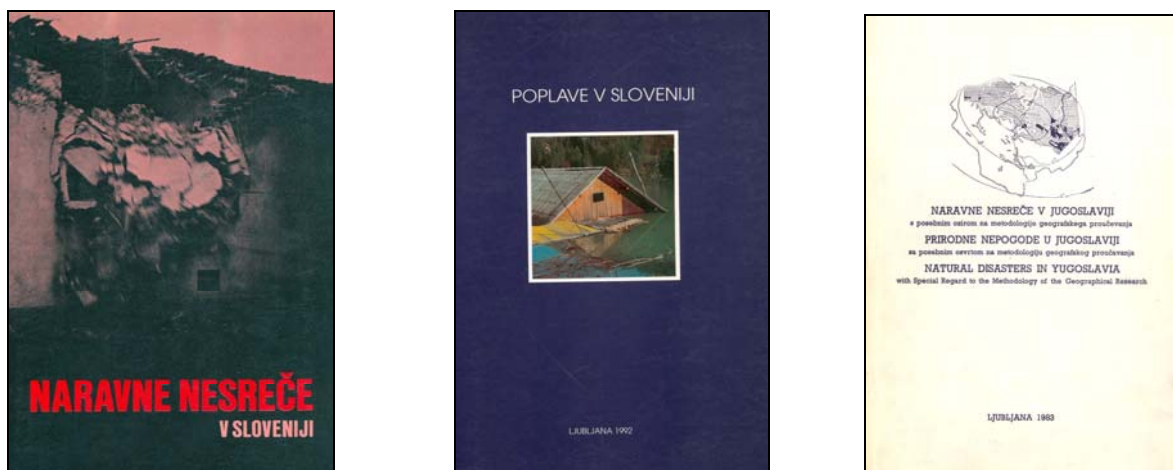
Preučevanje naravnih nesreč ima na Geografskem inštitutu Antona Melika ZRC SAZU že več kot šestdesetletno tradicijo. Pomen njihovega preučevanja pa se je še povečal leta 1992, ko je bil v okviru inštituta ustanovljen »Center za multidisciplinarno preučevanje naravnih nesreč«, ki se je kasneje, 14. oktobra 1994, preimenoval v »Oddelek za naravne nesreče«.

V zadnjem desetletju je bilo preučevanje naravnih nesreč na Geografskem inštitutu Antona Melika ZRC SAZU usmerjeno predvsem v hidro-geomorfne procese, kar odražajo monografije, ki so izšle v zadnjih letih (slike na zadnji platnici):

- Snežni plazovi v Sloveniji. Zbirka: Geografija Slovenije, 6 (2002, Založba ZRC; avtor: Miha Pavšek),
- Pobočni procesi in človek. Zbirka: Geografija Slovenije, 15 (2007, Založba ZRC; avtorja: Blaž Komac, Matija Zorn),
- Erozijski procesi v slovenski Istri. Zbirka: Geografija Slovenije, 18 (2008, Založba ZRC; avtor: Matija Zorn),
- Geografski vidiki poplav v Sloveniji. Zbirka: Geografija Slovenije, 20 (2008, Založba ZRC; avtorji: Blaž Komac, Karel Natek, Matija Zorn),
- Zemeljski plazovi v Sloveniji. Zbirka: Georitem, 8 (2008, Založba ZRC; avtorja: Matija Zorn, Blaž Komac).

Kot geografe, ki povezujemo naravoslovje s humanistko oziroma družboslovjem, nas odlikuje visoka stopnja razumevanja medsebojnih povezav in s tem interdisciplinarnost tovrstnih raziskav. Povezovati najrazličnejše vede so sodelavci inštituta znali že v preteklosti.

Leta 1983 so tako izdali interdisciplinarno publikacijo »Naravne nesreče v Sloveniji kot naša ogroženost« (slika 1), leta 1992 pa še »Poplave v Sloveniji« (slika 2). Slovenski geografi pa so leta 1983 izdali tudi publikacijo »Naravne nesreče v Jugoslaviji s posebnim ozirom na metodologijo geografskega preučevanja« (slika 3). Ne smemo pozabiti tudi na sodelovanje članov Geografskega inštituta Antona Melika ZRC SAZU pri ustanovitvi in urejanju interdisciplinarne revije o naravnih in drugih nesrečah »Ujma«, kot tudi ne na številne prispevke, ki so jih prispevali za monografijo »Nesreče in varstvo pred njimi« (2002, Uprava RS za zaščito in reševanje). Preteklo geografsko delovanje na interdisciplinarnem področju preučevanja naravnih nesreč želimo zdaj kronati še s posebno zbirko »Naravne nesreče«.



Slike 1–3: Pretekle interdisciplinarne publikacije o naravnih nesrečah izdane na Geografskem inštitutu Antona Melika ZRC SAZU (leva in sredinska slika) oziroma na drugih geografskih ustanovah (desna slika).

Prva monografija v zbirki vsebuje 37 znanstvenih in strokovnih poglavij prek 70 avtorjev, ki prihajajo iz prek 30 ustanov iz Slovenije in tujine. Področje svojega delovanja na 374 straneh predstavlja prek deset različnih ved in področij, in sicer: geografija, geofizika, krasoslovje, gradbeništvo, vodarstvo, meteorologija, geodezija, arhitektura, naravna dediščina ter psihologija in socialno delo. Monografija nosi naslov »Od razumevanja do upravljanja«. S takšnim naslovom smo prispevke povezali v okviru »kroga« upravljanja z nesrečami (sliki na straneh 256 in 296).

Monografija je skladno s »krogom« upravljanja z nesrečami razdeljena na tri sklope: vrednotenje naravnih nesreč, preventiva pred naravnimi nesrečami ter ukrepanje in obvladovanje naravnih nesreč. V okviru prvega najboljšežnejšega sklopa je predstavljenih 18 prispevkov, drugi sklop zajema 11 in zadnji sklop 8 prispevkov. Takšna razporeditev prispevkov ni presenetljiva, saj smo si želeli predvsem raziskovalnih prispevkov, raziskovalno delo pa praviloma ne sodi med ukrepanje in obvladovanje naravnih nesreč. Predstavljeni članki kažejo na to, da je možno sobivanje naravnogeografskih procesov in družbe. Podlaga za to pa je razumevanje naravnih procesov in družbenega odzivanja nanje. Vrednotenje in kvantitativna opredelitev teh procesov pa šele omogoča odločanje o obsegu, smotrnosti in nujnosti človekovih posegov v prostor. Monografija ima zato tudi praktično vrednost, saj nam meje našega razumevanja pokrajine nekaj povedo tudi o mejah našega delovanja.

V prihodnje si želimo čim več raziskav na področju naravnih nesreč in čim manj naravnih nesreč samih, čeprav ne smemo pozabiti, da »nesreča nikoli ne počiva«!

Matija ZORN, Blaž KOMAC in Miha PAVŠEK



---

## **VREDNOTENJE NARAVNIH NESREČ**

---

## NARAVNE NESREČE – DRUŽBENI PROBLEM?

Blaž KOMAC, Matija ZORN in Miha PAVŠEK

Znanstvenoraziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti, Geografski inštitut Antona Melika, Gosposka ulica 13, 1000 Ljubljana, e-pošta: blaz.komac@zrc-sazu.si; matija.zorn@zrc-sazu.si; miha.pavsek@zrc-sazu.si

### IZVLEČEK

Družba se mora v vsakokratnih zgodovinskih in gospodarskih okvirih vedno znova opredeliti do narave. Z vidika gospodarstva oziroma (upo)rabe naravnih virov, ki so poglavitni vir življenja, mora družbo zanimati, kje in kako lahko poseže v naravo ter kakšne so omejitve, da pri tem ne bo bistveno prizadela naravnega ravnovesja. Posegi človeka pogosto vplivajo na naravne procese, tako da v naravnem sistemu nastanejo spremembe, ki so na videz neizrazite, včasih pa potekajo v obliki hitrih, intenzivnih naravnih procesov. Če ti procesi prizadenejo družbo, jih imenujemo naravne nesreče.

Človekovi posegi najpogosteje šele čez daljši čas izzovejo spremembe v naravni pokrajini. Če temu prištejemo (z vidika naravnih procesov) še razmeroma kratko obdobje instrumentalnega opazovanja naravnih pojavov, je razumljivo, da ne moremo poznati vseh vzrokov za naravne nesreče, ki so le eden od dogodkov v dolgem odzivanju naravnega sistema.

Sodobna družba se lahko prilagodi naravnim procesom le, če jih zna prepoznati in pravilno razumeti. Zato bi bilo najprej treba preobrniti paradigmo in naravne nesreče dojeti kot sestavno prvino pokrajine. Takšno gledanje nam bo omogočilo spremembo razmerja med družbo in naravo ter varovanje premoženja in ljudi pred naravnimi nevarnostmi, tako da se jim bomo izognili, ne pa omejevali ali celo preprečevali naravni proces, saj je slednje pogosto ekonomsko in okoljsko nesprejemljivo.

Ključne besede: geografija, naravne nesreče, družba, pokrajina

### Natural Hazards – Problem of Society?

#### ABSTRACT

The society should define its relations to nature in the respective historical and economic contexts. In terms of economy and use of natural resources, which are a major source of life, society should be interested where and how to intervene in nature and what are the limitations that will not significantly affect the ecological balance. Human interventions often affect natural processes. Usually the natural system accommodates slightly to these changes, but sometimes in the form of rapid, intense natural processes, namely natural hazards.

Human interventions usually provoke changes of natural landscape only in the long-term view. If we add (in terms of natural processes) a relatively short period of instrument observation of natural phenomena, it is understandable that we can not know all the causes of natural disasters, which are only an event in a long system of responses of the natural system.

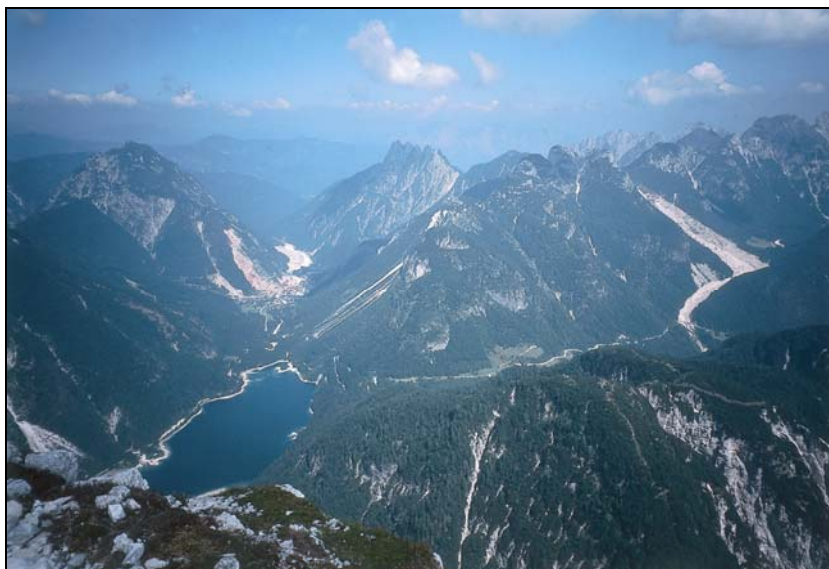
Modern society can be adapted to natural processes only if it can recognize and properly understand them. Therefore, we should first change the paradigm and understand natural hazards as constituent element of the landscape. This vision will allow us to change the relationship between the society and nature and protect people and property from natural hazards. The society should avoid rather than limit or even prevent a natural process, since the latter is often economically and environmentally unacceptable.

Key words: geography, natural hazards, society, landscape

## 1 UVOD

Človek posega v naravo in tako spreminja naravno ravnovesje. Če smo si pred desetletji še lahko zastavljali vprašanje, koliko človekovi posegi v resnici vplivajo na naravo, danes ne more več biti dvoma, da je intenzivnost človekovih posegov vsaj primerljiva z intenzivnostjo naravnih procesov.

Človekovo delovanje v naravnem okolju povzroča posledice, ki imajo včasih pozitivno vlogo (kulturne terase), drugič pa jih razumemo kot negativne, saj se z njimi zmanjša pestrost naravnega okolja ali močno spremenijo procese v pokrajini (vpliv pozidanosti na vodni odtok). Vprašanje je, če je vzrok za negativne vplive dejstvo, da posegi človeka v pokrajino niso dovolj skladni z naravo ali pa, da niso dovolj preiščeni. Čeprav to v mnogih primerih drži, je temeljni vzrok za veliko vidnost družbenega delovanja v pokrajini dejstvo, da človekova dejanja temeljijo na njegovih potrebah. Ker ne izhajajo iz narave, ampak iz človeka, so nujno antropocentrična. Človek namreč s prostorsko in časovno omejenim spoznanjem sveta nujno naredi to, kar on misli, da je dobro za naravo in ne tega, kar je »po naravi« dobro zanjo.



*Slika 1: Nekaj stoletno kopanje svinčevo-cinkove rude v Rablju/Cave del Predil (bela lisa na levi) je po učinkih v pokrajini povsem primerljivo zemeljskemu plazju na Stovžju (bela lisa na desni), ob katerem se je hipoma premaknilo več kot milijon m<sup>3</sup> gradiva (fotografija: Matija Zorn).*

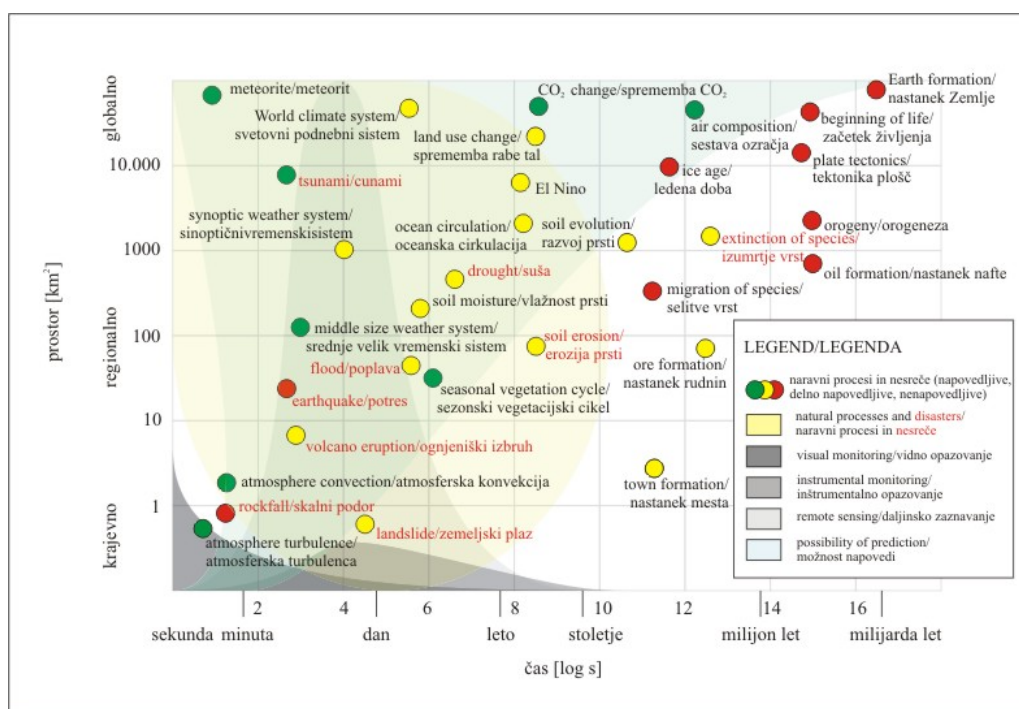
## 2 DOJEMANJE NARAVE IN NARAVNE NESREČE

Če je pred razsvetljenstvom prevladoval teocentrično razmerje človeka do narave, je njegovo dožemanje narave potem postalo relativno in antropocentrično, v sodobnosti tudi popredmeteno (Lewis 1998), kar se v končni posledici kaže na primer v patentiranju živih bitij (Rifkin 2001, 63). To je posledica tehnološkega razvoja in družbenih sprememb, ki so povezane predvsem z naraščanjem števila prebivalstva in urbanizacijo v povezavi z industrializacijo. Zaradi družbenih sprememb oziroma prehoda od prevladujočega vpliva krajevnih dejavnikov do prevladujočega vpliva globalnih dejavnikov so v zadnjem stoletju v pokrajini nastale velike spremembe. Šlo je za premik od zemlje (temeljna dejavnost je bila kmetijstvo) do človeka (temeljne so družbene dejavnosti).

Narava in naravni viri so postali »predmet« družbenega zanimanja, raziskovanja in dela, pri čemer se družba vede, kakor da je zunaj narave ali nad njo. Kratkoročno in po učinkih tudi nesonaravno delovanje izhaja prav iz takšnega dojetja. Delovanje človeka ni sonaravno, ker (med drugim) ne temelji na dolgoročnih predpostavkah, kjer prevladujejo želja po spremembah (ne pa želja po prilagajanju), želja po dobičku, rasti (ne pa želja po zmerni rabi naravnih virov) in želja po udobju (ne pa želja po vzdržnosti).

Ena od posledic popredmetenega dojetja narave je tudi želja po »popravljanju« učinkov naravnih procesov, kjer so ti procesi poglaviti element pokrajine. Tako človek v naravnem sistemu povzroča dolgotrajne spremembe, ki jih sprva niti ne more zaznati ali opazovati, še manj pa jih lahko meri ali napove. Spremenjeni naravni procesi pa lahko v prihodnosti negativno vplivajo na družbo (Komac 2009).

Človekovi posegi šele čez daljši čas izzovejo spremembe v naravni pokrajini, zato je pogosto težko ugotoviti neposredno vzročno povezavo med njimi in posledičnimi naravnimi procesi. Iz tega izhaja pomembno dejstvo, da naravne nesreče marsikdaj niso le posledica sodobnih antropogenih posegov ali sodobnih naravnih procesov, ampak gre pri njih za: »... zapoznel odmev na razrahljano prirodno ravnotežje iz prejšnjih faz pokrajinske preobrazbe ... V sedanji dobi se je podedovano labilno ravnotežje nepričakovano porušilo ... To ... je pač posledica prepletajočih se procesov z zelo različnimi razvojnimi obdobji ...« (Radinja 1971).



Slika 2: Naravni pojavi v časovno-prostorskem koordinatnem sistemu (Komac 2009).

Slika 2 prikazuje naravne pojave v časovno-prostorskem koordinatnem sistemu. Če družba ni pripravljena na pojave in procese, ki so različnih dimenzij, jo lahko prizadenejo. Takšne pojave in procese v določenih okoliščinah razumemo kot naravne nesreče. Na sliki jih označuje rumeno obarvano polje. Manjši del teh pojavov lahko opazujemo, nekatere pa tudi napovemo.

Pri naravnih nesrečah je težko napovedljivo ali nenapovedljivo ravno tisto 'območje', ki nas najbolj zanima, to pa sta regionalna raven v prostorskem smislu ter (deset)letno obdobje v časovnem smislu. V tem polju potekajo številni (naravni) procesi, ki so pomembni za

družbeno prihodnost in na katere s svojim dolgoročnim delovanjem vpliva tudi človek. Majhna napovedljivost je posledica spremenljivih naravnih in družbenih dejavnikov, poleg tega imajo naravni procesi različen prostorski in časovni razpon.

### 3 POKRAJINSKI POMEN NARAVNIH NESREČ

Naravni procesi povečini šele po daljšem času povzročijo očitne, merljive spremembe v pokrajini, včasih pa so njihovi učinki takoj vidni. V nekaterih pokrajinah so pogostejše kot v drugih; ponekod so »stalnica«, druge pa »spremenljivka«.

Spremembe v pokrajini zaradi naravnih nesreč so lahko tako velike, da so naravne nesreče njena poglobitna značilnost. Ker pokrajine ponavadi imenujemo po najznačilnejšem geografskem procesu, bi jih lahko imenovali tudi po dovolj obsežnih, pogostih ali intenzivnih procesih, ki lahko povzročijo naravne nesreče. V Sloveniji poznamo naslednje tipe takšnih pokrajin: poplavna pokrajina (Radinja in ostali 1976), podorna pokrajina (prim. Zorn 2002), usadna pokrajina oziroma plazovna pokrajina (Komac in Zorn 2009), lahko tudi plazovita pokrajina.

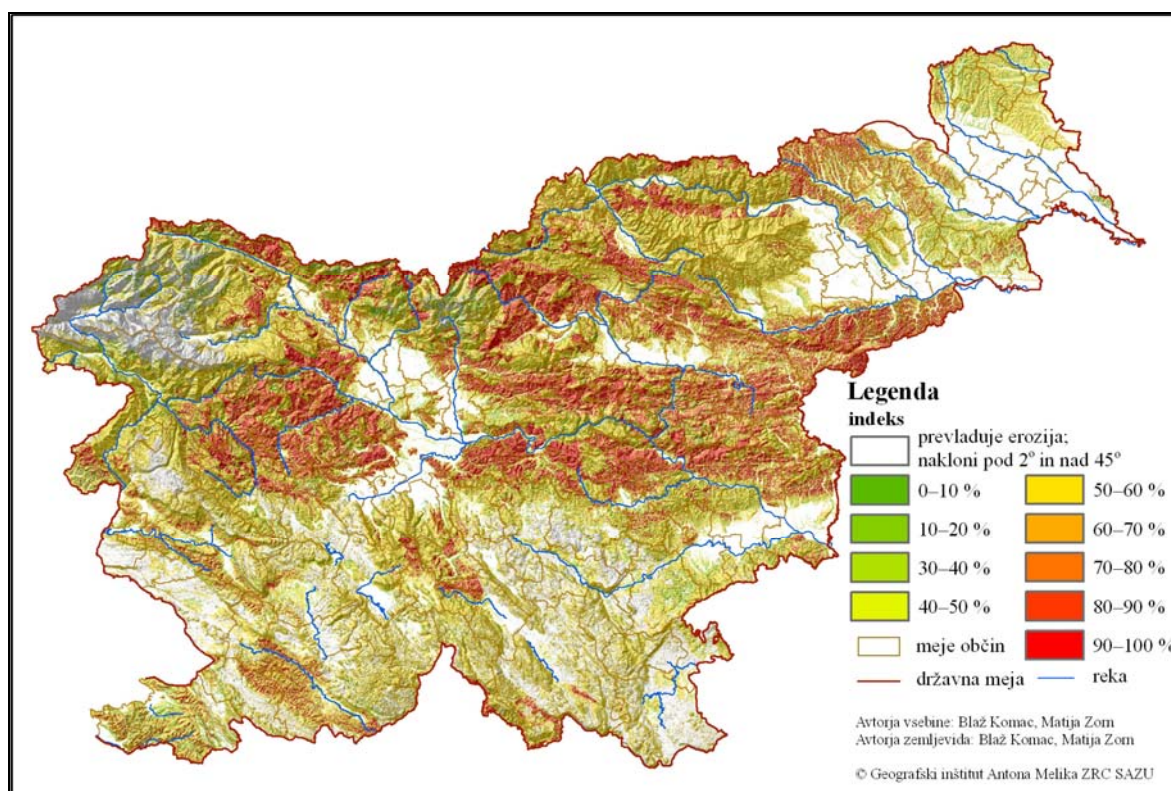


Slika 3: Usadna pokrajina – Haloze po ujmi leta 1989 (fotografija: Milan Orožen Adamič).

Da lahko neko pokrajino razglasimo na primer za plazovno, je potrebna neka kvalitativna ali kvantitativna opredelitev. Primer kvantitativne opredelitve kaže slika 4, na kateri je za Slovenijo predstavljena tako imenovana relativna plazovna stopnja. Relativna plazovna stopnja je izražena je v odstotkih in prikazuje delež gradiva, ki ga v Sloveniji v nižjo lego premaknejo zemeljski plazovi v primerjavi z drugimi erozijsko-denudacijskimi procesi. Prikazuje torej relativen morfo-genetski pomen zemeljskih plazov, ki so v nekaterih pokrajinah stalnica. Za Voglajnsko gričevje je Natek (1990, 9) ugotovil, da so usadi »... sestavni del naravnih procesov preoblikovanja površja ...« v rečno-denudacijskem reliefu, pri čemer velja poudariti, da so »... naravni pojav, ki se ni začel šele s krčenjem prvotnega gozda, marveč je obstajal že prej kot pomemben člen denudacijsko-erozijskega sistema geomorfnih procesov ...« (Natek 1989, 64). Da so zemeljski plazovi »... v subpanonskih gričevnatih pokrajinah ...

značilna pokrajinska poteza ...«, je ugotovil že Radinja (1983, 68), Melik (1957, 248) pa je za Slovenske gorice zapisal, da: »... se pripisuje usadom pglavitna vloga v izobliki reliefa ...«.

Sodeč po naši kvantitativni opredelitvi so plazovne pokrajine v Sloveniji poleg Haloz, Slovenskih goric in Voglajnskega gričevja še Škofjeloško hribovje, Idrijsko-Cerkljansko hribovje, Posavsko hribovje ter flišne pokrajine Goriških in Koprskih brd ter obrobje Vipavske doline (Zorn in Komac 2008).



Slika 4: Relativna plazovna stopnja je kvantitativna opredelitev vloge zemeljskih plazov v pokrajini; je razmerje med količino gradiva, ki se premika s plazenjem, in intenzivnostjo denudacije. Večja kot je relativna plazovna stopnja, pomembnejši za razvoj reliefa so zemeljski plazovi (Zorn in Komac 2008, 129).

#### 4 NARAVNE NESREČE IN SPOMIN

»... Preučevanje naravnih nesreč je zelo kompleksno raziskovanje najmlajših morfo-genetskih procesov, vseh spoznanj o istočasnem spreminjanju podnebja ter poseganju človeka v to pokrajino ...« (Šifrer 1975, 1). Iz reliefnih, sedimentoloških, pedogeografskih, biogeografskih, zgodovinskih in drugih dokazov o procesih v preteklosti ter na podlagi analize sedanjih razmer moremo sklepati na prihodnji razvoj pokrajine. To sklepanje mora temeljiti na najpomembnejših procesih, ki so stalnica v obravnavani pokrajini, upoštevati pa mora tudi pojave, ki jih procesi oblikujejo, torej spremenljivke v pokrajini.

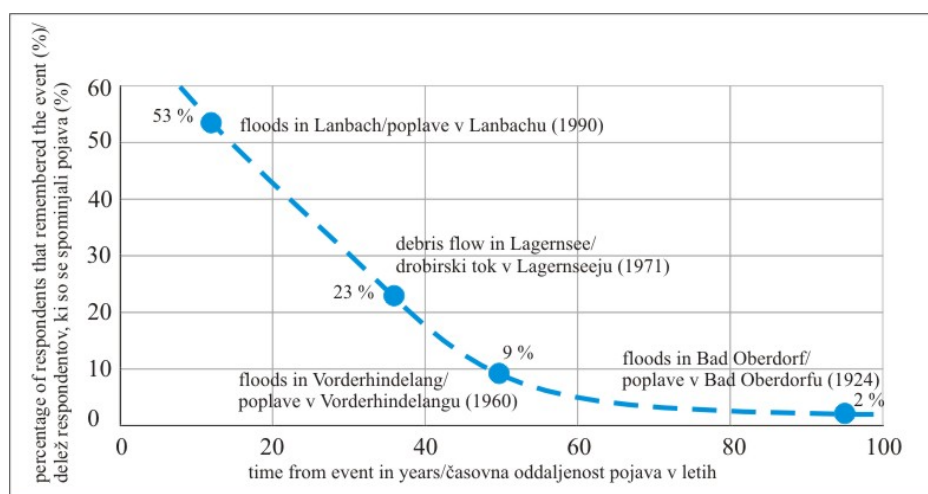
V pokrajino so vtisnjeni vsi dosedanji pojavi oziroma sledovi procesov, pri čemer so starejši sloji povečini manj izraziti (vidni) od novejših. Izrazitost posameznih pokrajinskih prvin je odvisna od intenzivnosti procesov in pojavov ter časa, ki je preteklo, odkar so se zgodili.

Glede na to, da so sledovi mlajših procesov ponavadi bolj vidni kot sledovi starejših procesov, lahko v prisposodbi rečemo, da ima pokrajina spomin. Na eni strani ga oblikujejo

naravni procesi z neprestanim delovanjem in odzivanjem na spreminjajoče se okoliščine, na drugi strani pa se vanjo vtiskuje vse, kar v pokrajini naredi človek. Kljub človekovim posegom tudi v antropogenizirani pokrajini še vedno potekajo naravni procesi.

#### 4.1 Naravne nesreče in družbenogeografski spomin

Spomin na naravne nesreče se za določen čas ohrani v družbeni sferi, torej kot 'družbenogeografski spomin'. Kljub pogostnosti nekaterih naravnih procesov, številnim možnostim obveščanja in hranjenja podatkov kmalu pozabimo celo ekstremne dogodke, če za to ne poskrbimo z zapisi v časopisih, letopisih, poljudni literaturi, kronikah, informativnih tablah na kraju dogodka ali na spletnih straneh (prim. Majes 2008) oziroma z družbeno aktivnim ohranjanjem spomina, kot so izobraževanje in različne javne prireditve. Za sodobno družbo je npr. značilen »... kratek (vremenski) spomin, ko se nam zdi, da se v zadnjih letih vse zelo (nenormalno) spreminja, medtem ko so bile razmere v preteklosti precej bolj stabilne. To seveda v veliki meri ne drži, kar dokazujejo zapisi v raznih kronikah in rekonstrukcije preteklih vremenskih razmer ...« (Ogrin 2009).



Slika 5: Krivulja spominjanja, ki prikazuje razpolovno dobo družbenega spomina o naravnih procesih (Horvat, Jeršič in Papež 2008, 207).

S tega vidika je zelo pomembno sprotno dokumentiranje učinkov naravnih procesov v pokrajini, saj bi sicer že čez desetletja ostali brez dokazov o njihovi resnični razsežnosti, človeška družba pa se ne bi mogla prilagajati naravnim procesom.

Glede na raziskave v Nemčiji se tudi intenzivnih in obsežnih naravnih procesov čez 10 let spominja le polovica prebivalcev, čez 40 let pa le še desetina (Horvat, Jeršič in Papež 2008).

Spomin na neurje iz leta 1903 se je v vasi Ukve/Ugovizza v Kanalski dolini v Italiji stoletje dolgo ohranil v imenu ulice 'Via 13. Settembre 1903 alluvione' (Ulica poplave 13. septembra 1903). Da je potok Ukva »... ob deževnem vremenu zelo hiter in poškoduje različne stavbe v vasi Ukve ...«, so poročali že viri s konca 18. stoletja; Ukve je neurje znova prizadelo 29. 8. 2003 (Zorn in Komac 2004, 77–78). Podobno velja za plaz Slano blato, ki se je sprožil nad Vipavsko dolino novembra 2000. Iz literature vemo, da se je sprožil že pred približno dvema stoletjema in tudi pred stoletjem (Komac in Zorn 2007). Drugače pa je bilo v Logu pod Mangartom. Tam je debel pesek 26. 8. 1891 »... zasul mlin in žago ...«, voda pa je »... podsula pol hleva ...« in odnesla več stavb. Spomin na ta dogodek se ni ohranil, zato je bila sicer večja ujma leta 2000 veliko presenečenje. Podoben pojav se je verjetno zgodil tudi na koncu 18. stoletja (Komac in Zorn 2002; Zorn in Komac 2002).

Zaradi redkosti takšnih naravnih dogodkov (v primerjavi z dolžino človeškega življenja) je ohranjanje 'družbenogeografskega spomina' nanje pogoj za zavedanje njihovega pomena, zavedanje pa je pogoj za delovanje oziroma preventivno ukrepanje. Krivulja spominjanja (slika 5) je namreč v neposredni zvezi z zavestjo prebivalcev o ogroženosti (Horvat, Jeršič in Papež 2008). Za družbo je torej zelo pomembno načrtno ohranjanje spomina na pretekle procese oziroma pojave v naravi.

#### 4.2 Naravne nesreče in naravnogeografski spomin

Spomin na naravne nesreče se ohrani tudi v naravi. Njihove sledove lahko imenujemo 'naravnogeografski spomin'. Pri tem velja opozoriti, da so sledovi enih procesov, kot so na primer skalni podori, v pokrajini očitnejši in veliko bolj dolgotrajni, kot sledovi drugih procesov, kot so na primer poplave.

Hydro-geomorfni procesi so običajen naravni pojav v slovenskih alpskih pokrajinah in so njihova stalnica. Čeprav nastajajo tudi v sodobnosti, je njihov »spomin« v pokrajini daljnosežen. Nekateri procesi so se v pokrajino tako »vtisnili«, da so njihovi učinki vidni še čez desetisočletja (na primer pleistocenski plaz pri Selu v Vipavski dolini ali pa skalni podor Kuntri v dolini Soče; prim. Komac in Zorn 2007).

V naših Alpah je bil v zadnji višek hidro-geomorfnega dogajanja ob otoplitvi podnebja koncem pleistocena, ko so se v doline sprostile ogromne količine gradiva. Kasneje so procesi postali nekoliko intenzivnejši še ob manjših ohladitvah podnebja, nazadnje v tako imenovani mali ledeni dobi (Ogrin 2005). Ob razmeroma počasnih spremembah podnebja so na intenzivnost hidro-geomorfnih procesov vplivali tudi epizodični pojavi, zlasti potresi, ki so z višjih leg navzdol premaknili preperelo gradivo (Natek, Komac in Zorn 2003; Vidrih 2008). V skladu s takšnim razvojem je podoba slovenskih vzpetih pokrajin, ki jo v veliki meri določa prav 'spomin' na naravne procese.

#### 4.3 Vloga družbe pri naravnih procesih

Opisali smo vprašanje pomena plazovitosti za razvoj reliefa in ugotovili, da ga lahko do določene mere kvantitativno opredelimo (slika 4). Podobno lahko iščemo tudi odgovor, koliko k hidro-geomorfnim procesom prispevajo družbeni in naravni procesi.

Na primeru Zgornjega Posočja je bilo na primer s pomočjo GIS kvantitativno ugotovljeno, da družbeni dejavniki, ki vplivajo na spremembe rabe tal, pomembno vplivajo na erozijske procese (Zorn in Komac 2009).

Spremembe rabe tal pa ne pospešujejo le erozije, ki je povezana tudi z odtokom, pač pa vplivajo tudi na večje hidro-geomorfne procese, na primer zemeljske plazove, kot kažejo primeri iz Nove Zelandije (Glade 2003). Tamkajšnja otoka so prvi naselili Maori (13. stoletje), vendar se njihovega vpliva na nastajanje plazov ne da jasno ugotoviti. S prihodom Evropejcev (19. stoletje) so se razmere močno spremenile, saj so priseljenci veliko gozdnih zemljišč spremenili v pašnike. V jezeru Tutira na Severnem otoku je bila sedimentacija gradiva pred naselitvijo človeka med 1,5 in 2,4 mm/leto, s prihodom Maorov se je hitrost sedimentacije povečala za 60 %, od leta 1880 pa je sedimentacija približno 13 mm/leto.

V Španiji so pri preučevanjih prazgodovinskih, zgodovinskih in recentnih zemeljskih plazov ugotovili, da se je hitrost plazanja močno povečala pred okrog 5500 leti in nato pred okrog 200 leti. Prvi podatek sovпада z obdobjem neolitika, drugi pa s časom industrijske revolucije. V obeh obdobjih je prišlo do velikih sprememb v rabi tal. Pri recentnih plazovih ugotavljajo korelacijo med pogostostjo zemeljskih plazov in družbenogospodarsko



aktivnostjo človeka, ki pospešuje geomorfne procese (González-Díez in ostali 1999, 111; Cendrero in Remondo 2002, 15–16).

Dokaze, da erozijo pospešuje deforestacija je med drugimi podal že Lyell (1853), njegove navedbe pa potrjuje mnogo sodobnih razprav, na primer Montgomery in ostali (2000, 314).

Lep primer vpliva človeka na hidro-geomorfne procese je tudi povirje potoka Belca v Zgornjesavski dolini. V začetku 20. stoletja so se zaradi izsekavanja pojavila številna erozijska žarišča, s katerih je Belca letno odnesla od 20.000 do 50.000 m<sup>3</sup> gradiva. Med letoma 1945 in 1952 je gradivo dvakrat zasulo cesto Jesenice–Kranjska Gora, skoraj zasulo železniški most in leta 1951 povzročilo železniško nesrečo (Na praksi 1952, 122) ter leta 1966 porušilo most magistralne ceste ter zasulo žagarski obrat (Horvat in Zemljič 1998, 422).

Do neke mere je tudi že možno primerjati družbene in naravne procese z enotnimi merskimi enotami, saj lahko pomen družbenih ali tehnoloških procesov in naravnih procesov izrazimo z brezdimenzijskimi enotami. Tako so za letalski promet ugotovili, da dosega že podoben velikostni razred (Reynoldsovo število ~108) kot rečni transport (Reynoldsovo število ~106–109) (Haff 2007).

## 6 SKLEP

Za razumevanje pokrajine je pomembno, da lahko na podlagi poznavanja 'naravnogeografskega spomina' in ohranjanja 'družbenogeografskega spomina' do določene mere sklepamo na dogodke v prihodnosti. Najtežje je napovedati pojave v srednjem časovnem (teden, leto) in prostorskem (nekaj km<sup>2</sup> do nekaj deset km<sup>2</sup>) merilu, lažje pa jih (statistično) napovemo na širši prostorski in časovni ravni.

Sodobna družba zaradi popredmetenega razmerja do narave naravne procese težko prepozna, sprejme in jih pretvori v podlago za ukrepanje. To je predvsem posledica prepletanja različnih časovnih in prostorskih ravni na katerih potekajo procesi v pokrajini, zaradi česar je oteženo naše razumevanje teh procesov oziroma njihovih učinkov (Terkenli 2005).

Človeka bi moral v pokrajini poleg nezanesljivega in necelovitega 'družbenogeografskega spomina', poznati tudi 'naravnogeografski spomin'.

Naše poznavanje prihodnjega razvoja temelji le na poznavanju dosedanje pogostnosti in intenzivnosti naravnih procesov. Na podlagi sodobnega poznavanja 'naravnogeografskega spomina' in z ohranjanjem 'družbenogeografskega spomina' lahko vedno znova ugotovimo, kje lahko nastanejo določeni pojavi, še vedno pa težko napovemo, kdaj se bodo zgodili.

Pri tem imajo veliko vlogo študij naravnih procesov, inventarizacija sledov preteklih naravnih pojavov in poročanje o sodobnih naravnih pojavih, arhiviranje pisnih virov ter njihova uporaba v stalnem izobraževanju na vseh ravneh, pa tudi njihovo udejanjanje v preventivni zakonodaji. Le če bomo združili 'družbeni' in 'naravni' vidik, bomo ohranili 'spomin pokrajine' in pokrajino tudi razumeli.



*Slika 6: Največji ločni most v Triglavskem narodnem parku nad dolino Mangartskega potoka bo ohranil 'družbeni spomin' na naravni proces iz leta 2000 tudi potem, ko bo 'naravni spomin' v obliki učinkov erozije na pobočjih in novega nanosa drobirja v dolinskem dnu že nekoliko zabrisan z obnovljenim rastjem (fotografija: Romeo Černuta).*

## 6 VIRI IN LITERATURA

- Cendrero, A., Remondo, J. 2002: Human impact on geomorphological processes and hazards in mountain areas. Relationships Between Man and the Mountain Environment in Terms of Geomorphological Hazards and Human Impact in Europe. Dornbirn.
- Glade, T. 2003: Landslide occurrence as a response to land use change: a review of evidence from New Zealand. Catena 51, 3-4. Amsterdam.
- González-Díez, A., Remondo, J., Díaz de Tarán, J. R., Cendrero, A. 1999: A methodological approach for the analysis of the temporal occurrence and triggering factors of landsliding. Geomorphology 30, 1-2. Amsterdam.
- Haff, P. K. 2007: The landscape Reynolds number and other dimensionless measures of Earth surface processes. Geomorphology 91, 3-4. Amsterdam.
- Horvat, A., Jeršič, T., Papež, J. 2008: Varstvo pred hudourniki in erozijo ob vse intenzivnejših vremenskih ekstremih. Ujma 22. Ljubljana.
- Horvat, A., Zemljič, M. 1998: Protierozijska vloga gorskega gozda. Gorski gozd: 19. gozdarski študijski dnevi. Ljubljana.
- Komac, B. 2009: Social memory and geographical memory of natural disasters. Acta geographica Slovenica 49-1. Ljubljana.
- Komac, B., Zorn, M. 2002: Recentni pobočni procesi v Zgornjem Posočju. Geografski obzornik 49-1. Ljubljana.
- Komac, B., Zorn, M. 2007: Pobočni procesi in človek. Geografija Slovenije 15. Ljubljana.
- Komac, B., Zorn, M. 2009: Pomen zemeljskih plazov za oblikovanje reliefa. Pomurje: geografski pogledi na pokrajino ob Muri. Murska Sobota.
- Lewis, C. S. 1998: Odprava človeka. Ljubljana.
- Lyell, C. 1853: Principles of Geology; or, the Modern Changes of Earth and its Inhabitants. London.
- Majes, B. 2008: Ko stroka molči, kliče nesrečo. Medmrežje: <http://mangart.info> (22. 1. 2009).
- Melik, A. 1957: Štajerska s Prekmurjem in Mežiško dolino. Ljubljana.
- Montgomery, D. R., Schmidt, K. M., Greenberg, H. M., Dietrich, W. E. 2000: Forest clearing and regional landsliding. Geology 28-4. Boulder.
- Na praksi. 1952. Gozdarski vestnik 10. Ljubljana.
- Natek, K. 1989: Vloga usadov pri geomorfološkem preoblikovanju Voglajnskega gričevja. Geografski zbornik 29. Ljubljana.
- Natek, K. 1990: Geomorfološke značilnosti usadov v Halozah. Ujma 4. Ljubljana.
- Natek, K., Komac, B., Zorn, M. 2003: Mass movements in the Julian Alps (Slovenia) in the aftermath of the easter earthquake on april 12, 1998. Studia geomorphologica Carpatho-Balcanica 37. Kraków.

- Ogrin, D. 2005: Spreminjanje podnebja v holocenu. *Geografski vestnik* 77-1. Ljubljana.
- Ogrin, D. 2009: Spreminjanje podnebja v Prekmurju po 2. svetovni vojni. Zbornik 20. zborovanja slovenskih geografov. Ljubljana.
- Radinja, D. 1983: Naravne nesreče v geografski luči. Naravne nesreče v Jugoslaviji s posebnim ozirom na metodologijo geografskega proučevanja. Ljubljana.
- Radinja, D., Šifrer, M., Lovrenčak, F., Kolbezen, M., Natek, M. 1976: Geografske značilnosti poplavnega področja ob Pšati. *Geografski zbornik* 15. Ljubljana.
- Rifkin, J. 2001: Stoletje biotehnologije. Ljubljana.
- Šifrer, M. 1975: Poplavni svet v porečju Dravinje. Ljubljana.
- Terkenli, T. S. 2005: Rural landscapes: past processes and future strategies. *Landscape and Urban Planning* 70, 1-2. Amsterdam.
- Vidrih, R. 2008: Potresna dejavnost Zgornjega Posočja. Ljubljana.
- Zorn, M. 2002: Rockfalls in Slovene Alps. *Geografski zbornik* 42. Ljubljana.
- Zorn, M., Komac, B. 2002: Pobočni procesi in drobirski tok v Logu pod Mangartom. *Geografski vestnik* 74-1. Ljubljana.
- Zorn, M., Komac, B. 2004: Recent mass movements in Slovenia. *Slovenia – a Geographical Overview*. Ljubljana.
- Zorn, M., Komac, B. 2008: Zemeljski plazovi v Sloveniji. *Georitem* 8. Ljubljana.
- Zorn, M., Komac, B. 2009: Response of soil erosion to land use change with particular reference to the last 200 years (Julian Alps, western Slovenia). *Revista de geomorfologie* 11. Bukarešta.

## VPLIV NARAVNIH NESREČ NA NARAVNO IN KULTURNO DEDIŠČINO

Bojan ERHARTIČ<sup>a)</sup> in Ida JELENKO<sup>b)</sup>

<sup>a)</sup> Znanstvenoraziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti, Geografski inštitut Antona Melika, Gosposka ulica 13, 1000 Ljubljana, e-pošta: bojaner@zrc-sazu.si

<sup>b)</sup> ERICo Velenje, Inštitut za ekološke raziskave d.o.o., Koroška 58, 3320 Velenje, e-pošta: ida.jelenko@erico.si

### IZVLEČEK

Naravne nesreče so nepredvideni naravni pojavi, ki se pojavljajo občasno in z različno intenziteto vplivajo na človeka in njegove dejavnosti. Njihovim vplivom se ne more izogniti niti naravna in kulturna dediščina. V prispevku sta analizirana slap Čedca, geomorfološka in hidrološka naravna vrednota državnega pomena, ki je spomladi 2008 zaradi skalnih podorov v celoti spremenil svojo podobo, ter Bolnica Franja kot spomenik kulturne dediščine, ki je bila septembra 2007 med neurjem s poplavami popolnoma uničena. O upravičenosti obnove kulturne dediščine po naravni nesreči ne kaže dvomiti, saj ima Franja za Slovence simbolni pomen in krepi narodno identiteto, medtem ko vidimo podor pri Čedci kot naraven dogodek v katerega naj se človek ne vmešava. V primeru, da je ogroženo življenje, imetje, naj procese le usmerja.

Ključne besede: geografija, naravne nesreče, naravna in kulturna dediščina, slap Čedca, Bolnica Franja

### The Impact of Natural Disasters on Natural and Cultural Heritage

### ABSTRACT

Natural disasters are unpredictable natural phenomena which occur occasionally and have diverse influence on man and his activities. Even natural and cultural heritage cannot avoid their impact. In this context, Čedca waterfall and Franja partisan hospital are discussed in the article. Čedca waterfall represents geomorphological and hydrological heritage of national importance which entirely changed its own appearance during the rockfall in spring 2008. Similarly, Franja partisan hospital, an important cultural heritage, was completely destroyed during floods in September 2007. There is no doubt that reconstruction of cultural heritage after natural disaster is justified. Franja has a symbolic meaning for the Slovenians and strengthens their national identity. On the opposite, Čedca rockfall is considered a natural event which should not be interfered by humans. Its process should only be redirected in case when lives are in danger.

Key words: geography, natural disasters, natural and cultural heritage, Čedca waterfall, Franja partisan hospital

## 1 UVOD

Naravne nesreče so nepredvideni naravni pojavi, ki se pojavljajo občasno in z različno intenziteto vplivajo na človeka in njegove dejavnosti. Vplivom teh pojavov in procesov se ne more izogniti niti naravna niti kulturna dediščina. Pravzaprav je le-ta prizadeta pogosteje, kot se zavedamo, saj jo je v zadnjem dobrem letu dni skupila vsaj štirikrat. V začetku decembra 2008 je bila ob poplavih na obali poškodovana Ramsarska lokaliteta Sečoveljske soline. Poleg gmotne škode bi bilo treba upoštevati tudi izpad ekosistemskih uslug, ki nam jih nudi eden najproduktivnejših ekosistemov na svetu, saj je bila škoda v naravi in na kulturni dediščini (naravovarstvena in kulturnozgodovinska komponenta) celo večja od dejanske (ekonomske) vrednosti mokrišča.

Julija 2008 so bili med številnimi naravnimi ujmami močno prizadeti gozdovi širom Slovenije. Ti uradno sicer nimajo statusa dediščine ali naravne vrednote, čeprav je del gozdov tako ali drugače zaščiten. Temu v prid govori tudi Mednarodna zveza za varstvo narave (IUCN), v čigar VI. kategorijo zavarovanih območij (zavarovana območja naravnih virov) bi lahko uvrstili tudi slovenske gozdove.

V prispevku sta podrobneje analizirana primera: slap Čedca, geomorfološka in hidrološka naravna vrednota državnega pomena, ki je spomladi 2008 zaradi skalnih podorov v celoti spremenil svojo podobo ter Bolnica Franja kot spomenik kulturne dediščine, ki je bila septembra 2007 zaradi hudega neurja s poplavih popolnoma uničena.

Prav gotovo je treba ob naravni nesreči v prvi vrsti poskrbeti za življenje ljudi in njihovo imetje ter splošno infrastrukturo. Kasneje, ob sanaciji, pa se pojavi tudi vprašanje, kako ravnati s prizadeto dediščino.

## 2 VLOGA IN POMEN NARAVNE IN KULTURNE DEDIŠČINE

Človek s posegi močno vpliva na naravno okolje. Naravni pojavi in oblike so lahko primerni za gospodarsko izkoriščanje, lahko pa jim pripišemo nematerialne pomene – vrednote.

Pojem vrednote ali dediščine naj osvetlimo s primerom Severne Triglavske stene. Pogled na mogočno ostenje nam konec koncev razgalja le poldrugi kilometer skladov dachsteinskega apnenca. Lahko bi ga preračunali v tržno vrednost in ugotovili, da bi bilo ekonomsko upravičeno odpreti v dolini Vrat tja pod Triglav velik kamnolom. Ugotovimo pa, da se nam takšna misel večinoma upira, da nam pomeni Stena mnogo več, da je del naše identitete, na katero smo ponosni, zato jo želimo pokazati drugim in ohraniti zanamcem (Skoberne 1988, 11–12).

Za razliko od žive narave se zdi, da je neživa narava (dediščina) večna. Resnica je daleč od tega, saj tudi nanjo vplivajo tako zunanje kot notranje sile (Chorley, Schumm in Sugden 1984; Sparks 1972). Narava namreč ne pozna stalnosti, le stalnost procesov. Zato so mnoge markantne reliefne oblike kratkega veka: naravna okna, mostovi, osamelci in celo slapovi. Lahko gre za »običajne«, vsakoletne oziroma skoraj vsakodneвне procese (erozija, denudacija), lahko pa za izjemne, ki se pojavljajo le občasno, in z večjo intenziteto preoblikujejo površje – naravne nesreče.

Človek s svojim načinom življenja in delovanjem ustvarja določene elemente v okolju, ki jih prej ni bilo in so v času, ko so aktivno uporabljani s strani človeka, sprejeti kot samoumevno dejstvo. Gre za stvari ali objekte, ki služijo določenemu namenu, potrebi človeka. Ko se razmere spremenijo, objekt izgubi svojo funkcijo in postane del preteklosti. Večina jih je odstranjenih in pozabljenih, obstajajo pa tudi objekti, v katerih človek vidi del

preteklosti, vir in dokaz svoje kulture in zgodovine. Le-ti so zaradi kulturne, znanstvene in splošno človeške vrednosti deležni varstva, ki se izvaja s strani države in kulturnih resorjev. Pomen takšne dediščine je njena kulturna funkcija, krepitev narodove samobitnosti in kulturne istovetnosti, neposredno vključevanje v prostor in predvsem vloga, ki jo igra na področju vzgoje, posredovanja znanj in izkušenj o preteklih obdobjih (medmrežje 1).



*Slika 1: Triglav kot simbol slovenstva, naravna in kulturna dediščina naroda (fotografija: Bojan Erhartič).*

### **3 SLAPOVI IN OSTALINE VOJNE KOT DEDIŠČINA**

Slapovi sodijo nedvomno med tiste naravne pojave, ki nas prevzamejo že na prvi pogled. V tej »ljubezni« se zrcali naš odnos do vsega v naravi, kar nam daje vtis divjine, kar dojemamo kot lepoto s skladnostjo nasprotij. Slapovi niso le voda, ki pada, niso le dobrina za oskrbo z vodo ali energetska izraba. Nekateri dajejo pečat pokrajini in imajo določeno kulturno vrednost.

Naravovarstveno vrednotenje temelji na evidentiranju in proučevanju značilnosti posameznega pojava. Pri slapovih so to v prvi vrsti geološke, geomorfološke in hidrološke okoliščine. Bistvena pogoja za nastanek slapa sta »slapotvorna« stopnja in vodni tok. Poleg estetskih vrednot so pomembne še kulturne, znanstvenoraziskovalne, izobraževalne, funkcijske (na primer oskrba z vodo) in nenazadnje socialnoekonomske vrednote. Nekateri slapovi so namreč tudi pomembna ekonomska kategorija, saj so privlačni turistični cilj (Savica, Rinka, Peričnik) oziroma imajo vse možnosti, da to postanejo. Kot primer navajamo Savico, katero letno obiše 70.000 do 80.000 obiskovalcev (medmrežje 2), kar prinese v blagajno okoli 1,65 milijona evrov.

Za povprečnega izletnika, občudovalca narave je dovolj doživljanje slapa takega, kot je. Ne sprašuje se po njegovi vrednosti, a jo podzavestno dojema. Prav tako si niso belili glave s

takšnimi vprašanji naši predniki, čeravno bogato ljudsko izrazoslovje o slapovih (Sopot, Cuc, Šumik, Skok, Odcednik) priča, da so ljudje že davno tega »vrednotili« slapove in imeli do njih zelo osebni odnos (Skoberne 1988).

Varstvo slapov bi si moralo prizadevati ohranjati njihov čim bolj nemoten naravni razvoj. To seveda ne pomeni konzerviranja dediščine (ohranjanje stanja), marveč ohranjanje procesov. Razvoj lahko vodi v nastanek še višjega ali mogočnejšega slapa ali pa v drugo obliko naravnih pojavov, kot so brzice, skočniki in podobno.

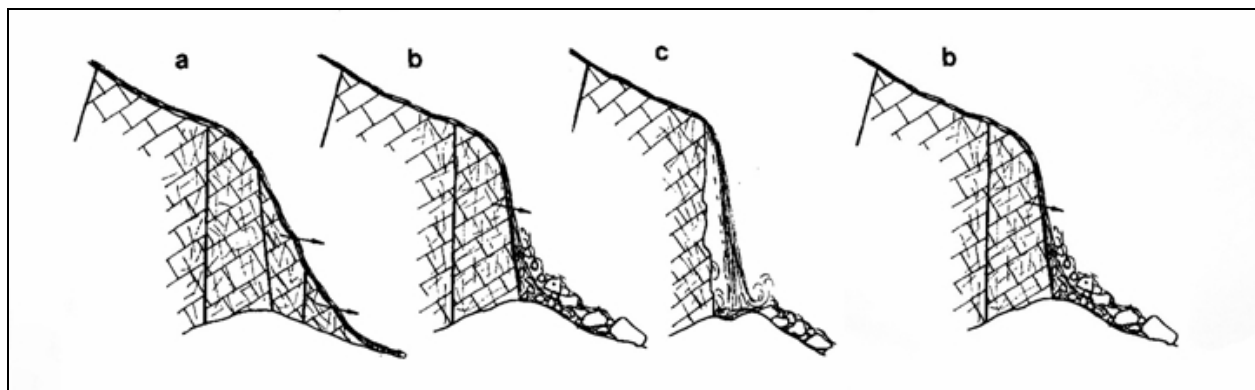
Popolnoma drugačno je naše ravnanje s kulturno dediščino. Slovenija se ponaša z burno zgodovino, katero sta v prvi polovici 20. stoletja zaznamovali zlasti obe svetovni vojni, zato je tovrstnih ostalin veliko. O strokovnih osnovah za njihovo uvrstitev med dediščino govori celo Malteška konvencija, katero je ratificirala tudi Slovenija (medmrežje 1).

Dobršen del te bogate dediščine je bil podrobno proučen, dokumentiran in evidentiran. Ob tem je treba skrbno pretehtati, kako z njo ravnati. Marsikaj, pravzaprav veliko večino dediščine, lahko prepustimo zobu časa in narava bo slej ko prej prekrila sledove vojne, na primer v gorah nad Sočo (Keršič Svetel 2003). Določene elemente pa je treba ohraniti, tudi rekonstruirati in poskrbeti za njihovo predstavitev in interpretacijo, saj kulturna dediščina povezuje družbo, krepi identiteto ter je pomemben spodbujevalec trajnostnega razvoja in kulturnega turizma.

#### 4 PODOR SLAPOTVORNE STOPNJE SLAPU ČEDCA

Slap Čedca se nahaja nad Jezerskim v naravnem amfiteatru na koncu ledeniške doline, imenovane Makekova kočna. Slap ni pretirano poznan, čeprav je s 130 m višine veljal za najvišjega v Sloveniji. Viden je že od daleč, ko pada prek rdečkastih sten, katere so obarvale železove in aluminijeve primesi v prelomljenem in pregnetenem dolomitu ter lapornem apnencu s plastmi laporja (Ramovš 1983). Slap napaja kratek potok, snežnica izpod zasneženih krnic Jezerske Kočne in Velikega kupa, najbolj vodnat pa je od konca aprila do začetka junija, ko se tali sneg, in ob večjih deževjih. Tudi pod slapom teče potok površinsko le nekaj sto metrov, potem voda ponikne v peščena in gruščnata tla, suha struga pa se zajeda v dolino. Ob nalivih se sicer krotki potoček spremeni v besneč hudournik. Dokaze najdemo v gozdu, ki je na široko zasut z naplavljenim prodom.

Skalne stene oklepajo slap na višini okoli 1200 m v ozko korito. Tu se je v preteklosti, vendar že v zgodovinski dobi (Ramovš 1983) odlomil severni rob hriba. Nastala je več kot sto metrov visoka stena, čez katero pada Čedca. Pred tem je potok verjetno tekkel po manj strmih bregu in ustvarjal le kakšen manjši slap (Kušljan 2008). Čeprav sodi Čedca po nastanku med mlajše slapove, Ramovš (1983) navaja, da so ji dnevi šteti, kar se je zgodilo 25 let kasneje.



Slika 2: Shematski prikaz nastanka Čedce po fazah. S podorom se je slap vrnil v fazo »b« (Ramovš 1983, 14).

Zaradi obilnih padavin in taljenja snega se je konec maja 2008 skalno pobočje okoli slapa Čedca začelo podirati. Do 12. junija je sledilo več manjših in najmanj dva večja skalna podora, tako da je bilo obsežnejše območje popolnoma spremenjeno, slapa Čedca pa praktično ni več (Klabus 2008). Proces podiranja se nadaljuje in kaže, da se bo še nekaj časa. Posledica podora je bilo obsežno sproščanje gradiva ter zablaten vodni tok, ki je povzročil zamuljanje vršaja in prodišč v zgornjem in srednjem delu doline, blatna voda pa je po močnejših padavinah pritekla vse do zaselka nad Grabnarjem na Zgornjem Jezerskem, kar je povzročilo dodatno vznemirjenje prebivalcev.



*Sliki 3 in 4: Čedca pred in po podoru slapotvorne stopnje (fotografija: levo - Matej Gabrovec, desno - Bojan Erhartič).*

Hudournik izpod Čedce po nekaj sto metrih priteče iz grape na vršaj, imenovan Peski. Zgornji del vršaja je reguliran z daljšim nasipom, ki usmerja odlaganje naplavin proti zahodni strani doline, stran od Makekovega posestva. Nižje se prava struga razgubi, voda razpršeno vijuga po nanosih, premešča gradivo ter zasipava gozdne sestoje. Blatna voda, ki je posledica spiranja podrtega gradiva ter lapornih plasti na odlomu, povzroča zamuljanje vršaja, kar preprečuje ponikanje. Vodni tokovi zato tečejo naprej po prodiščih in skozi gozdne sestoje ter pritečejo na travnike Makekovega posestva, kjer voda zastaja, ter jih prekriva z blatom. Kadar je vode veliko, teče še naprej in se steka po neizrazitem jarku ob dovozni cesti vse do zaselka nad Grabnarjem. V preteklosti je voda že nekajkrat preplavila okolico hiš v tem zaselku ter se po cestah in travnikih prelivala tudi do regionalne ceste Kranj – Jezersko (Klabus 2008).



## 5 BOLNICA FRANJA IN POPLAVE V SOTESKI PASICE

Med manj odpornimi kamninami strmih južnih pobočij grebena od Blegoša do Porezna je debela gmota neskladnega apnenca, v katerega si je v prelomni coni potok Pasica vrezal sotesko, naravno vrednoto državnega pomena (geomorfološka, hidrološka in botanična) (medmrežje 3). Zaradi brzic, slapov, prepadnih sten in zanimivih oblik delovanja vode, je divje ozračje soteske privabljal ljudi že krepko pred izgradnjo bolnice. Leta 1907 je Slovensko planinsko društvo nadelalo pot skozi sotesko, ki pa je po prvi svetovni vojni utonila v pozabo, saj je bilo pod Italijo delovanje planinskega društva prepovedano (Skoberne 1988).

Pozabljena soteska je bila kot nalašč za izgradnjo partizanske bolnišnice Franje, ki je nepretrgoma delovala skoraj leto in pol in je Nemci niso nikoli odkrili. Trinajst barak je bilo spretno maskiranih in postavljenih v najožjem delu soteske, naravne razmere pa so poskrbele za sicer težaven, a kar je najpomembneje, skrit dostop (Pavlovec 1997). Bolnišnica je sredi okupiranega ozemlja, komaj štiristo metrov zračne črte oddaljena od ceste, izjemno opravljala svoje humanitarno poslanstvo. V Franji so v dobrem letu oskrbeli okoli 900 ranjencev, kar je zavidljivo visoko število za bolnišnico, ki je morala delovati na zasedenem območju v najstrožji tajnosti, brez zagotovljenega vira hrane in sanitetnega materiala. V sklopu bolnice je bila velika baraka z rentgenom in operacijsko sobo, samostojno je delovala manjša električna centrala (medmrežje 4).

Le dobra dva meseca po tem, ko je osebje z zadnjimi ranjenci zapustilo barake, so si prvi obiskovalci ogledali partizansko bolnišnico v soteski Pasice. Že leta 1947, 60 let pred uničujočimi poplavami, je bila Franja razglašena za kulturni spomenik, katerega je letno obiskalo več tisoč obiskovalcev, lahko pa so si ogledali skoraj vse objekte z ohranjenim inventarjem. Leta 2000 je Ministrstvo za kulturo predlagalo Bolnico Franjo za uvrstitev na seznam svetovne dediščine Unesca (medmrežje 4).

Načrte so prekrižale visoke vode hudourniškega potoka Pasica, ki so 18. septembra 2007 tako rekoč odplavile Partizansko bolnišnico Franjo in dostopno pot. Od barak sta ostali le dve; ena je močno poškodovana, saj ji je ujma prestavila temelje. Najbolje je ohranjena baraka, ki je služila kot delavnica in soba za komisarja, čeprav sta tudi vanjo vdrla voda in blato. Objekt je glede na splošno stanje dobro prestal neurje, kar je izredno pomembno, saj je bil izmed vseh stavb najbolj avtentičen. Vse ostale barake je voda odnesla ali pa so njihovi deli ostali na velikem kupu v bližini najnižje ležečega objekta (medmrežje 1).

Obnova (popolna rekonstrukcija) spomenika je v teku. Naloga predstavlja poseben izziv ob dejstvu, da je materialna dediščina v veliki meri izgubljena, medtem ko ostaja živa njena sporočilnost kot pomnik humanosti. Celovita sanacija lahko pomeni za Franjo tudi priložnost, da se uredi vsa potrebna infrastrukturo (sanitarije, dostop za invalide) in zagotovi varnost obiskovalcev (padajoče kamenje).



Slika 5: Ostanke Bolnice Franja po vodni ujmi (hrani: fototeka Cerkljanskega muzeja).

## 6 DEDIŠČINA IN NARAVNE NESREČE

V osnovi delimo dediščino na naravno in kulturno, čeprav gre v mnogih primerih dejansko za prepletanje obeh. Načeloma zagovarjamo enotnost obeh področij, v luči naravnih nesreč pa je ločitev dediščine na naravno in kulturno smiselna. Področji sta v Sloveniji od leta 1999 ločeni tako zakonsko kot organizacijsko. Zakon o ohranjanju narave (Uradni list RS 96/2004) je termin naravna dediščina tudi nadomestil z izrazom naravna vrednota. O upravičenosti obnove kulturne dediščine po naravni nesreči ne kaže dvomiti, zanimivejša je diskusija, kako ravnati v primeru izgube naravne dediščine.

Slap Čedca je geomorfološka in hidrološka vrednota državnega pomena. Na ožjem območju spada med naravne vrednote tudi celotna ledeniška dolina Makekova kočna, znotraj nje pa še posamezni deli narave, na primer ledeniški balvan v bližini nekdanjega smučišča, Makekova lipa in tisa. Na pobočjih vzhodno od dolinskega dna se nahajajo tako imenovani Podni, gozdni rezervat in ekosistemska naravna vrednota (medmrežje 3). Ko je nastajal predlog za ustanovitev Regijskega parka Kamniško Savinjske Alpe, je stroka predlagala, da se v bodoči park vključi vsaj del naravne vrednote Makekova kočna z melišči, rušjem, varovalnimi gozdovi ter Čedco kot najvišjim slapom v Sloveniji (medmrežje 5).

Gre torej za naravovarstveno in turistično pomembno območje in naravno vrednoto, ki je bila zaradi podorov popolnoma spremenjena. Podori v pokrajini povzročajo spremembe v vseh treh območjih svojega delovanja, in sicer na mestu nastanka, na območju svoje poti v dolino, pa tudi na območju, kjer se gradivo ustavi (Komac in Zorn 2009). Njihove posledice so vidne v naravi (naravnogeografski učinki), vplivajo pa tudi na človeka (družbenogeografski učinki). Pri podoru v Makekovi kočni smo opazovali predvsem naravnogeografske učinke, saj se je sprožil na nenaseljenem območju in od antropogenih

elementov v pokrajini poškodoval le stezo, zasul del gozda ter zamuljil nekaj travnikov v dolini. Vendar v danem primeru ni šlo zgolj za enkratni dogodek, temveč za proces, saj je nadaljevanje podiranja zelo verjetno. Obstaja možnost obsežnejše porušitve, kar bi lahko v primeru istočasnega močnejšega deževja (ali taljenja snega) povzročilo bolj ali manj obsežen drobirski ali blatni tok neznanih posledic in dimenzij. Vsekakor so ogrožene površine v Makekovi kočni (gozdni sestoji, gozdna cesta in vlake) ter morda del zaselka nad Grabnarjem, objekti Makekove kmetije pa so najverjetneje izven ogroženega območja, saj se nahajajo nekoliko višje na pobočju (Klabus 2008).

Podor je sicer izreden dogodek, a v naravi nekaj povsem običajnega. Razlika med erozijo, ledeniškim preoblikovanjem površja, nastajanjem krasa in podorom je le v tem, da lahko podor kot nenaden dogodek opazujemo v realnem času, kar je za znanost še kako pomembno.

Tovrstni pojavi so torej dokaz o hitrem spreminjanju površja in nosijo v sebi tudi vzgojno-izobraževalni pomen. Čeprav je reliefna oblika izgubila prvotni videz, na podlagi katerega je postala naravna vrednota, ni razloga, da bi govorili o izgubi dediščine, marveč o prevrednotenju le-te.

Podor v Makekovi kočni vidimo kot dogodek oziroma proces, ki ni resneje ogrozil človeka in njegovega imetja, zato ne gledamo nanj kot na naravno nesrečo. Gre preprosto za naraven dogodek v dobro ohranjenem naravnem okolju, za novo »plast« v pokrajini (Selman 2006; Urbanc 2002), ki je prinesla prostoru novo kvaliteto. Po svetu je kar nekaj krajev in območij, ki so zaradi naravne nesreče v preteklosti pridobili na pomenu v turizmu: Dobrač v Avstriji, Vezuv s Pompeji v Italiji, podor nad vasjo Derborence v Švici, kjer je nastala slikovita in razgibana pokrajina z zaježitvenim jezerom, naravni spomenik vulkan Sveta Helena... Da bi se kaj podobnega zgodilo s Čedco in širšim območjem Makekove kočne je malo verjetno, čeprav naravnih vrednot v prostoru ne manjka!

## 7 SKLEP

Slovenija je gorata in hribovita dežela, kjer naravne danosti omogočajo razvoj erozijskih in hudourniških pojavov, zato nas tudi v prihodnje naravne ujme ne bodo obšle. Škode zaradi naravnih nesreč je s sistematičnimi, dolgoročno načrtovanimi celostnimi in trajnostno naravnanimi ukrepi sicer mogoče zmanjšati, vendar le redko v povezavi z naravno in kulturno dediščino. Ukrepi, kot je izogibanje »nevarnim« območjem in številni drugi preventivni ukrepi so brezpredmetni, saj nepremične dediščine ne moremo in ne smemo prestaviti. Slednje bi brez dvoma pomenilo izgubo dediščine. Bolnica Franja je namreč odsev prilagoditve takratnim (družbenim in naravnim) razmeram. Merila za izbiro lokacije so bila težka dostopnost, odmaknjenost in skritost. S prestavitvijo Franje na novo lokacijo bi bolnica izgubila svojo privlačnost, kar bi vodilo v zmanjšanje turističnega potenciala. Na dnu soteske in v povirju lahko s tehničnimi ukrepi delno zmanjšamo moč poplavne vode, vendar je ne moremo preprečiti. Poplave leta 2007 pa niso bile edina naravna nesreča, ki je doletela Franjo. Januarja 1989 jo je močno prizadel kamniti podor (8000 m<sup>3</sup>), ki je uničil 3 barake. Za podornim gradivom je zastajala voda, ki je predstavljala še večjo grožnjo, a je bil material z velikim finančnim vložkom odstranjen, bolnica pa sanirana (Bevk 1989). Obnavljanje kulturne dediščine je bilo v interesu vseh, saj ima Franja za Slovence simbolni pomen in krepi narodno identiteto.

Pri ohranjanju naravne dediščine je bistveno spoznanje, da ne varujemo pred naravo, temveč pred človekom, za človeka. Ohranjamo naravo, ki je v dinamičnem ravnotežju in postopnem spreminjanju. V te procese naj se človek ne vmešava, v primeru, da je ogroženo življenje, imetje, naj jih le usmerja!

## **8 VIRI IN LITERATURA**

- Bevk, S. 1989: Plaz ogrozil bolnišnico Franjo. Ujma 3. Ljubljana.
- Bevk, S. 1999: Franja, muzej človeške plemenitosti. Idrija.
- Chorley, R. J., Schumm, S. A., Sugden, D. E. 1984: Geomorphology. London.
- Keršič Svetel, M. 2003: Naravne, kulturne in duhovne vrednote Julijskih Alp in dileme njihovega ohranjanja. Medmrežje: <http://www.zrc-sazu.si/uneggn/tnp/Kersic.doc> (25. 11. 2008).
- Klabus, A. 2008: Poročilo o posledicah podora Četca v Makekovi koči nad Jezerskim. Elaborat. Vodnogospodarsko podjetje Kranj. Kranj.
- Komac, B., Zorn, M. 2009: Pokrajinski učinki skalnega podora v Pologu. Geografski vestnik 81-1. Ljubljana.
- Kušljan, R. 2008: Slapovi. Ljubljana.
- Medmrežje 1: <http://www.zvkds.si/> (1.10. 2008).
- Medmrežje 2: <http://kazalci.arso.gov.si/kazalci/> (1. 10. 2008).
- Medmrežje 3: <http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/> (30. 9. 2008).
- Medmrežje 4: <http://whc.unesco.org/en/tentativelists/1433/> (1. 10. 2008).
- Medmrežje 5: [http://www.parki-v-ustanavljanju.mop.gov.si/rpkasa/strokovni\\_predlog\\_zavarovanje\\_rpkasa.pdf](http://www.parki-v-ustanavljanju.mop.gov.si/rpkasa/strokovni_predlog_zavarovanje_rpkasa.pdf) (30. 9. 2008).
- Močnik, B. 2008: Partizanska bolnica Franja, evropska dediščina, ki je ni (več). Delo, 28. 06. 2008. Ljubljana.
- Pavlovec, R. 1997: Geotopes interconnected with cultural and historical monuments. Medmrežje: [http://www.progeo.se/news/97\\_4f/index.html](http://www.progeo.se/news/97_4f/index.html) (1. 10. 2008).
- Ramovš, A. 1983: Slapovi v Sloveniji. Ljubljana.
- Ribičič, M., Vardjan, F., Bevk, S. 1990: Kako je potekala sanacija Partizanske bolnišnice Franje. Ujma 4. Ljubljana.
- Selman, P. 2006: Planning at the Landscape Scale. London.
- Skoberne, P. 1988: Sto naravnih znamenitosti Slovenije. Ljubljana.
- Sparks, B.W. 1972: Geomorphology. London.
- Urbanc, M. 2002: Kulturne pokrajine v Sloveniji. Geografija Slovenije 5. Ljubljana
- Vogel, M. 2008: Spomenik v soteski, kjer nevarnost nikoli ne spi, Obnova Partizanske bolnice Franja. Delo, 30. 8. 2008. Ljubljana.
- Zakon o ohranjanju narave. Uradni list Republike Slovenija 96/2004. Ljubljana.



## **RAZISKAVE VPLIVA LEDENIŠKO-REČNIH SEDIMENTOV V BOVŠKI KOTLINI NA POTRESNO NIHANJE TAL IN RANLJIVOSTI STAVB Z METODO MIKROTREMORJEV**

Andrej GOSAR<sup>a, b)</sup>

<sup>a)</sup> Agencija RS za okolje, Urad za seizmologijo in geologijo, Dunajska 47, 1000 Ljubljana, e-pošta: andrej.gosar@gov.si

<sup>b)</sup> Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Aškerčeva 12, 1000 Ljubljana

### **IZVLEČEK**

Potresno nihanje tal se poveča ob prehodu seizmičnih valov iz skalne podlage v mehkejše sedimente blizu površja. Ojačenje je največje v območju lastne frekvence sedimentov, ki jo določimo z analizo majhnih vibracij tal – mikrotremorjev. Z meritvami v stavbah pa ocenimo njihovo osnovno frekvenco nihanja in s tem območje povečane ranljivosti. S primerjavo frekvenc tako ocenimo nevarnost resonance med tlemi in stavbami. V Bovški kotlini, ki sta jo prizadela potresa 1998 in 2004, smo resonančne učinke raziskali s 124 meritvami mikrotremorjev na prostem ter z meritvami v 20 stavbah. Frekvenčno območje stavb je med 7 in 11 Hz in se prekriva s prevladujočo lastno frekvenco sedimentov, ki je med 6 in 12 Hz. Nevarnost resonance med tlemi in stavbami je v Bovški kotlini zato velika in je prispevala k večjim poškodbam stavb ob obeh potresih.

Ključne besede: mikrotremorji, potresno nihanje tal, resonanca, ledeniško-rečni sedimenti, Bovška kotlina, Slovenija

### **Study of the Influence of Glacio-Fluvial Sediments in the Bovec Basin on Seismic Ground Motion and Buildings Vulnerability with Microtremor Method**

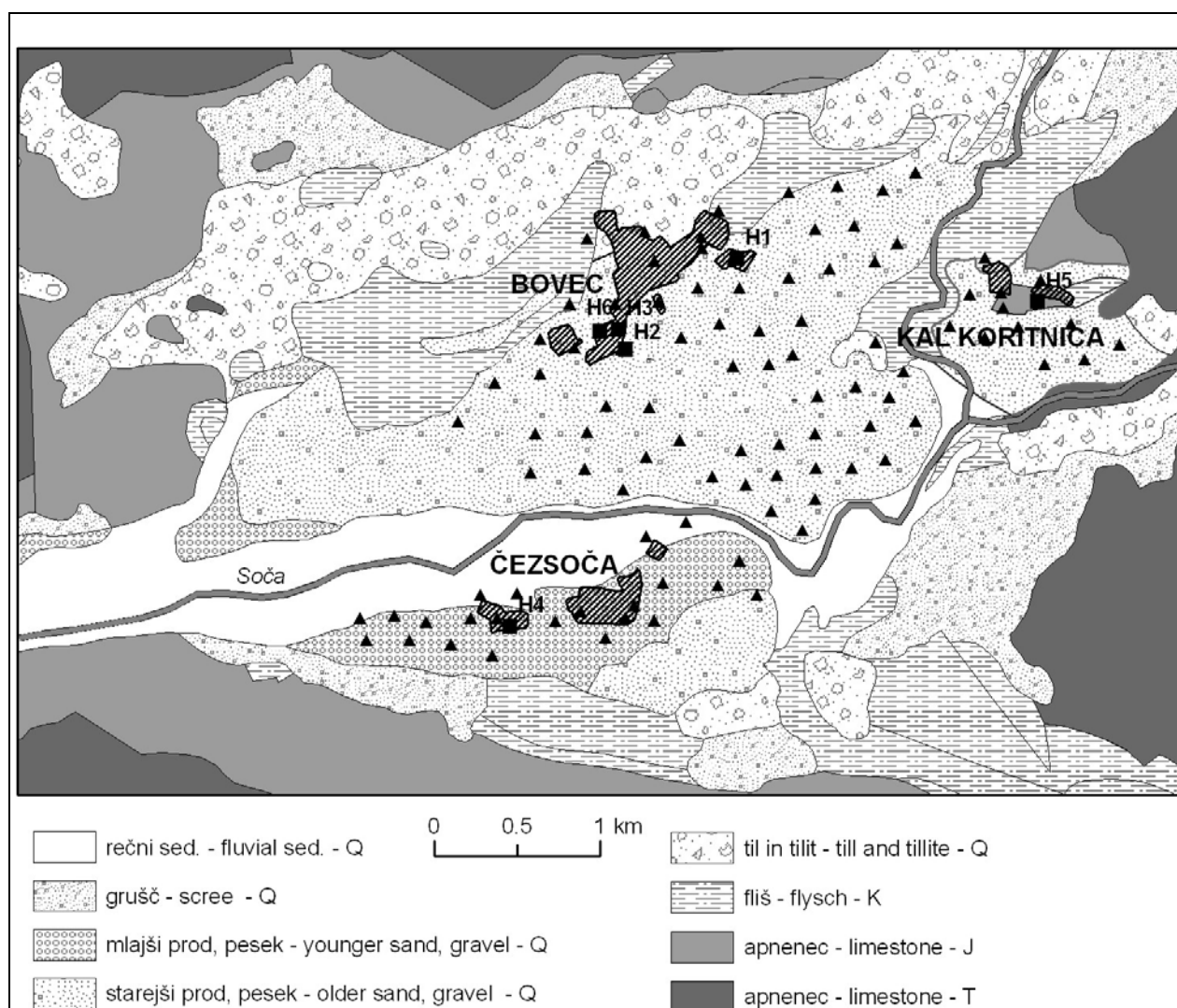
### **ABSTRACT**

When seismic waves travel from the rock through soft near-surface sediments the amplitude of seismic ground motion increases. Amplification is the highest at the fundamental frequency of sediments, which can be determined by analysis of small ambient vibrations called microtremors. Microtremor measurements inside buildings show their main resonance frequencies and thus the range of increased vulnerability. By comparing free-field and building frequencies a danger of soil-structure resonance can be assessed. In the Bovec basin, which has been struck by 1998 and 2004 earthquakes, the resonance effects were studied with 124 free-field microtremor measurements and measurements of 20 buildings. Frequency range of buildings is 7–11 Hz, which overlaps with predominant range of sediments frequency 6–12 Hz. The danger of soil-structure resonance in the Bovec basin is therefore considerable, and has contributed to increased damage caused by both earthquakes.

Key words: microtremors, seismic ground motion, resonance, glacial-fluvial sediments Bovec basin, Slovenia

## 1 UVOD

Značilnost potresov v letih 1998 in 2004 v Krnskem pogorju so bile razmeroma hude poškodbe stavb, predvsem pa presenetljive velike razlike v poškodbah med naselji (n.pr. v samem Bovcu), ki so bila podobno oddaljena od nadžarišča potresa. Pri tem seveda najprej pomislimo na različno potresno ranljivost stavb (Tomažević in ostali 2005; Godec in ostali 2006), ki je zagotovo prispevala svoj delež. Drugi pomemben dejavnik, ki lahko precej poveča potresno nihanje tal, pa je lokalna geološka zgradba. Poškodbe so še posebej velike, če pride do resonance nihanja tal in stavb. Pri raziskavah učinkov lokalnih tal v Bovški kotlini, ki je zapolnjena z raznovrstnimi ledeniškimi in rečnimi sedimenti, smo uporabili metodo mikrotremorjev.



Slika 1: Poenostavljena geološka karta Bovške kotline (po: Buser 1986; Jurkovšek 1986; Bavec in ostali 2004). Trikotniki označujejo meritve na prostem površju, kvadrati (H1-H6) pa meritve v hišah, ki so prikazane na sl. 4.

## 2 PREDHODNE RAZISKAVE

Na karti potresne nevarnosti Slovenije, ki podaja potresno intenziteto z lestvico MSK (Ribarič 1987), je Bovška kotlina v območju VIII. stopnje, na novejši karti projektnega

pospeška tal (Lapajne in ostali 2001) pa v območju pospeška 0,225 g. Ribičič in ostali (2000) so za uporabo s prvo karto izdelali karto mikrorajonizacije Bovške kotline v merilu 1: 10.000, na kateri so opredelili tri kategorije tal. Pri tem so uporabili geološko in geotehnično karto ter podatke iz plitvih geotehničnih vrtin. Geološka karta Bovške kotline (Buser 1986; Jurkovšek 1986; Bavec in ostali 2004) je prikazana na sliki 1. V 1. kategoriji so karbonatne kamnine, v 2. kategoriji fliš in rečni sedimenti (prod) večje debeline, v 3. pa ledeniški sedimenti, jezerska kreda in rečni sedimenti manjše debeline. Velikih razlik v stopnji poškodb stavb predvsem v različnih predelih Bovca s to potresno mikrorajonizacijo ni mogoče v celoti pojasniti.

Predhodne raziskave z mikrotremorji in modeliranjem na podlagi rezultatov geofizikalnih raziskav po potresu 1998 (Gosar in ostali 2001) so pokazale, da so razlike v lastni frekvenci sedimentov in v ojačenju potresnega nihanja tal v Bovški kotlini velike. Ugotovljene razlike med Malo vasjo in osrednjim delom Bovca ter med dvema deloma Kal-Koritnice se dobro ujemajo z razlikami v stopnji poškodb in kažejo, da so bile v nekaterih predelih poškodbe verjetno večje zaradi resonančnih učinkov med tlemi in stavbami. Na podlagi teh rezultatov smo se odločili za sistematične raziskave celotne Bovške kotline. Raziskave smo izvedli v okviru mednarodnih projektov: NATO Znanost za mir – Ocenjevanje lokalnega ojačenja potresnega nihanja tal in ranljivosti objektov in Interreg IIIB Alpski prostor – Potresna nevarnost v alpskih dolinah.

### **3 METODA MIKROTREMORJEV**

Med metodami za ocenjevanje vpliva lokalne geološke zgradbe na potresno nihanje tal se je v zadnjem desetletju uveljavila metoda mikrotremorjev (Mucciarelli in Gallipoli 2001; Bonnefoy-Claudet in ostali 2006; Gosar 2007a), ki temelji na meritvah majhnih vibracij tal naravnega in umetnega izvora. Spektralno razmerje med zapisom mikrotremorjev na vodoravni in navpični komponenti (HVSr – Horizontal to Vertical Spectral Ratio) poda lastno frekvenco sedimentov, odloženih na skalni podlagi. Metoda mikrotremorjev ima številne prednosti pred drugimi metodami raziskav lokalnih učinkov, ki zahtevajo dolgotrajno opazovanje potresov in analizo njihovih spektralnih razmerij ali pa obsežne in drage geofizikalne raziskave ter vrtanje za določitev hitrostne zgradbe strižnih valov v globini ter modeliranje (Bard 1999). Predvsem na območjih, kjer se lastnosti sedimentov ali njihova debelina zelo spreminjajo, je z drugimi metodami skoraj nemogoče zagotoviti dovolj gosto mrežo meritev, da bi bili rezultati reprezentativni. Pomanjkljivost metode mikrotremorjev je, da ne podaja celotnega spektra, v katerem pride do ojačenja potresnega nihanja tal, ampak le osnovno resonančno frekvenco. Prav tako ta metoda ne poda dejanske amplitude ojačenja.

Pozneje se je uporaba mikrotremorjev razširila tudi na meritve v stavbah, kjer ocenjujemo njihovo osnovno frekvenco nihanja v vzdolžni in prečni smeri in tako določimo območje povečane ranljivosti (Gallipoli in ostali 2004). S primerjavo lastne frekvence sedimentov in zgradb lahko kvantitativno ocenimo nevarnost resonance med tlemi in stavbo ob potresu, ki pogosto povzroči večje poškodbe.

### **4 RAZISKAVE Z MIKROTREMORJI V BOVŠKI KOTLINI**

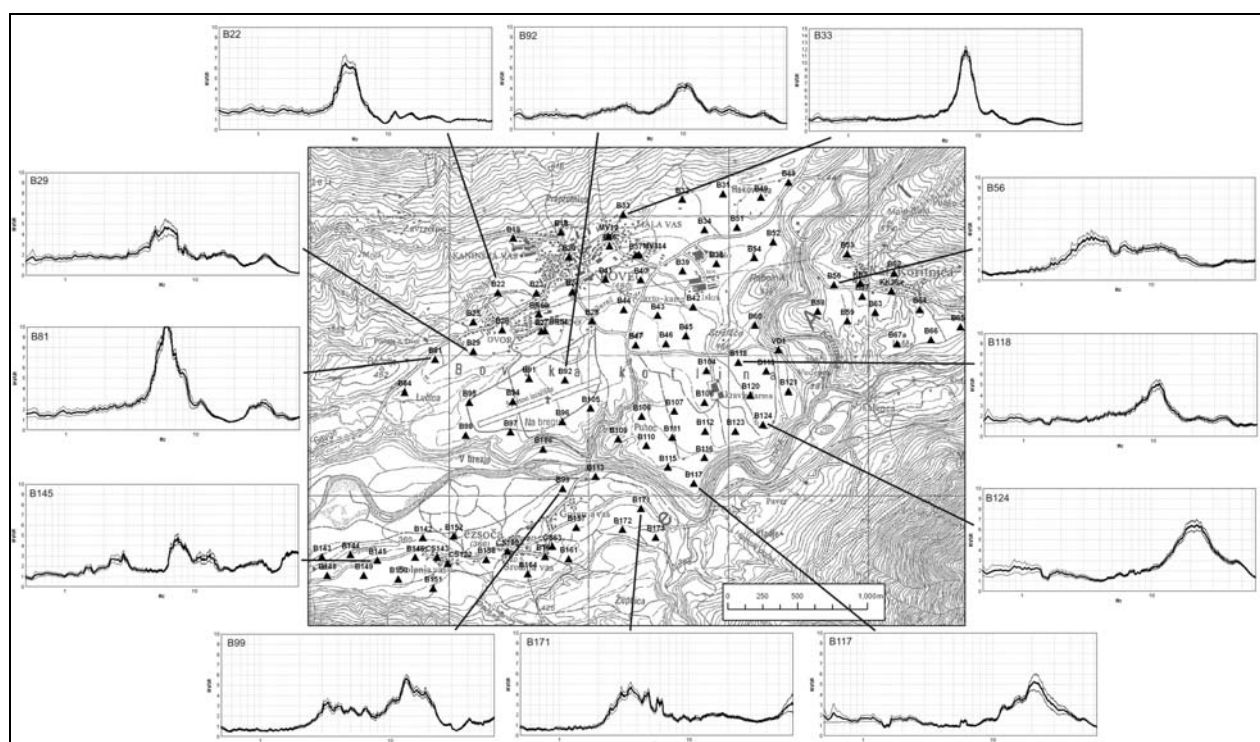
Raziskave v Bovški kotlini so obsegale meritve na prostem površju za določitev lastne frekvence sedimentov in meritve v dvajsetih izbranih stavbah (Gosar 2007b). Izvedli smo jih s seizmografii Tromino (Micromed), ki so bili razviti posebej za meritve mikrotremorjev in so sestavljeni iz trikomponentnega elektrodinamičnega senzorja in regulatorja v skupnem ohišju.



#### 4.1 Meritve na prostem površju

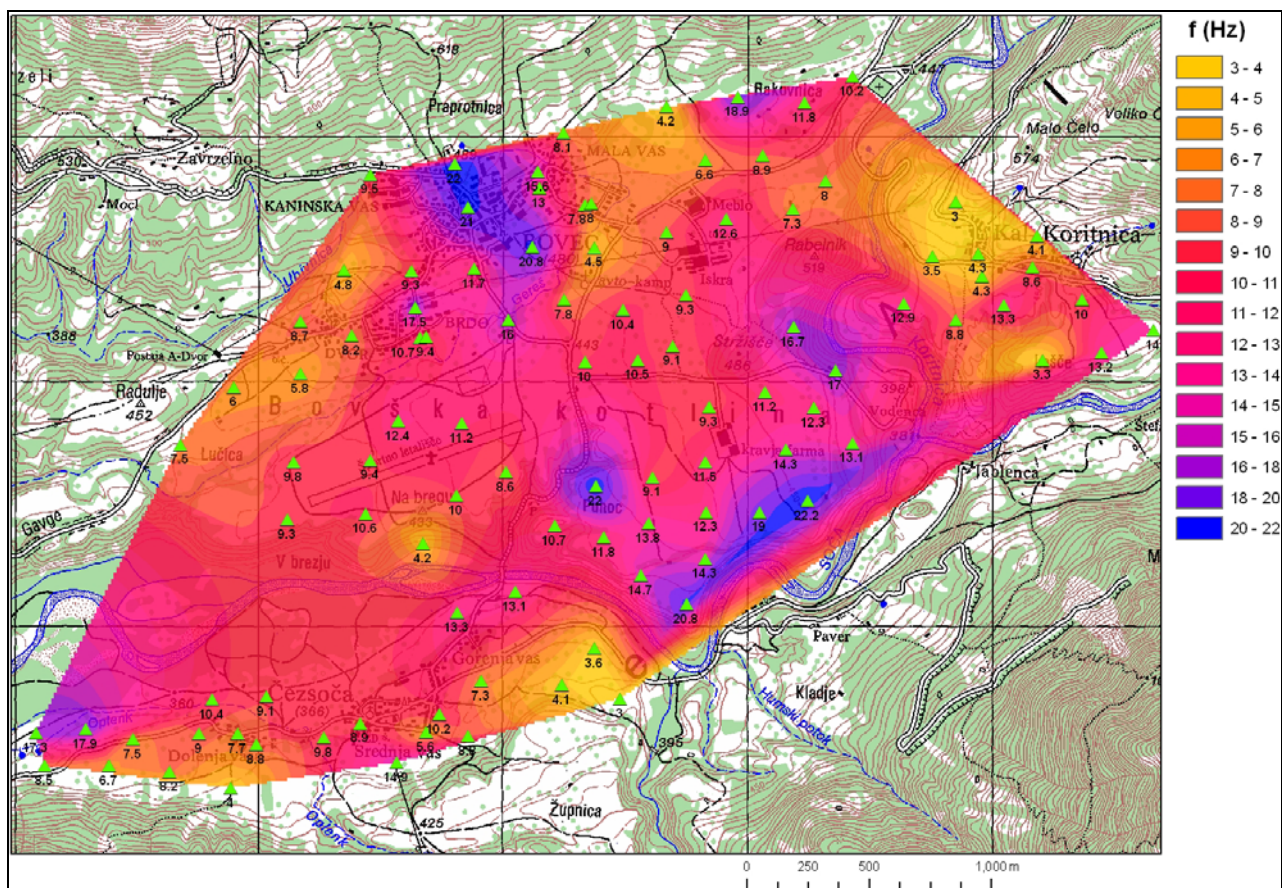
Meritve smo izvedli na 7 km<sup>2</sup> velikem območju v mreži točk gostote okoli 200 m x 200 m (slika 1). To območje se ujema z raztezanjem kvartarnih sedimentov in obsega Bovec, Čezsočo in Kal-Koritnico. Meritve smo izvedli na skupno 124 točkah, ki so bile izbrane tako, da smo se čimbolj izognili vplivu seizmičnega nemira. Največ seizmičnega nemira je bilo na območju Čezsoče, kjer je potekalo obnavljanje poškodovanih stavb in na območju industrijske cone Bovca. Na vsaki točki so meritve trajale dvajset minut.

Podatke smo obdelali po naslednjem postopku. Celotni zapis smo razdelili v 40 oken dolžine po 30 sekund in izločili vsa okna z močnejšimi kratkotrajnejšimi motnjami. Nato smo izračunali amplitudne spektre in spektralno razmerje geometrijskega povprečja obeh vodoravnih komponent z navpično komponento. Končni rezultat je povprečna krivulja spektralnega razmerja za vsa upoštevana okna s 95 % intervalom zaupanja. Frekvenca, pri kateri ima krivulja vrh, ustreza lastni frekvenci sedimentov do prvega izrazitega kontrasta v strižni hitrosti seizmičnih valov, ki predstavlja mejo s tršimi kamninami.



Slika 2: Značilni primeri krivulj spektralnega razmerja mikrotremorjev v Bovški kotlini.

Slika 2 kaže značilne primere krivulj spektralnega razmerja. Na 104 točkah je bilo mogoče zanesljivo določiti frekvenco spektralnega vrha, pri drugih 20 meritvah pa zaradi različnih razlogov (neizrazit vrh, več vrhov, motnje) to ni bilo mogoče. Na podlagi uspešnih meritev smo izrisali karto lastne frekvence sedimentov (slika 3), ki kaže velik razpon vrednosti med 3 in 22 Hz. Večina raziskanega območja (Bovška terasa, Čezsoča, Kal-Koritnica) je v območju med 6 in 12 Hz (B33, B92, B118, B145 na sliki 2), ki so na karti označeni z odtenki rdeče barve. Nižje frekvence (3-6 Hz) so značilne za obrobje kotline (B22, B171, B56), kjer izdajajo flišne kamnine. Zelo visoke frekvence (18-22 Hz) smo ugotovili na dveh območjih. V osrednjem delu Bovca jih lahko povežemo z zelo tanko plastjo tila (morena) in peščenega peska, ki prekriva flišno podlago. Na jugovzhodnem robu karte (B117, B124) jih lahko razložimo s plitvo ležečo plastjo konglomerata, ki je sicer vidna le v strmi steni nad Sočo.



Slika 3: Karta lastne frekvence sedimentov, izdelana na podlagi meritev mikrotremorjev. Trikotniki označujejo meritve, številke pa lastno frekvenco.

Domneva ob začetku raziskave, da naj bi meritve mikrotremorjev pokazale najizrazitejši kontrast v seizmični hitrosti med kvartarnimi sedimenti in flišno podlago, se je izkazala za napačno. Pričakovali smo namreč, da bodo najnižje frekvence v osrednjem delu kotline, kjer so sedimenti najdebelejši, proti obrobju pa naj bi se z njihovim tanjšanjem ustrezno zviševale. Dobili pa smo drugačen rezultat. Razlog je velika raznovrstnost kvartarnih sedimentov (slika 1), ki so deloma ledeniški (til in tilit) deloma rečni (pesek, prod, konglomerat). Kaže, da sprijetost teh sedimentov v konglomerat in tilit (sprijeta morena) toliko spremeni njihove geomehanske lastnosti, da v stiku z nesprijetimi sedimenti (pesek, prod, til) predstavljajo dovolj izrazito hitrostno mejo, da se ta kot najplitvejši hitrostni kontrast odraži v spektralnem razmerju mikrotremorjev. Prisotnost konglomerata ali tilita v sedimentih ima torej velik vpliv na njihovo lastno frekvenco. Karta lastne frekvence (slika 3) zato ne odraža celotne debeline kvartarnih sedimentov, ki je po rezultatih geoelektričnih raziskav v profilu med Bovcem in Čezsočo od 0 m na obrobju do 100 m v osrednjem delu Bovške kotline (Gosar in ostali 2001).

Ker v osrednjem delu Bovške kotline ni globokih vrtin, ne poznamo razprostranjenosti sprijetih sedimentov. Glede na spreminjanje lastne frekvence lahko sklepamo le, da zgornja meja konglomerata vpada od jugovzhoda (točki B117, B124 na sliki 2), kjer se nahaja v globini, manjši od 10 m, proti severu in severozahodu.

Poleg lastne frekvence smo analizirali tudi amplitude vrhov spektralnega razmerja mikrotremorjev. Amplituda je po teoriji odvisna predvsem od hitrostnega kontrasta in ne podaja dejanskega ojačenja nihanja tal. Analize meritev v Bovški kotlini so pokazale, da so amplitude v širokem razponu med 2 in 12 in da se zaradi raznovrstnosti sedimentov zelo

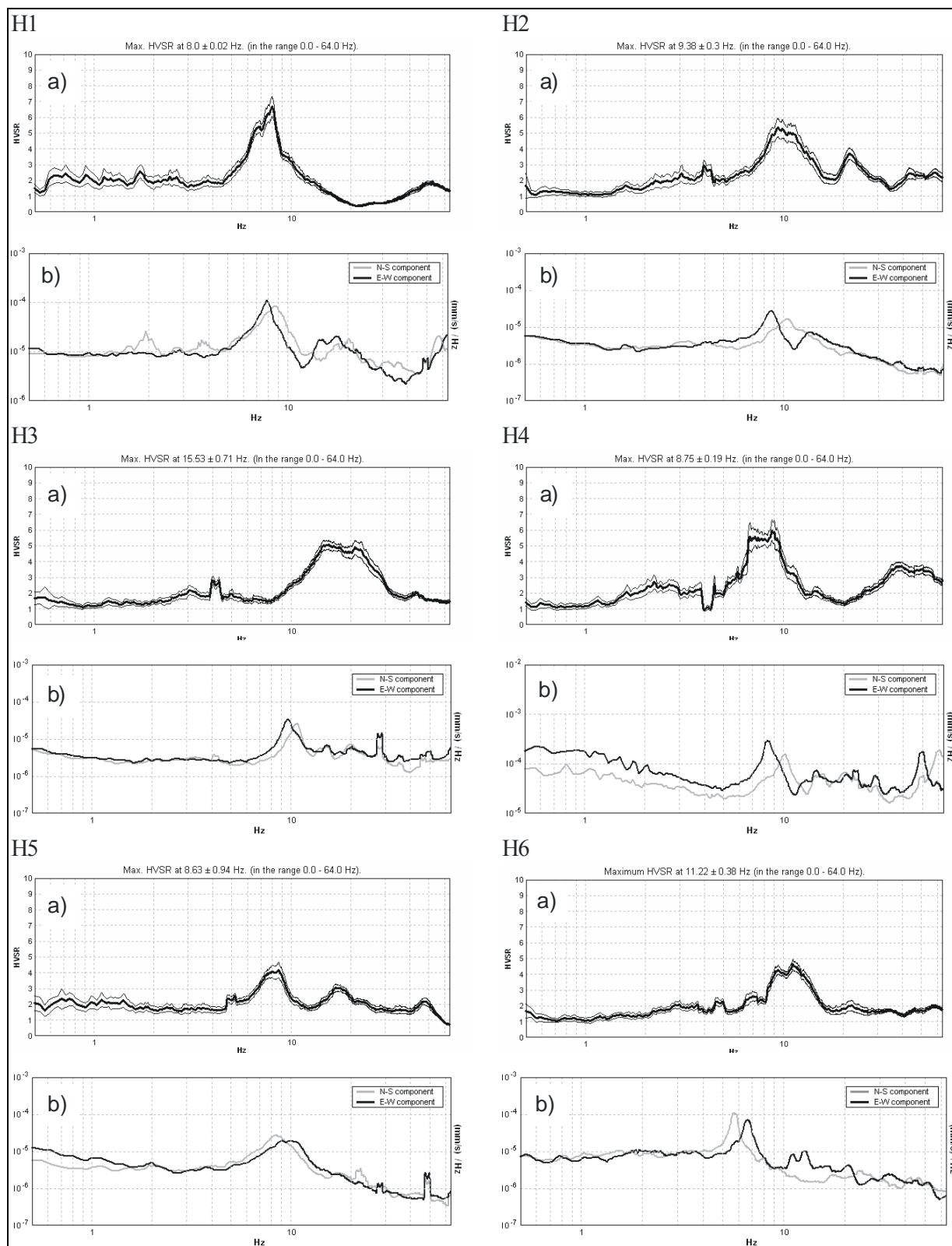
spreminjajo tudi na majhnih razdaljah. Na točkah B29 in B81 (slika 2), ki sta med seboj oddaljeni le 200 m, sta npr. ugotovljeni skoraj enaki lastni frekvenci (6,0 in 6,2 Hz), pripadajoča vrhova pa imata zelo različni amplitudi (4,5 in 11).

#### 4.2 Meritve v stavbah

Osnovne frekvence nihanja stavbe so odvisne predvsem od njene višine (št. etaž). V Bovški kotlini prevladujejo dvonadstropne hiše, nekaj pa je tudi večnadstropnih stavb. Starejše stavbe imajo večinoma kamnito zidovje, novejše pa opečnato (Tomažević in ostali, 2005; Godec in ostali, 2006). Z metodo mikrotremorjev smo raziskali dvajset stavb v Bovcu, Čezsoči in Kal-Koritnici. Enajst stavb je dvonadstropnih, šest trinadstropnih in tri štirinadstropne. Meritve smo izvedli v vseh etažah stavbe, in sicer v bližini masnega središča. Obdelava podatkov je potekala podobno kakor pri meritvah na prostem površju. Za oceno osnovnih frekvenc nihanja stavbe v vzdolžni in prečni smeri smo uporabili predvsem amplitudne spektre zapisov na obeh vodoravnih komponentah za meritve v najvišji etaži. V bližini stavbe, vendar dovolj daleč, da smo se izognili njenemu vplivu, smo izvedli tudi meritve na prostem površju, ki so omogočale primerjavo za oceno nevarnosti resonance med tlemi in stavbo.

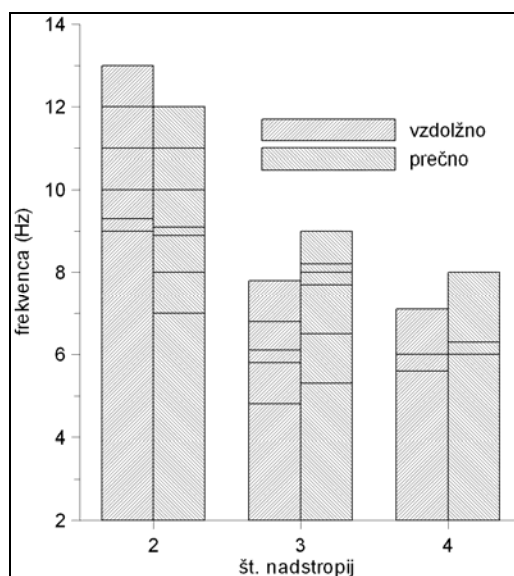
Slika 4 kaže rezultate analiz za šest stavb, tri na območju Brda v Bovcu, po ena pa na območju Male vasi v Bovcu, Čezsoče in Kala-Koritnice. Njihove lokacije so prikazane na sliki 1. Stavbe H1-H5 so dvonadstropne, H6 pa je trinadstropna. Za vsako stavbo sta prikazana dva diagrama: a) spektralno razmerje meritev na prostem površju, b) amplitudni spekter obeh vodoravnih komponent za meritve v najvišjem nadstropju. Komponenta "N-S" ustreza vzdolžni, komponenta "E-W" pa prečni smeri stavbe.

Pri dvonadstropni stavbi v Mali vasi (H1), ki je bila precej poškodovana ob obeh potresih, so meritve na prostem površju (8,0 Hz) in v stavbi (7,6 in 8,7 Hz) pokazale spektralne vrhove pri zelo podobnih frekvencah. To kaže, da je verjetnost, da je prišlo do resonance med tlemi in stavbo, velika. Pri potresu 1998 je bila ocenjena intenziteta v Mali vasi za celo stopnjo višja (VII EMS-98) kakor v drugih delih Bovca (VI EMS-98). Na območju Brda smo ugotovili, da se razmere precej spremenijo na relativno majhni razdalji. To je sicer splošna značilnost Bovca, kjer je geološka zgradba precej pestra, saj leži mesto deloma na ledeniških, deloma pa na rečnih sedimentih spremenljive debeline. Pri dveh dvonadstropnih hišah, ki sta oddaljeni le 100 m, smo pri prvi (H2) ugotovili verjetnost resonance, pri drugi (H3) pa ne, saj je lastna frekvenca tal pri H2 9,3 Hz, pri H3 pa 17,5 Hz, medtem ko sta osnovni frekvenci obeh stavb podobni (9-10 Hz). To se ujema s stopnjo poškodb ob obeh potresih. Trinadstropna stavba na tem območju (H6) ima nižji osnovni frekvenci (5,8 in 6,6 Hz), zato ob lastni frekvenci tal (11,2 Hz) možnosti za resonanco skoraj ni. V Čezsoči so bile nekatere stavbe leta 2004 bolj poškodovane kakor leta 1998, kar pa še ni pojasnjeno in je lahko povezano z nekoliko drugačnim mehanizmom pretrga ob Ravenskem prelomu in s tem drugačnim sevanjem potresnih valov iz žarišča potresa. Primer dvonadstropne hiše (H4) kaže, da so verjetni tudi resonančni učinki med tlemi in stavbami, saj se lastne frekvence tal (8,0 Hz) in stavbe (8,5 in 10,2 Hz) malo razlikujejo. V delu Kala-Koritnice (H5), ki je bil poškodovan ob obeh potresih, je primerjava lastne frekvence sedimentov (8,6 Hz) in stavbe (8,3 in 8,8 Hz) pokazala, da je verjetnost, da so bile poškodbe večje zaradi resonance med tlemi in objekti, velika.



Slika 4: Primerjava meritev mikrotremorjev na prostem površju in v stavbah za šest hiš v Bovški kotlini. Za vsako hišo: a) spektralno razmerje meritev na prostem površju, b) amplitudni spekter vodoravnih komponent za meritve v najvišjem nadstropju.

Prispevek raziskav vpliva resonance med tlemi in stavbami z mikrotremorji je predvsem ta, da omogoča z relativno preprostimi meritvami oceno obeh glavnih frekvenc nihanja. Za vseh dvajset izmerjenih stavb v Bovški kotlini sta vzdolžna in prečna frekvenca v odvisnosti od števila nadstropij prikazani na diagramu na sliki 5. Razlika v vzdolžni in prečni frekvenci je razmeroma majhna (0,5-2 Hz). Dvonadstropne hiše, ki prevladujejo, imajo frekvenco v razponu 7-13 Hz, tri- in štirinadstropne stavbe pa v razponu 5-9 Hz. Med tri- in štirinadstropnimi stavbami ni značilne razlike. Pri nadaljnji oceni vpliva resonance bi bila za posamezne objekte potrebna še podrobnejša analiza načina gradnje, ranljivosti in dinamičnega odziva na potresno obtežbo.



Slika 5: Diagram odvisnosti glavnih frekvenc stavbe od njene višine (št. nadstropij) za 20 raziskanih stavb: 11 dvonadstropnih, 6 trinadstropnih in 3 štirinadstropne.

Iz opravljenih meritev izhaja, da je frekvenčno območje povečane ranljivosti stavb, ki prevladujejo v Bovški kotlini, med 7 in 11 Hz. To se prekriva z območjem lastne frekvence sedimentov med 6 in 12 Hz, ki prevladuje na karti, izdelani na podlagi meritev na prostem površju (rdeči odtenki na sliki 3). Iz tega lahko sklenemo, da je v večjem delu Bovške kotline (več kakor 60 % celotnega raziskanega območja) nevarnost resonance med tlemi in stavbami razmeroma velika in da je zagotovo prispevala k večjim poškodbam. Območja v tem frekvenčnem območju se ujemajo z območji največjih poškodb pri obeh potresih, ki so obsegale Malo vas, del Brda, del osrednjega dela Bovca, Čezsočo in del Kala-Koritnice.

## 5 SKLEP

Metoda mikrotremorjev se je izkazala za učinkovito pri oceni lokalnih potresnih učinkov v primeru zapletene geološke zgradbe. Ta je značilna tudi za Bovško kotlinino, ki jo zapolnjujejo zelo raznovrstni ledeniško-rečni sedimenti. Pokazalo se je, da lahko sprijete plasti (konglomerat, tilit), ki so v obliki nepravilnih teles znotraj peščenega proda ali tila, izrazito vplivajo na lastno frekvenco sedimentov. Lego takih plasti je zaradi njihove nepravilne oblike in majhnega kontrasta električne upornosti težko raziskati z geofizikalnimi metodami. Slabo poznavanje oblike sedimentacijskega bazena, njegove notranje strukture in seizmičnih hitrosti preprečuje tudi uporabo numeričnih metod modeliranja potresnega nihanja tal. Zato so bile meritve mikrotremorjev v dovolj gosti mreži zelo koristne za kvantitativno potresno

mikrorajonizacijo območja. Primerjava z rezultati meritev mikrotremorjev v stavbah je omogočila določitev območij, kjer obsoja nevarnosti resonančnih učinkov med tlemi in stavbami. Ker se frekvenčno območje, ki prevladuje na karti lastne frekvence sedimentov Bovške kotline, v precejšnjem delu prekriva z lastnimi frekvencami nihanja prevladujočih stavb, je verjetnost, da je k obsegu in velikosti poškodb v potresih leta 1998 in 2004 pomembno prispevala resonanca med tlemi in stavbami, velika.

## 6 VIRI IN LITERATURA

- Bard, P. Y. 1999: Microtremor measurements: a tool for site effect estimation? The Effects of Surface Geology on Seismic Motion. Rotterdam.
- Bavec, M., Tulaczyk, S. M., Mahan, S. M., Stock, G. M. 2004: Late Quaternary glaciation of the Upper Soča River Region (Southern Julian Alps, NW Slovenia). *Sedimentary Geology* 165. Amsterdam.
- Bonnefoy-Claudet, S., Cornou, C., Bard, P. Y., Cotton, F., Moczo, P., Kristek, J., Fäh, D. 2006: H/V ratio: a tool for site effects evaluation. Results from 1-D noise simulations. *Geophysical Journal International* 167-2. Oxford.
- Buser, S. 1986: Osnovna geološka karta Jugoslavije 1: 100.000 – lista Tolmin in Videm. Beograd.
- Gallipoli, M. R., Mucciarelli, M., Castro, R. R., Mochavesi, G., Contri, P. 2004: Structure, soil-structure response and effects of damage based on observations of horizontal-to-vertical spectral ratios of microtremors. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering* 24-6. Amsterdam.
- Godec, M., Šket-Motnikar, B., Vidrih, R., Zupančič, P. 2006: Pregled poškodb ob potresih leta 1998 in 2004 v zgornjem Posočju. *Ujma* 20. Ljubljana.
- Gosar, A., Stopar, R., Car, M., Mucciarelli, M. 2001: The earthquake on 12 April, 1998 in Krn mountains (Slovenia): ground motion amplification study using microtremors and modelling based on geophysical data. *Journal of Applied Geophysics* 47-2. Amsterdam.
- Gosar, A. 2007a: Raziskave vpliva lokalne geološke zgradbe na potresno nihanje tal in ranljivosti objektov z mikrotremorji. *Geologija* 50-1. Ljubljana.
- Gosar, A. 2007b: Microtremor HVSR study for assessing site effects in the Bovec basin (NW Slovenia) related to 1998 Mw5.6 and 2004 Mw5.2 earthquakes. *Engineering Geology* 91. Amsterdam.
- Jurkovšek, B. 1986: Osnovna geološka karta Jugoslavije 1 : 100.000 - lista Beljak in Ponteča. Beograd.
- Lapajne, J., Šket-Motnikar, B., Zupančič, P. 2001: Potresna nevarnost Slovenije – karta projektnega pospeška tal. Ljubljana.
- Mucciarelli, M., Gallipoli, M. R. 2001: A critical review of 10 years of microtremor HVSR technique. *Boll. Geof. Teor. Appl.* 42. Trieste.
- Ribarič, V. 1987: Seizmološka karta za povratno periodo 500 let. Beograd.
- Ribičič, M., Vidrih, R., Godec, M. 2000: Seizmogeološki in geotehnični pogoji gradnje v zgornjem Posočju. *Geologija* 43. Ljubljana.
- SESAME 2004: Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations: measurements, processing and interpretation. Medmrežje: [http://sesame-fp5.obs.ujf-grenoble.fr/Delivrables/Del-D23-HV\\_User\\_Guidelines.pdf](http://sesame-fp5.obs.ujf-grenoble.fr/Delivrables/Del-D23-HV_User_Guidelines.pdf) (15.05.2009).
- Tomažević, M., Lutman, M., Klemenc, I., Weiss, P. 2005: Obnašanje zidanih stavb med potresom v Bovcu 12. 7. 2004. *Gradbeni vestnik* 54. Ljubljana.

---

## NARAVNE UJME V SLOVENSKIH GOZDOVIH

Jošt JAKŠA in Marija KOLŠEK

Zavod za gozdove Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, e-pošta: jost.jaksa@zgs.gov.si;  
marija.kolsek@zgs.gov.si

### IZVLEČEK

S spreminjanjem podnebja, natančneje s segrevanjem ozračja, se povečuje količina energije v ozračju, ki povzroča burnejša in intenzivnejša dogajanja v atmosferi. Spreminjanje klime se odraža tudi v Sloveniji. Vremenski vplivi in z njimi povezani vetrovi, ki pihajo v Sloveniji, so večinoma povezani s ciklonogenezo v severnem Sredozemlju. Vse burnejše vremensko dogajanje se odraža tudi v vedno večjem obsegu poškodb gozdov. Ujme in škode, ki jih le te povzročajo v gozdovih, se spremlja preko površine gozda, ki jo ujme prizadenejo, in preko obsega poškodb, ki se najpogosteje odražajo v količini poškodovanega drevja, natančneje v m<sup>3</sup>. V prispevku je prikazan vpliv ujm na gozd ter na strukturo poseka drevja v obdobju 1995–2007.

Ključne besede: naravne nesreče, gozd, veter, sneg, žled, plaz, sanitarni posek, Slovenija

### Natural Disasters in Slovenian Forests

#### ABSTRACT

With climate change, which is the result of global warming, the amount of energy in the atmosphere increases, causing intense developments in the atmosphere. This climate change is also reflected in Slovenia. Weather turbulence and winds caused by it, are mostly due to the cyclogenesis in the Northern Mediterranean. These extreme weather events are also reflected in the increasing extent of forest damage caused by natural disasters. Disasters and damage caused by the weather in these forests are monitored through a particular forest area hit by disasters and over the extent of injuries, most commonly expressed in the quantity of damaged trees in m<sup>3</sup>. The paper shows the impact of disasters in the woods and the impact on the structure of tree cut in the period 1995–2007.

Key words: natural disasters, forest, wind, snow, glaze ice, the avalanche, sanitary tree cut, Slovenia



## 1 UVOD

Gozdovi so vedno bolj izpostavljeni najrazličnejšim »motnjam«. Med »motnjami« se povečuje delež naravnih ujm, to je predvsem vetrolomov, snegolomov, žledolomov in plazov. Povečanje deleža poškodb, ki so posledica naravnih ujm, gre pripisati burnejšemu dogajanju v atmosferi, ki je posledica podnebnih sprememb. V prihodnosti se bo delež poškodb, ki jih v gozdovih povzročajo naravne ujme, zagotovo povečeval. Da bi z ustreznimi ukrepi zmanjšali možnost poškodb, je nujno poznavanje fizikalnih osnov posameznih tipov naravnih ujm, njihovih posledic za gozdove in možne gozdnogojitvene ter varstvene ukrepe.

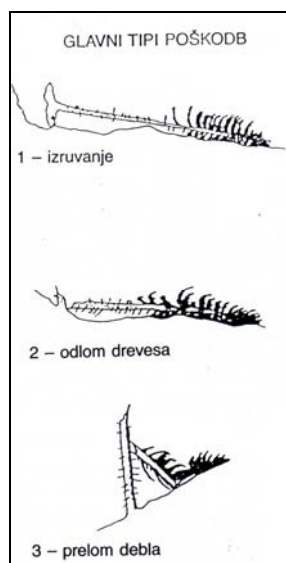
## 2 POGLAVITNE VRSTE NARAVNIH UJM IN NJIHOVE POSLEDICE NA GOZD

### 2.1 Vpliv vetra na gozd

Vpliv vetra na gozd je zelo raznovrsten. Zelo močni vetrovi lahko povzročajo mehanske poškodbe drevja, stalni zmerni vetrovi vplivajo na morfološke značilnosti drevja, pospešujejo evapotranspiracijo in izsušujejo tako tla kot rastline, zmanjšujejo organsko produkcijo, odnašajo oziroma nanašajo fine talne delce, raznašajo pelodni prah ter sodelujejo pri daljinskem transportu onesnaženja ozračja. Hkrati tudi gozd vpliva na veter, saj zmanjšuje njegovo moč. Ker za veter gozd predstavlja fizično oviro, se hitrost vetra na njegovi zavetni strani do oddaljenosti dveh sestojnih višin zmanjšuje. To s snovanjem protiveternih drevesnih koridorjev izrabljamo za zaščito polj in urbane krajine.

Za opisovanje poškodb, ki jih povzroča veter, lahko te razdelimo na posamezne vrste. Vrste poškodb, ki jih veter povzroča na posameznem drevesu (enako velja za sneg in žled), so:

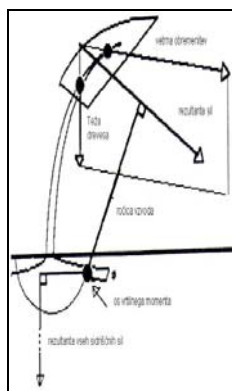
- 1) izruvanje: drevo podrto skupaj s koreninami;
- 2) odlom drevesa: v višini panja oz. do višine 2 m od tal;
- 3) prelom debla: nad višino 2 m nad tlemi.



Slika 1: Tipi poškodb na drevju, ki jih povzročajo naravne ujme.

Vrsta poškodb, ki jih povzroča veter, je odvisna od hitrosti vetra, reliefa, vrste in stanja tal, predvsem v povezavi z vodo, drevesnih vrst, razvojne faze, oblike krošnje ter oblike sestoja in zarasti. Z vidika varstva gozdov in obsega poškodb, ki jih povzroča veter, je najpomembnejše ruvanje in lomljenje drevja. Uklonska sila na drevje je ob močnem vetru velika, zato se lahko izruje ali zlomi še tako debelo in dobro ukoreninjeno drevo. Posamezni sunki vetra lahko v višini krošenj zaradi vrtnčenja močno presegajo hitrost vetra v višjih plasteh. Na strmih pobočjih, ki so obrnjena proti vetru, navadno nastajajo manjše poškodbe, saj že samo pobočje predstavlja oviro. Hujše poškodbe nastajajo na zavetrni strani grebena. Poškodbe gozdov so večje tudi na pobočjih, ki ležijo poševno na smer vetra.

Sile, ki jih veter prenaša na drevo, so prikazane na sliki 2. Poleg sile vetra je treba prišteti še silo teže drevesa. Rezultanta sil, ki delujejo na drevo, se z ročico vzvoda, ki se meri do osi vrtilnega momenta, večja z večanjem ročice, torej oddaljenosti oprijemališča od osi vrtenja. Povečuje se skladno s formulo: sila navora = sila  $\times$  oddaljenost oprijemališča od osi vrtenja. Položaj osi vrtenja je odvisen od načina ukoreninjenja drevesa V trenutku, ko sile, ki delujejo na drevo, presežejo rezultanto sidriščnih sil drevesa, pride do njegove porušitve. V primeru, da je odpornost debla na upogib manjša od rezultante sil sidranja, se drevo prelomi na najšibkejšem delu.



Slika 2: Skica sile, ki delujejo na drevo.

Možnost, da bo drevo izruvano, je poleg drevesne vrste odvisno tudi od ukoreninjenosti in stanja zemljišča. Možnost izruvanja narašča z razmočenostjo zemljine, v kateri drevo korenini. Kadar je zemljišče suho ali zmrznjeno, narašča verjetnost, da bo prišlo do preloma drevesa. Na tveganje preloma vpliva tudi okuženost drevja s patogenimi glivami, predvsem tistimi, ki povzročajo trohnenje korenin in pritalnih delov debla. Posebno občutljive na veter so drevesne vrste s plitvim koreninskim sistemom (smreka, duglazija in zeleni bor) ali z veliko krošnjo (bukev). Na splošno je veter manj nevaren za listavce. Prebiralni sestoji so na veter bolj odporni kot enomerni.

## 2.2 Vpliv snega na gozd

Snegolomi se v Sloveniji, zlasti na območju Alp in Pohorja, pojavljajo vsako leto. Temu je vzrok večja količina snežnih padavin in večji delež enomernih smrekovih gozdov, ki so tudi sicer najbolj izpostavljeni snegolomom. Največje škode povzroča težak južen sneg, ki se bolje oprijema vej in nanje hitro primrzne. Suh sneg povzroča škodo v brezvetrju, ko se ga na vejah nabere večja količina. Na poškodbe zaradi snega so občutljivejši iglavci, še posebno smreka in bor. Listavce sneg ogroža predvsem, če zapade na olistane veje. Snegolomom so pogosto izpostavljeni rdeči hrast, lipa, breza in mehki listavci, bukev in javor pa sta v mlajših

razvojnih fazah gozda podvržena povijanju. Debla, ki so se zaradi obremenitev usločila, se tudi po razbremenitvi ne zravnajo. V starejših razvojnih fazah sneg lomi vrhove (smreka in bor), lomi debela, nagiba in ruje cela drevesa. Posebnost poškodb zaradi snega je dolgotrajnejša obremenitev. Zaradi tega se upogibanje nadaljuje (pojav lezenja), in do poškodb lahko prihaja tudi še nekaj dni, izjemoma tednov, po sneženju. Nevarnost lomljenja se poveča, če v hladnih dneh, ko je sneg primrznjen na drevesno krošnjo, posije sonce in krošnjo razbremeni snega zgolj enostransko. Takrat se praviloma lomijo vrhovi smreke. Sneg pogosto povzroča lomljenje na gozdnem robu in ob infrastrukturnih ter linijskih objektih v gozdu, torej povsod, kjer drevje zaradi povečanega dotoka svetlobe z ene strani tvori asimetrične krošnje. Zakonitosti mehanske trdnosti veljajo enako kot pri poškodbah, ki jih povzroča veter.

## 2.2 Vpliv žleda na gozd

Žled je ledena obloga na drevju, grmovnicah, žicah, stebrih daljnovodov ipd. Nastane, ko zaradi temperaturne inverzije dežuje pri negativni temperaturi zraka. Pogosto se pojavlja na visokih kraških planotah dinarskega sveta. Praviloma je omejen na višinski pas do 900 m n.m.v. Poškodbe zaradi žleda so pogostejše pri listavci, saj imajo veliko površino vej, na katere se oprijema led. Med iglavci je po žledu zaradi krhkega vrha debela najpogosteje poškodovan rdeči bor. Ob zmernem žledenju so poškodbe omejene predvsem na lomljenje posameznih vej, kadar pa je žledenje intenzivno, prihaja do velikopovršinskih poškodb drevja.

## 2.2 Vpliv plazov na gozd

Plaz je gmota snovi, ki zdrsne s strmega pobočja. Delimo jih na zemeljske plazove, kamnite plazove, snežne plazove in plazove drobirja. V gozdovih najpogosteje povzročajo poškodbe snežni plazovi, usadi in manjši zemeljski plazovi, občasno pa tudi veliki zemeljski plazovi in plazovi kamenja, ki so ponavadi vezani na potres. Največ sanitarnega poseka zaradi plazov je v alpskih gozdnogospodarskih območjih, kjer prevladuje posek zaradi snežnih plazov. Tu so poškodovani predvsem iglavci. V gozdnogospodarskih območjih Dolenjske in Štajerske prevladuje posek listavcev zaradi zemeljskih plazov.

Zemeljski plazovi nastajajo večinoma kot posledica dolgotrajnega deževja in so odvisni od vrste preperine, matične podlage in naklona. V gozdovih lahko drevesa s svojo težo na izpostavljenih pobočjih pospešijo drsenje tal. Nagnjena drevesa so nam lahko opozorilo, da se preperine premika in jih je treba takoj posekati. Enako velja za obrobna drevesa na usadih in plaziščih. Za zavarovanje pred plazenjem je bistveno, da se uredi odvodnjavanje na območju proženja. Zemljišče se lahko do določene mere stabilizira z izvajanjem biotehniških ukrepov, kot je zasajevanje labilnih brežin z vrstami, ki zemljino hitro in dobro prekoreninijo (vrbe *Salix sp.* in siva jelša *Alnus incana*), izdelavo popletov in fašin ter z rednim izvajanjem razbremenilnih sečenj starega in težkega drevja.

Plazovi kamenja so v Sloveniji relativno redki in so predvsem posledica potresne aktivnosti. Najpogostejši so na bovškem, kjer jo ob zadnjem močnejšem potresu (velikonočni potres), poškodovali nekaj hektarjev gozdov v tamkajšnjih dolinah.

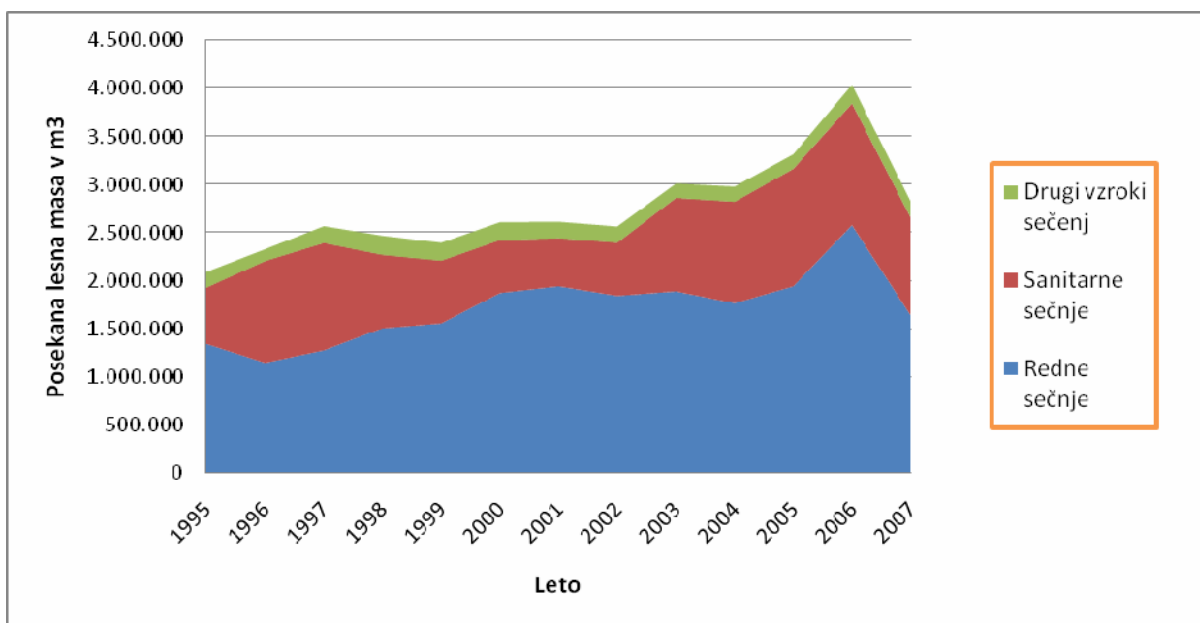
### 3 VPLIV NARAVNIH UJM NA STRUKTURO POSEKA DREVJA V GOZDOVIH

#### 3.1 Evidenca sečnje po vzrokih sečnje

Pri svojem delu Zavod za gozdove Slovenije (v nadaljevanju Zavod) evidentira vzrok sečnje drevja. Posamezne vzroke lahko združimo v redne sečnje (redčenja, pomladitvene sečnje), sanitarne sečnje ter druge vzroke sečenj (krčitve, nedovoljena sečnja). Zakon o gozdovih (Uradni list RS, št. 30/1993 in nasl.) opredeljuje sanitarne sečnje kot sečnje okuženega, z insekti napadenega, močno poškodovanega ali podrtega drevja. V okviru sanitarnih sečenj po vzrokih ločujemo sečnjo zaradi žuželk, bolezni in gliv, divjadi, vetra, snega, žleda, plazov in usadov, požarov, imisij, poškodb zaradi dela v gozdu in drugih vzrokov. Sečnjo po vzrokih sečnje evidentiramo po drevesnih vrstah in po 5-cm debelinskih stopnjah (od 10 cm premera dalje), določenih na prsni višini drevesa. Sečnja je praviloma locirana na parcelo oz. na najmanjšo prostorsko načrtovalno enoto (odsek, oddelek). Na ta način zbrani podatki služijo različnim analizam in poročilom o gozdovih.

Med naštetimi vzroki, po katerih ločujemo sanitarne sečnje, spadajo med naravne ujme veter, sneg, žled ter plazovi. Druge neugodne vremenske razmere neposredno niso vzrok za sečnjo. Močno deževje lahko sproži zemeljski plaz, ki je lahko vzrok za sečnjo, medtem ko neposredno škodo deževje povzroča na gozdnih prometnicah. Zmrzal, slana ali suša neposredno niso vzrok za sečnjo, lahko pa povzročijo oslabeleost drevja, zaradi katere drevje postane manj odporno za napad žuželk ali okužbo z boleznijo.

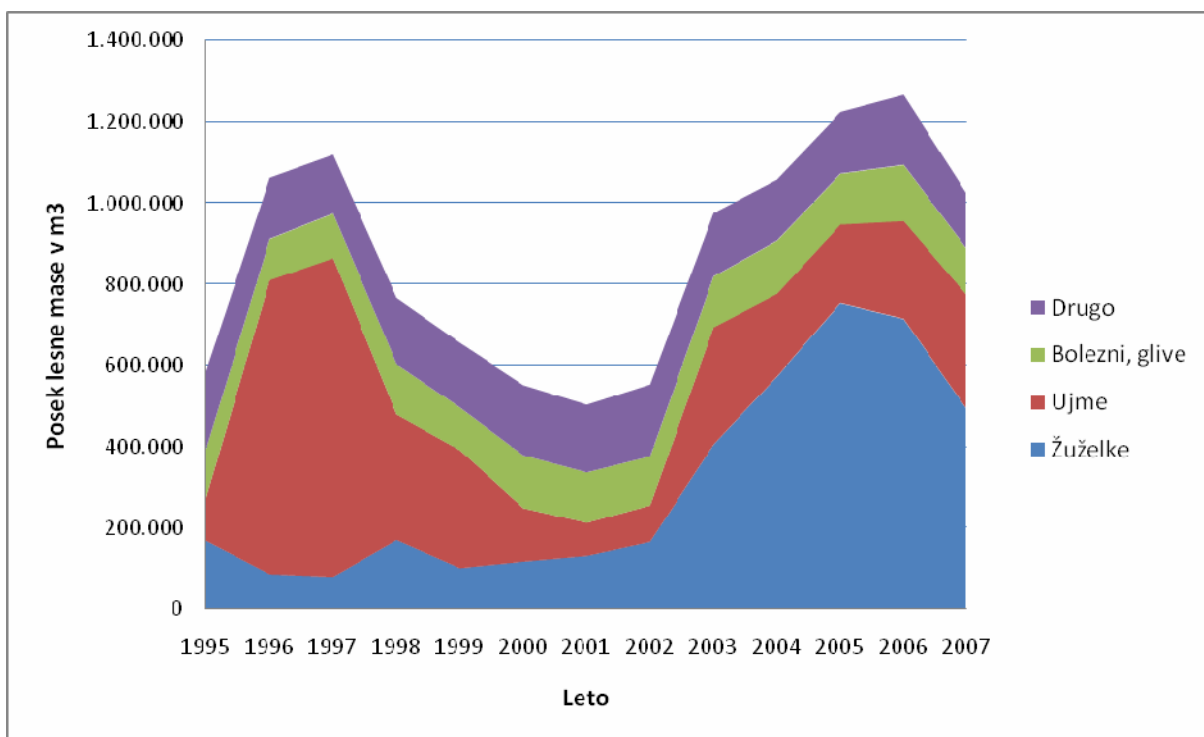
Povprečni letni posek v slovenskih gozdovih v obdobju 1995–2007 znaša približno 2,8 mio m<sup>3</sup> lesne mase. Sanitarne sečnje v obravnavanem obdobju v povprečju predstavljajo 32 % celotnega poseka v razponu od 19 % (leto 2001) do 46 % (leto 1996) letno. V sanitarnem poseku je 10 % poseka zaradi vetra, 11 % zaradi snega, 11 % zaradi žleda ter manj kot en % (0,4 %) zaradi plazov. V drevesni strukturi sanitarnega poseka zaradi naravnih ujm prevladujejo iglavci (70 % lesne mase).



Slika 3: Posekana lesna masa po letih ločeno na skupine vzrokov sečnje za obdobje 1995–2007.

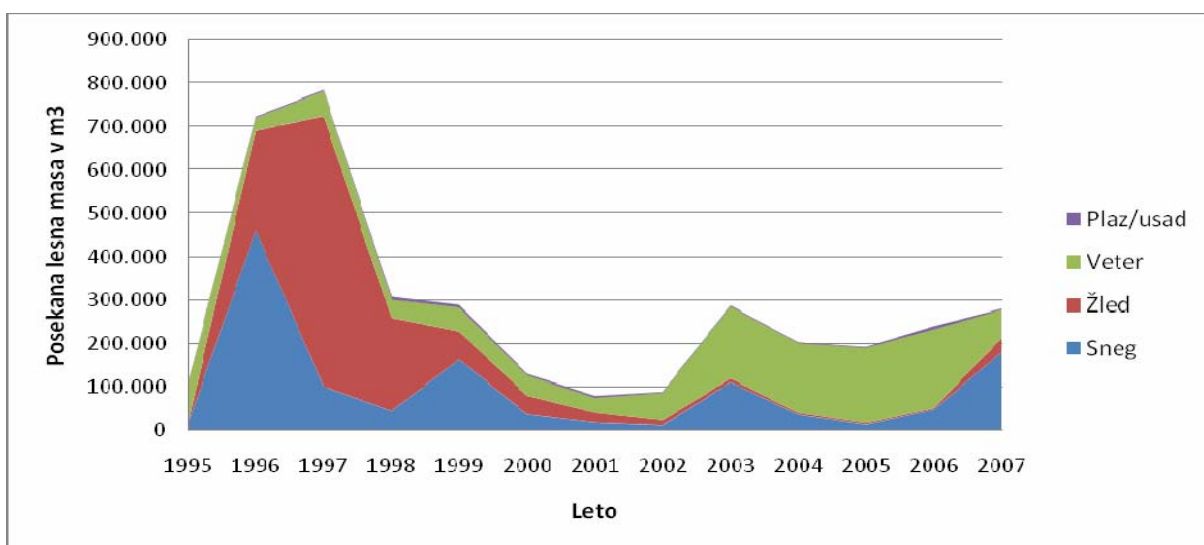
Sanitarne sečnje na sliki 3 prikazujemo ločeno po letih: redne sečnje (žuželke, bolezni in glive), sanitarne sečnje (veter, sneg, žled, plaz in usad), drugi vzroki (divjad, požari, imisije,

delo v gozdu, drugo). V druge vzroke sanitarne sečnje smo združili vzroke, ki v skupni sanitarni sečnji skupaj predstavljajo v povprečju 18 % letno.



Slika 4: Posekana lesna masa po letih ločena po vzrokih oz. skupinah vzrokov sanitarne sečnje za obdobje 1995–2007.

Obravnavano obdobje od 1995–2007 lahko ločimo na dve obdobji, ki ju ločuje leto 2001 z najmanjšo količino sanitarne sečnje. Za prvo obdobje od 1995–2001 je značilen velik obseg sečenj zaradi ujme, za drugo obdobje od 2002–2007 pa velik obseg sečnje zaradi žuželk, ki je posledica izredno sušnega in vročega leta 2003 ter nekaterih drugih vzrokov.



Slika 5: Posekana lesna masa po letih ločena po naravnih ujmah kot vzroku sečnje za obdobje 1995–2007.

V letih 1996–1999 sta vzrok velikemu obsegu sečenj zaradi naravnih ujm snegolom in žledolom (slika 5). V obdobju 2002–2007 je občutno več sečnje zaradi vetra, sečnje zaradi snega in žleda pa so manjše glede na predhodno obdobje. Največji obseg sečnje zaradi snega je evidentiran v letu 1996 in je posledica obsežnega snegoloma decembra 1995. Sanacija v snegolomu poškodovanih dreves se je namreč začela v letu 1996.

Največji obseg sečnje zaradi žleda je evidentiran v letu 1997. Podobno kot pri snegolomu iz leta 1995 je to posledica obsežnega žledoloma iz zadnjih dni decembra 1996, ki se je nadaljeval še v januar 1997. Sanacija v žledolomu poškodovanih dreves se je začela v letu 1997 in nadaljevala v letih 1998 in 1999. Žledolom je prizadel večji del Slovenije na nadmorski višini 400–900 m (7,5 % slovenskih gozdov). Najhuje je prizadela gozdove v kranjskem gozdnogospodarskem območju (GGO).

Zaradi obsežnejše sečnje po snegolomu izstopajo še leta 1999, 2003 ter 2007. Sanacija snegoloma iz januarja 2007, ki je močno prizadel gozdove v GGO Bled (moker januarski sneg na ledeni podlagi), je potekal še v letu 2008.

Zaradi vetrolomov izstopajo leta 2003–2006. Vetrolomi so se pojavljali večinoma razpršeno po vsej Sloveniji. Zaradi vetroloma so bile najobsežnejše poškodbe letu 2006, ko je na Jelovici na 160 ha površine močan veter konec junija podrl 85.000 m<sup>3</sup> lesne mase. Iz evidence sečnje za leto 2008, ki je še nastajanju, je že razviden velik obseg sečnje zaradi poletnih vetrolomov tega leta. Samo zaradi neurij poleti 2008 bo treba posekati približno 500.000 m<sup>3</sup> poškodovane lesne mase gozdnega drevja.

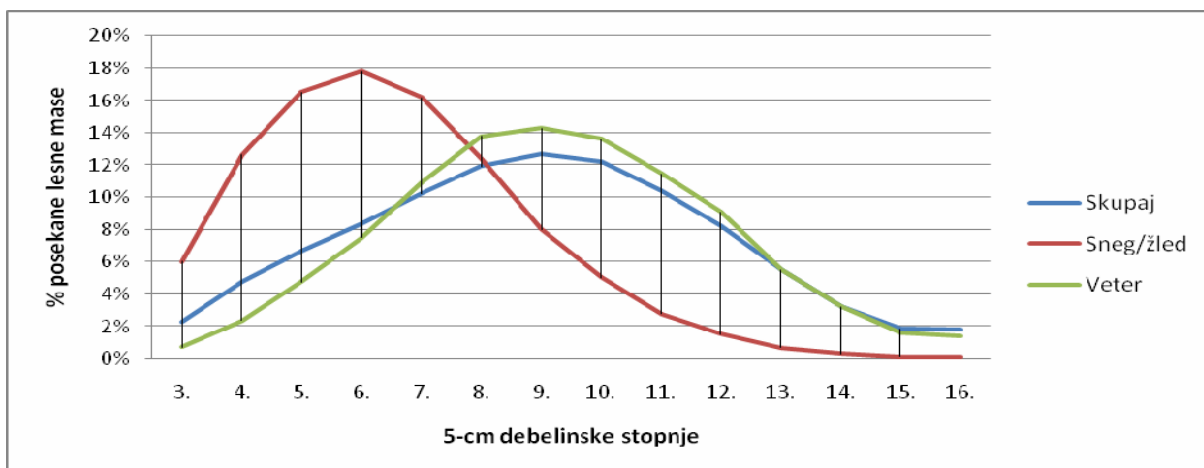
Sečnja zaradi plazov in usadov je v primerjavi s sečnjo zaradi drugih naravnih ujm zanemarljiva in je zato ne bomo posebej obravnavali. Plazovi in usadi predstavljajo zelo majhen delež sanitarnih sečenj zaradi naravnih ujm, v povprečju komaj 1,3 % sanitarnih sečenj, kar pomeni 3813 m<sup>3</sup> lesne mase letno v obravnavanem obdobju.

Glede na to, da sanacijske sečnje narekujejo v večji meri naravni procesi kot človek, lahko pričakujemo, da se drevesna in debelinska struktura posekanih dreves zaradi sanacijske sečnje razlikuje od rednih sečenj in sečenj zaradi drugih vzrokov.

V nadaljevanju prispevka bomo podrobnejšo analizo sečnje zaradi naravnih ujm po debelinskih stopnjah in drevesnih vrstah omejili na sečnje zaradi snega, žleda in vetra. Ker snegolomi in žledolomi nastopajo praviloma v zimskem času, lahko tudi zaporedno en za drugim, je v nekaterih zimah težko določiti, ali je vzrok poškodb sneg ali žled. Zato bomo ti dve naravni ujmi v nadaljevanju prispevka prikazovali skupaj (sneg/žled).

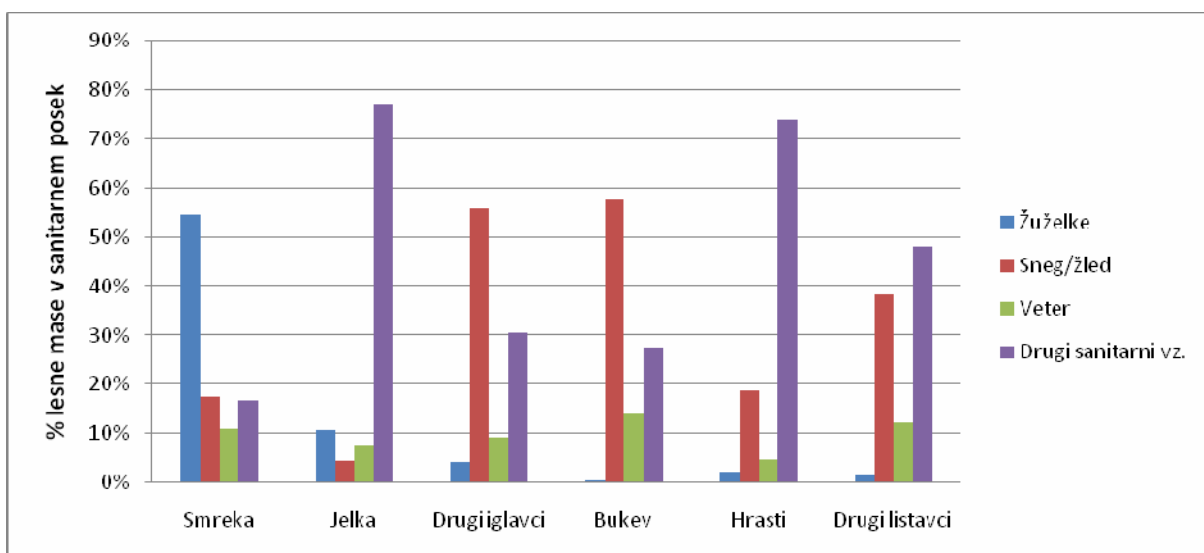
### **3.2 Debelinska in drevesna struktura v naravnih ujmah poškodovanih dreves**

Povprečna lesna masa posekanega drevesa (v nadaljevanju srednje kubno drevo) znaša po evidencah sečnje v obravnavanem obdobju 1995–2007 0,74 m<sup>3</sup>. Kljub temu, da je srednje kubno drevo pri skupnem sanitarnem poseku enako, pa se po vzrokih sanitarne sečnje precej razlikuje (preglednica 1).



Slika 6: Razporeditev deležev lesne mase po 5-cm debelinskih stopnjah posekanih dreves v sanacijskih sečnjah ločeno za sneg in žled, veter ter celotno posekano lesno maso v obdobju 1995–2007.

Iz evidence sečnje je tudi razviden vpliv naravnih ujm na strukturo poseka po drevesnih vrstah. Na sliki 7 prikazujemo delež posekane lesne mase, po drevesnih vrstah oz. skupinah drevesnih vrst v skupni posekani lesni masi zaradi sanitarnih vzrokov, ločeno po naslednjih vzrokih: žuželke, sneg in žled skupaj, veter in drugi sanitarni vzroki. Na sanitarni posek smreke (43 % v skupnem poseku) najbolj vpliva posek zaradi žuželk (najpogostejši vzrok so smrekovi podlubniki). Na sanitarni posek jelke (11 % v poseku) najbolj vplivajo drugi sanitarni vzroki (najpogostejši vzrok je sušenje). Pri drugih iglavcih (5 % v poseku, od tega bori 4 %), imata enako kot pri buki (27 % v poseku) in skupini drugih listavcev (7 % v poseku) na sanitarni posek največji vpliv sneg in žled. Pri hrastih, kamor smo vključili še kostanj, robinjo in oreh (7 % v skupnem poseku) imajo največji vpliv na strukturo sanitarne sečnje drugi sanitarni vzroki (sušenje hrastov, kostanjev rak). Veter pri nobeni drevesni vrsti oz. skupini drevesnih vrst ne nastopa kot glavni vzrok sanitarnih sečenj. Večinoma se pojavlja kot tretji najpogostejši vzrok. Izjema je pri jelki, kjer nastopa kot drugi najpogostejši vzrok, ter pri smreki, kjer med obravnavanimi vzroki nastopa najredkeje.



Slika 7: Delež poseka po vrstah sanitarnih sečenj in drevesnih vrstah oz. skupinah drevesnih vrst v obdobju 1995–2007.

Tako pri iglavcih kot listavcih sneg in žled pogosteje poškodujeta tanjša drevesa, medtem ko je zaradi vetra poškodovanih dreves več v višjih debelinskih stopnjah. Zlasti izrazito je odstopanje debelinske strukture poseka iglavcev zaradi snega oz. žleda. Iglavci imajo srednje kubno drevo vseh posekanih dreves v obravnavanem obdobju večje kot listavci, medtem ko je srednje kubno drevo posekanih dreves zaradi snega in žleda enako pri iglavci in listavcih (preglednica 1).

drevesna vrsta oz. skupina dr. vrst	% lesne mase v skupnem poseku	povprečna lesna masa posekanih dreves (m <sup>3</sup> /drevo)				
		posek skupaj	sanitarni posek skupaj	posek sneg/žled	posek veter	posek drugo sanitarno
skupaj	100	0,74	0,74	0,38	1,10	1,00
iglavci skupaj	59	0,91	0,82	0,38	1,18	1,09
Smreka	43	0,88	0,79	0,36	1,17	1,05
Jelka	11	1,75	1,7	0,69	1,86	1,82
Drugi iglavci	5	0,52	0,42	0,4	0,71	0,39
Listavci skupaj	41	0,58	0,52	0,38	0,84	0,65
Bukev	27	0,7	0,52	0,4	0,89	0,83
Hrasti, kostanj	7	0,57	0,55	0,39	0,96	0,60
Drugi listavci	7	0,35	0,52	0,28	0,61	0,6

*Preglednica 1: Povprečne lesne mase posekanih dreves po drevesnih vrstah oz. po skupinah drevesnih vrst ter po nekaterih vzrokih sečnje v obdobju 1995–2007.*

#### 4 SKLEP

Naravne ujme v gozdovih so velike motnje, ki vplivajo na gospodarjenje z gozdovi in se med seboj mnogokrat prepletajo (npr. poplave s plazovi, usadi in obilnimi padavinami ter vetrom, toča z vetrom ali strela z vetrom in obilnimi padavinami). Učinek prepletajočih si naravnih ujm daleč presega poškodbe, ki bi jih povzročila posamična ujma. Da bi na območjih s pogostimi naravnimi ujmami zmanjšali poškodbe gozdov na najmanjšo možno mero, je treba načrtovati in izvajati vse gozdnogojitvene, gozdnovarstvene, biotehniške in tehniške ukrepe.

#### 5 VIRI IN LITERATURA

- Bat, M. 2004: Narava Slovenije. Ljubljana.  
 Jakša, J. 2007a: Naravne ujme v gozdovih Slovenije. Gozdarski vestnik 65-3. Ljubljana.  
 Jakša, J. 2007b: Naravne ujme v gozdovih Slovenije. Gozdarski vestnik 65-4. Ljubljana.  
 Kotar, M. 1996: Gojenje gozdov, ekologija gozda in gozdoslovje. Ljubljana.  
 Kotar, M. 2005: Zgradba, rast in donos gozda na ekoloških in fizioloških osnovah. Ljubljana.  
 Papež, J., Perušek, M., Kos, I. 1996: Biotska raznolikost gozdne krajine. Ljubljana.  
 Pavšek, M. 2002: Snežni plazovi v Sloveniji. Geografija Slovenije 6. Ljubljana.  
 Perko, F., Pogačnik J. 1996: Kaj ogroža slovenske gozdove. Ljubljana.  
 Smukavec, A. 1973: Snegolomi in vetrolomi na Jelovici. Bohinjska Bistrica.  
 Šegula, P. 1978: Nevarnosti v gorah. Ljubljana.



Ušeničnik, B. 2002: Posledice in ukrepanje ob nesreči. Ujma 14-15. Ljubljana.

Vajda, Z. 1974: Nauka o zaščiti šuma. Zagreb.

Zavod za gozdove Slovenije, 2008a: Poročila o gozdovih, za obdobje 1995–2007. Zavod za gozdove Slovenija. Ljubljana.

Zavod za gozdove Slovenije, 2008b: Evidence kot baze podatkov za obdobje 1995–2008. Zavod za gozdove Slovenije. Ljubljana.

Zupančič, M. 1969: Vetrolomi in snegolomi v Sloveniji v povojni dobi. Gozdarski vestnik 8-9. Ljubljana.

## **POMURJE IN POJAV SUŠE**

Tatjana KIKEC

Juša Kramarja 19, 9000 Murska Sobota, e-pošta: tatjana.kikec@gmail.com

### **IZVLEČEK**

Med naravnimi nevarnostmi Pomursko regijo najbolj ogroža pojav suše, zaradi katerega pogosto nastaja precejšnja gospodarska škoda. Suša pa ni zgolj vse pogostejša, temveč se pojavlja tudi v vedno večjih razsežnostih. Poglavitni vzrok za njen pojav so klimatske značilnosti območja, zlasti časovna in prostorska razporeditev količine padavin in temperatur, vendar na njeno pojavljanje vplivajo še številni drugi dejavniki, kot so kamninska podlaga, reliefna izoblikovanost, pedološke in hidrološke značilnosti idr. Na podlagi analize dejavnikov, ki vplivajo na pojav suše na preučevanem območju Pomurja, so bila opredeljena najbolj ogrožena območja zaradi suše, kar je pomemben korak k možnim prilagoditvam in zmanjšanju škode.

Ključne besede: suša, Pomurje, dejavniki suše, vodna bilanca, ogroženost zaradi suše, podnebne značilnosti

### **Pomurje Region and Drought**

#### **ABSTRACT**

Among natural hazards, the Pomurje Region is mostly threatened by drought, which often causes high economic damage. Drought not only occurs more often, it also appears in more and more extreme dimensions. The most crucial cause for its appearance is the climatic characteristics of the region, particularly the temporal and special disposal of the rainfall quantity and temperatures. Certainly, these are not the only reasons for drought as there are numerous other factors causing it, such as lithology, relief formation, pedologic and hydrologic particularities etc. On the basis of the analysis of factors influencing the occurrence of drought within the examined area, regions mostly endangered by drought are defined. In this way are closer towards getting adjusted to drought and decreasing damages.

Key words: drought, Pomurje Region, drought factors, water balance, drought risk, climatic change

## 1 UVOD

Območje Pomurja spada med najmanj namočena območja Slovenije, velika spremenljivost letnih in mesečnih količin padavin ter njihova neugodna časovna razporeditev preko leta pa odločilno vplivajo na pogostost pojava suše. Ob tem je treba opozoriti, da so občasne podpovprečne količine padavin običajen pojav in še ne pomenijo suše. O suši govorimo šele takrat, ko pride do »... *tolikšnega negativnega odstopanja od normalne količine in razporeditve padavin, da le-te ne zadoščajo za uspevanje naravnega in kulturnega rastja ter za normalni potek površinskega in podzemeljskega odtekanja vode, kar povzroča motnje v delovanju človeške družbe in s tem določeno škodo ...*« (Natek 1983, 94). Samo tako definirana suša pomeni naravno nevarnost, ki je »... *sestavni del naravnega dogajanja, ki ga človek praviloma ne more preprečiti, temveč se mu mora na čim ustreznejše načine prilagoditi ...*« (Natek 2002, 63).

Po podatkih Statističnega urada RS je bila med leti 1994 in 2006 (13 let) v Pomurski statistični regiji kar v devetih letih (1994, 1995, 1997, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004 in 2006) zabeležena večja ali manjša škoda zaradi pojava suše. Škoda je bila največja ob ekstremni suši leta 2003, ko je le-ta znašala 6.130 mio SIT oziroma 25.580 tisoč EUR (Statistični urad RS 2008).

Osnovni razlog za sušo v Sloveniji je relativno pomanjkanje padavin (Orožen Adamič 2005, 8), na njeno intenzivnost, pogostost ter prostorsko razširjenost in trajanje pa vplivajo še številni drugi dejavniki, kot so kamninske, reliefne, pedološke in druge značilnosti območja. Namen prispevka je opredeliti ključne dejavnike pojava suše na območju Pomurja, s poudarkom na klimatskih značilnostih, ter opredelitev najbolj ranljivih območij zaradi suše.

## 2 OPREDELITEV POJMA SUŠA IN METODE DELA

Suša je normalna, ponavljajoča se značilnost klime, ki ima regionalni značaj. S stališča znanstvenih disciplin govorimo o meteorološki, kmetijski in hidrološki suši. Značilnosti prve smo deloma že opisali v uvodu, dodajmo le, da so poleg močnejšega odstopanja množine padavin glede na dolgoletno povprečje pomembne tudi nadpovprečne temperature zraka, veter in nizka relativna vlažnost. Posledica je večje izhlapevanje, manjša infiltracija, površinski odtok in napajanje vodonosnikov. Dolgotrajnejši izpad padavin povzroči nastop hidrološke suše, ki se odraža v manjših pretokih vodotokov in dotokih v akumulacije in jezera ter v nižjih gladinah podzemne vode. Nastop hidrološke suše časovno zaostaja za nastopom meteorološke in kmetijske suše, potrebnega je namreč več časa, da se primanjkljaj padavin pokaže v komponentah hidrološkega sistema (pretok vode, vlaga v tleh, gladina podzemne vode). Kmetijska suša je kombinacija meteorološke in hidrološke suše, njena posledica je količinsko manjši pridelek slabše kakovosti. (NDMC 2008; Kobold 2004, 102–103) Posamezne stroke in dejavnosti sušo definirajo zelo različno, večina pa v ospredje postavlja različne posledice pomanjkanja vode. Posamezna območja so različno odporna proti pojavu suše, znotraj posameznih večjih območij (npr. regij) se tako pojavljajo manjša območja z različno stopnjo ranljivosti.

Osnova za analizo je bila baza klimatskih podatkov Agencije RS za okolje o povprečni mesečni in letni temperaturi zraka, količini padavin ter potencialni evapotranspiraciji za meteorološke postaje Lendava, Veliki Dolenci, Murska Sobota, Jeruzalem, Gornja Radgona in Blaguš od leta 1961 do 2006 (Gornja Radgona do leta 2001 in Blaguš do leta 1992), iz katere smo izračunali obdobja povprečja in vsote za posamezne mesece, letne čase ter za

vegetacijsko dobo. Izračunali smo tudi preprosto vodno bilanco. Osnovni problem pri analizi dolgoletnih klimatskih podatkov je nehomogenost podatkovnih nizov, postaje pa so tudi pogosto spreminjale svojo lokacijo. Pri izbiri meteoroloških postaj smo tako upoštevali njihovo razporeditev na obravnavanem območju ter obstoj čim daljšega niza podatkov. Osnovno statistiko smo nadgradili z analizami časovnih vrst (linearni trend, drseče sredine), za kar smo uporabili programski paket Microsoft Office Excel 2003.

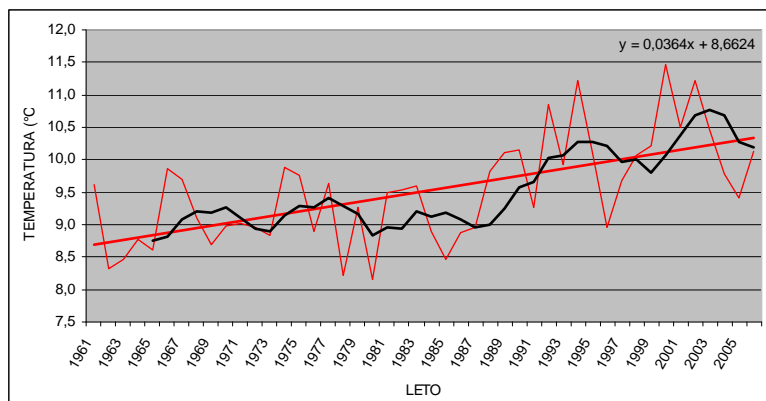
Za ugotavljanje ranljivosti območja zaradi nevarnosti pojava suše so bile pri analizi uporabljene litološki in pedološki zemljevid, zemljevid nadmorskih višin, naklonov in ekspozicij ter zemljevid rabe tal. Vse zemljevide, razen litološkega, ki smo jo pridobili na Geološkem zavodu Slovenije, in pedološkega, ki smo jo pridobili na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani, Centru za pedologijo in varstvo tal, smo izrisali s pomočjo programa ArcGIS 9.2 na podlagi podatkov, ki smo jih pridobili na Geodetski upravi RS.

### 3 KLIMATSKA POGOJENOST SUŠE

Na klimatske značilnosti Pomurja vpliva njegova lega na obrobju Panonske kotline, kar se odraža v zmernih celinskih potezah, ki so izrazitejšje kot v ostalem delu Slovenije (Gams 1972, 104). Z vidika pojava suše nas zanimajo predvsem temperaturne razmere, količina padavin in njihova razporeditev prek leta ter vegetacijska doba. Pomemben parameter je tudi potencialna evapotranspiracija, ki je neposredno odvisna od temperature; večje izhlapevanje namreč povzroči deficit vode v tleh in s tem pojav suše.

#### 3.1 Naraščanje temperature zraka

Zmerne celinske poteze območja se odražajo v največji dnevni in letni temperaturni amplitudi ter visoki povprečni letni temperaturi (med 9,4 °C in 10,3 °C v obdobju 1961–2006) v primerjavi z ostalim delom Slovenije. Nižine se tako poleti zelo segrejejo, medtem ko se v zimskih mesecih, ob inverzijah, zelo ohladijo. Nekoliko blažje celinske poteze imajo obrobna gričevja, kjer so minimalne temperature v termalnem pasu nekoliko višje. V Sloveniji se je povprečna letna temperatura zraka v zadnjih 50 letih statistično značilno povečala za  $1,1 \pm 0,6$  °C/50 let. V Murski Soboti je bil dvig na ravni slovenskega povprečja ( $1,1 \pm 0,6$  °C/50 let) (Spremembe podnebja in kmetijstvo v Sloveniji 2004). Kot lahko razberemo iz grafa spreminjanja temperature zraka za Velike Dolence (slika 1), ki imajo po našem mnenju najbolj homogeni niz temperaturnih podatkov med obravnavanimi postajami, je bil dvig temperature intenziven zlasti po letu 1990.

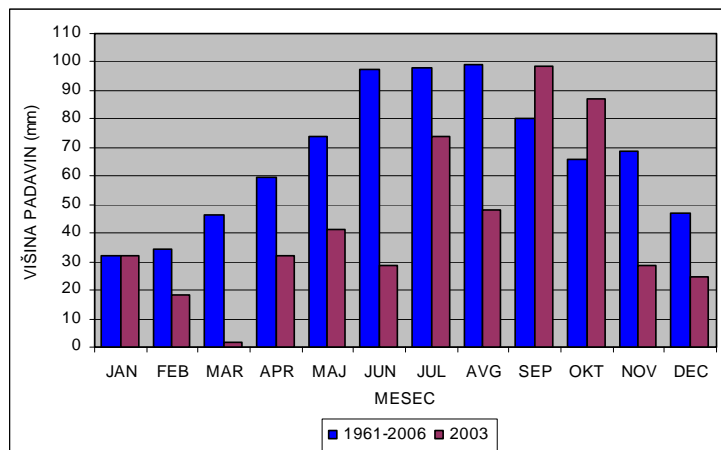


Slika 1: Spreminjanje srednje letne temperature zraka na meteorološki postaji Murska Sobota v obdobju 1961–2006.

V obdobju 1971–2000 so se v Murski Soboti najbolj segrela poletja, in sicer za 2,6 °C, sledi pomlad z 1,7 °C in jesen z 1,5 °C, medtem ko so se zime ogrele le za 0,3 °C. Vse spremembe, razen zimskih temperatur, so statistično značilne (Podnebne razmere v Sloveniji, obdobje 1971–2000). Z vidika pojava suše nas zanimajo zlasti temperaturne razmere v topli polovici leta, v času vegetacijske dobe, od aprila do septembra, ko le-te vplivajo na večje izhlapevanje, s tem pa se zmanjšuje zaloga vode v tleh. V tem obdobju izkazuje najvišje povprečne temperature zraka najbolj vzhodno ležeča meteorološka postaja Lendava (16,6 °C), s pomikom proti zahodu pa se le-ta postopno znižuje in je najnižja na najzahodnejše ležeči postaji Blaguš (15,8 °C); zaradi lege v termalnem pasu izstopa z nekoliko nižjo povprečno temperaturo (15,9 °C) meteorološka postaja Veliki Dolenci. V času vegetacijske dobe se bo temperatura zraka najbolj povišala v mesecu juliju in avgustu, kar bo povečalo izhlapevanje in s tem verjetnost pojava suše. Nekoliko manjše povišanje temperature zraka v spomladanskih mesecih (največje bo povišanje meseca maja) pa bo pomenilo zgodnejši pričetek vegetacijske dobe.

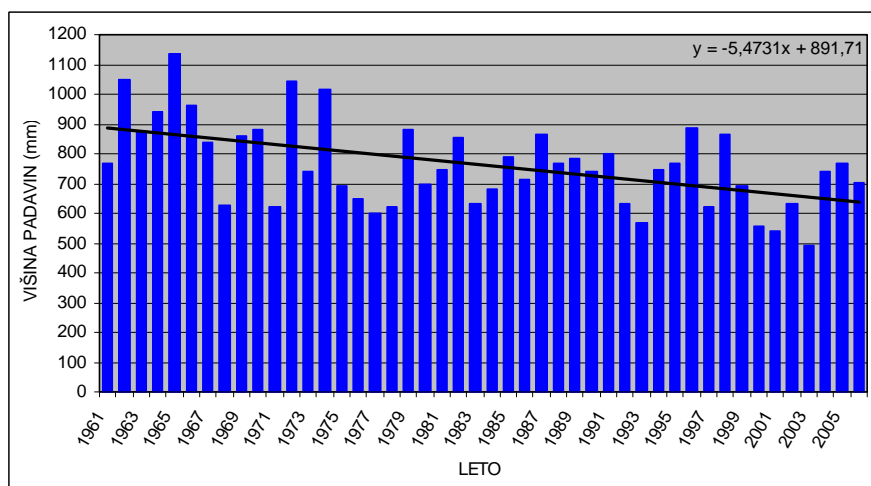
### **3.2 Velika spremenljivost višine padavin in njihova neugodna razporeditev**

Območje Pomurje spada s povprečno višino padavin med 760 mm in 960 mm med najmanj namočene predele pri nas, njihova višina pa se zmanjšuje od zahoda proti vzhodu. Poleg velike spremenljivosti letne višine padavin je zelo neugodna tudi njihova razporeditev prek leta, ki prav tako zelo variira, kar je pglavilni klimatski razlog pojavljanja suše. Povprečno letno padejo padavine v nekaj več kot sto dneh, če upoštevamo dneve, ko pade vsaj 1 mm padavin, pa je teh dni okrog 90. Največ padavin pade v poletnih mesecih (34,6 % letne vrednosti), ko se fronte, ki potujejo proti vzhodu, pomaknejo severno od Alp in na vzhodu države povzročajo nastanek termičnih neviht. Le-te povzročajo močne nalive z izdatnimi, vendar kratkotrajnimi plohami, ki imajo le kratkotrajen pozitiven učinek, voda namreč hitro izhlapi in odteče po razpokah skozi prst. Najdaljša sušna obdobja (obdobja brez ali z minimalno višino padavin) se pojavljajo pozimi in lahko trajajo 50 dni in več. Poletna sušna obdobja so krajša zaradi lokalnih neviht, ki kljub precejšnjim količinam dežja le neznatno ublažijo posledice suše. Do večjih odstopanj višine padavin prihaja zlasti v sušnih letih, ko pade le neznatna višina padavin, ekstremno sušnega leta 2003 je tako v Murski Soboti meseca marca padlo le 3,2 % običajne marčevske vrednosti padavin, avgusta 1992 pa le 7,5 % običajne avgustovske vrednosti padavin (Kikec 2008). Ob tem pa je potrebno dodati, da se v vsakem sušnem letu pojavijo tudi nadpovprečno namočeni meseci, največkrat sta to maj in oktober.



Slika 2: Primerjava mesečne višine padavin leta 2003 z obdobjem 1961–2006 na meteorološki postaji Murska Sobota.

Na letni ravni je zaznavno statistično značilno zmanjševanje višine padavin na skrajnem vzhodu regije na meteoroloških postajah Veliki Dolenci in Lendava, medtem ko na ostalih postajah trendi statistično niso značilni. Najizrazitejše statistično značilno zmanjševanje višine padavin je v poletnih mesecih, prav tako se višina padavin zmanjšuje v zimskih in spomladanskih mesecih, med tem ko je v jesenskih mesecih opazen statistično značilen trend naraščanja višine padavin (Podnebne razmere v Sloveniji, obdobje 1971–2000). Upadanje višine padavin je najizrazitejše meseca julija. V času vegetacijske dobe pade na območju Pomurja med 470 mm in 570 mm padavin, kar pomeni med 59,0 % in 63,5 % letne višine padavin. Zmanjševanje višine padavin ter njihova neugodna razporeditev preko leta pa sta očitni grožnji pojava suše.



Slika 3: Srednja letna višina padavin in njen trend gibanja na meteorološki postaji Veliki Dolenci v obdobju 1961–2006.

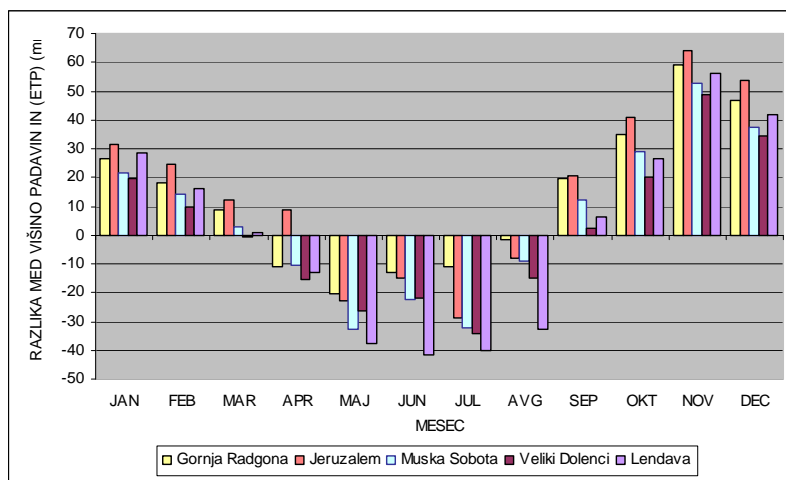
### 3.3 Potencialna evapotranspiracija

Hkrati s povišanjem temperature se je povečala tudi potencialna evapotranspiracija, ki pomeni prehod tekoče vode s površine zemlje v atmosfero in je sestavljena iz dveh procesov: izhlapevanja in transpiracije. Merjenje evapotranspiracije je zaradi številnih parametrov, ki vplivajo na njeno jakost, zelo težavno, zato se običajno izračunava iz drugih meteoroloških

parametrov po FAO Penman-Monteith metodi. Ker je potencialna evapotranspiracija neposredno odvisna od temperature zraka, je le-ta največja na vzhodu regije na meteorološki postaji Lendava (781,8 mm), ki beleži tudi najvišjo srednjo letno temperaturo zraka. S pomikom proti zahodu se potencialna evapotranspiracija zmanjšuje in je najmanjša na meteorološki postaji Blaguš, kjer znaša le še 718,3 mm. Potentialna evapotranspiracija je največja v topli polovici leta, v času vegetacijske dobe tako izpari preko rastlin povprečno 608,4 mm vode oziroma 81,0 % letne potencialne evapotranspiracije. Izračunani linearni trendi kažejo, da se bo potencialna evapotranspiracija najbolj povečala na meteorološki postaji Veliki Dolenci, kar sovpada s statistično značilnim poviševanjem temperature zraka na omenjeni postaji.

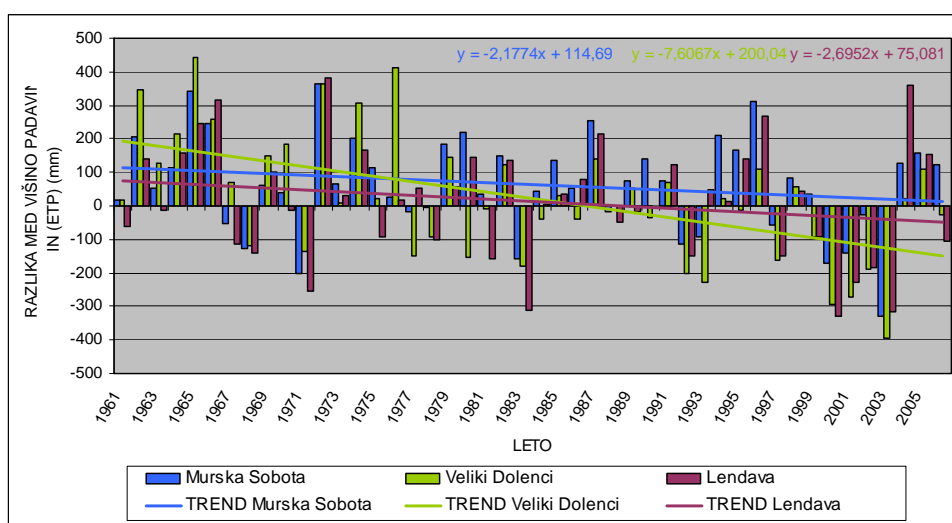
#### 4 ZNAČILNOSTI VODNE BILANCE

Razmeroma grobo, pa vendar dovolj objektivno, ugotovimo sušna obdobja na določeni lokaciji z izračunom preproste vodne bilance; preproste zato, ker temelji le na upoštevanju količine padavin in potencialne evapotranspiracije. Na območju Pomurja se negativna vodna bilanca pojavlja od aprila do avgusta, se pravi v večjem delu vegetacijske dobe. Primanjkljaj vode v tleh je najmanjši v zahodnem delu regije na meteorološki postaji Blaguš, kjer znaša 42,9 mm (najmanjša višina padavin), v osrednjem delu regije na meteorološki postaji Murska Sobota se poveča na 106,2 mm, z 164,9 mm pa je največji na skrajnem vzhodu na meteorološki postaji Lendava. Vsi podatki na sliki 4 veljajo za obdobje 1961–2006, z izjemo podatkov za meteorološko postajo Gornja Radgona, ki veljajo za obdobje 1961–2001.



Slika 4: Mesečne razlike med višino padavin in potencialno evapotranspiracijo na izbranih meteoroloških postajah na območju Pomurja za obdobje 1961–2006.

Na letni ravni je vodna bilanca na analiziranih postajah pozitivna, se pa vsakih nekaj let pojavi leto ali več zaporednih let, ko je le-ta negativna. Povprečni presežek vode v tleh je v obdobju 1961–2006 znašal 104,0 mm, se pa med posameznimi deli regije pojavljajo velike razlike: na meteorološki postaji Blaguš tako presežek znaša 188,9 mm, na meteorološki postaji Murska Sobota 63,5 mm ter na meteorološki postaji Lendava le 11,7 mm. Zaskrblijujoče je dejstvo, da je vodna bilanca v zadnjem desetletju, z izjemo let 1998, 2004 in 2005, izrazito negativna, izračunani linearni trendi pa kažejo, da se bo primanjkljaj v prihodnjih letih še povečal. Povečanje primanjkljaja vode v tleh bo največje na meteorološki postaji Veliki Dolenci.



Slika 5: Letne razlike med višino padavin in potencialno evapotranspiracijo (ETP) ter njihov trend gibanja na izbranih meteoroloških postajah na območju Pomurja za obdobje 1961–2006.

Meteorološka suša najbolj ogroža kmetijstvo, saj se ob pomanjkanju talne vode rastline ne morejo normalno razvijati, kar ima za posledico količinsko manjši pridelek slabše kakovosti.

## 5 OSTALI DEJAVNIKI POJAVA SUŠE

Suša je zelo kompleksen naravni pojav, ki je v prvi vrsti pogojen klimatsko, na lokalnem nivoju pa pridejo do izraza tudi ostali dejavniki, kot so kamninska zgradba, pedološke in hidrološke značilnosti, reliefna izoblikovanost, raba tal idr., ki vplivajo zlasti na intenzivnost pojava in na njegovo prostorsko razširjenost. Na pogostost pojava suše vpliva v prvi vrsti izpad padavin, ki traja daljše časovno obdobje. Kot ključni modifikator meteorološke suše se na preučevanem območju pojavljajo pedološke značilnosti, pri čemer je pomembna zlasti retencijska kapaciteta prsti ter njena tekstura, kjer se neposredno odraža tudi matična podlaga. Na območjih občasnega zastajanja vode ter na območjih z (občasno) visoko podtalnico so se kot pomemben dejavnik izkazale hidrološke značilnosti, ki se neposredno kažejo v oglejevanju prsti in tako v pedoloških značilnostih. V razgibanem reliefu je pomemben dejavnik naklon pobočij, večji naklon namreč vpliva na hitrejše odtokanje vode, prsti pa so plitvejše in deloma skeletne (Kikec 2008). Na terenskih ogledih se je izkazalo, da človek z nepravilno rabo tal ter z neustreznim načinom obdelave tal pojav suše nemalokrat sam izziva in ga še dodatno potencira. Ob tem pa je treba poudariti, da je glavni dejavnik pojava suše na območju Pomurja majhna količina padavin in njihova neugodna razporeditev preko leta, vsi ostali naštetih dejavniki pojav le modificirajo v smislu njegovega zgodnejšega nastopa, intenziviranja ter njegove prostorske razširjenosti.

## 6 RAZLIČNA RANLJIVOST OBMOČIJ

Na podlagi analize naštetih dejavnikov smo raziskovalno območje Pomurja razdelili na manjša območja glede na njihovo ranljivost zaradi suše.

V osrednjem ravninskem delu regije je reka Mura s svojimi nanosi silikatnega peska in proda omogočila razvoj rodovitnih prsti, ki pa so razmeroma plitve in z majhno spodobnostjo



zadrževanja vode; ob izpadu padavin se hitro izsušijo, prodniki namreč povzročajo večjo ogretost zemlje in zato večjo izpostavljenost izsušitvi (Gams 1993, 8). Suša na teh območjih nastopi najprej, škoda na kulturnih rastlinah pa je največja.

Obrobna gričevja so iz obdobja terciarja (miocen, pliocen), ko so se odlagali lapor, peščeni lapor, pesek, peščenjak, deloma tudi glina, na njih pa so se razvile debele rjave prsti, ki so različno odporne proti suši. V Radgonsko-Kapelskih gorica in v zahodnem delu Goričkega (do doline reke Ledave) prevladuje v matični podlagi peščen lapor, ki ga najdemo tudi v prsteh, in kljub nekoliko večjim naklonom, ki pospešujejo odtekanje vode, te prsti dobro kljubujejo suši. V Lendavskih gorica in med dolino Ledave in Bodonskega potoka na Goričkem se v matični podlagi poleg glin pojavlja vse več peska in drobnega proda, kar že nakazuje rečni izvor sedimentov. Prsti na tovrstni podlagi imajo manjšo retencijsko kapaciteto, kapilarni dvig vode se zelo hitro prekine, zaradi naklona pa voda razmeroma hitro odteče po površju ter pronica v nižje horizonte. Odpornost prsti proti suši se tako s pomikom proti vzhodu Goričkega, kjer najdemo v matični podlagi kremenov prod, močno zmanjša, območje pa tako postaja od zahoda proti vzhodu vse bolj prizadeto zaradi suše.

V rečnih dolinah obrobni gričevij, na vznožju gričevij, na spodnjih terasah in na nekoč poplavnih območjih v ravninskem delu so vodotoki v preteklosti nasuli različno debele plasti glin in melja. Na njih so se razvili različni tipi oglejenih prsti, ki so dobro odporne proti pojavi suše, meljasto-glinasti delci namreč lažje vežejo vlogo in jo tudi dalj časa zadržijo. Ta območja zato suša prizadene le izjemoma. Mokrotna območja z vlagoljubno gozdno vegetacijo na območju Dolinskega pa suša praktično ne prizadene (Kikec 2008).

Ob tem pa je treba poudariti, da je učinkovitost padavin za naravne in kulturne rastline zelo različna, poleg značilnosti prsti pa je odvisna tudi od same rastlinske vrste. Posamezne rastline namreč zelo različno prenašajo krajša ali daljša sušna obdobja, odločilno pa je, v kateri fazi njihovega razvoja le-ta nastopi. Koruza tako potrebuje največ vode v razvojnih fazah od cvetenja do nalivanja zrn, ko zaradi pomanjkanja vode prisilno dozoreva, krompir v fazi oblikovanja gomoljev, nastavka cvetov in cvetenja (Matajč 1994, 12). Idealna razporeditev padavin je za različne kulture različna, zato v nobenem primeru ne moremo pričakovati idealne razporeditve padavin za vse kulture, kar vpliva na različno ogroženost posameznih rastlin zaradi pojave suše. Ob izpadu padavin bodo nadpovprečno visoke temperature povzročile prisilno dozorevanje rastlin, opekline na plodovih, v ekstremnih primerih pa lahko pride do osuševanja rastlin ter odpadanja plodov.

## 7 SKLEP

Na pojav meteorološke suše na območju Pomurja vplivajo klimatske značilnosti območja, zlasti majhna višina padavin in njihova neugodna razporeditev preko leta. Relativno visoke temperature zraka, ki se bodo glede na izračunane trende v prihodnosti še povišale, povečujejo potencialno evapotranspiracijo, kar povzroči primanjkljaj vode v tleh in s tem pomanjkanje vode za normalno rast in razvoj (kulturnih) rastlin ter nastop kmetijske suše. Medtem ko na pogostost pojave suše v prvi vrsti vpliva izostanek padavin, pa na njeno intenzivnost ter prostorsko razširjenost poleg klimatskih značilnosti vplivajo tudi drugi dejavniki, med katerimi so najpomembnejši kamninska zgradba, pedološke in hidrološke značilnosti ter reliefna izoblikovanost območja.

Ker je suša sestavni del naravnega dogajanja, je človek praviloma ne more preprečiti, lahko pa se ji na različne načine prilagodi in s tem zmanjša njene negativne posledice. Opredelitev dejavnikov pojave suše ter prostorska omejitev območij glede na njihovo

ranljivost zaradi suše je zato pomemben korak k možnim prilagoditvam in s tem zmanjšanju škode.

## **8 VIRI IN LITERATURA**

- Arhiv ARSO: Klimatski podatki za izbrane meteorološke postaje na območju Pomurja, 2008.
- Gams, I. 1972: Vprašanje klimatogeografske rajonizacije severovzhodne Slovenije. *Geographica Slovenica* 2. Ljubljana.
- Gams, I. 1993: Naravni pogoji za sušo in sušnost tal ter njuno preventivo v Sloveniji. *Ujma* 7. Ljubljana.
- Kikec, T. 2008: Geografska tipizacija Pomurja glede na pojav suše, njen letni režim pojavljanja in možnosti za prilagoditve pojavu. Doktorsko delo (v pripravi). Oddelek za geografijo Filozofske fakultete Univerze v Mariboru. Maribor.
- Kobold, M. 2004: Hidrološka suša slovenskih vodotokov v obdobju 2000–2002. *Ujma* 17-18. Ljubljana.
- Matajc, I. 1994: Suša v kmetijstvu v letu 1993. *Ujma* 8. Ljubljana.
- Natek, K. 1983: Ogroženost Slovenije zaradi suše. *Naravne nesreče v Sloveniji kot naša ogroženost*. Ljubljana.
- Natek, K. 2002: Ogroženost zaradi naravnih procesov kot strukturni element slovenskih pokrajin. *Dela* 18. Ljubljana.
- NDMC, 2008: What is Drought? Understanding and Defining Drought. Medmrežje: <http://drought.unl.edu/whatis/concept.htm#top> (3. 12. 2008)
- Orožen Adamič, M. 2005: Geografija in naravne nesreče. *Geografski obzornik* 52-1. Ljubljana.
- Podatki o ocenjeni škodi po vzroku elementarne nesreče po statističnih regijah. 2008. Medmrežje: [www.stat.si](http://www.stat.si) (3. 12. 2008).
- Podnebne razmere v Sloveniji, obdobje 1971–2000. 2006. Agencija Republike Slovenije za okolje. Ljubljana. Medmrežje: [http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/podnebne\\_razmere\\_Slo71\\_00.pdf](http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/podnebne_razmere_Slo71_00.pdf) (3. 12. 2008).
- Sušnik, A. (ur.) 2004: Spremembe podnebja in kmetijstvo v Sloveniji. Ljubljana.



## POJASNJEVANJE IN MODELIRANJE VETROLOMOV V GOZDOVIH JULIJSKIH ALP

Matija KLOPČIČ, Aleš POLJANEC in Andrej BONČINA

Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Večna pot 83, 1000 Ljubljana, e-pošta: matija.klopcic@bf.uni-lj.si; ales.poljanec@bf.uni-lj.si; andrej.boncina@bf.uni-lj.si

### IZVLEČEK

Naravne ujme so sestavni del razvojne dinamike gozdnega ekosistema. Veter je pogost povzročitelj ujm, vetrolomi velikih in srednjih jakosti ter razsežnosti povzročajo znatno ekonomsko in ekološko škodo v gozdovih. Za zmanjševanje posledic vetrolomov je treba razumeti značilnosti pojavljanja vetrolomov in raziskati ukrepe za krepitev odpornosti gozdnih sestojev. Na primeru gozdov v Julijskih Alpah je prikazan in analiziran model pojavljanja vetrolomov, ki temelji na GIS podatkovni zbirki za obdobje 28 let. Izdelan je s pomočjo logistične regresije, ki vključuje skupen vpliv različnih okoljskih, sestojnih in gozdnogospodarskih dejavnikov. Prikazane so različne možnosti ukrepanja za zmanjšanje verjetnosti pojava vetroloma in za zmanjšanje njegovih posledic.

Ključne besede: naravna ujma, sanitarna sečnja, vetrolom, vplivni dejavniki, logistična regresija

### Interpretation and Modelling of Windthrows in Forests of Julian Alps

### ABSTRACT

Natural hazards are an integral component of forest stand dynamics. Wind hazards are frequent; intermediate and large-scale windthrows may cause considerable economical and ecological damages. To reduce the consequences of windthrow the characteristics of its occurrence and the measures to invigorate forest stands resistance should be examined. A model of windthrow occurrence, based on GIS database for 28-years long period, in the forests of Julian Alps is presented and analysed. The model was built by binary logistic regression; mutual influence of different environmental, forest stands and forest management factors was examined. Possibilities of forest management measures on reducing the frequency and the severity of windthrow occurrence were discussed.

Key words: natural hazard, salvage cutting, windthrow, agents, logistic regression

## 1 UVOD

Naravne ujme so sestavni del gozdnih ekosistemov in so gonilna sila razvojne dinamike naravnih gozdov zmernege pasu (Pickett in White 1985; Oliver in Larsen 1998; Frelich 2002). Kot posledica interakcij med naravnimi pojavi, ki ujme povzročajo, rastiščnimi dejavniki in značilnostmi gozdnih sestojev, se v naravi pojavljajo motnje različnih jakosti in pogostnosti (Attiwill 1994). Ujme večjih jakosti in razsežnosti – katastrofe – povzročajo v gozdovih znatno ekonomsko in ekološko škodo, ogrožajo lahko celo človeška življenja. S tega vidika bi jih lahko imenovali tudi naravne nesreče.

Vetrolomi sodijo med najpomembnejše naravne ujme tako v Evropi kot v svetu (Schelhaas, Nabuurs in Schuck 2003). Na pojav, jakost in razsežnost vetrolomov vpliva veliko število dejavnikov, ki jih lahko uvrstimo v tri skupine - rastiščni, sestojni in gozdnogospodarski dejavniki; značilnost vetra lahko obravnavamo v okviru rastiščnih dejavnikov. Sonaravno gospodarjenje z gozdovi, ki je osnovna paradigma slovenskega gozdarstva, temelji na posnemanju naravnih dogajanj v gozdnih ekosistemih. Zato je poznavanje vplivnih dejavnikov vetrolomov, režima pojavljanja le-teh in raziskovanje ukrepov za krepitev odpornosti gozdnih sestojev pomembno za razumevanje naravne dinamike gozdnih sestojev, uporabo ustreznih gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih ukrepov ter zmanjševanje ekonomskih in ekoloških posledic vetrolomov.

Namen prispevka je prikazati in ovrednotiti dejavnike, ki vplivajo na pojavljanje vetrolomov v gozdnih ekosistemih, prikazati verjetnostni model pojavljanja vetroloma na primeru gozdov v Julijskih Alpah in navesti ukrepe za zmanjševanje pogostnosti pojavljanja vetrolomov in njihovih posledic v gozdovih.

## 2 JAKOST IN POMEN VETROLOMOV

V naravi se pojavljajo ujme različnih jakosti in pogostnosti. Malopovršinske, kot je npr. prelom ali izruvanje enega ali nekaj dreves, človek skoraj ne zazna in jih redko obravnava kot ujme, ki povzročajo ekonomsko škodo. Tovrstne ujme se v naravnih ekosistemih dogajajo neprestano in so le redko identificirane in evidentirane. Srednje velike ujme so redkejše in se praviloma dogajajo vsakih 10–50 let in poškodujejo 10–50 % dreves v sestojih (Woods 2004). Večinoma se pojavljajo kot neenakomerno razporejene večje zaplate popolnoma poškodovanega gozda ali pa kot manjše poškodbe gozdnih sestojev na velikem območju. Motnje največjih razsežnosti – katastrofe – so redke, časovni interval pojavljanja takšnih dogodkov naj bi bil preko sto, včasih celo tisoč let (Canham, Papaik in Latty 2001). V katastrofah so poškodovani ali popolnoma uničeni gozdovi na desetinah ali celo tisočih hektarjev.

Pomen motenj različnih jakosti in razsežnosti se med celinami razlikuje. V Evropi, kjer je delež gozda manjši, že srednje velike motnje lahko pomenijo regionalno katastrofo v smislu zmanjšane ekonomske vrednosti lesa, težjega zagotavljanja socialnih in ekoloških funkcij gozda, ipd. Nasprotno pa v Severni Ameriki, kjer so prostranstva gozdov obširna, motnje srednje jakosti ostajajo večinoma neevidentirane, pomembne pa so le nekaj tisoč hektarske katastrofalne motnje (Seymour, White in deMaynadier 2002).

V Evropi se zaradi naravnih ujm, večinoma vetroloma, letno poseka povprečno 35 milijonov m<sup>3</sup> lesa (Schelhaas, Nabuurs in Schuck 2003). Katastrofalni vetrolomi so bili v Evropi redki, vendar naj bi se s klimatskimi spremembami njihova pogostnost večala (Schelhaas, Nabuurs in Schuck 2003). V zadnjih dvajsetih letih je v Evropi divjalo več katastrofalnih orkanov. Ciklon Vivian je leta 1990 v zahodni Evropi poškodoval okrog 100

milijonov m<sup>3</sup> lesa; Lothar je v letu 1999 v Franciji, Nemčiji in Švici podrl okrog 180 milijonov m<sup>3</sup> lesne mase; jeseni 2002 je viharni veter v Avstriji podrl okrog 5 mio m<sup>3</sup> lesa; v letu 2007 sta ciklona Kyrill in Emma prav tako povzročala večje poškodbe gozdnih sestojev (Medmrežje 1).

V Sloveniji posek zaradi vetroloma variira. Leta 2006 je veter podrl 180.280 m<sup>3</sup> lesa, kar je predstavljalo slabih 5 % celotnega poseka v Sloveniji (Poročilo... 2007), leta 2007 je bil ta delež bistveno nižji. Frekvenca velikih neurij in viharnih vetrov se v zadnjih letih povečuje; leta 2006 je vetrolom na Jelovici podrl 85.000 m<sup>3</sup> večinoma smrekovega lesa, leta 2008 pa je viharni veter na Tolminskem, Kamniškem in Gornjegrajskem območju na 14.400 ha poškodoval okoli 400.000 m<sup>3</sup> lesne mase.

## 2 METODOLOGIJA

### 2.1 Objekt raziskave

Na Gozdnogospodarskem območju (GGO) Bled so vetrolomi in tudi snegolomi pogosti in zato pomemben dejavnik, ki vpliva na gospodarjenje z gozdovi. Vetrolome smo preučevali v gorskih smrekovih gozdovih v gozdnogospodarskih enotah Pokljuka in Jelovica (9627 ha) na območju Julijskih Alp. Drevesna sestava raziskovanih gozdov je spremenjena. Smreka predstavlja 87 % celotne lesne zaloge gozdnih sestojev, saj je bila v preteklosti pospeševana pred bukvijo, jelko, gorskim javorjem in drugimi naravnimi drevesnimi vrstami. Lesna zaloga je znatno nad slovenskim povprečjem in znaša 400 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. Prevladujejo enomerni sestoji. Povprečni delež zaradi vetroloma posekanih dreves v analiziranem območju v obdobju 1979-2006 je znašal 19 % celotnega letnega poseka in je med najvišjimi v Sloveniji. Vetrolomi nizkih in srednjih jakosti se v analiziranih gozdnih dogajajo zelo pogosto in vsako leto. Katastrofalnih vetrolomov pa je bilo v analiziranem obdobju evidentiranih malo, saj je veter le v 18 primerih poškodoval več kot 20 % celotne lesne mase gozdnih sestojev, kar pa lahko predstavlja tudi večdesetletni možni posek.

Raziskovalno območje je sestavljeno iz dveh prostorsko ločenih gozdnogospodarskih enot, ki pa se v ekoloških parametrih statistično ne razlikujeta. Razdeljeni sta na 455 odsekov, povprečni odsek meri 21 ha. Nadmorska višina je med 460 in 2010 m, v povprečju pa 1270 m. Matična podlaga sta večinoma apnenec in dolomit. Povprečna temperatura območja znaša med 4 in 6° C, ponekod pa le 2–4° C, letno pade med 1500 in 2000 mm padavin (Medmrežje 2). Vegetacijska doba traja 110–160 dni, snežna odeja pa traja okrog 160 dni. Prevladujoči vetrovi pihajo z jugozahoda, zahoda in severozahoda; letna povprečna hitrost vetra 10 m nad tlemi se giblje med 1 in 4 m s<sup>-1</sup> (Medmrežje 2), najvišje hitrosti vetra pa dosegajo do 50 m s<sup>-1</sup> (Gregorčič in ostali 2002).

### 2.2 Metode dela

Raziskava temelji na podatkih o sanitarni sečnji poškodovanih dreves zaradi vetra za obdobje 1979-2006. Sanitarna sečnja drevja pomeni posek dreves zaradi različnih abiotskih in biotskih vzrokov z namenom, da ohranimo celotno ali vsaj del vrednosti lesa. Vsako drevo, ki je bilo posekano, je bilo predhodno evidentirano (odkazano), popisani pa so bili naslednji parametri: leto poseka, lokacija poseka (odsek), drevesna vrsta, premer v 5-cm debelinski stopnji, vzrok poseka. V 28 letih je bilo registriranih 2.087.299 posekanih dreves.

Za raziskovalno območje je bila izdelana geografsko-informacijska zbirka podatkov, ki na ravni odseka vključuje sestojne (lesna zaloga drevja debelin 10–30 cm, 30–50 cm in ≥50 cm, Shannon-Wienerjev indeks horizontalne heterogenosti odseka, delež posameznih razvojnih

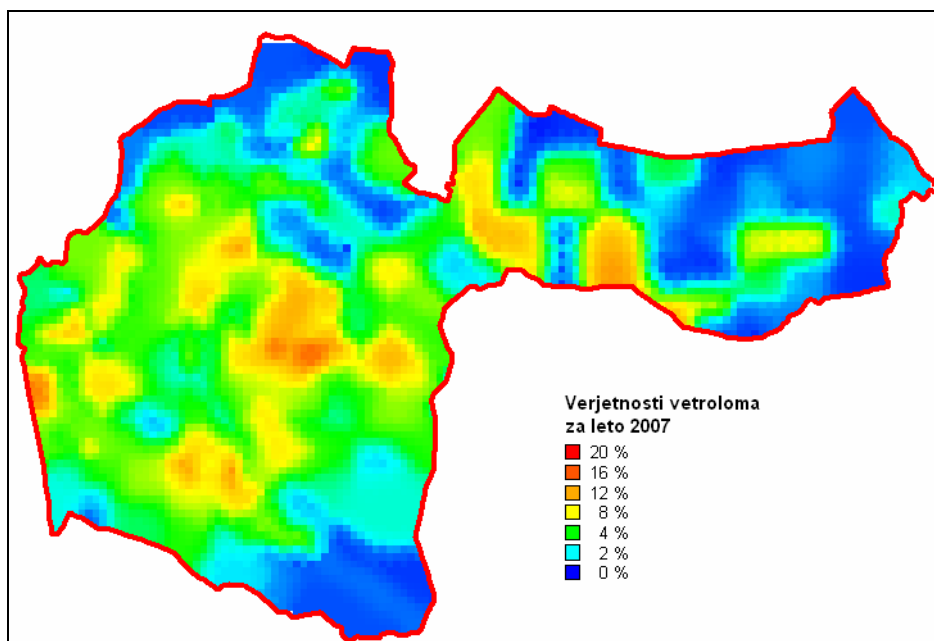
faz, delež listavcev in iglavcev), rastiščne (naklon, nadmorska višina, standardna odklona obeh omenjenih parametrov, ekspozicija terena in varianca ekspozicij v odseku, topografski položaj odseka, kamnitost, skalovitost) in gozdnogospodarske dejavnike (redne sečnje in naravne ujme v predhodnih 5 letih). Indeks vetroloma  $I_{VETR}$ , izračunan kot kvocijent med količino sanitarne sečnje zaradi vetroloma in skupno lesno zalogo v odseku, smo uporabili kot kazalec jakosti vetroloma v odseku. Prag, ki določa ali se je ujma zgodila ali ne, je vedno vprašanje namena analize ali dogovora med vpletenimi. V naši raziskavi smo prag postavili na  $I_{VETR} = 1 \%$ , kar predstavlja približno  $4 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  ali posek dveh do treh odraslih dreves na hektar gozda. S tem smo se izognili malopovršinskim ujmam, ki niso bile predmet analize. Oblikovali smo odvisno dihotomno spremenljivko ( $I_{VETR} \geq 0,01 \rightarrow 1$ , vetrolom se zgodi;  $I_{VETR} < 0,01 \rightarrow 0$ , vetroloma ni).

Vzajemni vpliv dejavnikov na pojav vetroloma smo pojasnjevali in modelirali s pomočjo binarne logistične regresije (Hosmer in Lemeshow 2000). Prvotni nabor neodvisnih spremenljivk (21) smo po predhodnih obdelavah omejili na 13, ki smo jih v naslednjem koraku uporabili v »*forward stepwise*« proceduri modeliranja. Prilagajanje modela podatkom smo preverjali s Hosmer-Lemeshovim »*goodness-of-fit*« testom in z izračunom vrednosti  $D^2$  (Guisian in Zimmermann 2000; Hosmer in Lemeshow 2000). Izdelali smo zemljevid verjetnosti pojava vetroloma za leto 2007, ki je bila rezultat izračunane logistične regresije.

### 3 REZULTATI

V logistični model je bilo vključenih devet spremenljivk. Hosmer-Lemeshow »*goodness-of-fit*« test je ugotovil dobro prilagajanje modela podatkom, vseeno pa je bil izračunani  $D^2$  le 0,09. To pomeni, da je pojav vetroloma zelo slučajen in zaradi tega težko napovedljiv.

Verjetnost, da se bo vetrolom v odseku zgodil, je bila 1,92-krat večja v odsekih, kjer se je predhodna ujma zgodila, kot v odsekih, kjer se ni zgodila. Podobno je bila ta koeficient 1,56 za spremenljivko o predhodni redni sečnji v odseku. Horizontalno bolj heterogeni odseki, kar pomeni več različnih razvojnih faz v odseku in posledično več notranjih gozdnih robov, so bili bolj dovzetni za vetrolom kot bolj homogeni odseki ( $\exp(\beta)=1,57$ ). Dovzetnost gozdnih sestojev za vetrolom je bila v odsekih s južno, jugozahodno, zahodno in severozahodno ekspozicijo 1,24-krat večja kot v odsekih s severno, severovzhodno, vzhodno in jugovzhodno ekspozicijo. Višja lesna zaloga tankega drevja (10–29 cm) v odseku je znižala verjetnost nastanka vetroloma, medtem ko jo je višja lesna zaloga debelega drevja ( $d \geq 50 \text{ cm}$ ) povečala. Odseki z višjim deležem raznomernih gozdov pomenijo nekoliko manjšo verjetnost za pojav vetroloma ( $\exp(\beta)=0,99$ ), v odsekih z višjim deležem mladovja in vrzeli pa je možnost pojava vetroloma rahlo večja ( $\exp(\beta)=1,01$ ).



Slika 1: Zemljevid verjetnosti pojava vetroloma v gozdnogospodarski enoti Jelovica za leto 2007.

Logistični model omogoča izračun verjetnosti pojava vetroloma za posamezen odsek v posameznem letu in izdelavo tematskega zemljevida (slika 1). Četudi je verjetnost vetroloma v določenem odseku visoka, to še ne pomeni, da se bo vetrolom zares zgodil. Izpolnjen mora biti še pogoj pojava močnega vetra, ki bo podiral drevesa. Vseeno pa takšen zemljevid služi kot pripomoček pri odločanju in usmerjanju ukrepov za povečanje stabilnosti sestojev v tiste predele, kjer je pojav vetroloma verjetnejši.

#### 4 RAZPRAVA IN SKLEPI

Pri proučevanju vetrolomov je z vidika gospodarjenja z gozdovi pomembno odgovoriti na dve vprašanji, in sicer, kako povečati odpornost gozdnih sestojev proti vetru ter kako hitro, varno in učinkovito ukrepati po vetrolomu. Potek sanacije vetroloma pojasnjujejo Poljanec in sodelavci (2010) v tej publikaciji. Na podlagi opravljene raziskave in pregleda tuje literature pa podajamo nekaj usmeritev za zmanjševanje pogostnosti vetrolomov in njihovih posledic.

Katastrofalni vetrolomi so naključnega značaja in so posledica ekstremnih vremenskih razmer, zato se v gozdnih ekosistemih pojavljajo zelo redko (Canham, Papaik in Latty 2001). Ko se pojavijo povzročijo ogromno ekonomsko in ekološko škodo. Človek na pojav katastrof nima velikega vpliva.

Vetrolomi srednjih razsežnosti in jakosti so pogostejši (Woods 2004) in prav tako povzročajo velike škode, zato jim je smiselno nameniti več pozornosti. So posledica interakcije različnih klimatskih, orografskih, sestojnih in gozdnogospodarskih dejavnikov (Ruel 2000; Kramer in ostali 2001; Frelich 2002; Indermühle in ostali 2005). Na prvi dve skupini dejavnikov človek ne more vplivati, lahko pa preko gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih ukrepov vpliva na drugi dve skupini. Visok delež malopovršinsko raznomernih ali prebiralnih gozdov pozitivno vpliva na zmanjšanje pogostnosti in posledic vetrolomov (Mason 2002; Indermühle in ostali 2005). Stari sestoji z visokim deležem debelega drevja so bolj dovzetni za vetrolome kot mlajši (Jalkanen in Mattilla 2000; Ruel 2000), zato je smiselno sestoj pravočasno obnavljati, vendar v skladu s prirastoslovnimi načeli. Pospeševanje naravne drevesne sestave (Indermühle in ostali 2005) in pravočasno ter



strokovno izvedeno izbiralno redčenje, ki povečuje mehansko stabilnost dreves in sestojev (Schütz in ostali 2006), imata prav tako pozitiven vpliv na zmanjšanje posledic vetrolomov. Sprotno in strokovno gospodarjenje povečuje mehansko in biološko stabilnosti sestojev in zmanjšuje posledice vetrolomov.

Vetrolomi in druge naravne ujme (sneg, žled, podlubniki, glive, itd.) bodo tudi v prihodnje stalnica razvojne dinamike gozdov, zaradi klimatskih sprememb bodo verjetno bolj pogosti in močnejši (Schelhaas, Nabuurs in Schuck 2003). Zato je treba gospodarjenje z gozdovi prilagajati spremenjenim razmeram, potrebno je načrtno povečevati odpornost gozdnih sestojev, saj bodo tako posledice ujm manjše, sanacije pa hitrejše in učinkovitejše.

## 5 VIRI IN LITERATURA

- Attiwill, P. M. 1994: The disturbance of forest ecosystems: the ecological basis for conservative management. *Forest Ecology and Management* 63, 2-3. New York.
- Canham, C. D., Papaik M. J., Latty, E. F. 2001: Interspecific variation in susceptibility to windthrow as a function of tree size and storm severity for northern temperate tree species. *Canadian Journal of Forest Research* 31-1. Ottawa.
- Frelich, L. E. 2002: *Forest Dynamics and Disturbance Regimes, Studies from Temperate Evergreen-Deciduous Forests*. Cambridge.
- Gregorčič, G., Gregorčič, B., Bertalanič, R. 2002: Nevarni viharne vetrovi z juga. Delo, priloga Znanost (16.12.2002). Ljubljana.
- Guisian, A., Zimmermann, N. E. 2000: Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling* 135, 2-3. New York.
- Hosmer, D. W., Lemeshow, S. 2000: *Applied Logistic Regression*. New York.
- Indermühle, M., Raetz, P., Volz, R. 2005: *LOTHAR Ursächliche Zusammenhänge und Risikoentwicklung. Synthese des Teilprogramms 6, Umwelt-Materialien* 184. Bern.
- Jalkanen, A., Matilla, U. 2000: Logistic regression models for wind and snow damage in northern Finland based on the National Forest Inventory data. *Forest Ecology and Management* 135, 1-3. New York.
- Kramer, M. G., Hansen, A. J., Taper, M. L., Kissinger, E. J. 2001: Abiotic controls on long-term windthrow disturbance and temperate rain forest dynamics in southeast Alaska. *Ecology* 82-10. Washington.
- Mason, W. L. 2002: Are irregular stands more windfirm? *Forestry* 75-4. London.
- Medmrežje 1: [http://www.waldwissen.net/dossier/wsl\\_dossier\\_sturm\\_windwurf\\_DE](http://www.waldwissen.net/dossier/wsl_dossier_sturm_windwurf_DE) (6.12.2008).
- Medmrežje 2: [http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/klimatoloske\\_karte.html](http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/klimatoloske_karte.html) (11.6.2009).
- Ogris, N., Dzerovski, S., Jurc, M. 2004: Windthrow factors – a case study on Pokljuka. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*. Ljubljana.
- Oliver, C. D., Larsen, B. C. 1996: *Forest Stand Dynamics*. New York.
- Pickett, S. T., White, P. S. 1985: *The Ecology of Natural Disturbance of Natural Patch Dynamics*. San Diego.
- Poljanec, A., Gartner, A., Papler-Lampe, V., Bončina, A. 2010: Sanacija v ujmah poškodovanih gozdov. Od razumevanja do upravljanja. *Naravne nesreče 1*. Ljubljana.
- Poročilo o gozdovih za leto 2006. 2007. *Zavod za gozdove Slovenije*, Ljubljana.
- Ruel, J.-C. 2000: Factors influencing windthrow in balsam fir forests: from landscape studies to individual tree studies. *Forest Ecology and Management* 135, 1-3. New York.
- Schelhaas, M.-J., Nabuurs, G.-J., Schuck, A. 2003: Natural disturbances in the European forests in the 19th and 20th centuries. *Global Change Biology* 9-11. Oxford.
- Schütz, J.-P., Götz, M., Schmid, W., Mandallaz, D. 2006: Vulnerability of spruce (*Picea abies*) and beech (*Fagus sylvatica*) forest stands to storms and consequences for silviculture. *European Journal of Forest Research* 125-3. Heidelberg.
- Seymour, R. S., White, A. S., deMaynadier, P. G. 2002: Natural disturbance regimes in northeastern North America – evaluating silvicultural systems using natural scales and frequencies. *Forest Ecology and Management* 155, 1-3. New York.
- Woods, K. D. 2004: Intermediate disturbance in a late-successional hemlock-northern hardwood forest. *Journal of Ecology* 92-3. Oxford.

## STATISTIČNO MODELIRANJE PLAZOVITOSTI V DRŽAVNEM MERILU

Blaž KOMAC in Matija ZORN

Znanstvenoraziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti, Geografski inštitut Antona Melika, Gosposka ulica 13, 1000 Ljubljana, e-pošta: blaz.komac@zrc-sazu.si; matija.zorn@zrc-sazu.si

### IZVLEČEK

V Sloveniji je registriranih približno 6600 zemeljskih plazov (okrog  $0,4/\text{km}^2$ ), predvideva pa se, da je aktivnih približno 10.000 zemeljskih plazov (okrog  $0,5/\text{km}^2$ ). Od registriranih plazov jih okrog četrtina ogroža infrastrukturo in poseljena območja.

V članku je predstavljen eden od preventivnih ukrepov proti zemeljskim plazovom, t. i. zemljevidi plazovitosti. Za celotno državo so predstavljeni trije takšni zemljevidi izdelani z deterministično in dvema statističnima metodama. Predstavljena je primerjava metod in njihovih rezultatov.

Ključne besede: geografija, geomorfologija, statistično modeliranje plazovitosti, zemljevidi plazovitosti, Slovenija

### Statistical landslide susceptibility modelling on a national scale

### ABSTRACT

There are approximately 6,600 registered landslides (approx.  $0.4$  per  $\text{km}^2$ ) in Slovenia, but we estimate that there are around 10,000 active landslides (approx.  $0.5$  per  $\text{km}^2$ ). However, barely a quarter of these landslides present a threat to infrastructure and buildings.

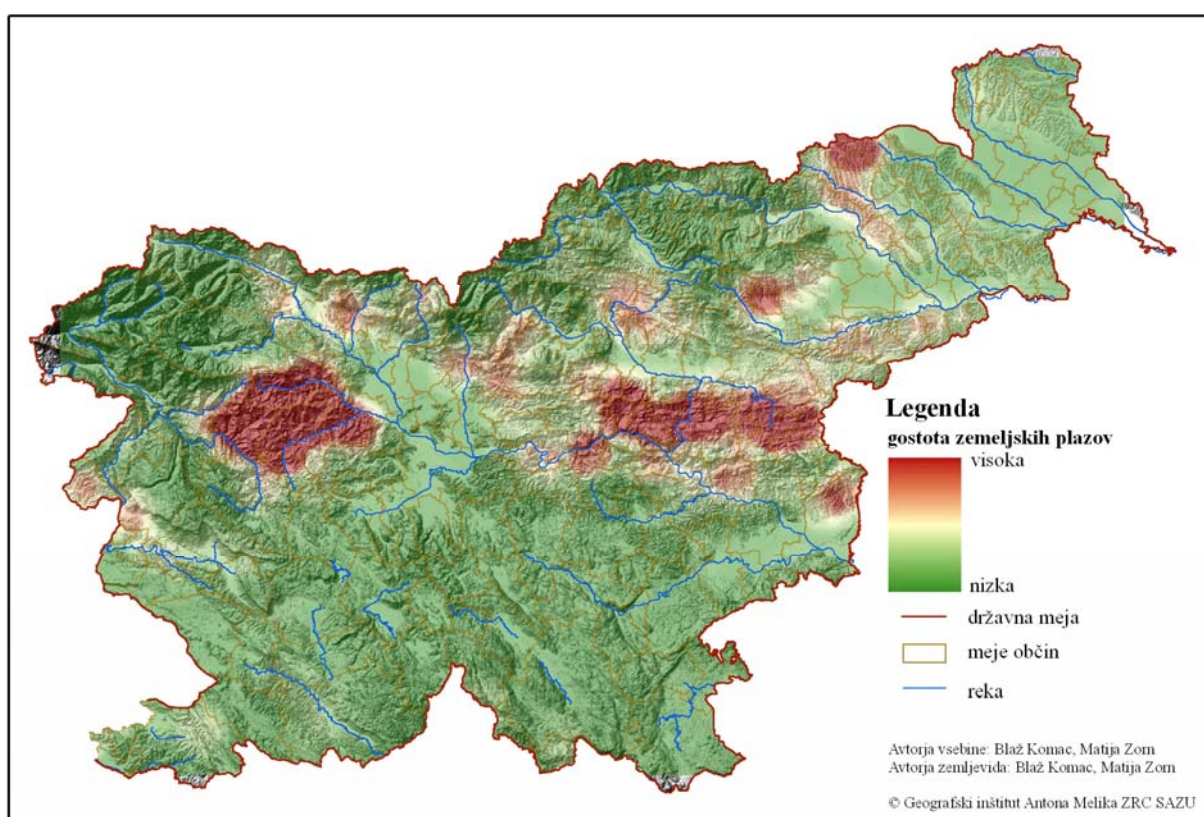
Susceptibility (hazard) maps are one of the most important steps towards an effective strategy of controlling landslides and other mass movements. Therefore we have elaborated three landslide susceptibility maps for the territory of the Republic of Slovenia using a deterministic model and two statistical models. Some comparison of methods and their results are discussed in the paper.

Key words: geography, geomorphology, statistical landslide hazard modeling, landslide susceptibility maps, Slovenia

## 1 UVOD

V Sloveniji naj bi po nekaterih podatkih bilo med 7000 in 10.000 aktivnih zemeljskih plazov (Ribičič, Buser in Hoblaj 1994), kar pomeni gostoto približno 0,4 plaza na kvadratni kilometer. Med letoma 1994 in 2004 so plazovi (zemeljski in snežni skupaj) povzročili za skoraj 90 milijonov evrov škode, pri čemer pa niso všteti stroški odprave posledic, kot tudi ne človeška življenja (Komac in Zorn 2005; Komac in ostali 2008).

Eden osnovnih načinov preventive proti zemeljskim plazovom je uporaba zemljevidov plazovitosti (Zorn in Komac 2004; 2005; 2007a; 2007b; 2008a; 2008b). V članku predstavljamo tri takšne zemljevide izdelane za celotno ozemlje Slovenije. Izdelani so bili z geografskimi informacijskimi sistemi ob uporabi digitalnega modela višin 25 x 25 m in več fizično geografskih podlag/prvin pokrajine ter nacionalne podatkovne baze zemeljskih plazov (Nacionalna 2006).



Slika 1: Pogostost pojavljanja zemeljskih plazov v Sloveniji, izračunana na podlagi Nacionalne podatkovne baze zemeljskih plazov (Nacionalna 2006).

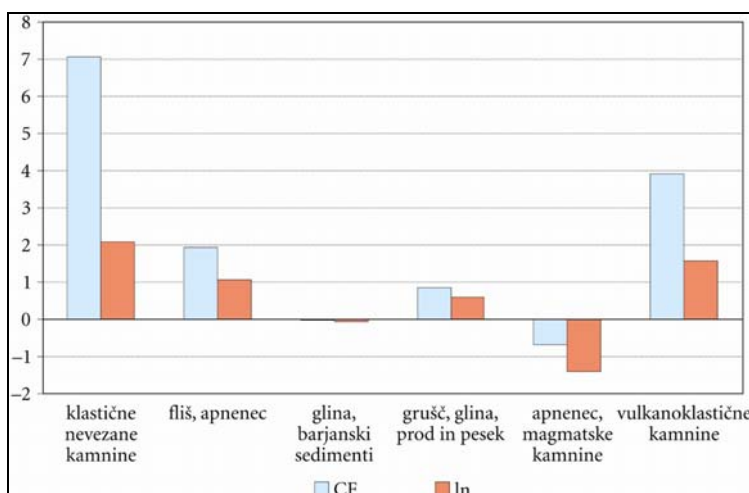
## 2 VPLIVNI DEJAVNIKI ZA PLAZENJE

Pri izdelavi zemljevidov smo upoštevali več vplivnih dejavnikov (fizično geografskih prvin pokrajine): kamninsko sestavo, naklon površja, ukrivljenost površja, rabo tal, maksimalne štiriindvajseturne padavine in ekspozicijo površja.

Za kamninsko sestavo (prim. Verbič 1998) smo uporabili digitalno geološko karto v merilu 1 : 100.000 in digitalno pedološko karto v merilu 1 : 25.000 (Pedološka 2005).

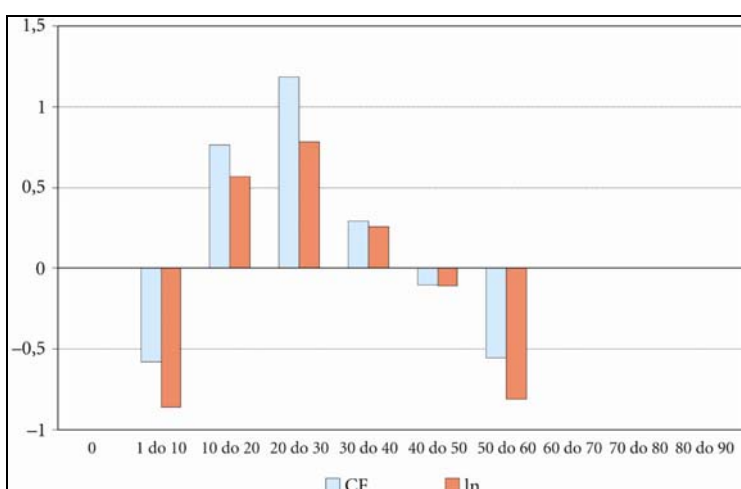
Sodeč po Nacionalni podatkovni bazi zemeljskih plazov (Nacionalna 2006) so zemeljski plazovi pogosti (slika 2) v klastičnih kamninah, kot so peščenjak, flišne kamnine, zlasti pa v

glinavcu, laporovcu, ter v glini, pesku, melju in prodju, če ti sedimenti sestavljajo pobočja. Pojavljajo se tudi v vulkanoklastičnih kamninah (tuf). Zemeljskih plazov praktično ni v nekaterih apnencih in dolomitih ter v magmatskih kamninah in barjanskih sedimentih. Zemeljski plazovi naj bi bili pogosti tudi na pretrem dolomitu in v plastovitih apnencih. Slednje je predvsem posledica neenotne zasnove podatkovne baze, ki kaže na dejstvo, da so pri izdelavi podatkovne baze k zemeljskim plazovom v ožjem pomenu besede prišteli tudi skalne podore in kamnite zdrse.



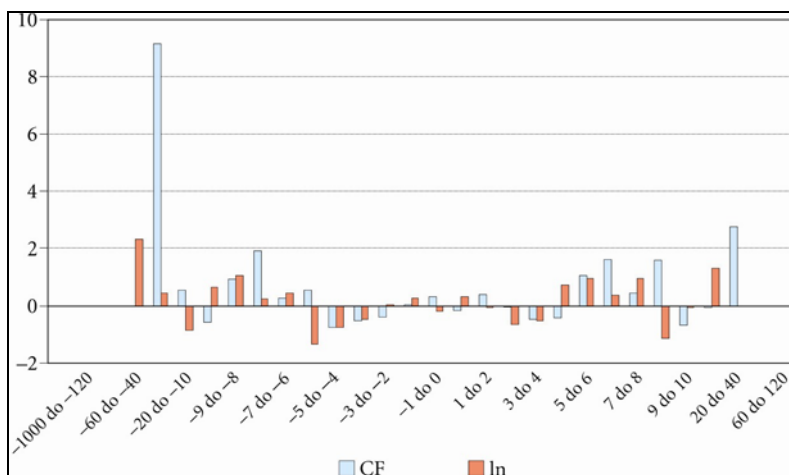
Slika 2: Vpliv kamniške sestave na zemeljske plazove, izračunan po logaritemski metodi indeksiranja (ln) in metodi faktorja verjetnosti (CF). Pozitivne vrednosti imajo območja, kjer je gostota zemeljskih plazov nadpovprečna, negativne vrednosti pa območja, kjer je gostota zemeljskih plazov podpovprečna (velja za slike od 2 do 7).

Za plazenje je pomemben naklon površja. V Sloveniji približno 8 % površja obsegajo ravnine z naklonom približno 0°, skoraj četrtino ozemlja pa zavzema naklonski razred od 12 do 20°. Dobra petina Slovenije ima naklon od 6 do 12°, dobra šestina pa naklon od 20 do 30° (Perko 2001). Zemeljski plazovi so po Nacionalni podatkovni bazi zemeljskih plazov (Nacionalna 2006) najpogostejši v naklonskem razredu od 20 do 30°. Zelo pogosti so v naklonskem razredu od 10 do 20°, manj pa pri naklonih od 30 do 40°. Zemeljski plazovi so zelo redki pri naklonih pod 10° in nad 50°, redki pa so tudi pri naklonih od 40 do 50°.



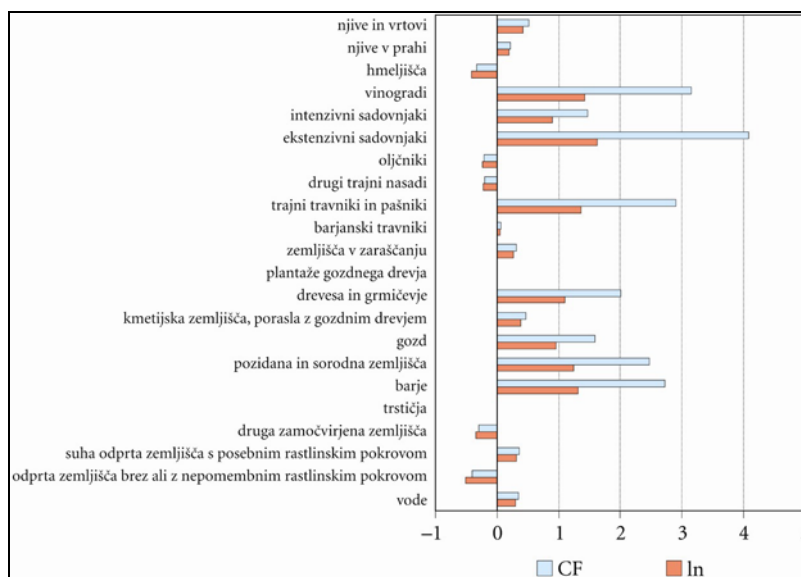
Slika 3: Vpliv naklona na zemeljske plazove, izračunan po logaritemski metodi indeksiranja (ln) in metodi faktorja verjetnosti (CF).

Na plazovitost vpliva tudi ukrivljenost površja (Hrvat in Perko 2002; Perko 2007). Za nastanek zemeljskih plazov je pomembna predvsem vodoravna ukrivljenost površja, to je ukrivljenost glede na navpično ravnino, ki pomeni stopnjo spreminjanja ekspozicije površja. Vodoravna ukrivljenost površja namreč označuje območja stekanja vode na pobočjih. Na vbočenih delih pobočij je nastalo 53 % plazov.



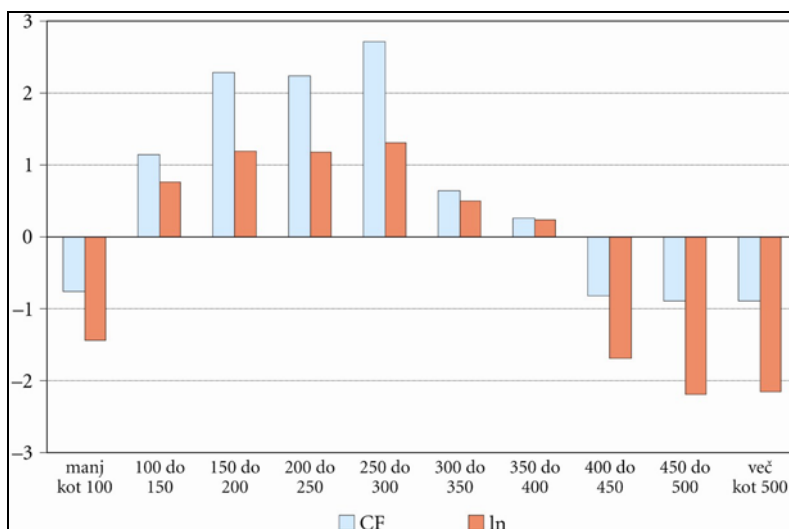
Slika 4: Vpliv ukrivljenosti površja na zemeljske plazove, izračunan po logaritemski metodi indeksiranja (ln) in metodi faktorja verjetnosti (CF).

Eden od pomembnih dejavnikov proženja zemeljskih plazov je raba tal. Učinek rabe tal je viden zlasti v vplivu rastlinstva na vodno bilanco, s tem pa na količino vode v tleh oziroma namočenost podlage, kar pogojuje stabilnost zemljišč. Za podatke o rabi tal smo uporabili zemljevid Rabe kmetijskih zemljišč Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (2004). Zemeljski plazovi so na podlagi Nacionalne podatkovne baze zemeljskih plazov (Nacionalna 2006) najpogostejši v sadovnjakih in vinogradih. Pogosti so tudi v intenzivnih sadovnjakih in gozdu ter na pozidanih zemljiščih (vključno s cestami).



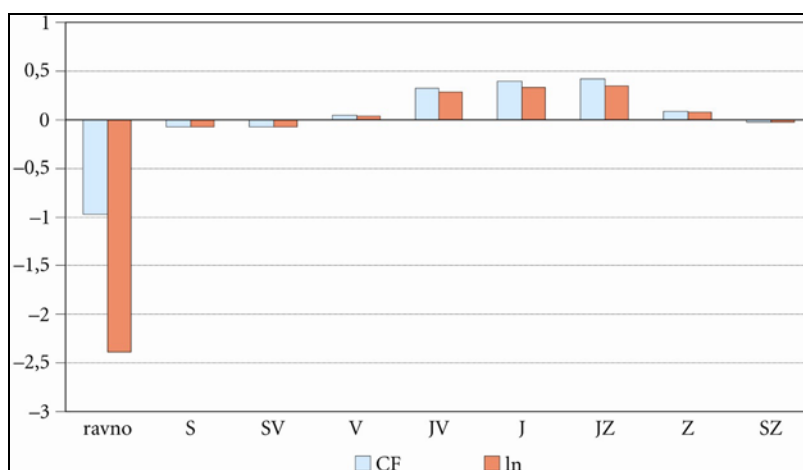
Slika 5: Vpliv rabe tal na zemeljske plazove, izračunan po logaritemski metodi indeksiranja (ln) in metodi faktorja verjetnosti (CF).

Na pogostnost zemeljskih plazov vplivajo tudi padavine. Pri tem sta pomembna tako njihova količina kot intenzivnost. Na nastanek zemeljskih plazov ne vplivajo toliko razlike v povprečni letni količini padavin kot razlike v največji količini padavin, ki lahko pade na določenem območju v določenem času. Govorimo o maksimalnih štiriindvajseturnih padavinah. Pri izdelavi zemljevida smo uporabili Zemljevid maksimalnih štiriindvajseturnih padavin (Maksimalne 1995).



Slika 6: Vpliv maksimalnih štiriindvajseturnih padavin na zemeljske plazove, izračunan po logaritemski metodi indeksiranja (ln) in metodi faktorja verjetnosti (CF).

Le posredno, prek sončnega obsevanja, ki vpliva na vlažnost pobočij, vpliva na plazenje tudi usmerjenost ali ekspozicija površja. V Sloveniji so plazovi najpogostejši v jugovzhodnih, južnih in jugozahodnih legah, vpliv ekspozicije na plazenje v drugih legah pa je težko opredeliti oziroma je zelo neizrazit. Ker so navedene plazovite lege obenem tudi najbolj osončene, torej tudi sušne, lahko domnevamo, da na plazovitost posredno vpliva tudi morebiten drugačen povprečni naklon različno usmerjenih (severnih, južnih) pobočij. Za izračun naklonov, ukrivljenosti in ekspozicije smo uporabili digitalni model višin 25 x 25 m.



Slika 7: Vpliv usmerjenosti ali ekspozicije površja na zemeljske plazove, izračunan po logaritemski metodi indeksiranja (ln) in metodi faktorja verjetnosti (CF).

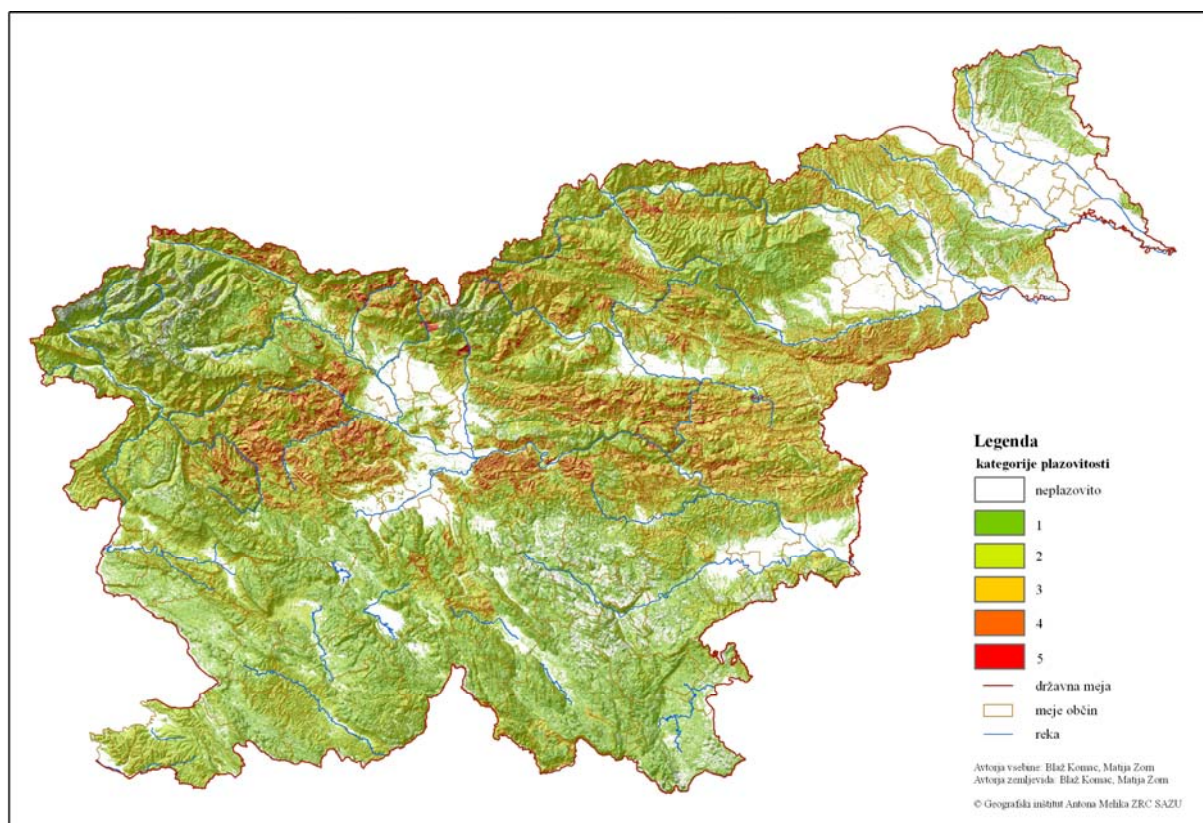
### 3 ZEMLJEVIDI PLAZOVITOSTI SLOVENIJE

#### 3.1 Metoda ponderiranja

Zemljevid plazovitosti smo najprej izdelali z deterministično metodo ponderiranja (Zorn in Komac 2004). Pri izdelavi zemljevida smo glede na dosedanje izkušnje (na primer Zorn in Komac 2005; 2007a; 2007b; Komac in Zorn 2007) in literaturo (Komac 2005; Komac in Ribičič 2008) uporabili uteži, ki so prikazane v preglednici 1.

vplivni dejavnik	utež
kamninska sestava	0,30
raba tal	0,25
Naklon	0,25
vodoravna ukrivljenost površja	0,10
24-urne maksimalne padavine	0,05
usmerjenost (ekspozicija) površja	0,05

Preglednica 1: Uteži, uporabljene pri izdelavi zemljevida plazovitosti z metodo ponderiranja.



Slika 8: Zemljevid plazovitosti, izdelan z metodo ponderiranja.

Zemljevid plazovitosti, izdelan z metodo ponderiranja, razmeroma dobro prostorsko prikaže območja plazovitosti, njegova slabost pa je, da so uteži oziroma pomen posameznih dejavnikov za plazenje določeni arbitrarno. Območja z najvišjo kategorijo plazovitosti obsegajo 1,1 % površine, vendar je na njih le 4,5 % plazov, podobno je na območjih z drugo najvišjo kategorijo plazovitosti, ki obsegajo 4,2 % površine in 12,3 % plazov. Območja, ki jih zemeljski plazovi ne ogrožajo, obsegajo 28,0 % površine, na njih pa je le 5,0 % plazov. V najvišjih dveh kategorijah, ki zavzemata 5 % ozemlja, je torej le šestina plazov. Plazovita

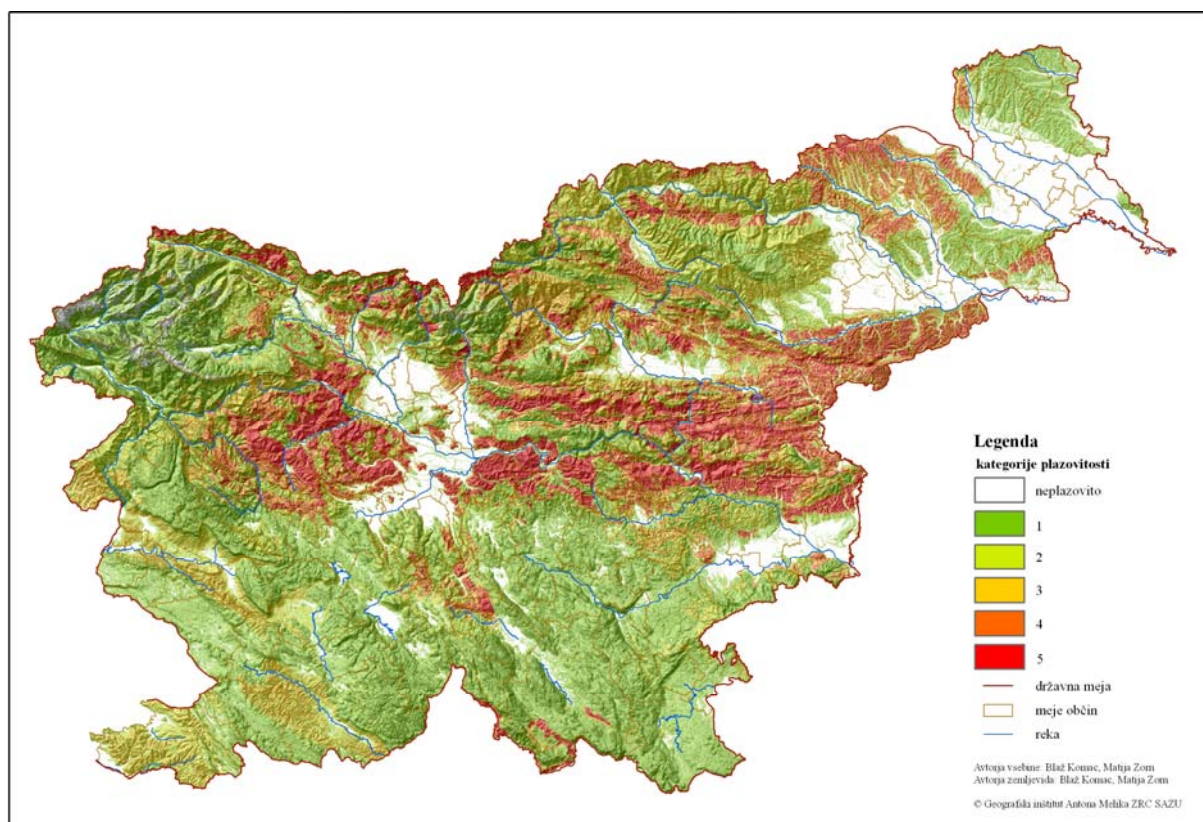
območja, izračunana po metodi ponderiranja, se le v približno 38 % pokrivajo z območji znanih plazov.

### 3.2 Metoda faktorja verjetnosti

Uporabili smo tudi metodo faktorja verjetnosti (angl. *certainty factor*, CF), ki spada med tako imenovane mehke statistične metode (Shorthliffe in Buchanan 1975).

Izračunavanje faktorja verjetnosti omogoča primerjavo in kombiniranje različnih oziroma heterogenih podatkov (Chung in Fabbri 1993). Faktor verjetnosti sta prva uporabila Shorthliffe in Buchanan (1975), pozneje pa še Heckerman (1986) ter za preučevanje zemeljskih plazov Chung in Fabbri (1993; 1998), Binaghi in ostali (1998), Luzi in Pergalani (1999) ter Lan in ostali (2004). Faktor verjetnosti izračunamo za vsako celico digitalnega modela višin in označuje primerjavo verjetnosti, ki temelji na podatkih o zemeljskih plazovih na preučevanem območju, z delno verjetnostjo, ki temelji na podatkih o vplivnih dejavnikih.

Območja z najvišjo kategorijo plazovitosti obsegajo 9,1 % površine, vendar je na njih 33,0 % plazov, podobno je na območjih z drugo najvišjo kategorijo plazovitosti, ki obsegajo 6,9 % površine in je na njih 17,9 % plazov. V najvišjih dveh kategorijah, ki pokrivata 16,1 % ozemlja, je torej dobra polovica plazov (51 %). Območja, ki jih zemeljski plazovi ne ogrožajo, obsegajo 17,7 % površine, na njih pa je 2,0 % plazov.



Slika 9: Zemljevid plazovitosti, izdelan z metodo faktorja verjetnosti.

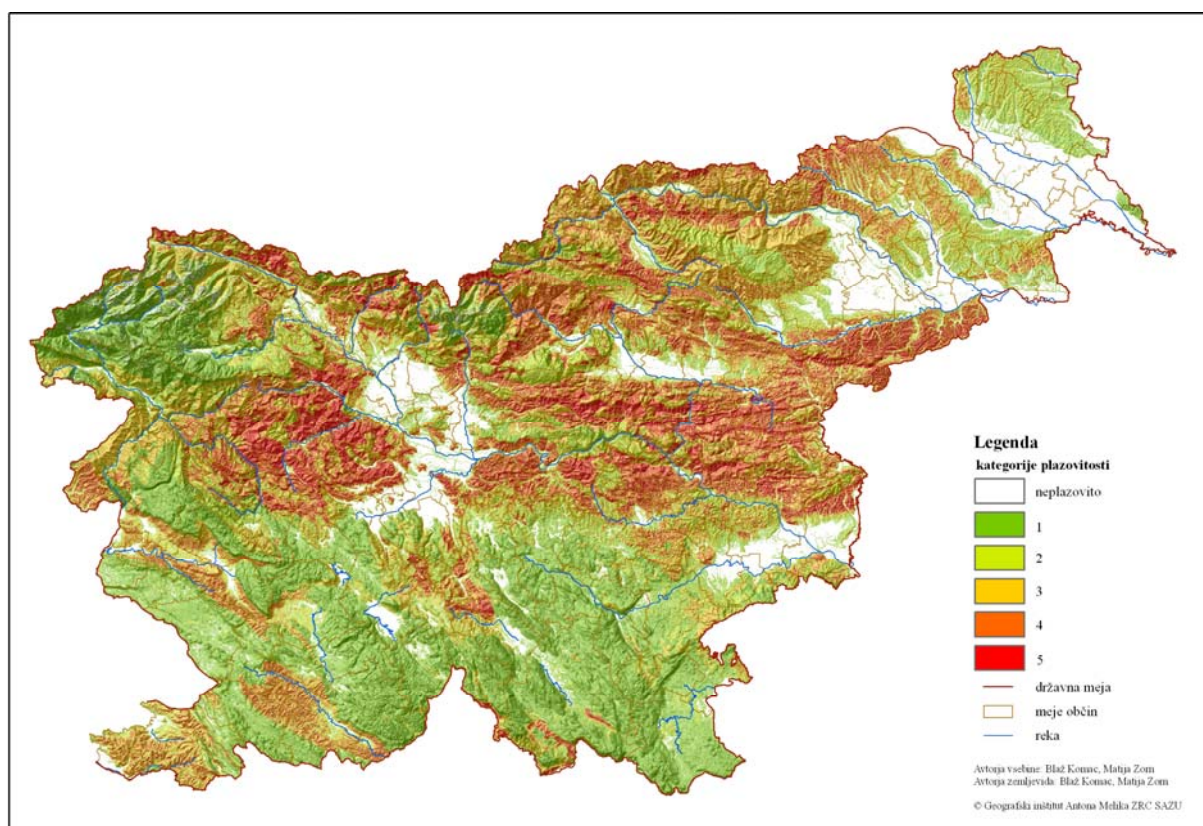
### 3.3 Logaritemska metoda indeksiranja

Plazovitost smo ugotavljali še s statistično logaritemsko metodo indeksiranja (angleško *landslide index method*, ln; na primer Ruff in Czurda 2008). Metoda temelji na primerjanju zemljevida plazov z zemljevidi, ki prikazujejo različne vplivne dejavnike. Primerjavo



naredimo v geografskem informacijskem sistemu s prekrivanjem podatkovnih slojev. Nato s primerjavo teh zemljevidov oziroma izvornih podatkov izračunamo pogostnost oziroma gostoto plazov pri določenih vrednostih oziroma razredih vplivnih dejavnikov in jo nazadnje primerjamo s pogostnostjo oziroma z gostoto zemeljskih plazov na celotnem preučevanem območju.

Območja z najvišjo kategorijo plazovitosti obsegajo le 5,8 % površine, vendar je na njih 24,4 % plazov. Območja z drugo najvišjo kategorijo plazovitosti obsegajo 14,8 % površine, na njih pa je tretjina (33,3 %) plazov. V najvišjih dveh kategorijah, ki pokrivata petino (20,6 %) ozemlja, je torej kar tri petine (57,7 %) plazov. Območja, ki jih zemeljski plazovi ne ogrožajo, obsegajo 16,9 % površine, na teh zemljiščih pa sta le slaba dva odstotka (1,9 %) plazov. Plazovita območja, izračunana po logaritemski metodi, se z območji znanih plazov pokrivajo v 84 % primerih. Logaritemska metoda se je med uporabljenimi metodami izkazala kot najprimernejša.



Slika 10: Zemljevid plazovitosti, izdelan z logaritemsko metodo.

#### 4 PLAZOVITOST PO SLOVENSКИH POKRAJINAH

Za ugotavljanje plazovitosti slovenskih pokrajin smo si pomagali z indeksom izračunanim na podlagi relativne površine, ki jo v posameznih slovenskih makro- in submakroregijah (Perko in Kladnik 1998) zavzemajo območja z najvišjo in drugo najvišjo stopnjo plazovitosti.

V povprečju je plazovitost največja v slovenskih alpskih pokrajinah, kjer najbolj plazovita območja (4. in 5. kategorija ogroženosti) zavzemajo dobro petino (21,0 %) površine. Med submakroregijami je plazovitost največja v alpskih hribovjih, kjer najbolj plazovita območja obsegajo skoraj tretjino (30,9 %) površine. Najbolj izstopajo Cerkljansko, Škofjeloško in Polhograjsko hribovje z 48,3 % plazovitega ozemlja ter Posavsko hribovje (39,4 %).

Plazovitost je velika tudi v Ložniškem in Hudinjskem gričevju (29,3 %) ter Velenjskem in Konjiškem hribovju (23,8 %). Med alpskimi gorovji po plazovitosti izstopajo Zahodne Karavanke (34,3 %), Vzhodne Karavanke (24,6 %) in Kamniško-Savinjske Alpe (21,9 %).

Plazovita območja v panonskih pokrajinah zavzemajo desetino površine (10,4 %). Najbolj so plazovita gričevja, kjer so najbolj plazovita območja razprostranjena na 27,1 % ozemlja. V določenih gričevjih celo nad 50 %. Na Boču in Maclju je plazovitih več kot polovica zemljišč (54,0 %), zelo plazovite so tudi Haloze (50,3 %) ter Voglajnsko in Zgornjesotelsko gričevje (43,4 %). Manj plazovitih območij je v Srednjesotelskem gričevju (37,4 %), Krškem, Senovskem in Brežiškem gričevju (23,9 %) ter v Slovenskih goricah, kjer je plazovita petina ozemlja.

Sredozemske pokrajine so manj plazovite kot panonske, najbolj plazovita zemljišča pa obsegajo 8,4 % površine, na nekaterih flišnih območjih do 17,1 %. Najbolj plazoviti so Goriška brda (17,1 %), Brkini (11,4 %), obrobje Vipavske doline (10,6 %) in Koprška brda (10,0 %), ki spadajo med sredozemska gričevja.

Plazovi najmanj ogrožajo pretežno apnenčaste dinarske pokrajine (7,2 %). Med dinarskimi planotami je najbolj plazovito Idrijsko hribovje (26,6 %), v dinarskih podoljih in ravninah pa Velikolaščanska pokrajina (36,0 %) in obrobje Ljubljanskega barja (21,2 %).

Rezultati delno odražajo dejstvo, da podatki so v Nacionalni podatkovni bazi zemeljskih plazov poleg zemeljskih plazov vključeni tudi skalni podori in drugi pobočni procesi. Zaradi neenotnega načina zbiranja podatkov celotno ozemlje Slovenije ni pokrito enotno, zato z nizko plazovitostjo izstopajo flišna gričevja v sredozemski Sloveniji na jugozahodu države in nekatera panonska gričevja na vzhodu, čeprav smo npr. za flišna Goriška brda dokazali prav nasprotno (glej Zorn in Komac 2007a; 2007b; Ažman Momirski in ostali 2008).

## 5 SKLEP

Škoda zaradi zemeljskih plazov v zadnjih desetletjih narašča. Ponekod je to posledica večje pogostnosti ali intenzivnosti naravnih procesov, v veliki meri pa jo lahko pripišemo posledicam vdiranja človeka na prej manj intenzivno izkoriščena območja. Ob tem lahko v Sloveniji z zaskrbljenostjo ugotovimo, da reliefa in geomorfni procesov, s tem pa tudi zemeljskih plazov, pri načrtovanju rabe prostora tako rekoč ne upoštevamo (Komac, Natek in Zorn 2008).

Lahko pa bi se zgledovali po tradicionalni poselitvi. Naši predniki so namreč stavbe praviloma postavljali na območjih, ki so bila varna pred pobočnimi procesi (Komac in ostali 2006). Danes lahko z načrtovanjem usmerjamo predvideno poselitev na varna območja, obstoječa naselja pa le po potrebi in možnostih zavarujemo z ustreznimi ukrepi. Prav z zemljevidi plazovitosti lahko na hiter in učinkovit način določimo območja, za katera je bolje, da ostanejo brez posegov človeka, oziroma za katera že v naprej vemo, da bi vsako poseganje vanje zahtevalo posebne gradbene in druge ukrepe.

## 6 VIRI IN LITERATURA

- Ažman Momirski, L., Kladnik, D., Komac, B., Petek, F., Repolusk, P., Zorn, M. 2008: Terasirana pokrajina Goriških brd. Geografija Slovenije 17. Ljubljana.
- Binaghi, E., Luzi, L., Madella, P., Pergalani, F., Rampini, A. 1998: Slope instability zonation: A comparison between certainty factor and fuzzy Dempster-Shafer approaches. Natural hazards 17-1. Dordrecht.
- Chung, C. F., Fabbri, A. G. 1993: The representation of geoscience information for data integration. Natural Resources Research 2-2. New York.

- Heckerman, D. E. 1986: Probabilistic interpretation of MYCIN's certainty factors. Readings in Uncertain Reasoning. San Francisco.
- Hrvatini, M., Perko, D. 2002: Ugotavljanje ukrivljenosti površja z digitalnim modelom višin in njena uporabnost v geomorfologiji. Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 2001–2002. Ljubljana.
- Komac, B., Natek, K., Pečnik, M., Zorn, M. 2006: Ogroženost Zgornje Savinjske doline zaradi recentnih geomorfnihi procesov. Šaleška in Zgornja Savinjska dolina: 19. zborovanje slovenskih geografov. Velenje.
- Komac, B., Natek, K., Zorn, M. 2008: Geografski vidiki poplav v Sloveniji. Geografija Slovenije 20. Ljubljana.
- Komac, B., Zorn, M. 2005: Geomorfološke nesreče in trajnostni razvoj. IB revija 39-4. Ljubljana.
- Komac, B., Zorn, M. 2007: Modeliranje naravnih procesov na primeru zemeljskih plazov. Dela 28. Ljubljana.
- Komac, M. 2005: Napoved verjetnosti pojavljanja plazov z analizo satelitskih in drugih prostorskih podatkov. Ljubljana.
- Komac, M., Fajfar, D., Ravnik, D., Ribičič, M. 2008: Nacionalna podatkovna baza zemeljskih plazov. Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 2007–2008. Ljubljana.
- Komac, M., Ribičič, M. 2008: Zemljevid verjetnosti pojavljanja plazov v Sloveniji 1 : 250.000. Ljubljana.
- Lan, H. X., Zhou, C. H., Wang, L. J., Zhang, H. Y., Li, R. H. 2004: Landslide hazard spatial analysis and prediction using GIS in the Xiaojiang watershed, Yunan, China. Engineering Geology 76, 1-2. Amsterdam.
- Luzi, L., Pergalani, F. 1999: Slope Instability in static and dynamic conditions for urban planning: the 'Oltre Po Pavese' case history (Regione Lombardia – Italy). Natural Hazards 20-1. Dordrecht.
- Maksimalne 24-urne padavine za sto letno povratno dobo: merilo 1 : 250.000. 1995. Hidrometeorološki zavod Republike Slovenije. Ljubljana.
- Nacionalna podatkovna baza zemeljskih plazov. 2006. Uprava Republike Slovenije za zaščito in reševanje Ministrstva za obrambo Republike Slovenije. Ljubljana.
- Pedološka karta Slovenije 1 : 25.000. 2005. Center za pedologijo in varstvo okolja Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Perko, D. 2001: Analiza površja Slovenije s stometriskim digitalnim modelom reliefa. Geografija Slovenije 3. Ljubljana.
- Perko, D. 2007: Morfometrija površja Slovenije. Georitem 3. Ljubljana.
- Perko, D., Kladičnik, D. 1998: Nova regionalizacija Slovenije. Slovenija – pokrajine in ljudje. Ljubljana.
- Ribičič, M., Buser, I., Hobljaj, R. 1994: Digitalno atributna/tabelarična baza zemeljskih plazov Slovenije za terenski zajem podatkov. Prvo slovensko posvetovanje o zemeljskih plazovih. Idrija.
- Ruff, M., Czurda, K. 2008: Landslide susceptibility analysis with a heuristic approach in the Eastern Alps (Vorarlberg, Austria). Geomorphology 94, 3-4. Amsterdam.
- Shorthliffe, E. H., Buchanan, G. G. 1975: A model of inexact reasoning in medicine. Mathematical Biosciences 23. New York.
- Verbič, T. 1998: Kamnine. Geografski atlas Slovenije. Ljubljana.
- Zorn, M., Komac, B. 2004: Deterministic modeling of landslide and rockfall risk Acta geographica Slovenica 44-2. Ljubljana.
- Zorn, M., Komac, B. 2005: Geografska analiza naravnih nesreč v domači pokrajini – primer zemeljskih plazov. Geografija v šoli 15-3. Ljubljana.
- Zorn, M., Komac, B. 2007a: Probability modelling of landslide hazard. Acta geographica Slovenica 47-2. Ljubljana.
- Zorn, M., Komac, B. 2007b: Probabilistično modeliranje plazovitosti na primeru Goriških brd. Strategija varovanja tal v Sloveniji. Ljubljana.
- Zorn, M., Komac, B. 2008a: Modeliranje plazovitosti s pomočjo Dempster-Shaferjevega algoritma. Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 2007–2008. Ljubljana.
- Zorn, M., Komac, B. 2008b: Zemeljski plazovi v Sloveniji. Georitem 8. Ljubljana.

## VZROKI IN POSLEDICE POPLAV V POVIRJU REKE PIVKE

Gregor KOVAČIČ

Univerza na Primorskem, Fakulteta za humanistične študije, Oddelek za geografijo, Titov trg 5, 6000 Koper, e-pošta: gregor.kovacic@fhs.upr.si

### IZVLEČEK

Prispevek obravnava vzroke in posledice visokih vod novembra 2000 na območju jugovzhodnega dela Zgornje Pivke v bližini naselij Koritnice, Bač in Knežak v občini Ilirska Bistrica. Ob izdatnih novembrskih padavinah v letu 2000 se je gladina kraške podtalnice dvignila za približno 20 do 35 m in prišlo je do poplave, ki je sklenjeno obsegala 0,59 km<sup>2</sup>. S pomočjo terenskih meritev ter interpretacije fotografskega gradiva smo izmerili obseg poplavljenih površin, s pomočjo računalniških prijemov pa izračunali prostornine posameznih sklenjenih poplavljenih območij. Poplava je najbolj prizadela naselje Bač, kjer so zabeležili škodo na 30. objektih, v industrijskem obratu ter na cestnem omrežju.

Ključne besede: geografija, poplave, kraška podtalnica, Zgornja Pivka, Ilirska Bistrica, Slovenija

### Causes and Consequences of Flooding in the Hinterland of the Pivka River

#### ABSTRACT

The article discusses the reasons for and consequences of high waters in November 2000 in the south-eastern part of the Upper Pivka valley in the nearness of the settlements Koritnice, Bač and Knežak in the municipality of Ilirska Bistrica. During the abundant November rain period in year 2000, the karst groundwater table rose for about 20 to 35 m, which caused flooding in the surface of 0.59 km<sup>2</sup>. By field measuring and interpretation of the photographic material the extents of the flooding areas were measured. With the help of computer programs volumes of the particular closed flooded areas were calculated. The flood mostly affected the Bač settlement, where damage on 30 buildings, at an industrial facility and on road infrastructure was reported.

Key words: geography, flood, karst groundwater, Upper Pivka, Ilirska Bistrica, Slovenia

## 1 UVOD

Povirno zaledje reke Pivke, ki izvira v izviru Pivšče (555 m) pri Zagorju, obsega najjužnejši del doline Zgornje Pivke, ki se v dolžini 16 km in v širini 4–5 km razteza gorvodno od Prestranka. Zgornja Pivka proti jugu in vzhodu prehaja v globoko zakraselo planoto Snežnik, na vzhodu v Javornike, na jugozahodu in zahodu pa jo omejuje Taborski hrbet. Obravnavano poplavno območje označuje pretežno raven svet kraške kotanje (2,7 km<sup>2</sup>), ki se razteza v trikotniku med Koritnicami, Bačem in Knežakom, ter uravnan svet zahodno od Bača in Knežaka.

Poplave na Zgornji Pivki uvrščamo med poplave na kraških poljih, za katere je značilna umirjenost, pojavljanje na istih mestih in do približno enake višine. Domačini so se omenjenim poplavam zlahka prilagodili, tako da so se z naselji umaknili na višje obrobje. Poplave niso posebej nevarne in ne povzročajo posebne škode, razen ob izjemno visokih vodah. Poplave na Zgornji Pivki prizadenejo približno 6,6 km<sup>2</sup> ozemlja. Največji delež odpade na redno poplavljenе površine ob regulirani strugi Pivke, 2,2 km<sup>2</sup> obsega poplavni svet pivških presihajočih jezer (Kranjc 1985). Prispevek obravnava poglavitne vzroke pojava poplav na Zgornji Pivki in posebej visokih vod novembra 2000 na območju omenjenih naselij ter opisuje posledice poplave, ki je skupaj obsegala 0,59 km<sup>2</sup>.

## 2 METODE DELA

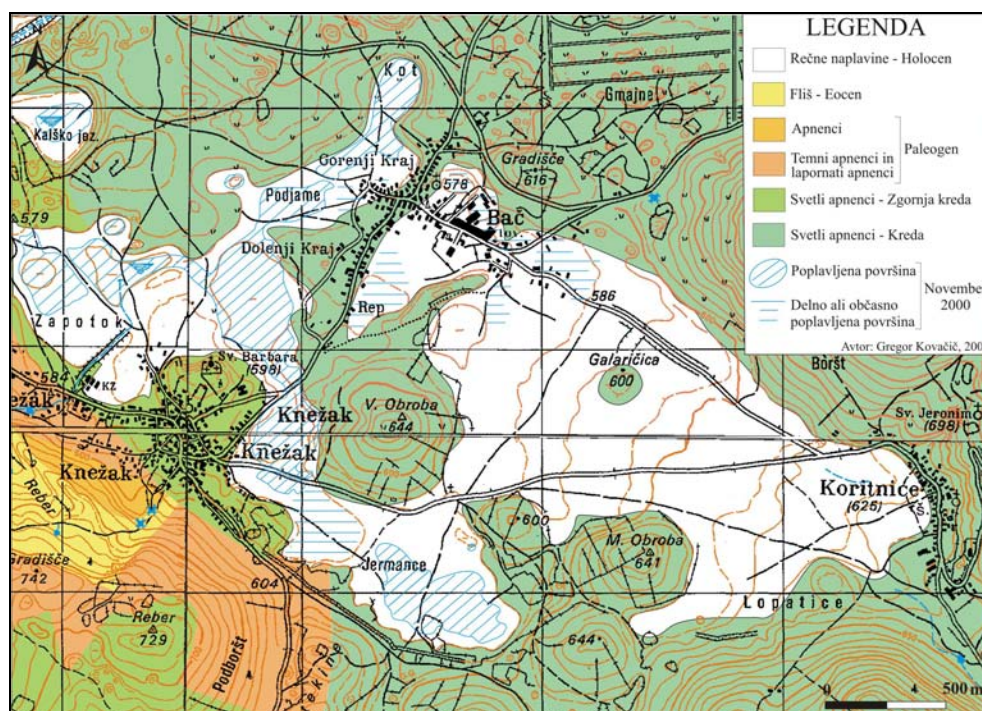
Novembra 2000 smo opravili terensko kartiranje višin in obsega poplavnih površin na obravnavanem območju. S pomočjo programov *Didger* in *Surface* ter temeljnih topografskih načrtov v merilu 1 : 5000 smo izračunali površine in prostornine posameznih zaključenih poplavnih območij v okolici Bača, Knežaka in Koritnic. Obseg poplave smo preverili tudi s pomočjo fotografske dokumentacije. Zelo dobro so se izkazali zračni posnetki, ki jih je 29. novembra 2000 posnela Špela Habič. Na osnovi terenskih meritev in fotografij smo s programom *ArcGis 9.1* izdelali zemljevid, ki prikazuje poplavno ogrožena območja v okolici naselja Bač. Kot podlago zemljevida smo uporabili digitalni ortofoto posnetek (GURS 2000), poligone poplavnih površin pa smo izdelali na osnovi mreže višinskih točk DMV 25 m (Podobnikar in Oštir 1999) ter s pomočjo fotografij. S pomočjo evidence hišnih števil (GURS 1999) ter podatkov o prijavljeni škodi, ki jih hranijo v arhivu Občine Ilirska Bistrica, smo na zemljevidu označili objekte, ki jih je prizadela poplava. V posebnem sloju smo prikazali dejansko pozidana zemljišča ter načrtovana stavbna zemljišča naselja Bač, kot jih je na temelju kartografskih podlag dolgoročnega občinskega plana v merilu 1 : 5000 digitalizirala Petra Slavec, diplomantka geografije na Fakulteti za humanistične študije Univerze na Primorskem.

Za opis vremenskih razmer v obdobju jesenskih poplav na obravnavanem območju smo uporabili podatke o dnevni višinah padavin med septembrom in novembrom 2000 s padavinske postaje Ilirska Bistrica, ki leži približno 6 km južneje in 200 m nižje od območja, ter padavinske postaje Jurišče, ki leži 5 km severno od Bača in dobrih 100 m višje (ARSO 2009).

## 3 ORIS GEOLOŠKIH IN HIDROLOŠKIH RAZMER

Zgornja Pivka je izoblikovana pretežno v zgornjekrednih apnencih, dno ob strugi Pivke ter dna večjih kraških kotanj, mnoge med njimi so občasno poplavljenе in predstavljajo kotanje 17. presihajočih jezer, pa prekrivajo drobnozrnati rečni nanosi holocenske starosti. Rečni

sedimenti v dnu Zgornje Pivke skupno prekrivajo okrog 12 km<sup>2</sup> (Kranjc, Mihevc in Šebela 1992). Geološko sestavo obravnavanega območja prikazuje slika 1. Z izjemo manjšega območja zahodno od naselja Knežak, kjer v tektonskem oknu na površje izdanjajo flišne kamnine (Pleničar 1959), gradijo obrobje kotanje med naselji Bač, Knežak in Koritnice ter osamelce znotraj njenega uravnanege sveta pretežno srednje do dobro vodoprepustni apnenci kredne in paleogenske starosti s kraško–razpoklinsko poroznostjo (Šikić, Pleničar in Šparica 1972; Šikić in Pleničar 1975; Krivic in ostali 1983). V tektonskem smislu je eocenski fliš del prevrnjene gube Komenske narivne grude, ki leži pod narivom Snežniške narivne gube, zgrajene pretežno iz zgornjekrednih apnencev (Placer 1981).



Slika 1: Geološka karta poplavnega območja med Koritnicami, Bačem in Knežakom.

Poplavno območje med naselji Bač, Knežak in Koritnice prekrivajo nesprjeti gruščnato prodati klastični sedimenti, ki so produkt delovanja pleistocenskih hudourniških vod, ko se je v povirnem delu takratne Pivke (gorska dolina jugovzhodno od naselja Koritnice) nabiralo veliko pobočnega gradiva in ga je Pivka v obliki vršaja odložila ob izhodu iz doline v kotanjo med Koritnicami, Knežakom in Bačem (Melik 1955, 71–74). Debelina nasutega gradiva, ki prekriva zakraselo dno kotanje, doseže tudi 10 m (Krivic in ostali 1983), v povprečju pa ne presega 5 m. Prevladujejo delci, ki v premeru merijo 1–6 cm, največji med njimi pa do 25 cm. Drobir je slabo zaobljen, slojevitosti ni opaziti, vmes je veliko peska (Kovačič 2006). O površinskem toku nekdanje Pivke priča tudi suha struga, ki ima pri Koritnicah obliko ozkega korita, od Koritnic proti severozahodu pa postaja vedno bolj plitva. Lepo je vrezana pod Borštom, kjer se v meandrih vije desno od ceste Koritnice–Bač. Novembra 2000 se je struga v spodnjem delu zapolnila in pojavil se je vodotok, ki je poplavljal Bač. Po morfologiji lahko nasuto kotanjo med Koritnicami, Bačem in Knežakom označimo kot kraško polje, nekoliko neznačilna za polje je zgolj njena oblika.

V primerjavi s sosednjo kraško planoto Snežnik, ki je hidrografsko zaledje obravnavanega območja, je na Zgornji Pivki izoblikovan relativno plitev kraški vodonosnik. Spodaj ležeče flišne kamnine, ki se zadržujejo dokaj blizu površja in so na globini 100 m dokazane z vrtino

pri Zagorju (Krivic in ostali 1983), povzročijo ob visokih vodah dvig kraške podtalnice na površje. Opisana flišna zapora preprečuje podzemni odtok vode z obravnavanega območja proti Reki in jo usmerja v porečje Pivke. Izjema je kraški izvir Podstenjšek, ki odteka v Reko. Območje predstavlja bifurkacijsko cono med jadranskim (Podstenjšek) in črnomořskim povodjem (Pivka), kar je bilo dokazano tudi s sledilnimi poizkusi (Habič 1975; Ravbar 2007).

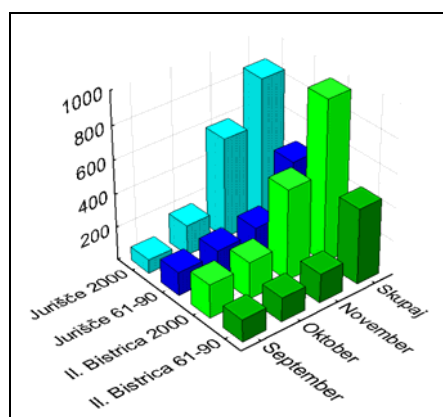
Gladina podtalnice v obravnavanem kraškem polju je običajno 30–40 m pod površjem in je nagnjena proti severozahodu ter sega od 560 m n. v. pri Koritnicah do 540 m n. v. na zahodnem delu Bača (Krivic in ostali 1983).

### 3.1 Poglavitni vzroki pojavljanja poplav v povirju Pivke

Poplave na Zgornji Pivki so rezultat prepletanja več dejavnikov, med katerimi je najpomembnejša geološka in posledično hidrogeološka zasnova območja. Plitev in relativno slabo zakrasel vodonosnik ter omejena prepustnost vodnih kanalov v smeri kraškega izvira Malenščica in Rakovega Škocjana povzročata ob obilnih deževjih zastajanje vode in poplave. K trajanju poplav pripomorejo tudi naplavine v dnu doline Pivke in v kraških kotanjah (Pivških jezerih) (Kovačič in Habič 2005). Planoti Javorniki in Snežnik, od koder del voda odteka v povirje Pivke, predstavljata dinarsko pregrado vlažnim zračnim masam in temu ustrezno sta dobro namočeni. Poplave na Zgornji Pivki so sezonske in se največkrat pojavljajo jeseni, razlog je obilno jesensko deževje z viškom v mesecu novembru, ki se včasih zavleče v december. Decembrska deževja in pogoste zimske odjuge v času mirovanja vegetacije vplivajo na relativno visok delež zimskih poplav (Kranjc, Mihevc, Šebela 1992).

## 4 VREMENSKA SITUACIJA NOVEMBRA 2000, OBSEG IN TRAJANJE POPLAVE

Podatki s padavinskih postaj Jurišče in Ilirska Bistrica kažejo, da je skupna količina padavin na obravnavanem območju v septembru, oktobru in novembru 2000 skoraj dvakrat preseгла dolgoletno povprečje (1961–1990). Obilne padavine so dosegle višek novembra, ko so na padavinski postaji Ilirska Bistrica zabeležili samo 6 dni brez padavin, na padavinski postaji Jurišče pa dan več. Prvo neprekinjeno obdobje s padavinami je bilo med 30. oktobrom in 11. novembrom (275,8 in 332,6 mm), drugo med 13. in 22. novembrom (191,2 in 217,5 mm) in tretje med 25. in 26. novembrom (78 in 53,2 mm) (Zupančič 1995; ARSO 2000). Novembra 2000 je količina padavin na obravnavanem območju več kot trikrat preseгла povprečno količino padavin za obdobje 1961–90 in je na padavinski postaji Ilirska Bistrica znašala 544 mm, na padavinski postaji Jurišče pa 601,6 mm (ARSO 2000).



Slika 2: Podatki o višini padavin na padavinskih postajah Ilirska Bistrica in Jurišče med septembrom in novembrom 2000 in povprečne višine za obdobje 1961-90 (ARSO 2000; Zupančič 1995).

Izjemna količina padavin je pomenila izrazit dvig podtalnice (20–35 m) na območju Bača, Knežaka in Koritnic. Pritisk podtalnice, ki je silila na površje, je bil izjemno velik in voda je izvirala iz številnih špranj in razpok. Tako so se zlasti na južnem robu obravnavanega kraškega polja pojavili številni manjši studenci, zapolnila pa se je tudi suha struga nekdanje Pivke severozahodno od Koritnic. Na posameznih območjih, kjer je bila travna ruša pregosta, se je pod njo naredila svojevrstna vodna blazina (Kovačič in Habič 2005).

Najprej so se vode pojavile na poljih v okolici Knežaka, kjer se v manjšem obsegu ob dolgotrajnejših deževnih obdobjih praviloma vedno pojavljajo. Kasneje je voda začela zastajati tudi drugod, kjer poplave do leta 2000 še niso bile zabeležene. Poplavna površina ni bila sklenjena, zato so vodostaji posameznih zaključenih poplavnih območij dosegli različne nadmorske višine (Slika 1 in 3). Vodna gladina je segla najvišje na območju Dolgih njiv, jugovzhodno od Knežaka in sicer do 576,5 m n. v. Ojezerjeno območje je v času najvišjega vodostaja obsegalo 13,2 ha. Globina ni preseгла 3 m, v njem pa je bilo 157.600 m<sup>3</sup> vode.

Največje sklenjeno poplavljenno območje s skupno površino 46 ha (Kovačič in Habič 2005) pa se je raztezalo v treh izrazitih krakih med Knežakom in Bačem, vodostaj ojezerjene površine je segal do 571 m n. v. Skupna prostornina vode je znašala približno 435.000 m<sup>3</sup>, največja globina pa je bila 2,5 m. Jugovzhodni krak je poplavljal Jermance, Zelnike in Pod Obrobo, pri čemer cesta Knežak–Koritnice večino časa ni bila poplavljena. Severovzhodni krak je zalil območja Pod Pezalco, Robidnice, Podjame, deloma Dolenji Kraj ter Zelnike in Kot severno od Bača. Poplavno površino v Kotu je od preostalega sklenjenega poplavnega območja večji del trajanja poplave ločeval manjši nasip, po katerem je speljan kolovoz. Zaradi tega je bila gladina vode na omenjenem poplavljenem območju meter višje kot v preostalem delu. Poplava na območju Kota je obsegala 7,4 ha, prostornina vode pa je znašala 104.500 m<sup>3</sup>. Največja globina ojezerjene kotanje je bila 3,5 m. Ločeno se je voda pojavila še v plitvi kotanji med Rebrnikom in Koncami (0,4 ha). Severozahodni krak je z območja Robidnice v ozkem pasu segal proti Ozkim njivam, Zapotoku in Ponikvam. Poplavljenno območje Ozkih njiv je od Zapotoka in Ponikev ločevala izgonska struga potoka, ki s flišnega območja pri Knežaku odteka v ponor Ponikve in podzemno v izvir Videmščica pri Zagorju.

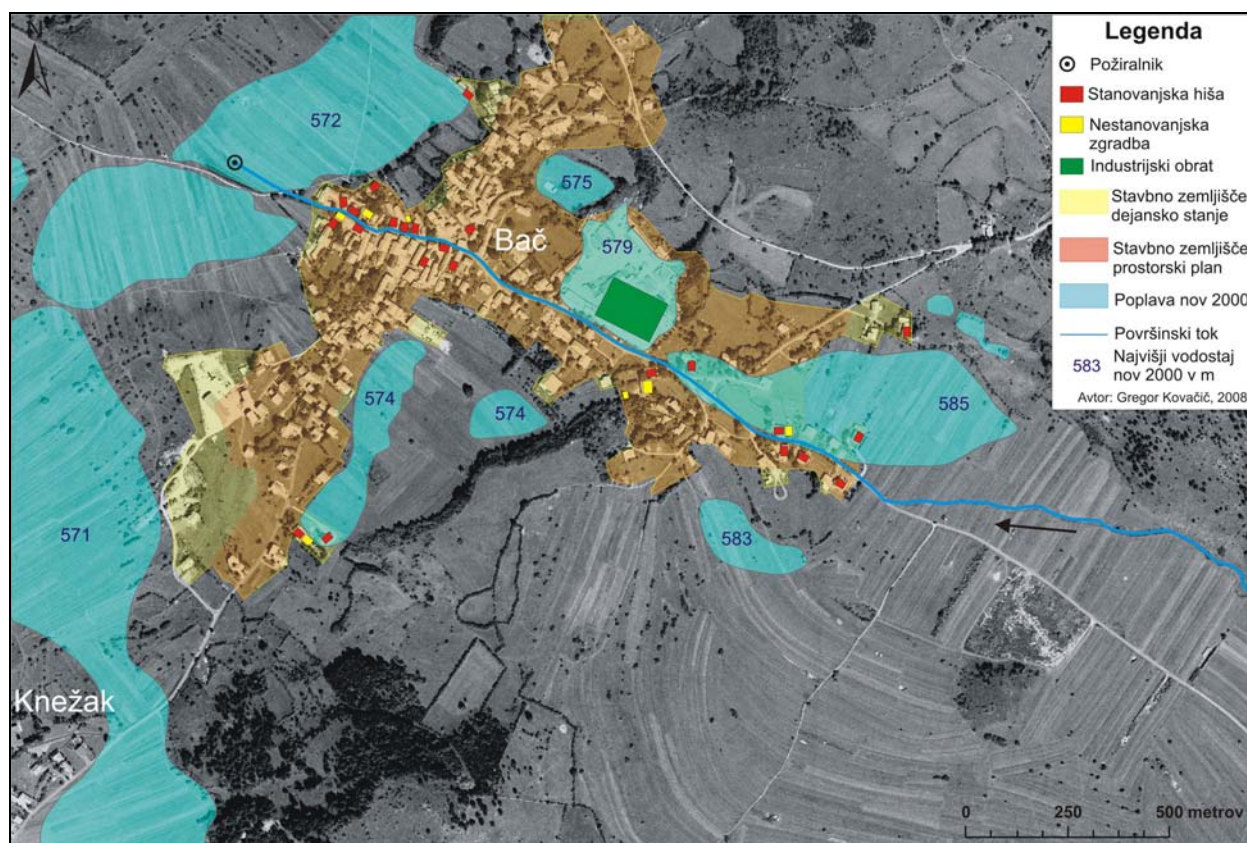
Voda je nekaj dni v novembru zelo plitvo poplavljala tudi nekatere druge predele v okolici Knežaka in Bača, zlasti v času najintenzivnejših padavin, ko prst ni mogla sproti sprejemati vse padavinske vode. Najvišja višinska razlika kote poplave med višje ležečim vzhodnim in nižjim zahodnim delom Bača je konec novembra 2000 znašala približno 10 m, pri čemer je k poplavljanju vzhodne strani Bača (580 m n. v.) zelo pripomogel potok, ki je po cesti pritekal neposredno v naselje. Voda je občasno zalila tudi območje med ojezerjenimi površinami Zelniki in Dolgimi njivami jugovzhodno od Knežaka, kjer ni povzročala škode, nekaj dni v novembru pa je poplavlala tudi predel Bača imenovan Rep, kjer je zalilo kleti v bližnjih hišah ter tudi Gorenji kraj.

## **5 POSLEDICE POPLAVE IN ŠKODA**

Med naselji so visoke novembrske vode neposredno škodo povzročile le v Baču. Poplava je prizadela 23 stanovanjskih in 7 drugih objektov. Prve kleti v Baču je zalilo že 9. 11. 2000, v večjem obsegu pa 14. 11. 2000, ko je voda vdrla v večino kleti v vasi. Najvišje je segala na vzhodnem delu Bača, kjer je zalila kleti do stropa, tako da je škoda nastajala tudi v pritličjih stanovanjskih stavb (Slika 4). Drugod v naselju je voda zalila kleti do različne višine (0,3–1 m). S pomočjo neprekinjenega delovanja vodnih črpalk je domačinom uspevalo sprotno zadrževanje nizkih ravni vode v kletih.



K povečanemu učinku poplave je poleg narasle podtalnice prispeval tudi površinski vodotok, ki se je aktiviral v suhi strugi nekdanje Pivke. Voda se je na vzhodnem delu Bača zlivala neposredno v vas in osrednja vaška cesta se je na razdalji nekaj 100 m spremenila v nekakšno strugo. Podzemni odtočni kanali meteorne vode, zgrajeni ob glavni cesti skozi naselje, so se spremenili v sistem požiralnikov in bruhalnikov, saj je voda v nekaterih jaških ponikala v drugih pa ponovno izvirala na plano. Poplava je povzročila škodo tudi na proizvodnem obratu podjetja Javor stolarna. Na vseh objektih v naselju Bač je bilo 87.054 evrov škode (Arhiv 2001), od česar je največji delež (63.962 evrov) zaradi izpada proizvodnje odpadel na omenjeni proizvodni obrat.



Slika 3: Višina poplave, stavbna zemljišča in prizadeti objekti v Baču novembra 2000 (GURS 1999, 2000; Arhiv 2001).

Poškodovano je bilo tudi cestno omrežje (128.309 evrov) (Arhiv 2001). Najbolj je bila poškodovana glavna cesta skozi Bač, kjer je iz že opisanih razlogov prišlo do poškodbe cestišča. Poškodovane so bile tudi številne druge poljske in vaške poti. Poplava je nekaj škode povzročila tudi na kmetijskih in gozdnih zemljiščih ter kulturah, zlasti na površinah zasajenih s pšenico in repo. Skupna škoda v kmetijstvu je znašala 2523 evrov (Arhiv 2001).



*Slika 4: Poplavljena klet v stanovanjski hiši na vzhodnem delu Bača (Arhiv 2001).*



*Slika 5: Poplavljena cesta Knežak–Bač (Arhiv 2001).*

## **6 SKLEP**

Na območju Zgornje Pivke je novembra 2000 padla zelo velika količina padavin. Izjemen porast gladine kraške podtalnice je povzročil ojezeritev na površini približno 59 ha, občasno pa so bili poplavljeni tudi nekateri nekoliko višje ležeči predeli. Poplava je povzročala neposredno škodo predvsem v naselju Bač. Lokalno prebivalstvo se je na običajne poplave prilagodilo z gradnjo objektov nad gladino vode, tako sta recimo cesti Knežak–Bač in Knežak–Koritnice dvignjeni za več kot meter nad dnom kraškega polja in sta ob običajnih poplavah nad vodo, ob poplavah novembra 2000 pa sta bili nekaj časa neprevoznii. Na Baču, kjer se poplavne vode zadržujejo na ravninah zelo blizu objektom, so nekatere hiše zgrajene na približno meter visokem nasipu in tako je pred vodo zaščiten vsaj bivalni del hiše, kleti

namreč zalije tudi na višje ležečih predelih vasi. Zaskrbljujoče je dejstvo, da so bile pod vodo novogradnje.

Anketa med prebivalci Bača, opravljena v letu 2006, je pokazala, da se domačini poplav zavedajo, ker pa le te ne predstavljajo večje nevarnosti, ne razmišljajo o večjih prilagoditvah. Največ anketirancev (44 %) se je na poplave prilagodilo z gradnjo poslopij izven dosega poplavnih voda, 38 % jih ima doma za primer poplave vodno črpalko (Slavec 2007).

Zemljevid poplavnih območij smo prekrili z zemljevidom stavbnih zemljišč dolgoročnega občinskega plana in ugotovili, da poplavno ogrožena območja v okolici naselja Bač v občinskih prostorskih planih niso upoštevana. Za doseganje poplavne varnosti predlagamo izdelavo zemljevida poplavnih območij v okolici Knežaka, Bača in Koritnic, na kateri bi označili ogrožena območja, kjer bi morala biti gradnja novih objektov omejena, četudi je povratna doba izrednih poplav razmeroma dolga.



Slika 6: Poplave v okolici Bača in Knežaka novembra 2000. Pogled proti jugu (fotografija Špela Habič, 29. 11. 2000).

## 7 LITERATURA IN VIRI

- Arhiv Občinskega štaba civilne zaščite Občine Ilirska Bistrica. 2001. Ilirska Bistrica.
- ARSO 2000: Podatki o dnevni padavinah za padavinske postaje Ilirska Bistrica in Jurišče za leto 2000. Arhiv ARSO. Ljubljana.
- Digitalni ortofoto posnetki (DOF). 2000. Geodetski zavod Slovenije. Ljubljana.
- Evidenca hišnih števil (EHIŠ). 1999. Geodetska uprava Republike Slovenije. Ljubljana.
- Habič, P. 1975: Pivka in njena kraška jezera. Ljudje in kraji ob Pivki. Postojna.
- Kovačič, G. 2006: Razvoj površja v povirju Pivke. Acta geographica Slovenica, 46-1. Ljubljana.
- Kovačič, G., Habič Š. 2005: Kraška presihajoča jezera Pivke (JZ Slovenija) ob visokih vodah novembra 2000. Acta carsologica 34-3. Ljubljana.
- Kranjc, A. 1985: Poplavni svet na Pivki. Ljudje in kraji ob Pivki. Postojna.

- Kranjc, A., Mihevc, A., Šebela, S. 1992: Ogroženost zaradi poplav na ozemlju občine Ilirska Bistrica. Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU. Postojna.
- Krivic, P., Juren, A., Bizjak, M., Ravnikar, B. 1983: Hidrogeološke raziskave zaledja Zgornje Pivke, I. faza. Geološki zavod Ljubljana, TOZD–I geologija, geotehnika geofizika. Ljubljana.
- Melik, A. 1955: Kraška polja Slovenije v pleistocenu. Dela inštituta za geografijo SAZU 3. Ljubljana.
- Placer, L. 1981: Geološka zgradba jugozahodne Slovenije. Geologija 24-1. Ljubljana.
- Pleničar, M. 1959: Tektonski okni pri Knežaku. Geologija 5. Ljubljana.
- Podobnikar, T., Oštir, K. 1999: InSAR DMV 25. Ljubljana.
- Ravbar, N. 2007: The protection of karst waters. A comprehensive Slovene approach to vulnerability and contamination risk mapping. Carsologica 6. Ljubljana.
- Slavec, P. 2007: Prilagoditve kraškim poplavam na jugu Zgornje Pivške kotline. Diplomsko delo. Fakulteta za humanistične študije Univerze na Primorskem. Koper.
- Šikić, D., Pleničar, M., Šparica, M. 1972: Ilirska Bistrica. Osnovna geološka karta SFRJ 1 : 100.000. Zvezni geološki zavod. Beograd.
- Šikić, D., Pleničar, M. 1975: Ilirska Bistrica – tolmač. Osnovna geološka karta SFRJ 1 : 100.000. Zvezni geološki zavod. Beograd.
- Zupančič, B. 1995: Klimatogeografija Slovenije 1961–1990: padavine. Hidrometeorološki zavod Republike Slovenije. Ljubljana.



## VPLIV NARAVNIH NESREČ NA STAVBE

Domen KUŠAR

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za arhitekturo, Zoisova 12, 1000 Ljubljana, e-pošta: domen.kusar@fa.uni-lj.si

### IZVLEČEK

Z razvojem stavb skozi stoletja se je razvil tudi določen tip zgradb za posamezne pokrajine. Pri tem pa je bila varnost le eden od sicer pomembnih dejavnikov, ki so vplivali na njihov razvoj. Naravne nesreče, predvsem vetrolomi, ki so poleti 2008 prizadele Slovenijo, so uničevale tako novejšje kot tudi stare zgradbe, ki so tam stale že nekaj stoletij in vse do sedaj kljubovale vsem nevšečnostim. Vprašanje, ki si ga zastavljamo je – ali današnje zgradbe zagotavljajo ustrezno varnost? V članku predstavljamo bolj pomembne dejavnike, ki vplivajo na arhitekturo in njihovo povezanost. Hkrati pa želimo pokazati, da prav zaradi prepletanja teh dejavnikov in njihove pomembnosti v preteklosti današnje stanje ni dobro. Vendar se tega ljudje žal premalo zavedajo, kar pomeni, da nas čakajo tudi v prihodnje različne katastrofe.

Ključne besede: arhitektura, zgradbe, nevarnosti, naravne nesreče, Slovenija

### The Impact of Natural Disasters on Building

#### ABSTRACT

Development of buildings during centuries has brought definite type of buildings for Slovenia's regions. Safety was not the only, but important factor, which influenced on style. In the summer 2008 natural disasters (caused mostly by strong winds) in Slovenia destroyed newer and also some older buildings, which stood there already for a few centuries and resisted all disasters so far. There is a question, if today's buildings assure suitable safety or not? In the article we want to show more important factors, which influence to the architecture and their interdependence. At the same time we want to show, that the present situation is not good, due to interweaving of these factors and their importance in the past. However and unfortunately people aren't aware of this fact which means, we can also expect different catastrophes in the future.

Key words: architecture, buildings, threats, natural disasters, Slovenia

## 1 UVOD

Zgradba predstavlja opno med posameznimi prostori. Njena naloga je ločevanje prostorov in omogočanje zaželenih komunikacij med posameznimi prostori, hkrati pa preprečevanje nezaželenih komunikacij med njimi. Govorimo lahko torej o varnosti nekega prostora, programa in oseb, ki so v njem. Način, kako to zagotavljati je različen – odvisen predvsem od pričakovanih nevarnosti in od dojemanja ogroženosti. Nevarnosti določajo tudi tehnično izvedbo opne, izbiro gradiva, način konstrukcije in drugo.

Slovar slovenskega knjižnega jezika opiše nesrečo kot stanje, ki povzroča duševne bolečine, dogodek, pri katerem je človek poškodovan ali mrtev, dogodek, ki človeka ponavadi materialno zelo prizadene (Slovar...1994, 669). Nevarnost opredeljuje kot možnost nesreče, škode ali česa slabega, neprijetnega sploh (Slovar...1994, 674). Geografski terminološki slovar (Geografski...2005, 238) opredeli naravno nesrečo kot nesrečo, ki jo povzročijo izjemne naravne okoliščine kot so potres, zemeljski plaz, poplava in drugo.

Varnost stavb po Blockleyu zajema nadzor kvalitete, izogibanje človeškim napakam, kljubovanje naravnim nesrečam in podobno. Na splošno lahko rečemo, da je zgradba varna, če je v času njene predvidene življenjske dobe možnost prekoračitve mejnega stanja, podanega s predpisi, sprejemljivo majhna (Blockley 1992, 55). Popolne varnosti praktično ne moremo zagotoviti. Pokazalo se je, da določeni ukrepi povečajo stopnjo varnosti (Kaminetzky 1991, 11). Stopnja varnosti stavbe je računsko določena stopnja pričakovanja, da je stavba glede na dosedanje poznavanje problema in pričakovane nevarnosti grajena tako, da se ob rednem vzdrževanju ne bo porušila ali kako drugače ogrožala prebivalcev.

Na dojemanje nevarnosti in na reakcijo nanjo vpliva stopnja ogroženosti. Občutek ogroženosti je pri ljudeh različen in odvisen predvsem od poznavanja same nevarnosti in načina njenega preprečevanja, medijev, preteklih izkušenj, politike (Čačinovič Vogrinčič in ostali 1994, 208). Zavedanje nevarnosti je pri ljudeh večje za pogostejše dogodke; na primer za poplave, kot za redkejše, na primer potrese. Večkratno ponavljanje nevarnosti navadno pomeni tudi večjo prepoznavnost in boljši način preprečevanja nastanka ter posledic.

Drugi dejavnik dojemanja nevarnosti je silovitost pojava. Večje nevarnosti pomenijo večje število žrtev in večjo materialno škodo. Zgodovinsko dokazano je bila večina ukrepov za izboljšanje varnosti sprejeta takoj po nesreči. V tem času je namreč družbena klima bolj naklonjena uvedbi novih, četudi dražjih ukrepov, katerih so se prej otepali.

Tretja lastnost, ki vpliva na ogroženost, pa je velikost območja pojava nesreč. Večje kot je območje, bolj pripomore k dojemanju nevarnosti in k preventivnim ukrepom ne glede na to, ali je celotno območje enako prizadeto ali pa občuti le posredne posledice.

V zadnjem času pomembno vpliva tudi odmevnost v medijih, saj povečana prisotnost v medijih povzroči večje zanimanje za nesrečo.

## 2 METODE

Arhitektura je veda, ki izhaja iz preteklih izkušenj in sedanjih potreb ter gradi za prihodnost. Poglavitna naloga arhitekture je oblikovanje zunanega in notranjega prostora (Košir 2007, 15). Znanstveno-raziskovalne metode v preučevanju arhitekture, posebno še njene preteklosti, se opirajo na opisno in zgodovinsko metodo preučevanja pojavov (Kališnik 2003, 14), saj so poskusi v tej stroki praktično nemogoči. Zato bomo predstavili rezultate opisno.

Osnova prispevka temelji na avtorjevi doktorski disertaciji (Kušar 2005). Vir informacij o nesrečah in posledicah so bili izsledki avtorjev, ki se ukvarjajo s preučevanjem teh pojavov

(Bubnov 1996; Tomažević in Fischinger 1995; Vidrih 1995a; Vidrih 1995b, Gams 1992; Kos 1992; Orožen Adamič 1992).

### 3 PROCES VPLIVA NESREČ NA ZGRADBE

Za kvaliteto grajenega okolja je že rimski arhitekt Vitruvij (Vitruvius) postavil tri kriterije, ki naj bi jim ustrezala zgradba. Ti kriteriji so *utilitas*, *firmitas* in *venustas* oziroma udobnost, trdnost in lepota. Ti trije pojmi so imeli skozi zgodovino različne zahteve. Pred nekaj sto leti je pojem udobnosti večini prebivalstva pomenil suh prostor, ki ga je bilo moč ogrevati. Danes zahteve po udobnosti pomenijo bistveno več. Glede trdnosti so zahteve podobne. Človek si je začel postavljati bivališča zato, da bi se zavaroval pred različnimi vremenskimi nevšečnostmi in ostalimi nevarnostmi. S tem je bil grajeni prostor izpostavljen novim nevarnostim, ki pred tem za človeštvo lahko sploh niso bile tako nevarne. Zato si je človek skušal narediti bivališča čim bolj varna tudi glede »novih« nevarnosti. Celoten proces so pogojevali različni dejavniki, od katerih so najpomembnejši: lokacija, tehnologija in gradnja, ekonomija, modne smernice in vpliv države skozi zakonodajo.

### 4 LOKACIJA

Lokacija je eden najodločilnejših dejavnikov z vidika varnosti. Z lokacijo je pogojena tudi večina naravnih nevarnosti, ki ogrožajo stavbo. Če se vrnemo v daljno preteklost vidimo, da je bila ravno lokacija odločujoč dejavnik za nastanek naselij. Zato je potrebno primernost lokacije obravnavati ne samo s stališča varnosti, ampak tudi s stališča drugih dobrih in slabih strani. Znani so primeri nastankov naselij (slika 1), ko so dobre strani lokacije prevladale nad tveganjem zaradi ogroženosti.

Problem današnjega stanja pri nas na tem področju je specifičen. V Sloveniji je znano, katere nevarnosti ogrožajo posamezne dele države in kako pogosto jih lahko pričakujemo. Poplave ogrožajo 25 km<sup>2</sup> urbanih površin (Anzeljc in ostali 1995, 154). Tretjina prebivalstva Slovenije biva na območjih, kjer je možen rušilni potres (Ocena potresne ogroženosti Republike Slovenije 2008). Ukrepi za varno gradnjo na potresnih območjih so močnejši vogali in potresne vezi, hiše na poplavnih območjih pa so zaščitene z nasipi, zgrajene višje od pričakovanih voda, brez kleti in podobno. Ker so ti ukrepi običajno dragi, jih ne izvajajo v celoti.





*Slika 1: Benetke. Kljub za graditev in življenje neugodni lokaciji so bile varnostne lastnosti tiste, ki so mestu ob kanalih omogočile velik razcvet (fotografija: Domen Kušar).*

## 5 TEHNOLOGIJA IN GRADNJA

Današnje stanje tehnike in znanosti omogoča varno gradnjo. Žal se pri večjih katastrofah izkaže, da sta problematični izvedba in upoštevanje teh principov. V želji po čim cenejši gradnji uporabljajo slabše gradbene materiale in poenostavljajo ali opuščajo pomembne varnostne detajle (Kušar 2005, 143–145). Drugo oviro kvalitetne gradnje predstavljajo delavci, ki strokovno niso dovolj podkovani in/ali motivirani za kvalitetno izvedbo del. V zasebnem sektorju so tako v preteklosti veliko zgradb, zlasti stanovanjskih, zgradili po »domače«, s pomočjo sorodnikov in prijateljev. Obenem so bili in so tudi danes predpisi, ki urejajo gradnjo enostanovanjskih hiš bistveno manj zahtevni kot za gradnjo drugih zgradb, namenjenih bivanju ljudi, kar seveda vpliva tudi na kvaliteto gradnje. Teh objektov je veliko, saj je v Sloveniji 456.730 ali kar 58.7% stanovanj v individualnih hišah (Popis 2002). Največ tovrstnih zgradb je nastalo v času od konca druge svetovne vojne do leta 1980. Splošna ocena kvalitete teh zgradb zaradi prej naštetih dejavnikov praktično ni možna. Problem velikih gradbenih podjetij pa je najemanje tuje delovne sile, saj je praksa taka, da se za težaška dela v gradbeništvu najema najcenejša delovna sila, ki je običajno tudi najmanj izučena.



Slika 2: Stanovanjska hiša na Gozdu (pri Kamniku) po neurju poleti 2008 (fotografija: Blaž Komac).

## 6 EKONOMIJA

Pojem varnosti je tesno povezan s pojmom ekonomije. Do kod se še splača vlagati v varnost? Tu imamo opravka z dvema pogledoma. Stališče kapitala je jasno. Vlagati je potrebno tako, da je dobiček čim večji oziroma da ni izgube. Večje kot je tveganje, večji so pričakovani dobički. Drugi pogled zahteva, da v določenih primerih (jedrske elektrarne) praktično ne sme biti tveganja. Nivo varnosti je zato ustrezno visok, prav tako pa so visoka tudi sredstva, s katerimi to dosežemo. V večini primerov pa gre za iskanje ravnotežja med zeleno varnostjo in količino sredstev, ki so na voljo (Kušar 2005, 17).

Vpliv zavarovalnic na varnost zgradbe je vse večji. Te lahko s pametno politiko premij skrbijo za varnost. Pri tem sledijo svoji računski logiki. Varnejša kot je zgradba, manj možnosti je, da pride do nesreče in s tem do povračila škode. Zato so lahko zavarovalne premije nižje. Vendar po drugi strani prav pogosto neustrezna zavarovalniška (Kušar 2008, 16) in solidarnostna politika pri nas omogoča gradnjo na ogroženih območjih. Zato je tudi razumljivo, da so včasih, ko še ni bilo tega instrumenta, ljudje pred izbiro bolj skrbno premislili, kje, kaj in kako bodo gradili. Od takrat izvira tudi splošno prepričanje, da so stare zgradbe bolj varne.



*Slika 3: Urbanizacija Ljubljanskega barja. Ne glede na opozorila strokovnjakov, se južni del Ljubljane čedalje bolj urbanizira. Rezultati anket kažejo, da tamkajšnji prebivalci nevarnosti podcenjujejo (fotografija: Domen Kušar).*

## 7 MODNE SMERNICE

Ljudje so skozi stoletja želeli zgradbe čim bolj prilagoditi potrebam in zahtevam določenega okolja. Proces globalizacije je na področju graditeljstva prinesel dobre in slabe novosti. Prenos novih principov varne gradnje s podobnih območij drugod po svetu je ena od velikih dobrin današnjega časa. Po drugi strani pa neupoštevanje lokalnih pogojev oziroma nekritično prestavljanje arhitekturnih principov lahko vodi v katastrofo. Poseben problem predstavljajo modne smernice, ki s poudarjanjem estetike znižujejo nivo varnosti. Obrazložitev najvišjih slovenskih priznanj za področje arhitekture – Plečnikovih nagrad, ki pomenijo smernice za vrednotenje arhitekture pri nas, žal daje očitno prednost vizualnim učinkom. Pri zgradbah so to odprtine na kritično obremenjenih delih konstrukcije (vogalna okna), uporaba steklenih fasad na potresno ogroženih območjih in še bi lahko naštevali.



*Sliki 4 in 5: Odpadanje fasadnih plošč veleblagovnice Nama v Ljubljani in vogalno okno individualne hiše. Prenašanje tujih vzorov vodi v poslabšanje varnostnih razmer na fasadi oziroma v najbolj občutljivem vogalnem delu konstrukcije (fotografija: Domen Kušar).*

## 8 VPLIV ZAKONSKIH PREDPISOV

V današnji družbi je prva naloga oblasti skrbeti za varno in kakovostno življenje. Ob tem je potrebno omeniti, da so se spremenila pričakovanja ljudi glede varnosti. Oblast ima tu težko nalogo, saj so pričakovanja ljudi, ponujene rešitve stroke in zahteve kapitala različne. Če za prva dva še lahko govorimo o nekem skupnem imenovalcu, pa so cilji kapitala oziroma njegovih lastnikov običajno nasprotni prvima dvema. Predpisi, ki jih postavlja oblast predstavljajo tako minimalne zahteve po zagotavljanju varnosti.



*Slika 6: Hiše v Stari Ljubljani. Zidane hiše, opečna kritina in neizkoriščena podstrešja so posledica večstoletnih naporov varstva pred požarom (fotografija: Domen Kušar).*

## 9 SKLEP

Naravne nesreče so prisotne v Sloveniji prav vsako leto. Poletje 2008 je pokazalo, da se lokalno močan veter lahko pojavi povsod in uničuje zlasti ostrejša. Podobno kot je trajal več stoletni boj zoper požarno nevarnost, katere posledice so bile tudi spremembe v načinu gradnje, ko se namesto lesenih pojavijo zidane hiše, kaže, da zna biti veter aktualna nevarnost prihodnosti. Zato bi bilo smiselno več pozornosti posvetiti oblikovanju, zlasti pa izvedbi novih streh in dodatnemu utrjevanju že zgrajenih. Predvsem pa moramo preseči mišljenje, da je vlaganje v večjo varnost nesmiselno.



*Slika 7: Triglavski dom na Kredarici. Zgradba je obložena s trapezno pločevino. Čeprav veter v nižinah večkrat odkrije tovrstno kritino in se je zaradi tega začelja oprijemati slab sloves odpornosti proti vetru, primer potrjuje, da korektna izvedba lahko uspešno kljubuje tudi vetru preko 50 m/s (fotografija: Jernej Iskra).*

## 10 VIRI IN LITERATURA

- Anzeljc, D., Burja, D., Muck, P., Zupančič, B. 1995: Poplavna ogroženost Slovenije. Ujma 9. Ljubljana.
- Slovar slovenskega knjižnega jezika. 1994. Ljubljana.
- Blockley, D. 1992: Engineering Safety. London.
- Bubnov, S., 1996: Potresi. Ljubljana.
- Đurović, B., Mikoš, M., Ali smo ogroženi kadar tvegamo? Pojmi in izrazje teorije tveganj zaradi naravnih, geološko pogojenih nevarnosti. Geologija 49-1. Ljubljana.
- Gams, I. 1992: Tektonska pogojenost večjih poplavnih območij v Sloveniji in bivši Jugoslaviji. Poplave v Sloveniji. Ljubljana.
- Kališnik, M., Fister, P., Lah, L., Dekleva Smrekar, D. 2003: Uvod v znanstvenoraziskovalno metodologijo na področju arhitekture in urbanizma. Ljubljana.
- Kaminetzky, D., 1991: Design and Construction Failures. New York.
- Geografski terminološki slovar. 2005. Ljubljana.
- Kos, M. 1992: Posegi v prostor in poplave. Poplave v Sloveniji. Ljubljana.
- Košir, F. 2007: K arhitekturi (prvi del). Ljubljana.
- Kušar, D. 2005: Varnost v arhitekturi nekoč in danes. Doktorsko delo. Fakulteta za arhitekturo Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Kušar, D. 2008: Protipožarna varnost večstanovanjskih zgradb pri nas. AR Arhitektura, raziskave 2008/1. Ljubljana.
- Ocena potresne ogroženosti Republike Slovenije. Medmrežje: [http://www.sos112.si/slo/tdocs/ogrozenost\\_potres.pdf](http://www.sos112.si/slo/tdocs/ogrozenost_potres.pdf) (20.10.2008).
- Ogrin, D. 2002: Podnebje. Nesreče in varstvo pred njimi. Ljubljana.
- Orožen Adamič, M. 1992: Pregled poplav v Sloveniji. Poplave v Sloveniji. Ljubljana.
- Popis 2002. Medmrežje: [http://www.stat.si/Popis2002/si/rezultati/rezultati\\_red.asp?ter=SLO&st=29](http://www.stat.si/Popis2002/si/rezultati/rezultati_red.asp?ter=SLO&st=29) (11.01.2008)

- Čačinovič Vogrinčič, G., Musek, J., Pečjak, V., Polič, M., Zabukovec, V., Žlender, B. 1994: Psihološki vidiki nesreč. Ljubljana.
- Tomažević, M., Fischinger, M., 1995: Potres v Kobeju januarja 1995 (vpliv potresa na stavbe). Ujma 9. Ljubljana.
- Vidrih, R., Godec, M. 1995: Ljubljanski potres leta 1895 in njegov vpliv na razvoj gradbeno tehničnih predpisov. Ujma 9. Ljubljana.
- Vidrih, R., 1995: Čeprav morda ni videti, je potresnovarna gradnja tokrat obvarovala mnogo življenj. Delo, priloga Znanost za razvoj, 25. 1. 1995. Ljubljana.
- Vitruvius, 1999: De architectura libri decem. Zagreb.

---

## DINAMIČNE LASTNOSTI IN POTRESNA ODPORNOST STAVB V MESTNI OBČINI LJUBLJANA

Marjana LUTMAN<sup>a)</sup>, Polona ZUPANČIČ<sup>b)</sup> in Barbara ŠKET MOTNIKAR<sup>b)</sup>

<sup>a)</sup> Zavod za gradbeništvo Slovenije, Dimičeva 12, 1000 Ljubljana, e-pošta: marjana.lutman@zag.si

<sup>b)</sup> Agencija Republike Slovenije za okolje, Urad za seizmologijo in geologijo, Dunajska 47, 1000 Ljubljana, e-pošta: polona.zupančič@gov.si; barbara.sket-motnikar@gov.si

### IZVLEČEK

Predstavljeni sta nedavno razvita metoda za ocenjevanje potresne odpornosti PO-ZID in nekoliko starejša metoda za ocenjevanje potresne ranljivosti RAN-Z. Metoda PO-ZID temelji na optimalni izbiri parametrov in bazi podatkov, pridobljenih s pregledi, preiskavami in analizami potresne odpornosti stavb v Sloveniji. Z metodama smo ocenili mnoge skupine pomembnejših stavb v Ljubljani, kot so gasilski domovi, zdravstveni domovi, šole, vrtci in nekatere stavbe javne uprave. Vzporedno so bile na mnogih stavbah opravljene meritve potresnega nemira, predvsem zaradi pomembnega vpliva lastnih frekvenc stavbe na potresno obtežbo. Morebitne razlike med izmerjenimi in pričakovanimi oziroma projektnimi vrednostmi lastnih frekvenc so lahko povod za presojo in podrobnejše analize.

Ključne besede: seizmologija, gradbeništvo, potres, odpornost, ranljivost, zgodovinske stavbe, parametrična metoda, lastna frekvenca, Ljubljana, Slovenija

### Dynamic Characteristics and Seismic Resistance of Buildings in the Municipality of Ljubljana

### ABSTRACT

A recently developed parametric method "PO-ZID" for the assessment of the seismic resistance is presented, together with an older Slovenian methodology for seismic vulnerability assessment entitled "RAN-Z". The new method is based on a well-considered choice of parameters and a suitable database. The database has been assembled from the results of the seismic resistance analysis of existing buildings, located in Slovenia. This new method was applied to several groups of older masonry buildings, many of which are in public use, such as fire stations, older elementary school buildings and kindergartens, and some buildings belonging to local or national authorities. In parallel, microtremor measurements have been performed on many buildings to access building fundamental frequencies, which have important influence on seismic loads. Large difference between the measured values and design values of fundamental frequencies of a given building indicates that the building should be further analysed.

Key words: seismology, structural engineering, earthquake, resistance, vulnerability, historical buildings, parametric method, fundamental frequency, Ljubljana, Slovenia



## 1 UVOD

Velik del stavbne dediščine na Slovenskem je bil grajen še pred časom velikega ljubljanskega potresa leta 1895, ko so se pri nas bolj začeli zavedati potresne nevarnosti. Medtem ko je bila dotedanja gradnja bolj posledica izkušenj, pa je od tedaj izšlo več pravilnikov in predpisov, ki naj bi na podlagi opažanj, izračunov in ugotovitev predpisovali načine za zagotavljanje ustrezne potresne varnosti stavb. V Sloveniji so se prvi pravi potresni predpisi pričeli uporabljati z odredbo iz leta 1963 (Odredba... 1963), sprejeto tik pred potresom v Skopju v Makedoniji. Kljub tej odredbi in po potresu v Skopju sprejetemu pravilniku iz leta 1964 (Pravilnik... 1964) veliko njunih določb pri projektiranju objektov do l. 1976 niso upoštevali. Po močnejših potresih v Furlaniji in Črni Gori ter sprejetju pravilnika leta 1981 (Pravilnik... 1981) so se projektanti ponovno začeli zavedati rušilne moči potresov in njihovega vpliva na gradbene konstrukcije. Žal pa šele danes, z uveljavitvijo evropskega standarda Evrokod 8 (SIST EN 1998-1... 2005), lahko rečemo, da se dejansko začenjajo upoštevati in pravilno uporabljati vsa priporočila in znanje. Za tako projektirane objekte obstaja velika verjetnost, da se ne bodo porušili tudi pri zelo močnem potresu. To predvsem pomeni, da lahko pride do poškodb na objektu, ne pa do njegove porušitve in ogrožanja človeških življenj.

S pomočjo najsodobnejših predpisov za potresno varno gradnjo skrbimo za ustrezen nivo odpornosti pri projektiranju in gradnji novih objektov. Pri tem pa ne smemo pozabiti na starejše stavbe, na njihove stanovalce in druge uporabnike. Z enako odgovornostjo moramo skrbeti za njihovo zaščito pred učinki pričakovanih potresov. Osnovna pravna podlaga za priprave na področju zaščite in reševanja je Zakon o varstvu pred naravnimi in drugimi nesrečami in na njegovi podlagi sprejeti istosmiselni odloki v posameznih občinah. Zakon in odloki med drugim občinam, javnim službam in gospodarskim družbam nalagajo odgovornost in skrb za preučevanje nevarnosti ter izvajanje zaščitnih ukrepov za preprečitev nevarnosti in zmanjšanje posledic naravnih in drugih nesreč.

Ker osnovno nevarnost pri močnejših potresih predstavljajo poškodbe in rušenje stavbnih in drugih gradbenih objektov, predstavlja ocenjevanje potresne odpornosti le-teh osnovo za vzpostavitev učinkovitega sistema varstva pred potresi. Čeprav so dandanes na voljo znanja in orodja za točne analize obnašanja gradbenih objektov pri potresni obtežbi, bi bil pristop na tem nivoju za potrebe ocenjevanja potresne ogroženosti velikega števila objektov preobsežen in prezamuden. Zato so bile razvite preproste, a dovolj zanesljive metode za ocenjevanje potresne ranljivosti in potresne odpornosti objektov. Tovrstne ocene so v prvi fazi namenjene splošni informaciji o potresni odpornosti skupine objektov določene vrste ali skupine objektov na določenem območju. Znotraj posamezne skupine pa lahko služijo za pripravo prioritete lestvice, po kateri se je možno odločiti o vrstnem redu protipotresnega utrjevanja, da bi s tem zmanjšali potresno ogroženost.

## 2 METODOLOGIJE ZA OCENJEVANJE POTRESNE ODPORNOSTI IN RANLJIVOSTI

### 2.1 Starejše metode za ocenjevanje potresne ranljivosti zidanih stavb

Leta 1986 je bila na ZAG izdelana metoda za oceno potresne ranljivosti zidanih stavb (Sheppard in Lutman, 1988). Osnovni parametri metode so količina, vrsta, povezanost in razporeditev zidov ter višina stavbe. Vrednosti parametrov se gibljejo med 1 in 5, njihova

utežena vsota pa predstavlja oceno potresne ranljivosti. Metoda RAN-Z (Peruš, Fajfar in Reflak, 1995), prav tako namenjena oceni potresne ranljivosti zidanih stavb, je bila izdelana leta 1995 in jo uporabljamo še danes. Opozoriti je potrebno, da je v tej oceni poleg ranljivosti stavbe že upoštevana tudi potresna nevarnost in da metoda pravzaprav ocenjuje potresno *ogroženost* in ne ranljivost stavbe. Vendar se bomo v nadaljevanju članka držali terminologije avtorjev – torej *ranljivosti*. Uporabljeni so pretežno isti vhodni parametri, a z drugačnim razponom vrednosti. Predvsem pa metoda sloni na uporabi nevronske mreže. Baza podatkov, ki jo metoda potrebuje za ugotovitev korelacij med vhodnimi parametri in oceno potresne ranljivosti, je bila pridobljena na osnovi ankete šestih vrhunskih strokovnjakov s področja potresnega inženirstva (Peruš, Fajfar in Reflak 1995).

Rezultati te metode so številčne ocene od 1 do 9, ki sovpadajo z 9-stopenjsko lestvico (Tomažević 1996) poškodovanosti v primeru potresa projektne intenzitete po MCS lestvici. Projektna intenziteta je odvisna od območja, v kateri se stavba nahaja po Seizmološki karti (Ribarič 1987), ki se je uporabljala skupaj z zadnjim jugoslovanskim pravilnikom za graditev na potresnih območjih iz leta 1981 (Pravilnik... 1981). Z zeleno (ocena od 1 do 3) so označene stavbe brez poškodb in stavbe s poškodbami ometov, dimnikov, čelnih podstrešnih zidov do zdrsov in padcev kritine. Pri začasno neuporabnih stavbah, označenih z rumeno (ocena od 4 do 6), je poškodovana nosilna konstrukcija – od tankih do širokih razpok in manjše zdobljenosti elementov. Tu so potrebni sanacijski ukrepi, da se doseže prvotno stanje konstrukcije. Pri neuporabnih stavbah, označenih z rdečo (ocena od 7 do 9), pa so poškodbe tolikšne, da sanacija ekonomsko ni upravičena.

## 2.2 Metoda PO-ZID za ocenjevanje potresne odpornosti zidanih stavb

V letu 2001 je bila na ZAG razvita metoda za ocenjevanje potresne odpornosti zidanih stavb PO-ZID (Lutman, Peruš in Tomažević 2000). Metoda temelji na optimalni izbiri vhodnih in izhodnih parametrov ter dragoceni bazi podatkov in rezultatov do sedaj opravljenih računskih analiz. V bazo podatkov je vključena večina zidanih stavb, ki so bile v zadnjih nekaj letih sistematično pregledane in je bila zanje izdelana točna računsko analiza potresne odpornosti. Bazo podatkov sproti dopolnjujemo z novimi stavbami, za katere so opravljene točne analize in tako povečujemo točnost ocene.

Glavni izhodni parameter metode je ocenjen koeficient potresne odpornosti stavbe  $SRC_u$ , kot razmerje med vodoravno nosilnostjo in skupno težo stavbe. Vrednost koeficienta ocenimo za obe tlorisni smeri, merodajno - manjšo vrednost pa korigiramo s faktorjem povezanosti nosilne konstrukcije  $k_{np}$ :

$$SRC_{u-np} = k_{np} \min(SRC_{u-x}, SRC_{u-y}) .$$

## 3 OCENJEVANJE POTRESNE ODPORNOSTI STAREJŠIH JAVNIH STAVB V MESTNI OBČINI LJUBLJANA

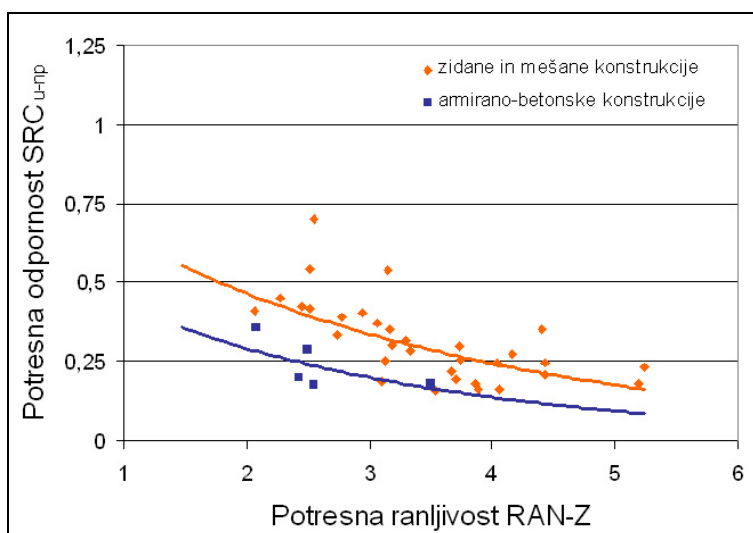
### 3.1 Namembnost in značilnosti ocenjenih stavb

Slovenija je uvrščena med potresno aktivna območja, potrese največje intenzitete pa pričakujemo med drugim tudi v območju največje naseljenosti, to je v širšem ljubljanskem območju. Pristojne službe Mestne občine Ljubljana so pred nekaj leti pričele z vzpostavitvijo in izgradnjo baze podatkov o potresni ogroženosti obstoječih stavb, ki bo služila pripravi ukrepov v primeru potresa. V okviru tega so bile prioriteto ocenjene stavbe, katerih delovanje je v času potresa nujno potrebno, to so gasilski in zdravstveni objekti.

Leta 2001 smo na ZAG ocenili potresno odpornost 42 stavb gasilskih domov v Mestni občini Ljubljana. Starost posameznih stavb je zelo različna: medtem ko je najstarejši gasilski dom še iz časov Marije Terezije, je najnovejši star dobrih 10 let. Večinoma so to dvoetažne stavbe: nekatere še zidane iz kamna, pretežno so zidane iz polne ali modularne opeke, novejšje pa so celo armirano-betonske (slika 1). Na podlagi pregleda razpoložljive tehnične dokumentacije in vizualnega pregleda smo ločeno ocenili potresno odpornost posamezne stavbe z metodo PO-ZID in potresno ranljivost z metodo RAN-Z. Med obema skupinama rezultatov smo poiskali medsebojno odvisnost, in sicer posebej za zidane stavbe in posebej za armirano-betonske (a.b.) stavbe (slika 2). Odvisnost je pričakovana: potresno bolj odporne stavbe so manj ranljive in obratno.



Slika 1: Tipični starejši gasilski dom v Ljubljani.



Slika 2: Korelacija med reduciranim koeficientom potresne odpornosti  $SRC_{u-np}$  in potresno ranljivostjo RAN-Z.

Sistematično so bile ocenjene tudi vse stavbe zdravstvenih domov v MOL, poleg njih pa tudi nekatere bolnišnične stavbe. Nekaj je starih približno 100 let, nekaj zgrajenih med obema vojnoma, večji del v 50-ih in 60-letih 20. stoletja, nekaj je tudi novejših.

Potresna odpornost 96 starejših stavb osnovnih šol in vrtcev v MOL je bila ocenjena v letu 2003 (slika 3). Velik del šolskih stavb je iz časov Avstro-Ogrske, del je bil zgrajen med obema vojnoma, po vojni so se gradile prve večje armirano-betonske konstrukcije, vendar

brez upoštevanja potresne obtežbe. Takšen je tudi pretežni del šolskih stavb, zgrajenih v 60-ih letih po načrtih arhitekta Navinška. Veliko podružničnih šol deluje v starejših vaških šolah. Kar nekaj vrtcev v Ljubljani pa deluje v prenovljenih stanovanjskih vilah izpred 2. svetovne vojne. Medtem ko so bili v skupini gasilskih in zdravstvenih domov vključene vse stavbe MOL, tudi najnovejše, pa so v to skupino vključene le stavbe, zgrajene do l. 1970. Do tedaj so se namreč pokazale posledice uveljavitve odredbe iz leta 1963 (Odredba...1963) in pravilnika iz leta 1964 (Pravilnik ...1964) na upoštevanje potresne obtežbe pri projektiranju in gradnji.



*Slika 3: Tipična mestna šolska stavba izpred 1. svetovne vojne.*

Skupina upravnih stavb v MOL, ocenjenih v letu 2004, je manjša skupina. Kar nekaj stavb je del starega mestnega jedra, veliko je prvih povojnih občinskih stavb (slika 4), manj pa je novejših stavb.



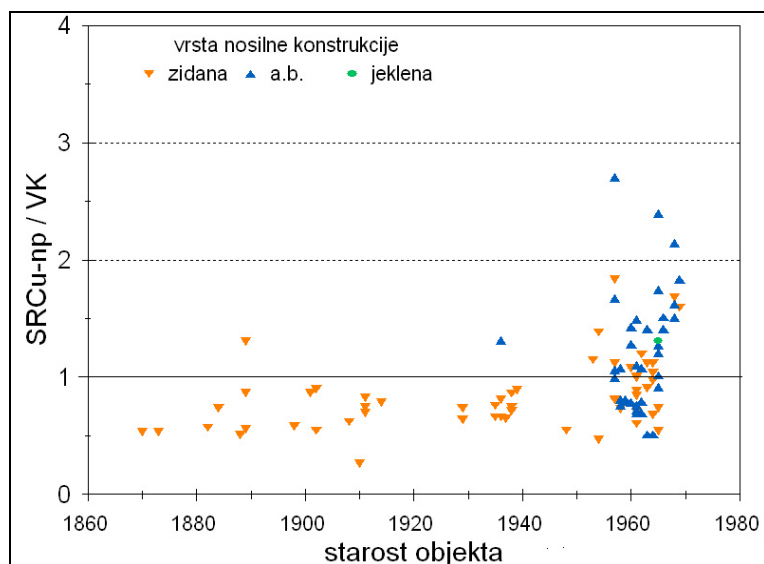
*Slika 4: Tipična upravna stavba, zgrajena po 2. svetovni vojni.*

Tu je še večja skupina 186 starejših stanovanjskih stavb. Večji del teh stavb smo na ZAG ocenili v 80-ih letih s starejšo metodo, rezultati so bili nato s pomočjo ugotovljenih korelacij prevedeni v sedanjo obliko. To so bili posamezni kareji v stari Ljubljani, kareji med Trubarjevo, Resljevo, Kotnikovo ulico in Taborom, območje starih Poljan, in t.i. Litostrojski stanovanjski bloki v Šiški. Pred kratkih pa so bile ocenjene še nekatere stavbe novejšega Savskega naselja, od katerih imajo nekatere že a.b. nosilne konstrukcije. Potrebno pa je

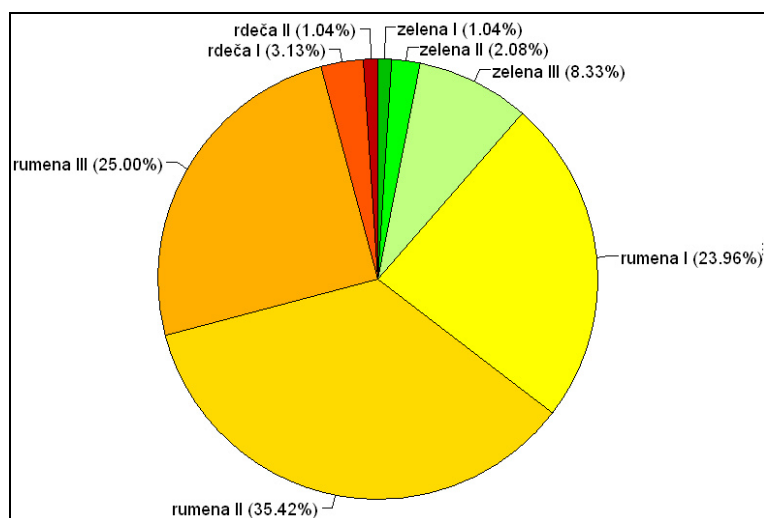
vedeti, da so ocenjene skupine reprezentančne za navedena stanovanjska območja in ne za celotno območje MOL.

### 3.2 Splošne ugotovitve o stanju potresne odpornosti ocenjenih stavb

Za eno od ocenjevanih skupin so na sliki 5 prikazani rezultati ocene potresne odpornosti v odvisnosti od letnice izgradnje stavbe. Prikazane so vrednosti razmerja med potresno odpornostjo, ki jo posamezna stavba ima, in potresno odpornostjo, ki jo predpisi zahtevajo. Za primerjavo je bil izbran v času ocenjevanja veljavni pravilnik iz leta 1981 (Pravilnik... 1981) in mejni koeficient potresne obtežbe VK. Tako so rezultati večji od 1 v primerih, ko je Pravilniku zadoščeno, in obratno. Na diagramu na sliki 6 pa so prikazani deleži stavb glede njihove ranljivosti. V primeru potresa VIII. stopnje (intenziteta Ljubljane po Seizmološki karti iz leta 1987) je le pri 11 % vseh stavb pričakovati manjše poškodbe. Večina stavb (85 %) bi bila začasno neuporabnih (označenih z rumeno), kar 4 % stavb pa bi bilo težko poškodovanih in trajno neuporabnih.



Slika 5: Ocenjena potresna odpornost skupine stavb v odvisnosti od njihove starosti.



Slika 6: Deleži stavb v skupini s posamezno kategorijo ocenjene potresne ranljivosti po RAN-Z.

V ocenjevani skupini so bile vse stavbe izpred 2. svetovne vojne zidane. Kasneje zidane stavbe v skupini so nižje in imajo zidovje višje trdnosti, zato je njihova ocenjena potresna odpornost večja. Starejše zidane stavbe imajo lesene stropne, ki zaradi manjše lastne teže ne povzročajo visokih potresnih sil. Njihova pomanjkljivost pa je ta, da v obstoječem stanju niso zadosti togi v svoji ravnini in ne zagotavljajo ustrezne povezave z nosilnimi zidovi. Novejše zidane stavbe imajo že armirano-betonske stropne konstrukcije, večinoma rebraste ali rebričaste s tanjšo tlačno ploščo. Tudi velik del teh stropnih konstrukcij nima zadostne togosti v svoji ravnini. Manjšo potresno odpornost dosegajo stavbe z manjšo količino zidov, neugodno razporeditvijo zidov ter visoke dvo- ali večnadstropne stavbe. To so predvsem starejše zidane stavbe, zgrajene pred 2. svetovno vojno, izmed novejših pa take, ki so bile prizidane k takim stavbam, ali pa so bile za eno etažo nadvišane.

Pri armirano-betonskih okvirnih konstrukcijah so dimenzije in način armiranja stebrov taki, da je potresna odpornost v vzdolžni smeri stavbe bistveno manjša kot v prečni smeri. Ponekod znaša dimenzija stebrov vzdolž pročelja le 12 cm. Pri projektiranju a.b. stavb v 60-ih in 70-ih letih so bile pogosto izbrane statično določene konstrukcije oziroma konstrukcije z nizko stopnjo statične nedoločenosti. Te imajo le malo območij, kjer naj bi se oblikovala območja plastifikacije in disipacije potresne energije. Neustrezni detajli na potencialnih mestih plastifikacije pa ne morejo zagotoviti potrebne duktilnosti. Bistveno pomanjkljivost glede na minimalne zahteve sedanjih predpisov predstavlja visoka podajnost konstrukcije, premajhna količina stremenske armature v stebrih ter premajhne krovne plasti betona, zaradi česar so opazne tudi poškodbe nosilne konstrukcije.

#### **4 GEOLOŠKA SESTAVA MESTNE OBČINE LJUBLJANA TER RESONANCA MED STAVBO IN LOKALNIMI TLEMI**

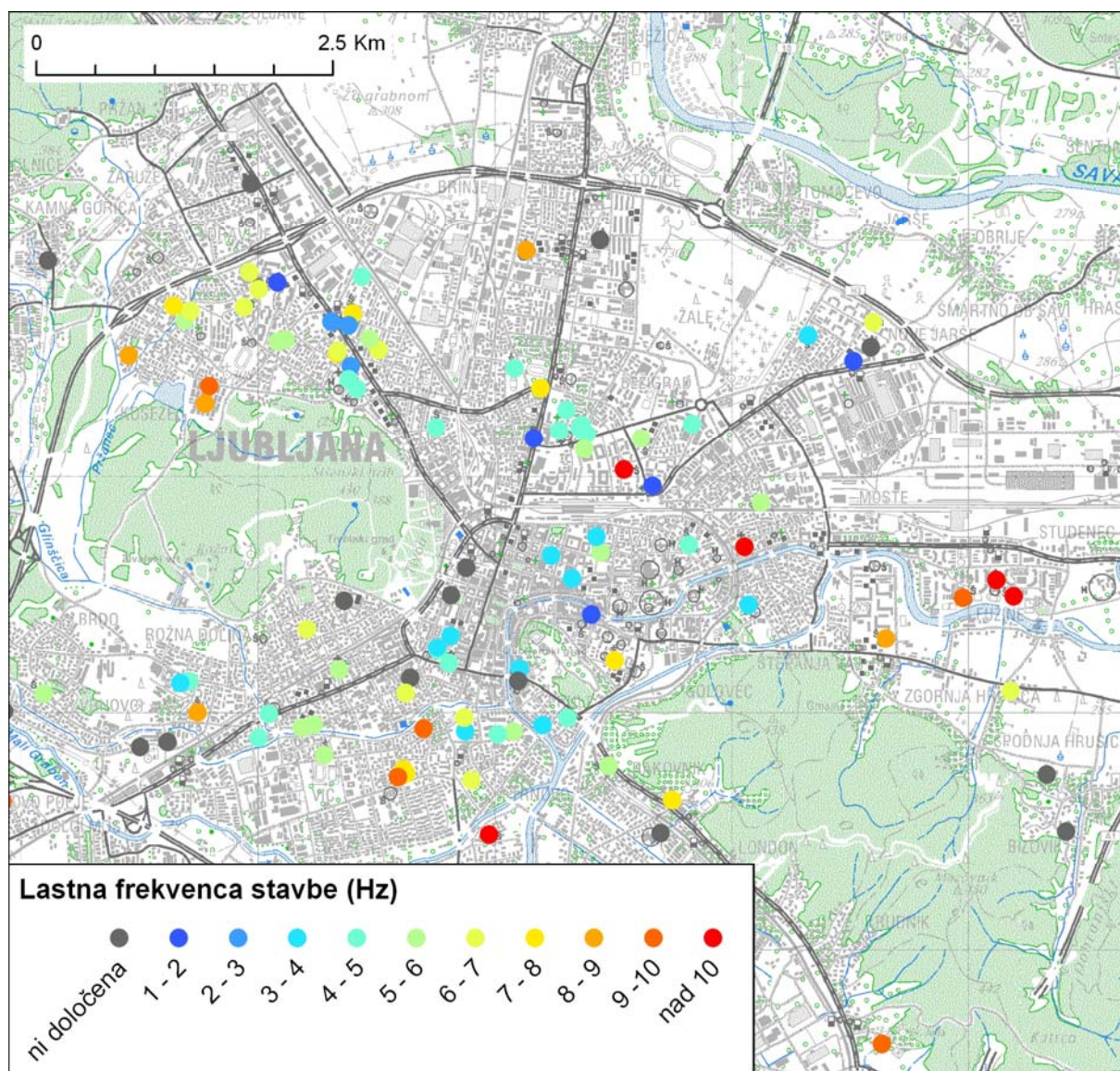
Potresna ogroženost neke stavbe je določena s potresno nevarnostjo dane lokacije (vključno z vplivom lokalnih tal) in s potresno odpornostjo stavbe. Po karti potresne nevarnosti Slovenije (Lapajne, Šket Motnikar in Zupančič 2001) lahko v povratni dobi 475 let v MOL pričakujemo maksimalne pospeške tal na skali do 0,25 g. Geološke lastnosti lokalnih tal vplivajo na ojačitev pospeška in s tem na potresne učinke. Za območje MOL so te lastnosti upošteevane na karti potresne mikrorajonizacije (Zupančič in ostali 2003).

Območje občine je geološko precej razgibano: Ljubljansko polje je zapolnjeno s kvartarnimi sedimenti (konglomerat, prod, pesek), Ljubljansko barje v globini s prodrom in peskom, na površini pa z jezerskimi sedimenti, obrobno hribovje pa v veliki meri sestavljajo permokarbonski skrilavi glinavci, peščenjaki in konglomerati ter mezozojske karbonatne kamnine. Večina pozidanega območja mesta leži na seizmogeološko srednje ugodni podlagi (naplavine Ljubljanskega polja) ter slabši podlagi (območje Ljubljanskega barja južno od Rožnika, Ljubljanskega gradu in Golovca).

Prav tako kot na slabih tleh pa se potresna sila lahko poveča tudi v primeru, ko je stavba v resonanci z lokalnimi tlemi. Lastno frekvenco stavb in prostega površja (lokalnih tal) smo na ARSO ugotavljali z metodo meritev potresnega nemira (Zupančič in ostali 2006; Zupančič in ostali 2008). Kadar se ti dve frekvenci ujemata, je stavba v resonanci z lokalnimi tlemi, kar lahko poveča potresne učinke. Resonanco smo določali s kriterijem, da je izmerjena lastna frekvenca stavbe blizu izmerjeni lastni frekvenci tal v njeni neposredni bližini ali da je blizu vrednosti lastne frekvence na karti frekvenc prostega površja. Ta karta je bila pripravljena na podlagi meritev v točkah mreže 200 m x 200 m na vsem območju Ljubljane znotraj obvoznice (Gosar in ostali, 2009). Lokacije meritev v stavbah in njihove lastne frekvence prikazuje slika 7.

V MOL smo izmerili lastne frekvence vseh stavb osnovnih šol in zdravstvenih domov ter nekaterih naključno izbranih stanovanjskih in poslovnih stavb znotraj obvoznice. Med izmerjenimi stavbami v Ljubljani smo pri 12 ugotovili, da so v potencialni resonanci s tlemi: nekaj stolpnic z lastno frekvenco okrog 2 Hz ter kar 7 šol (3–5 Hz).

Poleg tega, da izvedene meritve dajejo informacijo o potencialni resonanci med stavbo in lokalnimi tlemi, so rezultati uporabni tudi v druge namene. Od lastne frekvence je odvisna projektna potresna obtežba. Ker pa na lastno frekvenco vplivajo tudi številni nekonstrukcijski elementi, ki so vgrajeni v stavbi (predelne stene, polnilne stene), je na osnovi meritev možna tudi preverba izračunanih lastnih frekvenc, na osnovi katerih so v projektu določene projektne potresne sile.



Slika 7: Stavbe in njihova lastna frekvenca, določena z meritvami potresnega nemira.

## 5 SKLEPI IN IZHODIŠČA ZA NADALJNE RAZISKAVE

Ocene potresne odpornosti in ogroženosti so v prvi fazi namenjene splošni informaciji o skupini objektov določene vrste ali skupini objektov na določenem območju. Znotraj

posamezne skupine pa lahko služijo za pripravo prioritete lestvice, po kateri se je možno odločiti o vrstnem redu protipotresnega utrjevanja, da bi s tem zmanjšali potresno ogroženost. Mestna občina Ljubljana oziroma njen Oddelek za zaščito, reševanje in civilno obrambo pa za načrtovanje potrebnih aktivnosti v primeru potresa potrebuje karto potresne ogroženosti celotnega območja MOL.

S predstavljenimi metodologijami je bilo ocenjenih le nekaj odstotkov celotnega zgrajenega okolja v Mestni občini Ljubljana. Ocenjene so bile predvsem stavbe v funkciji splošne varnosti in civilne zaščite neposredno po potresu, kot tudi stavbe višjega družbenega in ekonomskega pomena. Za vse ostale stavbe pa razvijamo hitrejše in preprostejše metode, ki bodo temeljile na uporabi obstoječih ocen in najnovejšega Registra nepremičnin Geodetske uprave RS. Nekaterim tipičnim stavbam bomo določili lastno frekvenco z meritvami potresnega nemira. V prvi fazi se pripravlja metoda za zidane stavbe, ki predstavljajo tudi večino stavb, zgrajenih do druge svetovne vojne. Za zidane stavbe so primerni in razpoložljivi parametri naslednji: vrsta gradiva (kamen, opeka), leto izgradnje in število etaž. Ob pogoju, da se bodo vsi podatki iz Registra nepremičnin pokazali za zanesljive, bo možno korelacije, ugotovljene pri dosedanjih raziskavah, aplicirati na vse zidane stavbe v MOL in zanje pridobiti ocene potresne odpornosti. Na tej osnovi bo možno pripraviti karte potresne odpornosti, ki bodo namenjene načrtovanju ukrepov in zaščiti v primeru potresa.

## 6 VIRI IN LITERATURA

- Gosar, A., Rošer, J., Šket Motnikar, B., Zupančič, P. 2009: Microtremors study of site effects and soil-structure resonance in the Ljubljana area (central Slovenia). *Bulletin of Earthquake Engineering*. Dordrecht. (v tisku)
- Lapajne, J., Šket Motnikar, B., Zupančič, P. 2001: Karta potresne nevarnosti Slovenije – projektni pospešek tal in Tolmač. Ljubljana.
- Lutman, M., Peruš, I., Tomaževič, M. 2000: Potresna odpornost objektov v Mestni občini Ljubljana. Zavod za gradbeništvo Slovenije. Ljubljana.
- Odredba o dimenzioniranju in izvedbi gradbenih objektov v potresnih območjih. Uradni list Socialistične republike Slovenije 18/1963. Ljubljana.
- Peruš, I., Fajfar, P., Reflak, J. 1995: Potresna ogroženost in varstvo pred potresi. Poročilo 1: Metodologija za oceno potresne ranljivosti obstoječih gradbenih objektov: zidane in armiranobetonske konstrukcije stavb. IKPIR. Ljubljana.
- Pravilnik o začasnih tehničnih predpisih za grajenje na potresnih področjih. Uradni list Socialistične federativne republike Jugoslavije 39/1964. Beograd.
- Pravilnik o tehničnih normativih za graditev objektov visoke gradnje na seizmičnih območjih. Uradni list Socialistične federativne republike Jugoslavije 31/1981. Beograd.
- Ribarič, M. 1987: Seizmološka karta SFRJ (za območje SR Slovenije). Ljubljana.
- Sheppard, P., Lutman, M. 1988: Estimation of expected seismic vulnerability: A simple methodology for medium sized groups of older buildings. *Seismic Risk Assessment and Design of Building*. Wallingford.
- SIST EN 1998-1:2005 - Evrokod 8 - Projektiranje potresno odpornih konstrukcij - 1. del: Splošna pravila, potresni vplivi in pravila za stavbe, slovenski standard. 2005. Slovenski inštitut za standardizacijo. Ljubljana.
- Tomaževič, M. 1995: Potresna ogroženost in varstvo pred potresi. Poročilo 1: Strategija varstva pred potresi. ZAG. Ljubljana.
- Tomaževič, M. 1996: Potresna ogroženost in varstvo pred potresi. Poročilo 2: Metodologija ocenjevanja uporabnosti po potresu poškodovanih objektov. ZAG. Ljubljana.
- Zupančič, P., Šket Motnikar, B., Gosar, A., Prosen, T. 2003: Karta potresne mikrorajonizacije Mestne občine Ljubljana. Poročilo. Agencija RS za okolje, Urad za seizmologijo. Ljubljana.
- Zupančič, P., Šket Motnikar, B., Gosar, A. 2006: Ambient vibration measurements in Ljubljana. *Book of abstracts. 1st European Conference on Earthquake Engineering and Seismology*. Ženeva.
- Zupančič, P., Šket Motnikar, B., Gosar, A., Rošer, J. 2008: Ambient vibration measurements of buildings in Ljubljana. *31st European Seismological Commission General Assembly*. Hersonissos.



---

## UPORABA METODE DATIRANJA POVRŠINSKE IZPOSTAVLJENOSTI NA PRIMERU PODORA VELIKI VRH

Irena MRAK<sup>a)</sup>, Silke MERCHEL<sup>b, c)</sup>, Lucilla BENEDETTI<sup>c)</sup>, Régis BRAUCHER<sup>c)</sup>, Didier BOURLÈS<sup>c)</sup>, Robert C. FINKEL<sup>c)</sup>, Jürgen M. REITNER<sup>d)</sup>

<sup>a)</sup> Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo, Aškerčeva 2, 1000 Ljubljana, e-pošta: irena.mrak@siol.net

<sup>b)</sup> Forschungszentrum Dresden Rossendorf, Institute of Ion Beam Physics and Materials Research, Dresden, Nemčija

<sup>c)</sup> CEREGE, CNRS UMR 6635, Université Aix-Marseille, Francija

<sup>d)</sup> Geologische Bundesanstalt, Dunaj, Avstrija

### IZVLEČEK

O podoru v Velikem vrhu (Košuta, Karavanke) ni zanesljivih zgodovinskih zapisov, vendar pa le ti obstajajo o podoru na Dobraču (25.1.1348), ki je od Velikega vrha oddaljen 46 km. Podor je povzročil potres in naša hipoteza je bila, da je tudi podor v Velikem vrhu posledica istega dogodka. Tako smo s pomočjo metode datiranja površinske izpostavljenosti analizirali vzorce matične kamnine v steni Velikega vrha ter vzorce s površine podornih blokov. Ugotavljali smo vsebnost <sup>36</sup>Cl, ki se je začel tvoriti po podoru. Na podlagi poznavanja števila atomov <sup>36</sup>Cl na gram Ca na leto izpostavljenosti, čas dogodka (podor) izračunamo iz koncentracij <sup>36</sup>Cl izmerjenih s pomočjo pospeševalnika (AMS). Prvi rezultati kažejo, da sta podora na Dobraču in Velikem vrhu posledica potresa v Furlaniji Julijski krajini. Starost podora v Velikem vrhu je 740 +/- 71 let. Za bolj zanesljive rezultate bo potrebno izboljšati sam model in upoštevati več dejavnikov - predvsem nadmorsko višino in klimatske razmere.

Ključne besede: zgodovinski podor, pospeševalnik masne spektrometrije, terestrični kozmogeni nuklidi, metoda datiranja površinske izpostavljenosti, Veliki vrh, Karavanke.

### Using the Surface Exposure Dating Method for the Veliki Vrh Rockfall

#### ABSTRACT

There are no reliable historical data about the Veliki vrh rockfall (Košuta, Karavanke Mountains) but the records exist about the Dobrač rockfall (25<sup>st</sup> of January 1348) 46 km to the West of Veliki vrh. The rockfall was triggered by the earthquake and our hypothesis was that Veliki vrh rockfall was induced by the same event. Therefore we used the surface exposure dating method to analyze the bedrock samples in the Veliki vrh rock face as well as the samples of the boulder surface. The content of <sup>36</sup>Cl, that started to produce after the earthquake, was measured. On the basis of the known number of <sup>36</sup>Cl per gram Ca per year of exposure, the time of the rockfall can be calculated from the concentration of <sup>36</sup>Cl measured by accelerator mass spectrometry (AMS). Preliminary results show the correlation of the two rockfalls (Dobrač and Veliki vrh) as the consequence of the earthquake in Friuli Venezia Giulia. The age of Veliki vrh rockfall is 740 +/- 71 years. For more reliable results further research should be conducted using also the data on altitude and climate.

Key words: historic rockfall, accelerator mass spectrometry, terrestrial cosmogenic nuclides (TCN), cosmogenic nuclide exposure dating, Veliki vrh, Karavanke Mountains.

## 1 UVOD

Podor v Velikem vrhu se nahaja nad dolino Pod Košuto, v porečju Gebnovega potoka (Karavanke). Najvišja točka preučevanega območja je 2086 m (Veliki vrh), najnižja 650 m pri zaselku Plaz v dolini Mošenika. Med recentnimi geomorfnimi procesi prevladuje linijska denudacija in erozija, saj se nakloni pobočij večinoma gibljejo med 21-32° in 33-55°. Med zaselkom Plaz in kmetijo Zajmen se na desni strani doline nahajajo velike količine apnenčastega gradiva v velikosti od velikih skalnih blokov (do 10x10 m) do grušča in grobega peska. Drobnejših frakcij (npr. melj, mulj, glina) ni, gradivo pa je popolnoma ostrorobo (Mrak 2004). Kamninska sestava gradiva je identična sestavi vršnih delov Košutinega grebena, kar pomeni, da so zastopani triasni dachsteinski apnenci in triasni grebenski apnenci. Geološka karta (Buser 1980) gradivo označuje kot morensko. V okviru naše raziskave smo predpostavili, da je gradivo glede na značilnosti podornega značaja in je bilo odloženo v času podora v Velikem vrhu.

O podoru v Velikem vrhu ni zanesljivih zgodovinskih virov. Informacija o katastrofalnem dogodku se je ohranila predvsem v obliki ustnega izročila in je vpletena v zgodbo o nastanku naselja Tržič ob sotočju Mošenika in Tržiške Bistrice. Velike skale naj bi zasule naselje na območju današnjega zaselka Plaz, preživeli pa so ustanovili novo naselje na območju današnjega Tržiča. Številni pisni viri pa na drugi strani govorijo o zgodovinskem podoru na Dobraču na Koroškem, ki se je zgodil 25. 1. 1348 (Hammerl 1991). Podor je bil posledica potresa v Furlaniji Julijski krajini (okoli 74 km oddaljen od Velikega vrha). Drugih zapisov o podobnih naravnih nesrečah v kasnejšem obdobju na preučevanem območju ni, zato obstaja velika verjetnost, da je omenjeni potres povzročil oba podora. Za preveritev hipoteze smo uporabili metodo datacije s pomočjo površinske izpostavljenosti (Gosse in Phillips 2001), in sicer na vzorcih kamnine, ki smo jo vzeli s površine velikih skalnih blokov, za katere predpostavljamo, da izvirajo v steni Velikega vrha. Za določanje starosti dogodka lahko uporabimo koncentracije dolgo obstojnega radionuklida  $^{36}\text{Cl}$  kot proizvoda nuklearnih reakcij, ki jih povzročijo visoko energijski kozmični žarki v s kalcijem bogati kamnini. Skalni bloki so postali izpostavljeni šele po podoru, kar pomeni, da se je takrat začel tvoriti  $^{36}\text{Cl}$ . Sveže nastale površine – na skalnih blokih in na matični osnovi v steni Velikega vrha – so bile naenkrat izpostavljene kozmičnim žarkom, ki so pognali “časovni stroj”. S pomočjo tako imenovane proizvodne stopnje (število atomov/g/Ca/leto izpostavljenosti), ki jo je mogoče izračunati za določeno okolje, lahko na podlagi koncentracij  $^{36}\text{Cl}$ , izmerjenih s pospeševalnikom masne spektrometrije, določimo čas podora.

## 2 METODOLOGIJA

Opravili smo dve vzorčenji, in sicer aprila 2007 in 2008. Štiri vzorce smo vzeli na matični osnovi v steni Velikega vrha (vzorci so v nadaljevanju poimenovani »VV«), 18 vzorcev pa na skalni blokih vzdolž doline. Preučevali smo zgolj površinski del kamnine (3–5 cm). Za vsako vzorčno mesto smo ugotovili njegovo zaščitenost, kot posledico okoliškega reliefa (tako imenovani previšani horizont) in mikrolokacije vzorca (naklon površja) ter s pomočjo GPS naprave določili njegovo geografsko lego.

Vzorci smo zdrobili in presejali na frakcije 250-500 (VV 01-17) in 250-1000  $\mu\text{m}$  (VV20-31). Tako pripravljene vzorce so bili izprani v vodi 10 do 15-krat, pri tem pa smo zavrgli izločene delce. Uporabljena kemijska metoda je variacija Stonove metode (Stone in ostali 1996). Približno 100 g frakcij je bilo dvakrat čez noč izluženih v vodi in enkrat delno raztopljenih v razredčeni  $\text{HNO}_3$  (2 mol/l) z namenom odstranitve atmosferskega  $^{36}\text{Cl}$ .

Izotopsko obogatene konice  $^{35}\text{Cl}$  (1,5 mg;  $^{35}\text{Cl}/^{37}\text{Cl} = 999$ ) so bile dodane preostalim vzorcem. Ti so bili raztopljeni z zelo počasnim dodajanjem razredčene  $\text{HNO}_3$  (2 mol/l). Ledena kopel naj bi pripomogla pri preprečevanju izgube klora pred popolno izenačenostjo. Vzorci so se popolnoma raztopili preko noči, raztopina pa je bila po tem filtrirana, preostanek pa posušen in stehšan. Za sedimentacijo srebrovega klorida je bila dodana raztopina  $\text{AgNO}_3$  (1 ml; 10%). Po 2–3 dneh počivanja vzorcev v hladilniku, je bil srebrov klorid ločen s pomočjo centrifugacije. Usedlino smo očistili  $^{36}\text{S}$  s ponovnim ločevanjem  $\text{AgCl}$  v  $\text{NH}_{3\text{aq}}$  in dodajanjem nasičene raztopine  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ . Rezultat je usedlina  $\text{BaSO}_4$ , ki smo jo ločili s filtracijo. Srebrov klorid je bil ponovno sedimentiran z  $\text{HNO}_3$  in večkrat izpran z  $\text{HNO}_3$  in vodo ter končno posušen na  $80^\circ\text{C}$ . Tako pripravljen  $\text{AgCl}$  je bil stisnjen v katode iz nerjavečega jekla s pomočjo  $\text{AgBr}$ .

Meritve masne spektrometrije so bile opravljene v 10 MV pospeševalniku v laboratoriju Lawrence Livermore National Laboratory (LLNL). Vsi trije izotopi  $^{35}\text{Cl}$ ,  $^{36}\text{Cl}$ , in  $^{37}\text{Cl}$  so bili simultano izmerjeni v pospeševalniku z 8,3 MV (Southon in ostali 1996). S pomočjo uporabe konic obogatenih z  $^{35}\text{Cl}$ , smo lahko neposredno uporabili tehniko redčenja (ID-AMS), ki nam je dala naravne koncentracije klora med 8 in  $55 \mu\text{g/g}$ . Izmerjena razmerja  $^{36}\text{Cl}/^{35}\text{Cl}$  vzorcev so bila v razponu od  $3\text{--}12 \times 10^{-14}$ . Dobljene koncentracije  $^{36}\text{Cl}$  so bile izračunane na 22–99 kiloatomov na gram raztopljene kamnine.

Za izračun časa izpostavljenosti morajo biti izmerjene koncentracije  $^{36}\text{Cl}$  primerjane s teoretično proizvodno stopnjo vsakega posameznega vzorca. Ob tem je nujno potrebno upoštevati zaščitenost vzorca; to je še posebej pomembno pri vzorcih matične osnove, z nakloni do  $55^\circ$ . Objavljene proizvodne stopnje so normalizirane na morsko gladino in zemljepisno širino (razlike v atmosferskem vpijanju in zemeljskem magnetnem polju ter vpliv na kozmično sevanje), zato je potrebno te vrednosti (Stone in ostali 1996) prilagoditi specifični geografski legi (Stone 2000). Prav tako je pomembno poznavanje kemijske sestave kamnine za rekonstrukcijo razvoja sekundarnih delcev, posebno nizko energijskih nevtronov v zgornjem (3–5 cm) delu vzorca. Te podatke smo pridobili z različnimi analitičnimi metodami v laboratoriju *Service d'Analyse des Roches et des Minéraux* (SARM), CNRS Nancy. Glede na to, da so bili vzorci skoraj čisti kalcit ( $\text{SiO}_2 < 0.5 \%$ ,  $\text{MgO} < 2.9 \%$ , velja za vse vzorce), smo uporabili podatek o kalciju v kamnini za izračun koncentracij kalcija v raztopljeni frakciji.

$^{36}\text{Cl}$  pa se lahko tvori tudi v karbonatnih kamninah z nizko energijskimi nevtroni  $^{35}\text{Cl}$ . Zato je potrebno odšteti ta del  $^{36}\text{Cl}$  od skupne  $^{36}\text{Cl}$  s pomočjo dokaj zapletenih modelov (Schimmelpfennig in ostali 2009), ki med drugim uporabljajo koncentracije določene z ID-AMS. Upoštevali smo tudi možno proizvodnjo pred podorom (t. i. dediščino), pri čemer smo izračunali radiogeni del, t. i. termični nevtron, kot posledico proizvodnje nevtronov pri razpadu urana in torija. Radiogeni prispevek  $^{36}\text{Cl}$  je bil izračunan za obdobje 215 milijonov let (glede na določeno starost kamnine po Buserju) (Buser 1980), ob povprečni zaščitenosti površine 50 m in stopnjo denudacije 20 mm na tisoč let (Kunaver 1979). V povprečju je bil radiogeni del okrog 3 % z maksimalno vrednostjo 8 % (VV16/VV30) od celotnega  $^{36}\text{Cl}$ .

### 3 REZULTATI/RAZPRAVA

Izračunani časi izpostavljenosti so za posamezne vzorce predstavljeni v preglednici 1. Izkazalo se je, da znaša nezanesljivost izračunanih starosti okrog 9 %. Največji prispevek daje proizvodnja stopnja Ca, ki ima nezanesljivost 7 % (Stone in ostali 1996).

vzorec	nadmorska višina v m	$^{nat}\text{Cl}/\mu\text{g g}^{-1}$	čas izpostavljenosti (št. let)
VV1 (matična osnova)	1620	15,7	750 ± 71
VV2 (matična osnova)	1620	21,8	745 ± 69
VV10	1139	41,6	759 ± 70
VV11	1131	41,6	722 ± 65
VV12	1120	48,6	910 ± 85
VV13	1114	33,6	783 ± 75
VV14	1114	34,9	745 ± 71
VV15	880	42,5	1033 ± 93
VV16	757	54,5	916 ± 88
VV17	757	54,2	1591 ± 142
VV20 (matična osnova)	1500	20,8	719 ± 67
VV21 (matična osnova)	1458	19,8	835 ± 79
VV22	1242	48,8	362 ± 34
VV23	1206	32,9	887 ± 81
VV24	1160	7,5	812 ± 77
VV25	1076	32,6	903 ± 84
VV26	1067	47,6	1348 ± 173
VV27	1059	47,2	1044 ± 98
VV28	913	19,6	1259 ± 125
VV29	782	30,8	1042 ± 94
VV30	772	54,2	902 ± 80
VV31	779	18,0	890 ± 83

Preglednica 1: Izračunan čas izpostavljenosti; naravne koncentracije klora določene z ID-AMS; podatek o nadmorski višini.

Izračunane starosti se gibljejo med 362 in 1591 leti za vse vzorce in med 719 do 835 za vzorce matične osnove v steni Velikega vrha. Skalni blok, ki smo ga vzorčili dvakrat (VV13/14) na različnih delih, kaže čas izpostavljenosti 783 ± 75let in 745 ± 71 let, kar kaže na dokaj visoko stopnjo reproduktivnosti metode. Jasno so izstopali trije vzorci z izjemno dolgimi časi, eden pa kaže zelo kratek čas izpostavljenosti:

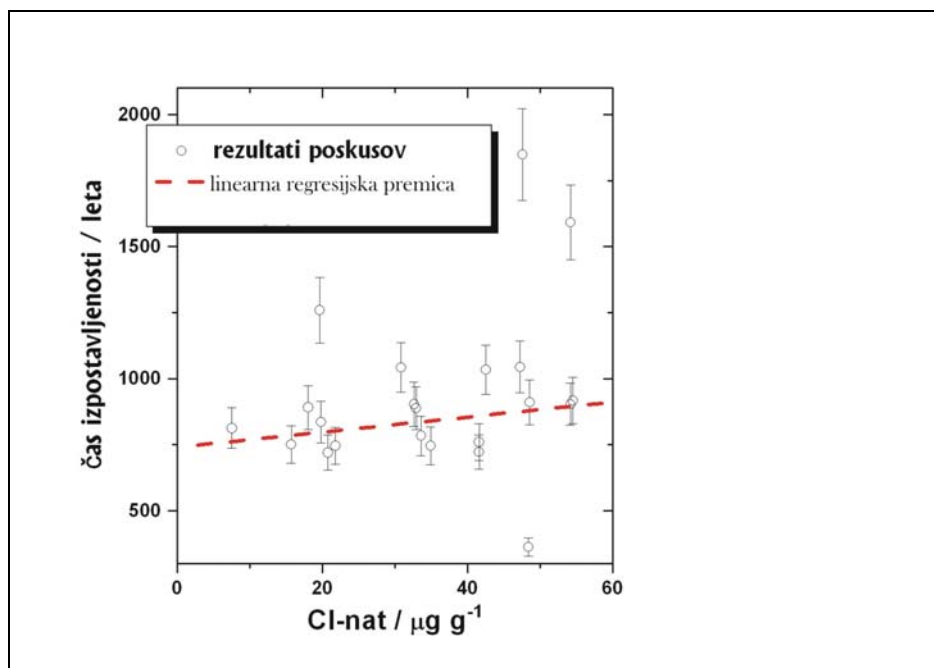
VV17 (najmanjši skalni blok prvega vzorčenja): 1591 ± 142 let

VV22 (skalni blok na najvišji nadmorski višini): (362 ± 34) let

VV26 (skalni blok z zelo preperelo površino): (1348 ± 173) let

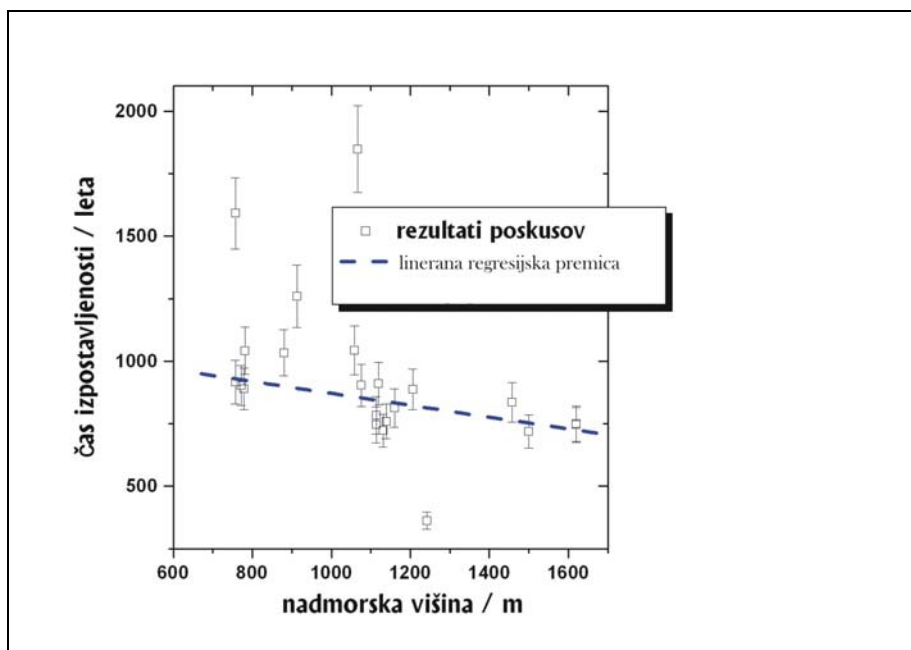
VV28 (najbolj zaščiteni blok iz drugega vzorčenja): (1259 ± 125) let

Za preostalih 18 vzorcev je značilna neponderirana sredina (855 ± 110) a. Kot je razvidno iz slike 1, so izračunane vrednosti še vedno odvisne od naravnih koncentracij klora. Kljub uporabi ustreznih modelov in upoštevanju vseh relevantnih podatkov lahko rečemo, da smo podcenjevali prispevek nuklearnih reakcij  $^{35}\text{Cl}(n, \gamma)^{36}\text{Cl}$ . Predhodna rešitev nastalega problema je ekstrapolacija na  $^{nat}\text{Cl}=0 \mu\text{g/g}$ , ki nam da starost 740 ± 71 let. Približno enake nezanesljive vrednosti izhajajo tudi iz linearne regresije in proizvodnje stopnje kalcija; le-ta je ponovno dodana srednji starosti kot sistemska nezanesljivost.



Slika 1: Čas izpostavljenosti za vse vzorce kot funkcija naravne koncentracije klora. Linearna regresija temelji na vseh vzorcih brez štirih izstopajočih (VV17,22,26,28).

Žal je še vedno razvidna odvisnost izračunanih starosti od nadmorske višine (slika 2). Razlike v nadmorski višini povečujejo teoretično proizvodnjo stopnjo za približno faktor 2 od najnižje ležečega vzorca (752 m) do matične osnove v steni Velikega vrha (1620 m). V teku so razprave o izboljšanju obstoječih modelov, zlasti ob upoštevanju vpliva zemeljskega magnetnega polja. Vendar pa so fizikalni procesi vpivanja kozmičnega sevanja v atmosferi že raziskani in z gotovostjo lahko sklepamo na 3 % vpivanje na teh nadmorskih višinah (Dunai 2000). Na dobljene starosti, ki so funkcija nadmorske višine, lahko vplivajo tudi razlike v snežni odeji (predvsem višina in trajanje snežne odeje na različni nadmorski višini). Proizvodnja  $^{36}\text{Cl}$  se pod snežno odejo ne zgolj zmanjša, podobno kor je manjša proizvodnja na višji nadmorski višini. Sneg pa spremeni tudi proizvodnjo nizko energijskih nevtronov, kar pa pomeni, da lahko določena debelina snežne odeje celo poveča proizvodnjo  $^{36}\text{Cl}$ . Jasno je, da potrebujemo v bodoče dokaj zapleten model za korekcijo tovrstnih dejavnikov, v tem trenutku pa ostajamo pri izračunanih starostih.



Slika 2: Čas izpostavljenosti za vse vzorce kot funkcija nadmorske višine vzorcev. Linearna regresija temelji na vseh vzorcih brez štirih izstopajočih (VV17,22,26,28).

Poudariti je potrebno, da je proizvodna stopnja kalcija trenutno predmet številnih razprav (Licciardi in ostali 2008; Schimmelpfennig in ostali 2009), saj se predhodno objavljene vrednosti Stona s sodelavci (Stone in ostali 1996) in Phillipsa s sodelavci (Phillips in ostali 2001) razlikujejo za nekaj deset procentov. Ob upoštevanju proizvodne stopnje po Phillipsu s sodelavci bi bile naše izračunane starosti okoli 540 let (namesto 740 let kot znašajo ob upoštevanju vrednosti po Stonu s sodelavci), pričakovana realna starost pa 659/660 let. Glede na to, da so vse objavljene proizvodne stopnje določene na osnovi srednjih proizvodnih pogojev v zadnjih nekaj tisoč letih, je prav tako potrebno razmisliti o reprezentativnosti teh proizvodnih stopenj za relativno kratke izpostavljenosti, na katere lahko vpliva tudi nekonsistentnost kozmičnega sevanja (Lifton in ostali 2008).

#### 4 SKLEP

Z analizami smo dokazali, da je podor v Velikem vrhu nastal v zgodovinskem času. Povsem mogoče je, da ga je povzročil isti potres, ki je povzročil tudi potres na Dobraču pred 660 leti. Kljub temu bodo potrebne še izboljšave uporabljenih modelov, ki bodo pravilneje upoštevali proizvodne mehanizme. Prav tako bo potrebno bolje raziskati vpliv snežne odeje ter spremembe proizvodne stopnje v času, kar bo bistveno vplivalo na natančnost rezultatov. Nenazadnje pa bo potrebno ponovno natančno pregledati vse zgodovinske vire, ki se nanašajo na območje Velikega vrha in Tržiča, ki bi lahko dodatno osvetlili nastanek podora ter njegove posledice za življenje ljudi v dolini Mošenika.

#### ZAHVALA

Zahvaliti se želimo I. Schimmelpfennigu za razprave, ki so nam bile v veliko pomoč, prav tako pa tudi laboratoriju *Service d'Analyse des Roches et des Minéraux* (SARM), CNRS, Nancy za kemijske analize ter L. Siame in A.-E. Lebatard za skupno terensko delo. Raziskava je bila delno financirana v okviru programa CRONUS-EU (Marie-Curie Action 6<sup>th</sup> framework program; št. pogodbe: 511927).

## 5 VIRI IN LITERATURA

- Buser, S. 1980: Osnovna geološka karta SFRJ 1 : 100 000, list Celovec. Zvezni geološki zavod. Beograd.
- Dunai, T. J. 2000: Scaling factors for production rates of in situ produced cosmogenic nuclides: a critical reevaluation. *Earth and Planetary Science Letters* 176-1. New York.
- Gosse, J. C., Phillips, F. M. 2001: Terrestrial in situ cosmogenic nuclides: theory and application. *Quaternary Science Reviews* 20-14. New York.
- Hammerl, C. 1991: Historical earthquake research – methods used as a basis for the hazard assessment applied to the earthquake of 1348 in Villach (Austria). *Proceedings of the Third International Symposium on Historical Earthquakes in Europe*. Praga.
- Kunaver, J. 1979: Some experiences in measuring the surface karst denudation in high Alpine environment. *Actes du Symposium International Sur Erosion Karstique*. Aix en Provence.
- Licciardi, J. M., Denoncourt, C. L., Finkel, R. C. 2008: Cosmogenic <sup>36</sup>Cl production rates from Ca spallation in Iceland. *Earth and Planetary Science Letters* 267, 1-2. New York.
- Lifton, N., Smart, D. F., Shea, M. A. 2008: Scaling time-integrated in situ cosmogenic nuclide production rates using a continuous geomagnetic model. *Earth and Planetary Science Letters* 268, 1-2. New York.
- Masarik, J., Kim, K. J., Reedy, R. C. 2007: Numerical simulation of in situ production of terrestrial cosmogenic nuclides. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms* 259-1. Amsterdam.
- Mrak, I. 2004: Minor karst landforms as an indirect method for datation - the case study valley Pod Košuto (Slovenia). *Acta carsologica* 33-1. Ljubljana.
- Phillips, F. M., Stone, W. D., Fabryka-Martin, J. T. 2001: An improved approach to calculating low-energy cosmic-ray neutron fluxes near the land/atmosphere interface. *Chemical Geology* 175, 3-4. New York.
- Schimmelpennig, I., Benedetti, L., Finkel, R. C., Pik, R., Blard, P. H., Bourlès, D., Burnard, P., Williams, A. 2009: Sources of in-situ <sup>36</sup>Cl in basaltic rocks. Implications for calibration of production rates. *Quaternary Geochronology* 4-6. Amsterdam.
- Southon, J. R., Vogel, J. S., Trumbore, S. E., Davis, J. C., Roberts, M. L., Caffee, M. W., Finkel, R. C., Proctor, I. D., Heikkinen, D. W., Berno, A. J., Hornady, R. S. 1992: Progress in AMS measurements at the LLNL spectrometer. *Radiocarbon* 34. New Haven.
- Stone, J. O. 2000: Air pressure and cosmogenic isotope production. *Journal of Geophysical Research* 105. Richmond.
- Stone, J. O., Allan, G. L., Fifield, L. K., Cresswell, G. 1996: Cosmogenic chlorine-36 from calcium spallation. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 60-4. New York.



---

## **STRATEGIJA VARSTVA PRED EROZIJO IN HUDOURNIKI V SLOVENIJI**

Jože PAPEŽ, Tadej JERŠIČ in Janko ČERNIVEC

Podjetje za urejanje hudournikov, Hajdrihova ulica 28, 1000 Ljubljana, e-pošta: joze.papez@puh.si; tadej.jersic@puh.si; janko.cernivec@puh.si

### **IZVLEČEK**

Prispevek predstavlja pomen rednega vzdrževanja obstoječih vodnogospodarskih ureditev in varovalnih objektov. Za vse neustrezno vzdrževane varovalne sisteme za zaščito pred naravnimi nevarnostmi velja, da je ob napovedanih vse večjih vremenskih ekstremih njihova dejanska funkcionalnost negotova. Zato je nujno, da se z ustreznim vzdrževanjem zagotovi vsaj prvotno načrtovano ali predvideno funkcionalnost objektov in varovalnih sistemov ter po možnostih dopolni njihovo varovalno vlogo. Neustrezno vzdrževani objekti lahko zavajajo z lažnim občutkom varnosti in otežujejo sicer vse bolj nujen dialog o nevarnostih in tveganjih. Ustrezno seznanjeni in pripravljeni lahko namreč tudi kot posamezniki veliko prispevamo k večji varnosti.

Ključne besede: naravne nevarnosti, naravne nesreče, hudourništvo, varstvo pred erozijo in hudourniki, vzdrževanje hudourničarskih objektov in ureditev, podnebne spremembe

### **Strategy of Torrent and Erosion Control in Slovenia**

### **ABSTRACT**

This paper highlights the importance of regular maintenance of the existing water management regimes and protective installations. As for the inadequately maintained systems for protection from natural disasters, their actual functionality is all the more uncertain given the forecasts of increasing extreme weather conditions. It is therefore urgent that at least the originally designed and envisaged functionality of the installations and protective systems be provided through adequate maintenance and that their protective function preferably is upgraded. Inadequately maintained installations may deceive by giving a false sense of safety and may hinder the urgent dialogue on hazards and risks. By receiving appropriate information, we as individuals can contribute considerably to a greater safety.

Key words: natural hazards, natural disasters, torrent and erosion control, maintenance of torrent control structures and measures, climatic changes

## 1 UVOD

Slovenija je gorata in hribovita dežela, kjer naravne danosti omogočajo razvoj erozijskih in hudourniških pojavov. V Sloveniji delujejo različne vrste erozije, od katerih je po pomenu vodilna vodna erozija, med pogostejšimi pa so še plazna, snežna in porušitvena erozija. Približno 44 % površine je potencialno erozijsko ogrožena, še približno 30 % pa so labilna in pogojno stabilna zemljišča. Slabo četrtno slovenskega ozemlja predstavljajo hudourniška območja, kjer lahko ob vremenskih ekstremih pričakujemo hudourniške izbruhe močnejšega obsega in jakosti, ki povzročajo škodo (Horvat 1998).

Morali bi se zavedati, da vprašanje zagotavljanja varnosti pred erozijo in hudourniki ni omejeno zgolj na fizično varnost prebivalcev na ogroženih območjih, ampak ima bistveno širšo gospodarsko in demografsko razsežnost (Kajfež-Bogataj 2006). V državi, kjer skoraj polovico ozemlja sestavljajo potencialno erozijsko ogrožena območja, mora zagotavljanje varnosti pred erozijo in hudourniki postati pomembno politično vprašanje. Sosednje alpske države, s katerimi se želimo primerjati, se varnosti posvečajo bistveno bolj (Hochwasserschutz 2002). Zavedajo se, da je cena preventive bistveno nižja od cene sanacije (Loipersberger 2003). Vse pomembnejše postaja izobraževanje, informiranje in ozaveščanje javnosti, ljudi na obstoječih in potencialnih ogroženih območjih ter seveda tistih, ki krojijo državno politiko. Države, ki se bodo učinkovito in pravočasno prilagajale povečani ogroženosti s hudourniki in erozijo, bodo v prednosti pred tistimi, ki jim to ne bo uspelo, njihova gospodarska moč in blaginja prebivalcev bosta večji (Horvat 2007).

Številne napovedi obsežnejših in intenzivnejših vremenskih ekstremov zahtevajo odgovorno ravnanje. V analizi smo obravnavali predvsem naslednja vprašanja:

- vpliv napovedanih podnebnih sprememb na povečan obseg in intenziteto naravnih nevarnosti na območju Slovenije,
- obstoječe stanje na hudourniških območjih Slovenije glede varstva pred erozijo in hudourniki,
- strategija varstva pred erozijo in hudourniki

### 1.1 Vpliv podnebnih sprememb

Spreminjanje podnebja se izraža v povečanih odklonih podnebnih faktorjev v primerjavi z dolgoletnim povprečjem. Odkloni, ki presegajo običajno spremenljivost, se vse pogosteje pojavljajo tudi na območju Slovenije (Kajfež-Bogataj 2006). Do nihanj je v preteklosti vedno prihajalo, vendar v zadnjih letih opažamo, da so odkloni od dolgoletnega povprečja vse večji. V zadnjih letih se srečujemo z sušnimi obdobji, ki jih pogosto spremljajo visoke temperature, na drugi strani pa so obdobja intenzivnih padavin v obliki nalivov in neurij. Slovenija že sedaj sodi med območja z največ nevihtami v Evropi (ARSO 2009), njihovo število pa se bo s podnebnimi spremembami le še povečalo (ARSO 2009), kar povečuje možnost hudourniških izbruhov.

Na varstvo pred erozijo in hudourniki bodo podnebne spremembe in z njimi povezano povečanje vremenskih ekstremov (temperaturnih, padavinskih, vetrovnih) vplivale neugodno, kar se lahko odraža zlasti z (KLIWA 2007; Raetz 2006; PLANALP 2008; BFW 2006):

- intenzivnejšim preperevanjem kamnin,
- pogostejšimi in višjimi odtoki visokih voda,
- intenzivnejšim odplavljanjem gradiva,
- pogostimi obilnimi prenosimi plavin,
- pogostejšim proženjem zemeljskih plazov,

pogostejšim padanjem kamenja in skal,  
manj pogostimi, a po jakosti in razsežnostih močnejšimi snežnimi plazovi.

## 2 ANALIZA STANJA NA HUDOURNIŠKIH OBMOČJIH

### 2.1 Hudourničarske ureditve in objekti

Od začetka organizirane hudourničarske dejavnosti v Sloveniji (1884) do danes je bilo opravljenega veliko dela pri odpravljanju posledic, pa tudi vzrokov številnih hudourniških izbruhov. V tem obdobju je bilo zgrajeno okoli 3490 različnih ustaljitvenih in zaplavnih pregrad, prek 3100 pragov, več kakor 57 km vegetacijskih ter prek 148 km drugih obrežnih zavarovanj tam, kjer bi lahko hudourniki povzročili večjo škodo s poglobljanjem, zajedanjem, prenosom plavin, ali s sprožitvijo zemeljskih plazov. Večina objektov je bila zgrajena na primernih lokacijah, rešitve so bile celovite in večinoma okolju prijazne (Horvat 2002a). Uspešnost koncepta varstva pred erozijo in hudourniki na hudourniških območjih Slovenije je bila potrjena tudi v sklepih javne razprave v državnem svetu o tej problematiki (DS 2006).

ustaljitvene in zaplavne pregrade	3.494 enot
ustaljitveni pragovi	3.124 enot
vegetacijska obrežna zavarovanja	57 km
druga obrežna zavarovanja	148 km

*Preglednica 1: Zgrajeni objekti za preprečevanje hudourniške erozije zgrajeni v času organizirane hudourničarske dejavnosti v Sloveniji.*

Varnost pred erozijo in hudourniki se je z izvedbo omenjenih del bistveno izboljšala (preglednica 1). Žal pa vsa hudourniška območja v Sloveniji dolgoročno niso bila enakomerno obravnavana. V obdobjih po posameznih večjih ujmah so se sanacijska in preventivna dela praviloma zgostila na takrat prizadetih območjih, druga območja pa so bila zaradi pomanjkanja sredstev praviloma zapostavljena.

Med najpomembnejšimi vzroki za obsežnejše izvajanje hudourniških del v daljšem obdobju so bili žal le hudourniški izbruhi ali vodne ujme, preventivnim ukrepom je bilo namenjeno bistveno manj pozornosti. Takoj po naravnih nesrečah so praviloma opravili obsežnejša sanacijska, vzdrževalna in preventivna dela. S časovno oddaljenostjo od naravnih nesreč pa so se zelo hitro zniževala razpoložljiva finančna sredstva, zato načrtovana dela pogosto niso bila opravljena v predvidenem obsegu in časovnih rokih. Zelena stopnja varnosti pred erozijo in hudourniki pogosto ni bila dosežena. V obdobjih ugodnejših vremenskih razmer so bile potencialne nevarnosti hitro pozabljene, opozorila strokovnjakov pa preslišana.

### 2.2 Stanje ureditev in stanje objektov

Analizirano je bilo stanje varovalnih objektov na hudourniških območjih v Sloveniji (Horvat 2002b; PUH 1995; 1998; 2000; 2001a; 2001b; 2003). Po starosti so bili za potrebe analize razvrščeni v tri skupine:

objekti, zgrajeni pred letom 1955,

objekti, zgrajeni med leti 1955 in 1990,

objekti, zgrajeni po letu 1990

Objekti so bili v analizi uvrščeni v dve kategoriji, v nepoškodovane in poškodovane. Za potrebe analize so bili kot poškodovani definirani tisti objekti, pri katerih je zaradi poškodb in nezadostnega vzdrževanja ogrožena stabilnost in funkcija objektov. Objekti, pri katerih stabilnost in funkcija nista ogroženi, pa so bili uvrščeni med nepoškodovane objekte.

Analiza je pokazala, da so v najslabšem stanju prečni objekti, zgrajeni pred letom 1955 (PUH 1995). Delež poškodovanih objektov dosega kar 63 %. Največ objektov iz tega obdobja je bilo zgrajenih v letih od 1924 do 1935. Njihova starost presega 70 ali celo 80 let. Objekti so amortizirani, treba pa bi jih bilo temeljito obnoviti.



Slika 1: Poškodovana zaplavno-ustalivena pregrada (hudournik Belca).

Delež poškodovanosti dosega pri objektih iz obdobja od 1955 do 1990 okoli 18,3 %. Problematični so zlasti betonski objekti, zgrajeni v obdobju od 1955 do 1970 (PUH 1998). Zaradi težavne dostopnosti so pogosto izdelovali beton na samem kraju vgradnje. Uporabljali so gradivo, pridobljeno v neposredni bližini objektov, kar je vplivalo na kakovost, zlasti na temperaturno odpornost.

V boljšem stanju so objekti, zgrajeni po letu 1990, kjer dosega delež poškodovanosti 5,2 %. Poškodbe nastajajo zlasti zaradi posledic nedokončanja predvidenih sanacijskih del po ujmi leta 1990 in s tem povezane funkcionalne ne celovitosti varovalnih sistemov.

### 2.3 Rezultati analize

Zaradi povečane gradnje varovalnih objektov v obdobjih neposredno po naravnih nesrečah, ima starostna razporeditev objektov izrazito enodobno strukturo. Zato je stopnja varnosti pred erozijo in hudourniki med posameznimi območji v Sloveniji zelo različna.

Najslabše razmere so na območjih, kjer so bila obsežna dela izvedena v 20., 30. in 50. letih preteklega stoletja, in kjer so bili objekti zlasti v obdobju po letu 1990 zelo slabo vzdrževani.

V primerjavi s preteklimi obdobji so zlasti po letu 1994 (oziroma 1995) objekti in hudourniška območja slabo vzdrževani, saj so se vzdrževanju namenjena sredstva zmanjšala kar za 10-krat v primerjavi z obdobjem pred letom 1990. Hudourniški izbruhi v letih 1994, 1995 in 1998 so dodatno poškodovali varovalne objekte, sanacijski ukrepi pa sploh niso bili izvedeni. Tako so bile že ob malo večjih vodah škode zaradi ne vzdrževanih objektov bistveno večje, kakor bi ob primernem stalnem vzdrževanju ali vsaj solidno opravljenih sanacijah po ujmah smele biti (Horvat 2002c).

### 3 STRATEGIJA VARSTVA PRED HUDOURNIKI IN EROZIJO

Naravne danosti v Sloveniji omogočajo nastanek in razvoj erozijskih in hudourniških pojavov, ki se najintenzivneje kažejo v obliki hudourniških izbruhov. Zanje je značilna nenadnost pojava, velika intenzivnost in hitrost dogajanja, predvsem pa velika rušilna moč, ki je povezana s prenosom večjih količin plavin in plavja. S preventivnimi ukrepi, ki temeljijo na domišljeni rabi prostora v povezavi z ustalitvijo erozijskih žarišč s tehničnimi in biotehničnimi ukrepi, lahko umirimo hudourniške izbruhe in zmanjšamo škodo na objektih in infrastrukturi. Pri tem je bistvenega pomena usklajen in celovit, t. i. integralni pristop (PLANALP 2008) z usklajenim delovanjem med različnimi sektorji.

V naslednjih letih mora **preventivno varstvo** na področju zmanjševanja erozijske ogroženosti postati še pomembnejše. Postati mora osnovno vodilo doslednega uveljavljanja; saniranja in restavriranja območij, ki so jih prizadeli erozijski pojavi.

Glede na pristop do reševanja problematike ločimo dve skupini preventivnih ukrepov (PLANALP 2008):

ukrepi, ki vplivajo na obseg škode (pasivni ukrepi); ti ukrepi ne vplivajo na naravne procese, ki so vzrok za naravne nesreče, vplivajo pa na zmanjšanje škode, ki nastanejo ob naravnih nesrečah (npr. **domišljeno prostorsko načrtovanje**, ki upošteva zemljevide ogroženosti zaradi naravnih nevarnosti; zaščita nepremičnin idr.);

ukrepi, ki zmanjšujejo naravno nevarnost (aktivni ukrepi); ti ukrepi vplivajo na naravne procese, katerih razsežnost in intenziteta lahko povzročita naravno nesrečo (**nadzor in vzdrževanje ravnovesnih razmer na erozijsko ogroženih območjih**; klasični tehnični in biotehnični ukrepi za urejanje hudournikov in sanacijo erozijskih žarišč; ciljni negovalni ukrepi v varovalnih gozdovih idr.).

#### 3.1 Varstvo pred erozijo in hudourniki

Če želimo preprečiti neugodne posledice različnih vrst erozije, moramo zlasti primerno, domišljeno uporabljati prostor in hkrati stalno spremljati razmere na erozijsko potencialno ogroženih območjih. Vzdrževanje ureditvenih ukrepov in ohranjanje ter ponovno vzpostavljanje ravnovesja med rušilnimi in stabilnostnimi sistemi na območjih, ki jih ogroža hudourniška erozija, pa obsega zlasti urejanje zaledij hudournikov in erozijskih žarišč (ustalitev sproščenega erozijskega gradiva v zaledjih hudournikov in preprečevanje nadaljnje prekomernega erozijskega sproščanja).

Prednosti pri urejanju naj imajo območja, kjer (Horvat 2001):

so erozijski procesi zgoščeni oziroma napredujejo,  
je večja družbena in gospodarska pomembnost ogroženih prostorskih vrednot,  
z manjšimi stroški dosežemo večji okoljski in ekonomski uspeh.

V povezavi s preprečevanjem in zmanjševanjem erozijske ogroženosti so na področju prostorskega načrtovanja dolgoročno pomembni zlasti naslednji cilji (Horvat 2001):

zmanjševanje škode, ki jo povzročajo hudourne vode,  
usmerjanje smotrne rabe prostora (dosledno opravljanje javne hudourniške službe s poudarkom na temeljitem spremljanju razmer na vodozbirnih območjih),  
usmerjanje urbanizacije, kmetijskih aktivnosti in prometnic s površin, ki jih ogrožajo hudourniki in erozija,  
priprava zemljevidov za ogrožena območja (postopnost – najprej za najbolj ogrožena območja)

za ohranitev krhkega naravnega ravnovesja je treba zlasti ob novih posegih v prostor načrtovati in izvajati dolgoročne in trajne preventivne protierozijske ukrepe z upoštevanjem sprememb v okolju in novih strokovnih spoznanj.

Določanje erozijsko ogroženih območij (zemljevidi ogroženosti) je temeljno orodje pri trajnostnem prostorskem načrtovanju. Leta 2007 sprejeti "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" (Pravilnik 2007) ter "Uredba o pogojih in omejitvah za izvajanje dejavnosti in posegov v prostor na območjih, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja" (Pravilnik 2007) (Uredba 2008) podajata temeljne zakonske usmeritve na tem področju. Zaradi spreminjajočih se meril, ki vplivajo na obseg in jakost ogroženosti, bo treba prostorske dokumente redno dopolnjevati (Horvat 2005). Prepoved gradnje na najbolj ogroženih območjih je še vedno najboljša in najtrajnejša zaščita pred naravnimi nevarnostmi.

V povezavi s preprečevanjem in zmanjševanjem erozijske ogroženosti je pomembno zlasti vzdrževanje protierozijskih sistemov in ohranjanje ravnovesja med rušilnimi in stabilnostnimi sistemi na erozijsko ogroženih območjih. To obsega zlasti (Horvat 2001):

- vzdrževanje in obnavljanje varstvenih objektov,
- povečanje varnosti pred hudournimi vodami in erozijo,
- izvajanje nujnih protierozijskih preventivnih ukrepov ob novih posegih v prostor,
- umirjanje in preusmerjanje snežnih plazov,
- povečevanje varnosti, zlasti prometnic ter stanovanjskih in gospodarskih poslopij, pred poružitvami hribinskih gmot in snežnimi plazovi.

Glede na razprostranjenost pojavov hudourniške erozije v Sloveniji je razumljivo, da jih je skoraj nemogoče povsem nadzorovati in tako tudi vseh ni mogoče preprečiti. S preventivnimi ukrepi, katerih temelj je ustalitev hudourniških žarišč s prečnimi zaplavnimi in ustalitvenimi objekti v povezavi z biotehničnimi ukrepi, pa lahko bistveno omejimo razprostranjenost hudourniške erozije, predvsem pa bistveno zmanjšamo njihovo jakost.



Slika 2: Hudourniški erozijski procesi (globinska in bočna erozija, transport plavin) se lahko – tako kot je prikazano na zgornjem modelu na levem bregu struge – brez ustreznega ukrepanja močno povečajo. S pravilno razporejenimi ustalitvenimi in zaplavnimi objekti lahko v veliki meri nadziramo intenzivnost erozijskih procesov.

Z zaplavnimi objekti, zlasti večjimi, in s primerno uporabo naravnih razširitev ob hudourniških strugah, lahko že sprožene drobirske tokove ustavimo ali pa vsaj delno

razbremenimo in tako omilimo njihov rušilni učinek. Pri lokacijah takšnih prečnih objektov moramo upoštevati potencialne preplavne oziroma poplavne učinke ob popolni ali delni ustavitvi drobirskih tokov. Takšno preventivno ukrepanje je bilo že mnogokrat zelo uspešno (na primer na vodotokih Bistričica leta 1990, Vuhredščica leta 1976 ali Brložnica leta 1990).

Izvajanje vzdrževalnih ukrepov bi moralo potekati nepretrgano; pogoj za to pa so ne le usposobljeni upravljavci, stalnost strokovnega kadra, temveč tudi zagotovljena stalna redna sredstva.



*Slika 3: Veliko varovalnih objektov je postavljenih v sistemih. Pri nedelovanju ključnih objektov se lahko poruši ves sistem. Pravočasno vzdrževanje tovrstnih varovalnih sistemov je zato zelo pomembno, kajti praviloma s svojim delovanjem preprečujejo intenziviranje zelo obsežnih erozijskih procesov (primer iz zaledja Velike Pišnice).*

Pri prilagajanju podnebnim spremembam se moramo pri zagotavljanju varstva pred erozijo in hudourniki učiti zlasti preteklih izjemnih dogodkov (Horvat 2004). Na teh primerih lahko preučujemo prizadetost zaradi izjemnih hudourniških izbruhov ter njihove neposredne in posredne posledice, ki se pogosto pokažejo šele pozneje. Vedenje o preteklih ekstremnih naravnih dogodkih je treba sistematično negovati, tudi z namenom večjega ozaveščanja prebivalcev o ogroženosti zaradi naravnimi procesov.

Zavedati se moramo, da se posamezni deli Slovenije močno razlikujejo glede ogroženosti z erozijo in hudourniki, zato bodo morali biti tehnični in gospodarski ukrepi prilagojeni značilnostim posameznih pokrajin.

Zaradi velike dotrajanosti številnih hudourniških objektov bo treba na celotnem območju Slovenije takoj nameniti znatna sredstva njihovemu vzdrževanju (Horvat 2002c). Hkrati je treba v skladu z ugotovljenimi prednostnimi nalogami izvajati določene dodatne ukrepe na hudourniških območjih in hudourniških strugah, ki so večinoma v strokovnih dokumentih že predvideni, vendar zaradi stalnega pomanjkanja sredstev nikoli ni prišlo do njihove uresničitve.

Poškodovani ali dotrajani objekti dajejo lažni občutek varnosti, česar se zavemo šele ob naravnih nesrečah. Pozabljeni nevdrževani objekti v zaledjih hudournikov so lahko vzrok celo večje ogroženosti dolvodnih območij, kakor bi bila brez izvedenih ukrepov. Hkrati pa moramo obstoječe varovalne ukrepe in objekte nadgraditi, da bodo kos posledicam spremenjenih podnebnih razmer.



Pričakovati je intenzivnejši razvoj na področju spremljanja nevarnosti ter zgodnjega opozarjanja in alarmiranja. Prav tako bo treba še dodatno izboljševati in nadgrajevati načrte zaščite in reševanja, ob čemer bo treba posebno pozornost nameniti tudi poglavju "najbolj neugodni scenarij razvoja dogodkov" (PUH 2008).

### **3.2 Varstvo pred zemeljskimi in snežnimi plazovi ter pred padajočim kamenjem**

Vzdrževanje ureditvenih ukrepov in ohranjanje ter ponovno vzpostavljanje ravnovesja med rušilnimi in stabilnostnimi sistemi na območjih, ki jih ogroža plazenje, obsega zlasti zagotavljanje najugodnejše količinske in kakovostne razporeditve voda v prostoru ter ukrepe za ustalitev plazovitih zemljišč. Vzdrževalne ukrepe moramo izvajati tako na saniranih ali delno saniranih plazovih kot na pogojno stabilnih zemljiščih. Na labilnih in pogojno stabilnih območjih pa je poleg opazovanja dinamike plazenja treba posvetiti skrb zlasti primernemu urejanju vodnega režima. Urejeno odvodnjavanje je temelj preventivnega varstva pred zemeljskimi plazovi. S pravočasnim preprečevanjem čezmernega zamakanja lahko v večini primerov splazitve preprečimo. Ti ukrepi so tudi bistveno cenejši od obsežnih sanacijskih ukrepov, ki so potrebni po splazitvah. Večja preoblikovanja pobočij in gradnja različnih podpornih konstrukcij naj bi bili zgolj skrajni ukrep in ne pravilo.

Zaradi predvidenega povečanja obsega sicer manj pogostih (Frei 2007) snežnih plazov, lahko ti povzročijo tudi smrtne žrtve, kar se je v preteklosti že dogajalo tudi na območjih običajnih dosegov plazov. V prihodnje bo treba varstvu pred snežnimi plazovi namenjati enako ali celo večjo pozornost kakor doslej. Nekatere preventivne varstvene ukrepe, ki se trenutno izvajajo, bo prav gotovo treba prilagoditi novim razmeram. Prav tako bo treba upoštevati najnovejše podatke o višini snežne odeje pri načrtovanju objektov za preprečevanje proženja in pri gradnji objektov za preusmerjanje, razbijanje in zaustavljanje plazov. Na plaznicah, kjer ni ustrezne mehanske ustalitve snežne odeje z gozdnim rastjem (gola, travnata in z grmovjem porasla zemljišča), moramo snežno odejo ustaliti s primernimi opornimi objekti. V svetu (Horvat 2002b) pod gozdno mejo ti objekti ob ustalitvi snežne odeje z omejevanjem drsenja in plazenja snega omogočajo razvoj rastlinja v stabilen varovalni gozdni sestoj. Predvsem pa nas pri izvajanju ukrepov varstva pred snežnimi plazovi ne smejo zavesti obdobja suhih in toplih zim.

Zavarovanju pred padajočim kamenjem bo zaradi posledic, ki jih prinaša sprememba podnebja, tudi v Sloveniji v prihodnosti treba nameniti večjo pozornost. Na to nas opozarjajo številni primeri skalnih podorov (npr. Col 2006 – slika 4, Srednji Vrh 2006, bolnica Franja 2007) in padajočega kamenja (Renke 2006; Ključ 2006), ki so se zgodili v preteklih letih. Sodobni varovalni ukrepi za zavarovanje pred padajočim kamenjem so po svoji konstrukciji in uporabljenih materialih zasnovani tako, da jih je mogoče uporabiti za zavarovanje najbolj problematičnih točk, ne glede na težavnost in težko dostopnost terena; več bo treba narediti tudi na področju stalnega spremljanja in nadzora in samodejnega alarmiranja.



Slika 4: Kombinacija primarnega (prekritje z varovalnimi mrežami) in sekundarnega načina (podajne lovilne varovalne ograje) varovanja cestnih prometnic pred padajočim kamenjem (zaščita regionalne ceste Kalce–Col).

### 3.3 Pomen varovalne vloge gozdov

Gozd pod gozdno mejo preprečuje, da bi se erozija razvila v pospešeno z vsemi spremljajočimi neugodnimi posledicami. V človeški zgodovini so si sledila obdobja močnejše in šibkejše erozije, kar je bilo odvisno od odnosa ljudi do gozdov, zlasti v vzpetem svetu. Vse številčnejše ujme po svetu nas opominjajo, kam vodi izsekavanje gozdov in posledično zmanjševanje njihovega varovalnega učinka.

Rastlinstvo pa tla ne le oplaja in obnavlja, temveč jih, izpostavljena rušilnim silam narave, hkrati tudi varuje. Bolj ali manj rahlo naravno ravnovesje je najbolj občutljivo v gorovjih, kjer podnebne razmere onemogočajo razvoj varovalnega rastlinja v večjem obsegu. Zaradi tega so tla zlasti tam močno izpostavljena povzročiteljem erozije: mrazu in vročini, vetrovom in vodam.

Slovenski vzpeti svet je močno občutljiv na erozijske procese, zato je gozd na teh področjih izjemnega pomena. Na velik erozijski potencial nas nenehno opozarjajo številni hudourniki. Gozd zadržuje, vpija vodo in ovira njeno odtekanje, predvsem pa preprečuje, da bi nastajale večje količine nevezanega erozijskega drobirja, ki bi ga vode lahko odnašale v hudournike. To funkcijo opravlja gozd tako na širšem vodozbornem območju kot tudi neposredno na samih brežinah gorskih vodotokov, kjer ustaljuje pobočja in varuje brežine pred izpiranjem in poružitvami. Plavine, ki jih ob večjih neurjih prenašajo hudourniki, izvirajo iz ogolelih površina in iz erozijskih žarišč vzdolž struge. Ravnovesje med varovalno močjo gozda in poružitvenimi silami je praviloma zelo "krhko". Vtis zelenja lahko tudi vara. Previdnost in doslednost pri konkretnih ukrepanjih v občutljivem vzpetem svetu sta zato še posebej pomembna.

Gozd ima kot mehanski stabilizator ugoden vpliv le na zelo plitve zemeljske plazove, pri katerih je debelina preperle in potencialno plazeče plasti bistveno tanjša kot globina koreninskega sistema. To konsolidacijsko lastnost imajo predvsem tiste drevesne vrste, ki koreninijo globoko in prostrano in ki potrebujejo za svojo rast razmeroma veliko vode (hrast, jesen, bor, bukev, macesen). Na labilnih in pogojno stabilnih zemljiščih lahko primeren gozd z veliko porabo vode ugodno vpliva na njihovo stabilnost, saj prispeva k izsuševanju pretirano namočenih zemljišč. Od gozda pa ne moremo pričakovati, da bo ustalil tla v vseh primerih. Kadar ni ustreznih naravnih pogojev, zlasti geoloških za stabilnost tal, jih tudi gozd ne more ustvariti. V takih primerih je treba najprej zagotoviti ravnovesne razmere z biotehničnimi in tehničnimi deli, da lahko gozd ponovno v polni meri prevzame varovalno vlogo.

Gozdovi pomembno vplivajo na preprečevanje proženja snežnih plazov, medtem ko je v območju gibanja in ustavljanja že sproženih snežnih plazov ustalitveni vpliv gorskih gozdov zelo majhen. Gozdna vegetacija kot mehanska ovira deluje kot mehanski stabilizator. Zaznaven mehanski učinek imajo drevesa s prsnim premerom več kot 10 cm; na potrebno gostoto vplivajo različni dejavniki (viskoznost in gostota snega, relativna hitrost plazov, naklon pobočja, povprečni premer dreves, debelina snežne odeje itd.). Gojenju primernih gozdnih sestojev s poudarjeno varovalno vlogo, zlasti na potencialno plazovitih območjih, je treba posvetiti dovolj pozornosti. Primer celovitega ukrepa lahko opazujemo na pobočju Mežakle (slika 5), kjer so izvedeni oporni objekti vzpostavili pogoje za uspešno rast sadik grmovnic in dreves, ki bodo v obnovljenem gozdnem sestoju dolgoročno prevzela trajno varovalno vlogo pred snežnimi plazovi na tem območju (Horvat, 2006).



Slika 5: Pobočje Mežakle nad avtocesto Hrušica–Vrba decembra 2005 z označenimi območji na katerih so varovalni objekti – sistemi varovanja s snežnimi mrežami preprečujejo proženje snežnih plazov.

### 3.4 Problematika lesenega plavja

Leseno plavje (plavajoča debela, štori, vejevje, drva) je pogost vzrok za nepredvidljive "zamašitve" na poti visokih voda in posledično vzrok za prelitje vodnega toka iz strug tudi na povsem nepričakovanih mestih. Za rešitev te problematike obstajajo določene možnosti ob sodelovanju na primer Ministrstva za okolje in prostor ter Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. Veliki gozdnatosti hudourniških območij in gospodarjenju z gozdovi gre zahvala, da se ob neurjih erozijske sile ne "razbohotijo" v še bolj razdiralni obliki. Pri gospodarjenju z gozdovi na hudourniških območjih in zlasti v vplivnem pasu ob hudourniških strug pa je mogoče narediti še korak naprej, predvsem v smeri preventivnega zmanjševanja vira nezaželenega lesenega plavja v strugah (nega, čiščenje). Pa tudi v smeri boljše protierozijske varovalne vloge gozdov, ki lahko neposredno prispevajo k zmanjšanju ogroženosti pred naravnimi nevarnostmi na nižje ležečih izpostavljenih območjih z ugotovljeno veliko stopnjo ogroženosti.

## 4 SKLEP

V svetu zaradi podnebnih sprememb število in pogostost naravnih nesreč narašča. Zaradi razvoja družbe le-te povzročajo tudi čedalje večjo škodo. Zahteve družbe po zagotovitvi ustrezne varnosti so znane. Najbolj zadovoljiv odgovor na iskanje rešitve za zagotavljanje

ustrezne varnosti pred naravnimi nesrečami daje koncept celostnega preventivnega upravljanja z naravnimi nesrečami (*Integral Risk Management*), kar v praksi pomeni predvsem usklajeno izvajanje različnih preventivnih ukrepov v različnih fazah (t. i. celotnega procesa obvladovanja naravnih nesreč) in usklajeno delovanje ter napor različnih akterjev (od udeležencev izvajanja zaščite, reševanja in pomoči, prostorskega načrtovanje, odgovornih vladnih institucij in predvsem lokalnih upravnih organov do prizadetih posameznikov).

V prispevku smo se osredotočili na ustrezne preventivne ukrepe na področju varstva pred hudourniki in erozijo, predvsem na preventivne tehnične in biotehnične ukrepe – ob čemer velja poudariti, da je določanje ogroženih območij, ter njihovo upoštevanje pri prostorskem načrtovanju in določevanju primerne rabe prostora, najbolj zaželeno in učinkovito preventivno varstvo pred naravnimi nevarnostmi.

Vse ukrepe mora spremljati ustrezen dialog in obveščanje vseh vpletenih ter načrtno utrjevanje ozaveščenosti prebivalstva o naravnih nevarnostih in možnostih ter odgovornosti, ki jo imajo kot posamezniki za večjo varnost. Angleški izraz "*risk dialog*" je v sodobnih družbah vse bolj v ospredju. K temu so prispevale tudi razprave o podnebnih spremembah in velika mera negotovosti, ki jo je čutiti v zaključkih teh razprav (PLANALP 2008).

Študije o podnebnih spremembah namreč še vedno ne morejo natančneje določiti intenzivnosti prihodnjih ekstremnih dogodkov, niti ne morejo natančneje določiti kraja, kjer naj bi se najverjetneje zgodile najbolj neugodni scenariji. To dejstvo poudarja "vprašanje preostalega tveganja" (PLANALP 2008). Razlaga pojma je dokaj obširna - odvisno s katerega zornega kota ga obravnavamo (pravni, socialni, ekonomski vidik); vendar v bistvu pomeni tveganje, ki na določenem območju kljub izvedenih ukrepih še vedno ostane. Kako veliko je to tveganje? Koliko tega tveganja smo pripravljeni sprejeti in se naučiti živeti z njim?

To je povezano tudi z drugimi, zelo občutljivimi vprašanji, ki še zdaleč niso zgolj zadeva strokovnjakov, ampak zahtevajo tudi veliko socialnega dialoga in politične modrosti: kako lahko določimo ciljno raven varnosti pred naravnimi nesrečami; kdo je odgovoren za določanje stopnje zaščite pred naravnimi nesrečami; kakšna zaščita nudi zadovoljivo varnost pred naravnimi nesrečami; kakšna stopnja zaščite za kakšno ceno ...?

Primerno vzdrževanje obstoječih varovalnih objektov in ureditev na hudourniških območjih in hudourniških strugah mora imeti prednost pred gradnjo novih. Ugotovljena in tudi napovedana vse večja intenzivnost vremenskih pojavov v praksi pomeni vse večjo obremenitev za obstoječe varovalne sisteme in objekte.

Zaradi velike dotrajanosti večjega števila hudourniških objektov in naprav bo treba v Sloveniji nekaj let namenjati večji delež sredstev njihovem vzdrževanju in nadgrajevanju (na podlagi ustreznega predhodnega celovitega načrta ureditve povirij), nato pa ustrezno povečati delež sredstev za preventivo in za ohranjanje ter vzpostavljanje ravnovesnih razmer v hudourniških območjih in erozijskih žariščih.

## 5 VIRI IN LITERATURA

- ARSO 2008. Medmrežje: <http://www.planat.ch/> (5. 2. 2009).
- BFW - Waldwissen.net 2006: Klimawandel und Auswirkungen auf die Forstwirtschaft; Medmrežje: [http://www.waldwissen.net/dossier/bfw\\_dossier\\_klimawandel\\_DE](http://www.waldwissen.net/dossier/bfw_dossier_klimawandel_DE) (5. 2. 2009).
- DS 2006. Zapisnik 45. seje Državnega sveta Republike Slovenije: Sklepi, sprejeti na podlagi javne razprave na temo »Problematika varstva pred erozijo in hudourniki«. Medmrežje: <http://www.ds-rs.si/kb/seje/?View=entry&EntryID=595> (5. 2. 2009).
- Frei, C., Wildmer, F. 2007. Klimaänderung und Naturkatastrophen in der Schweiz. Medmrežje: [http://www.meteoschweiz.admin.ch/web/de/klima/klima\\_morgen/klimaenderung/berichte\\_links\\_klimaenderung.Par.0012.DownloadFile.tmp/natkat.pdf](http://www.meteoschweiz.admin.ch/web/de/klima/klima_morgen/klimaenderung/berichte_links_klimaenderung.Par.0012.DownloadFile.tmp/natkat.pdf) (5. 2. 2009).

- Hochwasserschutz in Bayern Aktionsprogramm 2020: Daten+Fakten+Ziele. 2002. Medmrežje: [http://www.ghwp.de/Dateien/h\\_schutz\\_BY.pdf](http://www.ghwp.de/Dateien/h_schutz_BY.pdf) (5. 2. 2009).
- Horvat, A. 1998: Erozijska območja in transport plavin. Metodologija za umestitev vodnogospodarskih sestavin v PPRS. Gradivo za elaborat. Ministrstvo za okolje in prostor. Ljubljana.
- Horvat, A. 1999: Zagotovitev varnosti pred snežnimi plazovi na državnih cestah Republike Slovenije. Raziskovalna naloga (št. proj. IV-108/99). Ministrstvo za promet in zveze, DRSC, DARS. Ljubljana.
- Horvat, A. 2002a: Ecologically sound cross-sectional structures in torrent beds - experiences in Slovenia. Proceedings: Environment-friendly Torrent Control. Ljubljana.
- Horvat, A. 2002b: Erozijska. Nesreče in varstvo pred njimi. Ljubljana.
- Horvat, A. 2002c: Varstvo pred erozijo. Nesreče in varstvo pred njimi. Ljubljana.
- Horvat, A. 2005: Bestimmung erosionsgefährdeter flächen: Slowenische erfahrungen. Wildbach- und Lawinenverbau: Zeitschrift für Wildbach-, Erosions- und Steinschlagschutz 152. Imst.
- Horvat, A. 2006: Trajno varstvo pred snežnimi plazovi na prometnicah – slovenske izkušnje. Zbornik prispevkov 8. slovenskega kongresa o cestah in prometu. Portorož.
- Horvat, A. 2007: Vpliv klimatskih sprememb na varstvo pred erozijo in hudourniki. Podnebne spremembe. Studia forestalia Slovenica 130. Ljubljana.
- Horvat, A. Bernot, F. 1994: Ogroženost Slovenije s snežnimi plazovi. Elaborat. Podjetje za urejanje hudournikov. Ljubljana.
- Horvat, A., Papež, J. 2004: Informacijski sistem o naravnih nesrečah na območju Alp. Ujma 17-18. Ljubljana.
- Horvat, A. 2001: Metode določanja erozijsko ogroženih območij. Doktorsko delo. Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Kajfež-Bogataj, L. 2006: Podnebne spremembe in nacionalna varnost. Ujma 20. Ljubljana.
- KLIWA 2007: Klimaveränderungen und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft. Medmrežje: <http://www.kliwa.de/> (5. 2. 2009).
- Loipersberger, A. 2003: Torrents – Fascination and Danger. Spectrum Wasser 3. München.
- PLANALP 2008: Medmrežje: <http://www.planat.ch/> (5. 2. 2009).
- PLANAT 2007: Climate Change and Natural Disasters in Switzerland. Bern.
- PUH 1995: Poročilo o varstvu pred erozijo in hudourniki v Sloveniji. Ljubljana.
- PUH 1998: Vodni ujmi jeseni 1998 v Sloveniji in smernice za varstvene in varnostne ukrepe. Raziskovalna naloga (št. proj. IV-108/98). Ministrstvo za okolje in prostor, Uprava RS za zaščito in reševanje. Ljubljana.
- PUH 2000: Ocena in prikaz trenutnega stanja izvedenih ureditev za stabilizacijo povirja na Nadiži in njenih pritokih ter na hudourniku Šijak. Raziskovalna naloga (št. proj. IV-50/00). Ministrstvo za okolje in prostor, Uprava RS za zaščito in reševanje. Ljubljana.
- PUH 2001a: Analiza posledic neurij novembra 2000 na hudourniških območjih Slovenije; 2001. Raziskovalna naloga (št. proj. IV-8/01). Ministrstvo za okolje in prostor, Uprava RS za zaščito in reševanje. Ljubljana.
- PUH 2001b: Problematika erozije in poplavljanja na hudourniškem območju Drave. Raziskovalna naloga (št. IV-86/01). Ministrstvo za okolje in prostor, Uprava RS za zaščito in reševanje. Ljubljana.
- PUH 2003: Ocena in prikaz stanja izvedenih ureditev za stabilizacijo povirja na reki Soči s Koritnico od Loga Čezsoškega gorvodno. Raziskovalna naloga (št. proj. IV-16/03). Ministrstvo za okolje, prostor in energijo. Ljubljana.
- PUH 2008: Analiza upravljanja in vodenja v primeru neurja septembra 2007 na najbolj prizadetih območjih v Sloveniji. Ministrstvo za okolje, prostor in energijo, Uprava RS za zaščito in reševanje. Ljubljana.
- Raetz, H. 2006: Adaptation to climate change in Switzerland's natural hazards management policies. Medmrežje: <http://www.oecd.org/dataoecd/59/55/37781861.pdf> (5. 2. 2009).
- 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. Uradni list Republike Slovenije 60/2007. Ljubljana.
- Uredba o pogojih in omejitvah za izvajanje dejavnosti in posegov v prostor na območjih, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja. Uradni list Republike Slovenije 89/2008. Ljubljana.

## VSESTRANSKA UPORABA AERO-LASERSKEGA SKENIRANJA ZA UGOTAVLJANJE NEVARNOSTI ZARADI NARAVNIH NESREČ NA OBMOČJU ALP

Tomaž PODOBNIKAR<sup>a), b), c)</sup>, Balázs SZÉKELY<sup>b), d)</sup>, Markus HOLLAUS<sup>b)</sup>, Andreas RONCAT<sup>b)</sup>, Peter DORNINGER<sup>b)</sup>, Christian BRIESE<sup>b)</sup>, Thomas MELZER<sup>b)</sup>, Carsten PATHE<sup>b)</sup>, Bernhard HÖFLE<sup>b)</sup> in Norbert PFEIFER<sup>b)</sup>

<sup>a)</sup> Znanstvenoraziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti, Novi trg 2, 1000 Ljubljana, e-pošta: tp@zrc-sazu.si

<sup>b)</sup> Tehniška univerza na Dunaju, Inštitut za fotogrametrijo in daljinsko zaznavanje, Gußhausstraße 27-29, A-1040 Dunaj, Avstrija, e-pošta: {tp,bs,mh,ar,pdo,cb,tm,cp,bh,np}@ipf.tuwien.ac.at

<sup>c)</sup> Univerza v Novi Gorici, Fakulteta za znanosti o okolju, Vipavska 13, 5000 Nova Gorica

<sup>d)</sup> Univerza Eötvös, Oddelek za geofiziko in vesoljske znanosti, Pázmány P. sétány 1/C, H-1117 Budimpešta, Madžarska

### IZVLEČEK

V gorskem svetu so antropogene strukture občutljive na geološke, geomorfološke, hidrološke ali izjemne vremenske pojave. Ocena potencialne škode je pomembna za načrtovanje protiukrepov. Pri modeliranju možnih scenarijev nesreč potrebujemo poleg podatkov o ranljivih antropogenih strukturah tudi prostorske topografske podatke. Aero-lasersko skeniranje (ALS) je osnovno orodje, ki omogoča pridobivanje podrobnih podatkov o premikih gmot, eroziji in podobnih pojavih, z vertikalno natančnostjo 10 cm. Z naprednim (pol)samodejnim procesiranjem pridobivamo podatke o topografiji, višini gozda, obliki stavb, daljnovodih itd. Pridobljeni rezultati so kombinirani z dodatnimi podatki za oceno potencialne škode (npr. funkcija in vrednost stavb). Dobljene informacije ter modele določenega tipa nesreče (npr. sprožitev snežnega plaz) integriramo v preliminarnem (brez preverjanja z referenčnimi podatki) funkcionalnem objektnem modelu za oceno potencialne škode, ki temelji predvsem na uporabi aplikacij ALS.

Ključne besede: nevarnost pred naravnimi nesrečami, Alpe, aero-lasersko skeniranje, DMR, funkcionalno objektno modeliranje

### Comprehensive Utilization of Airborne laser Scanning in Natural Hazard Studies in Alpine Areas

### ABSTRACT

Man-made structures in mountainous areas are prone to hazards related to geological, geomorphic, hydrological or extreme weather phenomena. The estimation of potential damage is important to plan countermeasures. Beside of the data on vulnerable man-made structures, spatial data are needed on the topography to model the possible disaster scenarios. Airborne Laser Scanning (ALS) is an ultimate tool for elevation data acquisition with 10 cm accuracy and high data density to monitor the mass movements, erosion and related phenomena. With sophisticated (semi)automated processing the topography, forest height, shape of buildings, power lines can be extracted. These results are combined with auxiliary data (function and value of buildings) to estimate the potential damage. The functional object modelling integrates the derived data with the models of specific disaster types (e.g. avalanches) to assess the potential damage.

Key words: natural hazard, Alpine area, airborne laser scanning, DTM, functional object modelling

## 1 UVOD

Velik del bivalnih območij, javnih, trgovskih in industrijskih objektov ter infrastrukture na območju Alp ogrožajo naravne nevarnosti, npr. močne padavine, potresi, poplave, hudourniški izbruhi, zemeljski plazovi, drobirski tokovi, skalni podori ali snežni plazovi. Poleg ocene potencialne škode, ki je pomembna za zavarovalnine in sklade družbene pomoči, so izjemno pomembni podatki o izpostavljenosti nevarnostim, ki omogočajo vzpostavitev sistemov za zaščito in obveščanje.

Za analizo naravnega okolja, pojavov in procesov je pomembna razpoložljivost kakovostnih prostorskih podatkov. Za območje Alp so uporabni različni podatki, kot so pokrovnost, geološki in podnebni podatki, sociološki parametri ipd. Za naš prispevek so še posebej pomembni digitalni topografski podatki (Geist in ostali 2010). Izpostaviti velja analize mikromorfoloških struktur ali hrapavosti terena, izdelavo natančnega modela površinskega drenažnega sistema, erozijskega modela (Podobnikar in ostali 1998), sloja vegetacije – posebej gozdov, geološkega sloja, podatkov o rabi ter vlažnosti tal itd. Te analize omogočajo izdelavo in pridobivanje informacij o pretokih voda, stabilnosti pobočij, izpostavljenosti snežnim plazovom ipd. Po drugi strani potrebujemo informacije o antropogenih strukturah in s tem podatke o položaju in orientaciji stavb, poteku cestne in železniške mreže, daljnovodov itd.

Integracijo različnih podatkov in informacij o naravnih in antropogenih strukturah lahko izvajamo z različnimi tehnikami. Tradicionalno so bili takšni podatki zajeti s terestričnimi geodetskimi meritvami.

Danes relativno hitro in poceni zajemamo podatke s tehnikami aerofotogrametrije in satelitskega daljinskega zaznavanja, ki so ponavadi edina možnost za pridobivanje podatkov na težko dostopnih območjih Alp (Oštir in ostali 2003). Aero-lasersko skeniranje (ALS) kot aktivna tehnika snemanja omogoča pridobivanje natančnih 3D-informacij in hkrati veliko število drugih geometričnih ter atributnih informacij o naravnih in antropogenih strukturah ter objektih. Vse navedene metode zajema podatkov so podprte s tehnikami in modeli za obdelavo ALS.

V prispevku se osredotočamo na (pol)samodejne metode zajema podatkov in predvsem na tehnike pridobivanja vsestranskih informacij iz ALS za potrebe študij navarnosti zaradi naravnih nesreč.

Izbrani študijski območji (slika 1) sta: Zgornjesavska dolina – Sava Dolinka (dimenzije 39 km krat 15 km) ter Montafon (Predarlberško, Avstrija; dimenzije 7 km krat 5 km). Podatki ALS so bili zajeti iz helikopterjev in letal.



Slika 1: Študijsko območje Zgornjesavske doline in Montafona.

## 2 PODATKI ALS IN FUNKCIONALNI OBJEKTNI MODEL (FOM)

V prispevku se osredotočamo na dejavnike naravnih nevarnosti, v povezavi z geomorfološkimi značilnostmi. Naš cilj je, da z izvajanjem analiz topografskih značilnosti ter z integriranjem dodatnih podatkov (predvsem ekonomski atributi) izvedemo aplikacije možnih škod. V ta namen predlagamo funkcionalni objektni model (FOM). Tak model oziroma sistem lahko nadalje uporabimo kot informacijo pri planiranju, odločanju in pri oceni zavarovalne vsote ob razumni prostorski ločljivosti podatkov. Študija predstavlja razvoj večjega števila orodij na osnovi surovih podatkov aero-laserskega skeniranja (ALS). Poleg tega predstavljamo orodje, ki omogoča analizo stabilnosti tal v povezavi z njihovo vlažnostjo ter taljenjem/zmrzovanjem snega pri uporabi mikrovalovnih satelitskih podatkov (slika 2).

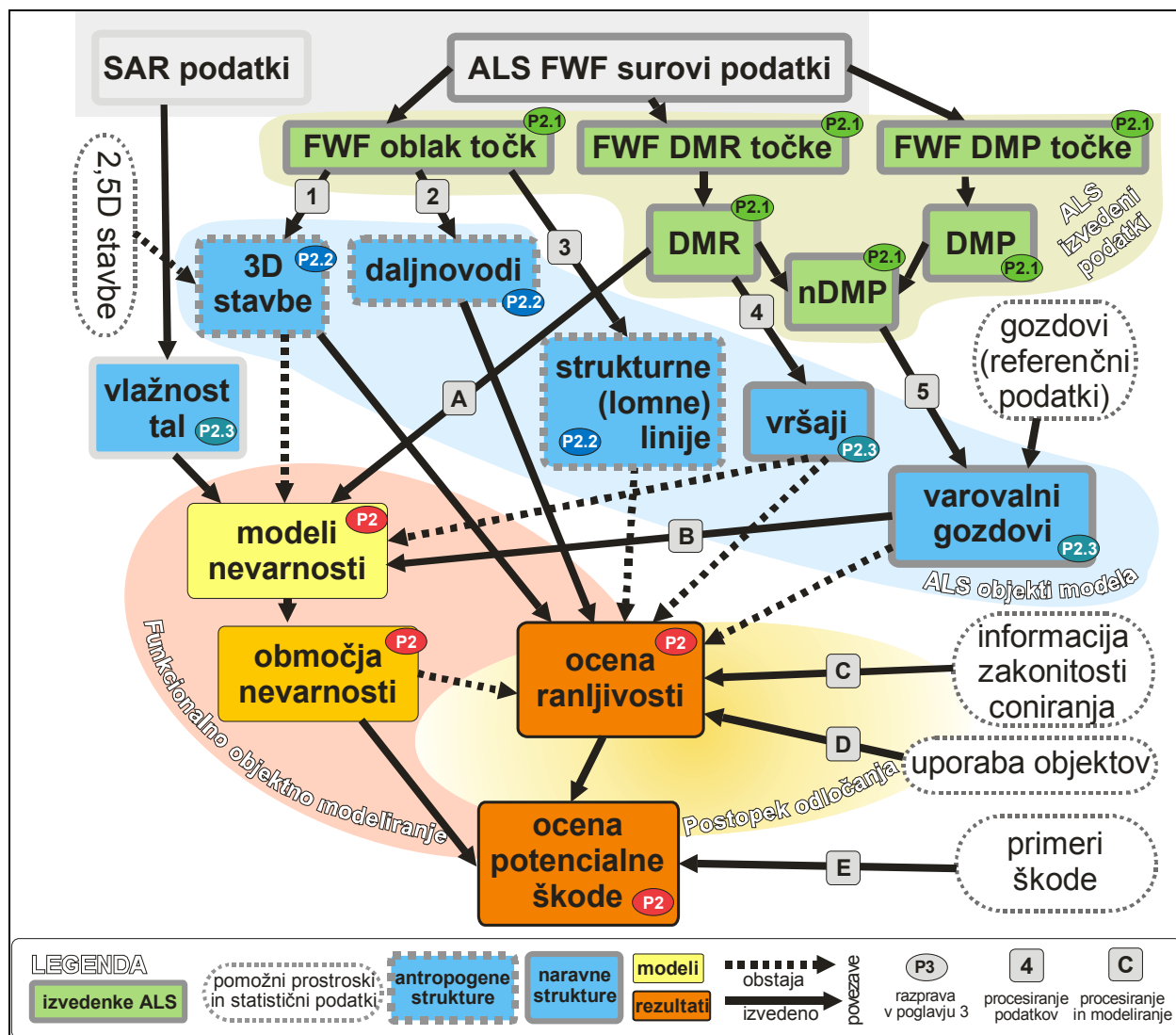
Osnova za FOM je bila razvita v okviru projekta ASAP EO-NatHaz. FOM obravnava tri osnovne vidike:

- izpostavljenost objektov/zgradb z njihovimi merami in lastnostmi,
- modeliranje tipov nevarnosti na osnovah: (1) statistične analize preteklih nevarnih pojavov, (2) geomorfološke analize oblik, generiranih s pomočjo digitalnega modela reliefa (DMR) ter
- ocena potencialne škode za rekonstrukcijo prvotnega stanja po določenem dogodku – primer za stavbe: (1) za industrijsko, javno, komercialno in bivalno rabo, (2) glede na število bivalnih enot itd.

Na osnovi navedenih vidikov je možno oceniti celotno škodo določenega nevarnega dogodka. Aplikacije ALS lahko uporabimo vsaj pri dveh izmed navedenih vidikov (drugi in tretji):

- modeliranje določenega tipa nevarnosti: funkcija varovalnih gozdov (npr. v primeru zemeljskih plazov in skalnih podorov) in
- samodejna detekcija in izdelava modelov zgradb: stavbe, mostovi, daljnovodi ipd.;
- ocena količine lesne mase, ki je izpostavljena nevarnostim.





Slika 2: Funkcionalni objektni model (FOM), s poudarkom na aplikacije ALS-a: od surovih podatkov FWF prek FWF-oblaka točk, do DMR-ja, DMP-ja in nDMP-ja (razdelek 2.1). Priprava objektov modela: antropogene strukture – objekti (razdelek 2.2) in naravne strukture – objekti (razdelek 2.3). Primer FOM (razdelek 3).

## 2.1 Zajem topografskih podatkov

Aero- ali zračno (letalsko in helikoptersko) lasersko skeniranje ali snemanje (analogno fotografiji) je tehnologija za zajem trirazsežnostnih topografskih informacij, predvsem podatkov o reliefu (Kraus in Pfeifer 1998). Ta se z razvojem skenerjev, večanjem zmogljivosti strojne opreme ter razvojem aplikacij zelo hitro razvija. Splošno uveljavljena okrajšava za aero-lasersko skeniranje je ALS (*airborne laser scanning*). Pogosto uporabljamo tudi splošen izraz LIDAR (*light detection and ranging*) ali LADAR (*laser detection and ranging*), ki bi ga lahko prosto prevedli kot »zaznavanje svetlobe in merjenje razdalj (laserskih pulzov)«. Poleg ALS-a se s fiksnih ali premičnih platform na tleh uporablja tudi terestrično (talno) lasersko skeniranje (TLS, *terrestrial laser scanning*). Prednost TLS-a pred ALS-om je predvsem nižja cena, slabost pa nepokritost celotnega območja z enega stojišča, nezmožnost prodiranja laserskih pulzov skozi gozd »s strani« ipd. (Podobnikar 2008).

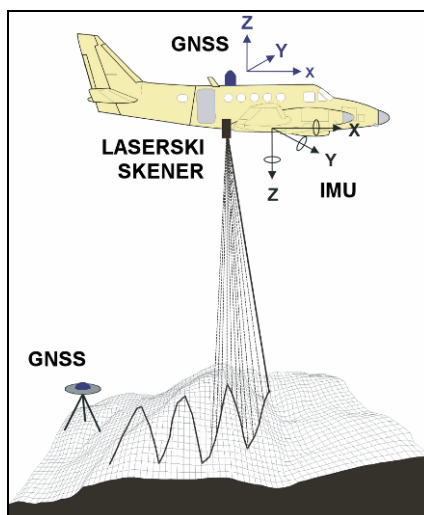
Glede na donedavno uveljavljenost stereofotogrametrije pri zajemu topografskih podatkov, je to tehnologijo umestno primerjati z ALS-jem. Pri stereofotogrametriji so bili uspešno

uporabljeni samodejni postopki slikovnega ujemanja (*matching*), na zaraščenih in gosto poseljenih območjih pa so zajem izvajali operaterji. Na avtomatizacijo celotnega fotogrametričnega postopka je vplival predvsem razvoj visokoločljivostnih digitalnih snemalnih naprav in integrirani sistemi za neposredno georeferenciranje.

ALS je za razliko od fotografskih posnetkov aktivna tehnika snemanja. Način delovanja sloni na merjenju časa potovanja oddanega laserskega pulza od laserskega skenerja do objektov na površini in nazaj. Na splošno se beleži najmanj prvi in zadnji odboj. V kombinaciji z višino in s položajem, ki ga registrira globalni navigacijski satelitski sistem (GNSS, *global navigation satellite system*) in inercialna merska enota (IMU, *inertial measurement unit*) ali INS (*inertial navigation system*) laserskega skenerja, dobimo trirazsežne koordinate praktično vsakega topografskega objekta (Kraus 2007; slika 3). Glede na standardno višino leta, ki ga izvajamo po posameznih pasovih, dobimo tipično gostoto nekaj točk/m<sup>2</sup>. Natančnost lahko povečamo s poravnavo neskladnosti med posameznimi prekrivajočimi se pasovi laserskega skeniranja z metodo najmanjšega kvadrata (Kager 2004). ALS naprave zadnje generacije (npr. Riegl 2008) omogočajo zapis odbitih podatkov v obliki »*full-waveform*« (FWF) oziroma z upoštevanjem oblike signalov odbitega valovanja. Ta oblika zapisa ne omogoča le zajema geometričnih informacij, temveč tudi ugotavljanje fizičnih lastnosti zaznanih objektov (npr. odbojnost, hrapavost), in sicer glede na parametre oblike odboja kot so amplituda (intenziteta, jakost), doseg in širina (Wagner in ostali 2006; Chauve in ostali 2007).

Pomembna prednost ALS-ja pred stereofotogrametrijo je v zajemu podatkov na območjih vegetacije. Pasivni senzorji (aero-posnetki) zajemajo le rastlinski pokrov. Laserski žarki ALS-ja pa lahko prodirajo skozi vrzeli med listi in zaznavajo območja pod pokrovom ter površje tal. Naslednja prednost je visoka vertikalna natančnost ALS-ja (5 do 10 cm) in gostota (6 točk/m<sup>2</sup>) (Kraus 2007). Druge prednosti ALS-ja pred stereofotogrametrijo so tudi, da je laserski sistem aktiven in ne potrebuje sončne svetlobe za zajem podatkov, kar pomeni večjo razpoložljivost časa za polete. Visoka natančnost in gostota podatkov, ki jo dosežemo z ALS-jem, omogoča razvoj različnih tehnik za pridobivanje DMR-ja, kot tudi drugih naravnih in antropogenih topografskih podatkov, npr. sestoj gozda ali poljščin, višina snežne odeje, oblika stavb, potek transportnih poti ali daljnovodov ipd.

Izdelava DMR-ja je tesno povezana s pojmom DMP (digitalni model ploskve) ali v angleščini DSM (*digital surface model*) (Podobnikar 2002). DMP predstavlja ploskev ali površje, ki ga dobimo iz prvih odbojev ALS-ja. Taka ploskev vsebuje zgornje območje krošnje dreves, strehe stavb in drugih struktur nad površjem (Maune 2001). Digitalni model višin (DMV) vsebuje višine točk, zapisane v obliki pravilnih kvadratnih celic (matrika), medtem ko vsebuje DMR tudi druge strukture objekte, ki opisujejo ploskev reliefa, npr. strukturne črte ali izohipse. Če DMP odštejemo od DMV-ja, dobimo normalizirani DMP (nDMP). Zajem podatkov pri uporabi surovih podatkov ALS FWF-ja poteka samodejno z neposrednim modeliranjem oblaka točk ter po standardnem postopku za izdelavo DMV in DMP (Briese in ostali 2002; SCOP++ 2008): (1) predobdelava, (2) izbor točk zadnjega odboja, (3) filtriranje in klasifikacija točk in (4) interpolacija. Prednosti FWF izkoristimo z uporabo naprednih metod filtriranja (Wagner in ostali 2006). Omeniti velja tudi razvito in aplicirano metodo utežnega seštevanja virov z geomorfološkimi popravki (Podobnikar 2005). Posamezni koraki te metode omogočajo kombiniranje na desetine podatkov različnega izvora in kakovosti za izboljšanje kakovosti izdelave DMR-ja.

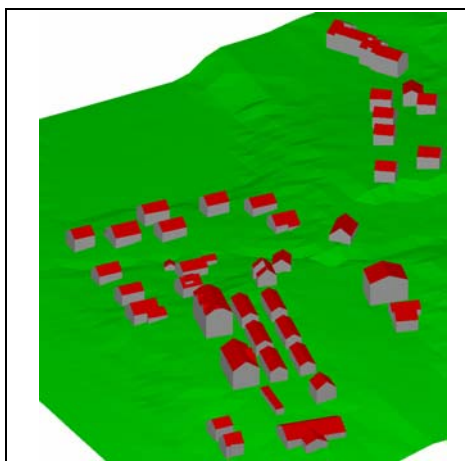


Slika 3: Načela delovanja ALS (Kraus 2007).

## 2.2 Antropogene strukture – objekti

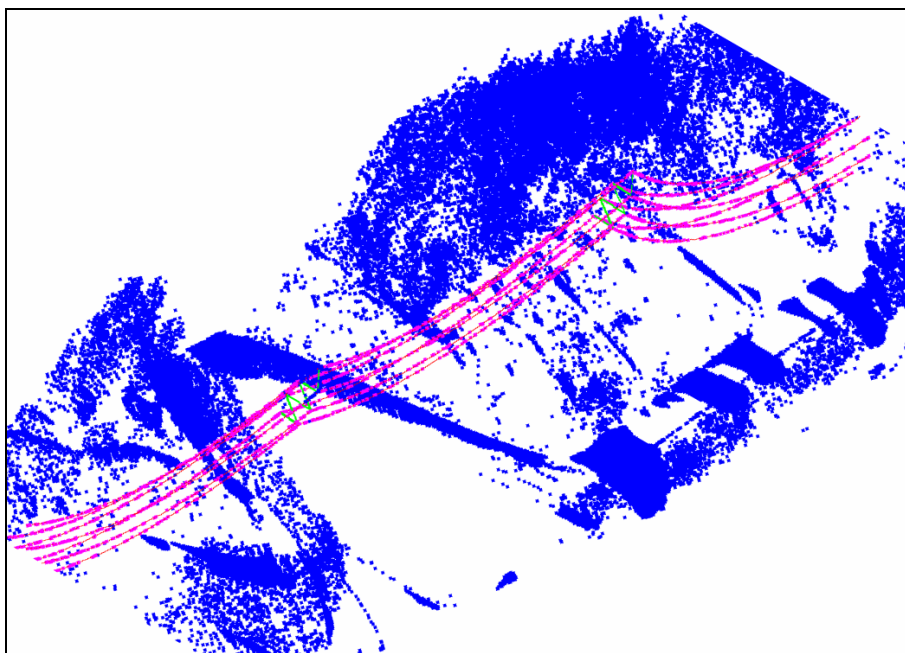
Antropogene strukture obsegajo infrastrukturni vidik naravnih nesreč v FOM-u pri uporabi ALS. Pri tem opisujemo samodejne postopke izdelave 3D-modelov stavb, daljnovodov in strukturnih (lomnih) črt.

Informacija o položaju, oblikah in konstrukciji stavb je smotrna iz dveh osnovnih razlogov: (1) gradnja vpliva na spreminjanje površja in vodnih tokov, (2) ocenimo lahko nevarnost zaradi nesreč in s tem boljše zaščitimo stavbe in prebivalstvo. Podatki ALS so primerni za učinkovito izdelavo natančnega 3D-modela stavb. Kakovost izdelave je odvisna predvsem od gostote podatkov ALS ter od zapletenosti oblik stavb. Razvili smo samodejni postopek izdelave modela stavb na podlagi segmentacije oblaka točk ALS (Dorninger in Pfeifer 2008), ki obsega pet stopenj podrobnosti (*level of detail*, LOD) abstrakcije: LOD0 je opisan kot nDMP (kot »model mest«), ki mu lahko npr. dodamo teksture DOF-a, LOD1 je blok-model (2,5D) z vodoravno streho in navpičnimi zidovi, omejenimi s krivuljo terena, LOD2 je model z generaliziranimi strešinami, LOD3 obsega dejanske oblike strešin, LOD4 pa je dejanski natančen arhitekturni načrt stavbe, za katerega potrebujemo dodatne podatke poleg ALS. Iz ALS-ja smo samodejno izdelali model LOD3. Na splošno za potrebe FOM zadostuje LOD1, ki se je v primerjavi z Katastrom stavb Geodetske uprave RS izkazal za natančnejšega (slika 4).



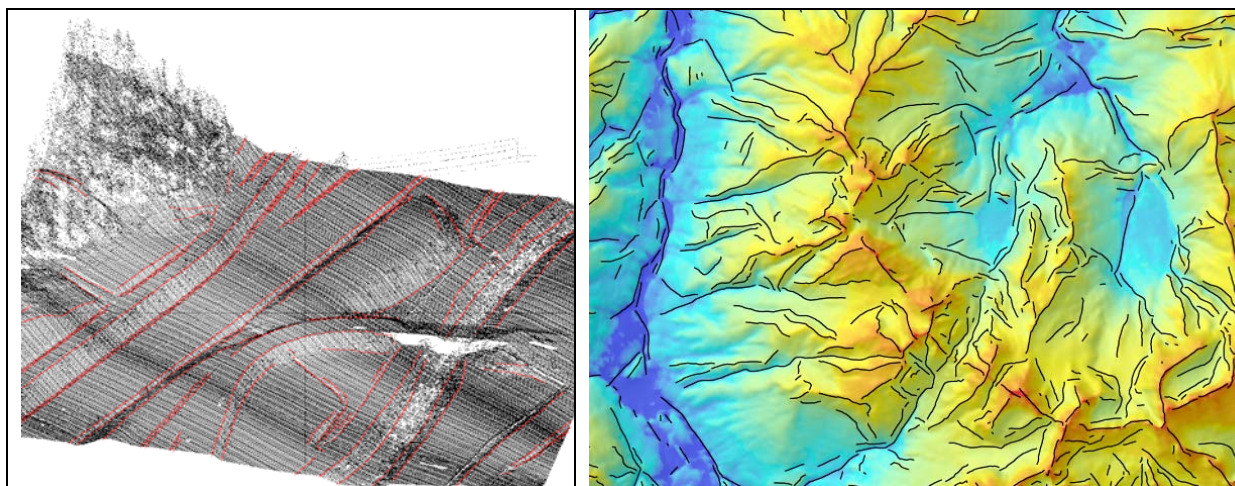
Slika 4: Natančen 3D-model stavb LOD3 (s strešinami) za del Jesenic.

V ELES-u imajo dolgoletno tradicijo kontrole daljnovodov ob uporabi ALS (Bilc 2002; Tomažič in ostali 2008), iz katerega polsamodejno klasificirajo žice, izdelajo 3D model in pripravijo druge attribute. Naša rekonstrukcija daljnovodov je pomembna, ker (1) so posamezni stebri postavljeni načrtno po določenih koridorjih, (2) za kontrolo položajev žic glede na fizične parametre, (3) ter za ugotavljanje potencialne nevarnosti za daljnovode glede na okoliško vegetacijo in stavbe. Razvili smo modelno-orientirano 3D-segmentacijo zapletenih objektov s pomočjo matematičnega modela verižnice. Samodejna metoda na podlagi oblaka točk ALS poišče in rekonstruira potek daljnovodnih žic ter dodatno prijemališča žic in paličja stebrov (Melzer in Briese 2004; slika 5).



Slika 5: Rekonstrukcija daljnovodov na podlagi modela verižnice za del Zgornjesavske doline (rdeče črte).

Določanje linearnih lastnosti je pomembno tako za določanje antropogenih kot tudi naravnih struktur. Za doseg boljših rezultatov se uporabljajo podatki oblaka točk ALS-ja, lahko pa le DMV (Briese 2004; glej tudi Podobnikar 2009). S pomočjo strukturnih črt eksplicitno določimo linearne oblike antropogenih struktur kot so ceste, železnice, jezovi, arheološka dediščina ipd. Poleg njih odkrivamo in opisujemo tudi naravne značilnosti za hidrološka modeliranja. Postopek samodejnega odkrivanja strukturnih črt je naslednji: (1) generiranje začetnih segmentov strukturnih črt in (2) iskanje 3D-strukturnih črt z algoritmom podaljševanja črt (*line-growing*) – postopno po korakih, vse do konca posamezne strukture. Opisana metoda omogoča tudi boljšo klasifikacijo točk ALS pri izdelavi DMR-ja. Aplikacija kaže visoko stopnjo pravilnosti določanja strukturnih črt, pri čemer so trenutno problemi pri topološko zapletenejših primerih, kjer sta dve črti blizu druga drugi ali v primeru njenega križanja (slika 6).

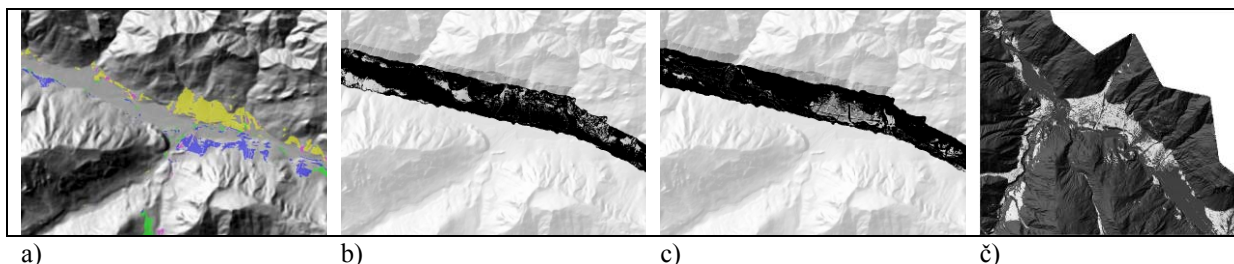


Slika 6: Določanje strukturnih črt za območje Zgornjesavske doline. Levo: ALS-oblak točk (vsi zadnji odboji, črne pike) s samodejno določenimi strukturnimi črtami (rdeče). Desno: samodejno določene strukturne črte naravnih značilnosti.

### 2.3 Naravne strukture – objekti

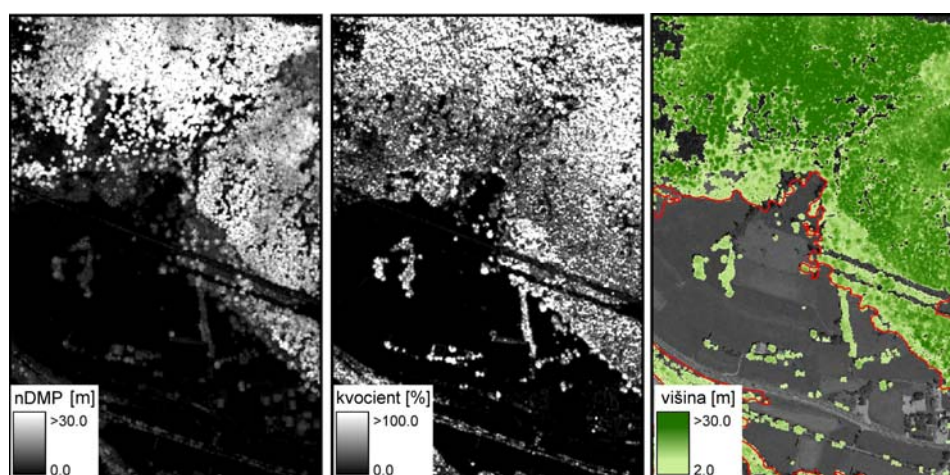
Naravne strukture so objekti FOM-a kot DMR-ja ali DMP-ja, velikosti od nekaj metrov do nekaj sto kilometrov. Primera sta: manjši podor in Idrijski prelom (Gosar 2007), pri čemer oba igrata pomembno vlogo pri študijah naravnih nesreč. Podatke ALS smo uporabili na primeru strukturnih črt, opisanih v prejšnjem razdelku ter na primerih vršajev ter varovalnih gozdov. Dodatno obravnavamo primer vlažnosti tal, pri čemer smo namesto (še) nezanesljivih tehnik ALS-ja uporabili podatke radarja z umetno odprtino (SAR, *synthetic aperture radar*) v domeni daljinskega zaznavanja.

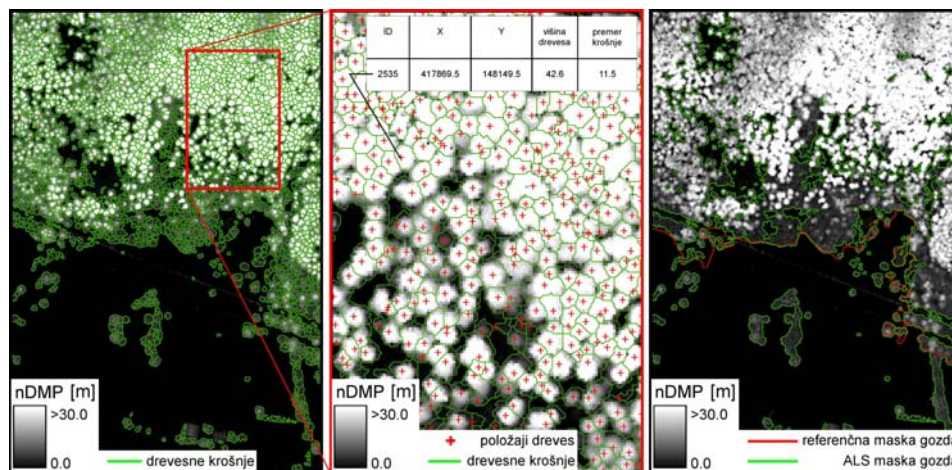
Modeliranje različnih tipov vršajev je pomembno, (1) ker gre za območja, ki se relativno hitro spreminjajo z nanosi novega gradiva (Petje in ostali 2005; Mikoš in ostali 2006) in (2) zaradi splošne nestabilnosti takih pobočij (Zorn in Komac 2007, Podobnikar in Székely 2008). Modeliranje vršajev omogoča detekcijo območij nestabilnosti, spodjedanja (reke, peskokopi) ter zaradi omenjenih značilnosti označitev območij potencialno ogrožene infrastrukture. Samodejna metoda določanja vršajev poteka po naslednjih korakih: (1) ročna izdelava referenčnih podatkov z značilnimi območji vršajev (podpis), pri uporabi DMR-ja in DOF-a, (2) izdelava slojev značilnih spremenljivk iz ALS, (3) izbira primernih parametrov in praga za klasifikacijo v binarne sloje, (4) prekrivanje slojev in (5) kartiranje različnih tipov vršajev. Rezultat modeliranja kaže na delno zanesljivost postopka (slika 7). Določen problem predstavljajo posamezni antropogeni in naravni dejavniki, ki preoblikujejo vršaje v manj značilne oblike. Primer so hudourniki, ki so se zarežali v pobočja vršajev ali izdelava teras ter izgradnja cest.



a) b) c) č)  
 Slika 7: Potencialna območja vršajev za območje Zgornjesavske doline (SI) in Montafona (AT): a) na podlagi DMV 12.5 (SI), na podlagi ALS: b) določanje vršajev z večjim naklonom (SI) in c) manjšim naklonom (SI) ter č) za območje AT.

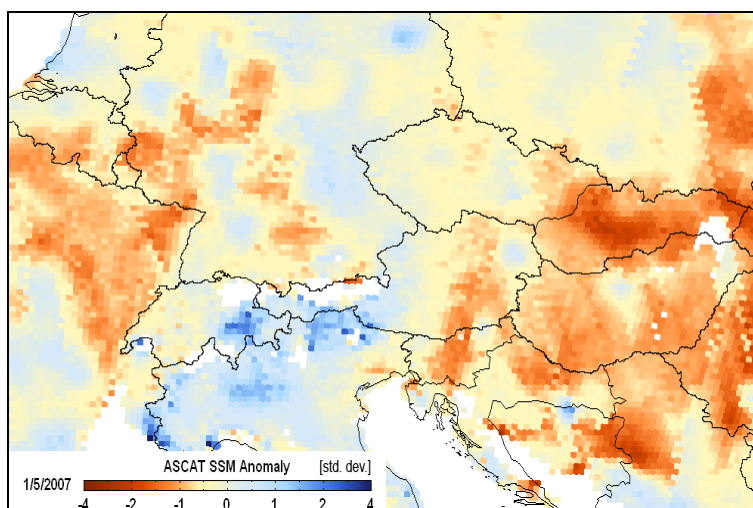
Določanje območij in strukture varovalnih gozdov, lesne mase, vrste dreves ter območij, dimenzij in geometrije posameznih krošenj dreves je naloga, ki se jo da kakovostno rešiti s podatki ALS (Kobler in Ogrinc 2007). Gozdovi imajo pomembno vlogo v gospodarstvu (lesarstvo), zadrževanju vode in varovanju infrastrukture pred naravnimi nesrečami. Prav zato je pomembno natančno načrtovanje, upravljanje in monitoring gozdov. Uporaba ALS omogoča pridobivanje parametrov, ki omogočajo natančen opis določenih lastnosti s statističnimi metodami in služijo kot empirični vhodni podatek za nadaljnje analize (Hollaus 2006). Dodatno potrebujemo referenčne podatke za kalibracijo modela. Razvili smo dve dopolnjujoči se metodi za opis varovalnih gozdov: (1) opis območij na podlagi pikselov in (2) segmentacija drevesnih krošenj. Pri prvi metodi določamo območja gozda na podlagi dosega ALS (prvi, zadnji, vmesni odboj) ter intenziteto odbitega signala. Pri tem kot prvi približek uporabimo nDMP. Drugi pristop je objektni s segmentacijo 3D-oblaka točk (Rutzinger in ostali 2008) ali (in v kombinaciji z) nDMP (Höfle in ostali 2008). Oblike krošenj lahko pridobivamo z rastrskimi metodami, strukturne parametre posameznih dreves pa s 3D-točkami znotraj posamezne krošnje. Segmentacija krošenj poteka po naslednjem postopku: (1) iskanje vbočenih območij na nDMP, (2) skeletizacija vbočenih območij, (3) generiranje poligonov drevesnih krošenj in (4) določitev položaja debla. Slika 8 prikazuje samodejno določitev območij gozdov, klasifikacijo po višini, določitev položaja debel dreves ter možnost pridobivanja informacij o strukturi dreves na posamezno drevesno krošnjo.





Slika 8: Določanje območij in strukture varovalnih gozdov za območje Zgornjesavske doline. Zgoraj: opis območij na podlagi pikslov s končnim rezultatom območij in višine gozdov na desni, Spodaj: določanje debel posameznih dreves ter informacija o strukturi dreves glede na posamezno drevesno krošnjo (za primerjavo smo uporabili referenčno območje gozdov).

Natančni podatki o vlagi tal so zelo pomembna informacija FOM za varstvo pred naravnimi nesrečami. Pri tem smo uporabili satelitske podatke radarja z umetno odprtino (SAR). Gre za visokoločljivostni mikrovalovni radar z valovno dolžino 1 mm do 1 m. Prednost te tehnike je izjemna občutljivost na vodo v prsti (tal). Glede na to lastnost smo izvajali dve aplikaciji, in sicer pridobivanje podatkov o vlažnosti tal in monitoring taljenja snega (Wagner in Pathe 2004). Obe aplikaciji igrata v povezavi s prej omenjenimi geomorfološki, geološki itd. strukturami pomembno vlogo pri opazovanju stabilnosti tal, napovedovanju plazov, pri varovanju infrastrukture pred naravnimi nesrečami ipd. Pri pridobivanju podatkov o vlagi tal smo se naslonili na empirične in teoretične modele, pri čemer smo podatke kontrolirali na podlagi kratkoročnih sprememb, ki se nanašajo na vsebnost vlage ter dolgoročnih sprememb na podlagi hrapavosti površine in stopnje vegetacije (Wagner in ostali 2003). Opazovanje taljenja snega poteka dvakrat dnevno, zjutraj in zvečer v daljšem časovnem obdobju (Kidd in ostali 2003).



Slika 9: Anomalija sestavljenih podatkov treh dni za MetOp ASCAT (Meteorological Operational Advanced Satellite Scatterometer; C-pas 5,255 GHz) glede na dolgoročno povprečje podatkov satelitov ERS-1/2 začenši leta 1991. Podatki o vlagi tal so na voljo dnevno pri ločljivosti 25 km, v kombinaciji z Envisat ASAR Global Monitoring Mode pa do 1 km.

### **3 INTEGRACIJA PODATKOV ZA OCENO NEVARNOSTI S FOM**

Ovrednotene dejavnike nevarnosti, ki smo jih opisali, vključimo v FOM. Osredotočimo se na model stavb (LOD1 ali boljši), pridobljen iz podatkov ALS, kombiniran s pomožnimi atributi različnih virov. V primeru stavb so atributi za bivališča, javne, trgovske in industrijske objekte; pri bivališčih je dodaten atribut število bivalnih enot. Tako pripravljeno zbirko podatkov analiziramo glede na kategorije slojev s potenciali nevarnosti. Za primer nevarnosti pred poplavami hudourniških voda v alpskem svetu vključimo modele poplavnih con. Pridobljene sloje oziroma tematske karte lahko uporabimo za oceno potencialne škode glede na tip nevarnega dogodka. Rezultati se lahko uporabljajo tudi za oceno nevarnosti, izvedljivosti protiukrepov in za izračun zavarovalnin. V primeru več hkratnih tipov nevarnosti moramo upoštevati verjetnost oziroma pričakovane vrednosti vseh tipov ranljivosti. Če je možno, izračunamo tudi vse posredne ali posledične nevarnosti, kot je npr. ogroženost ob podrtju jezov ali ob izbruhu požara pri poškodbi daljnovoda.

Kot smo že omenili, lahko večino kakovostnih podatkov pridobimo z analizami podatkov ALS, ki jih dopolnimo z drugimi viri. Podatke integriramo v geografski informacijski sistem (GIS), ki omogoča združevanje prostorskih podatkov in druge operacije. Poudariti velja tudi, da v predstavljenem konceptu FOM dejansko nismo uporabili referenčnih podatkov, kot so npr. dejanski podatki zavarovalnic. Opisani pristop je preliminaren in ga je možno še prečistiti ter dopolniti ob upoštevanju dodatnih objektov modela, dopolniti sam postopek FOM ter celovito pretresti problematiko v skladu z vsemi možnimi dejavniki.

### **4 SKLEP**

V prispevku smo predstavili postopek k funkcionalnemu objektnemu modeliranju (FOM) za študij nevarnosti pred nesrečami. Poudariti velja, da smo celoten proces modeliranja omejili na uporabnost aero-laserskega skeniranja (ALS). ALS se je izkazal kot kakovosten in vsestransko uporaben vir podatkov, ki smo jih kategorizirali v antropogene in naravne prostorske strukture oziroma objekte z naslednjimi prednostmi:

napredne analize ALS za različne aplikacije lahko uspešno uporabimo za upravljanje sistema za obveščanje in oceno tveganja pred naravnimi nesrečami ter uporaba podatkov z dveh neodvisnih in različnih študijskih območij v Alpah je omogočila testiranje in dodelavo določenih tehnik procesiranja, za katere lahko trdimo, da so neodvisne od virov podatkov in pretežno tudi od izbrane lokacije.

Stopnjo integracije podatkov ALS in raznovrstnih dodatnih prostorskih virov omejuje zahtevana natančnost oziroma podrobnost modela nevarnosti/tveganja. Polno integracijo lahko izvedemo po uspešno izbranem merilu ob upoštevanju ločljivosti posameznih podatkov (Podobnikar 2005).

### **ZAHVALA**

Aktivnosti je financirala Avstrijska agencija za promocijo znanosti (FFG) v sestavu Programa avstrijskih vesoljskih aplikacij (ALR-OEWP-CO-413/07) in njihovega raziskovalnega projekta TMIS-morph v okviru programa ASAP. Podatki ALS ter drugi prostorski podatki so bili pridobljeni s pomočjo Geodetske službe Zvezne dežele Predarlbeško (Landesvermessungsamt Vorarlberg), Avstrija ter podjetja Flycom d.o.o., Slovenija. Podatke o upravljanju nevarnosti ter kartografsko gradivo so prispevali Avstrijska služba za kontrolo hudournikov in snežnih plazov, Predarlbeško, Avstrija (Wildbach- und Lawinenverbauung). Podatki o varovalnih gozdovih so od Uprave za gozdove Montafon, Predarlbeško, Avstrija. Pomemben delež prostorskih podatkov je prispevala Geodetska uprava Republike Slovenije.



## 5 VIRI IN LITERATURA

- Bilc, A. 2002: Ali dobiva klasična fotogrametrija konkurenco? *Geodetski vestnik* 46-4. Ljubljana.
- Briese, C., Pfeifer, N., Dorninger, P. 2002: Applications of the Robust Interpolation for DTM Determination. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XXXIV*, 3A. Graz.
- Briese, C. 2004: Three-dimensional Modelling of Breaklines from Airborne Laser Scanner Data. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XXXV*, B3. Istanbul.
- Chauve, A., Mallet, C. Bretar, F., Durrieu, S., Deseilligny, M.P., Puech, W. 2007: Processing full-waveform lidar data: Modelling raw signals. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XXXVI*, 3/W52. Espoo.
- Dorninger, P., Pfeifer, N. 2008: A comprehensive automated 3D approach for building extraction, reconstruction and regularization from airborne laser scanning point clouds. *Sensors* 8-11. Basel.
- Geist, T., Höfle, B., Rutzing, M., Pfeifer, N., Stötter, J. 2010: Laser scanning - a paradigm change in topographic data acquisition for natural hazard management. Heidelberg.
- Gosar, A. 2007: Letalsko lasersko skeniranje (LiDAR) Idrijskega in Ravenskega preloma v zahodni Sloveniji. *Ujma* 21. Ljubljana.
- Höfle, B., Hollaus, M., Lehner, H., Pfeifer, N., Wagner, W. 2008: Area-based parameterization of forest structure using full-waveform airborne laser scanning data. *SilviLaser 2008*. Edinburgh.
- Hollaus, M., 2006: Large scale applications of Airborne Laser Scanning for a complex mountainous environment. *Doktorsko delo. Tehniška univerza na Dunaju, Dunaj*.
- Kager, H.J. 2004: Discrepancies between overlapping laser scanner strips - simultaneous fitting of aerial laser scanner strips. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XXXV*, B/1. Istanbul.
- Kidd, R. A., Scipal, K., Bartalis, Z., Wagner, W. 2003: A diurnal difference indicator for freeze-thaw monitoring from Ku band scatterometer applied within the Siberia II project. *IGARSS '04. IEEE International* 3.
- Kobler, A., Ogrinc, P. 2007: REIN algorithm and the influence of point cloud density on nDSM and DEM precision in a submediterranean forest. *Laser Scanning 2007 and SilviLaser 2007*. Espoo.
- Kraus, K. 2007: *Photogrammetry: Geometry from Images and Laser Scans*. Berlin.
- Kraus, K., Pfeifer, N. 1998: Determination of terrain models in wooded areas with airborne laser scanner data. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 53-4. New York.
- Maune, D. F. (ur.) 2001: *Digital Elevation Model Technologies and Applications: The DEM Users Manual*. Maryland.
- Melzer, T., Briese, C. 2004: Extraction and Modeling of Power Lines from ALS Point Clouds. *Osterreichische Computer Gesellschaft*.
- Mikoš, M., Majes, B., Fazarinc, R., Rajar, R., Žagar, D., Krzyk, M., Hojnik, T., Četina, M. 2006: Numerical simulation of debris flows triggered from the Strug rock fall source area, W Slovenia. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 6-2. Katlenburg-Lindau.
- Oštir, K., Veljanovski, T., Podobnikar, T., Stančič, Z. 2003: Application of satellite remote sensing in natural hazard management: the Mount Mangart landslide case study. *International Journal of Remote Sensing* 24-20. London.
- Petje, U., Mikoš, M., Ribičič, M. 2005: Ocena nevarnosti padajočega kamenja za odsek regionalne ceste v dolini Trente. *Geologija* 48-2. Ljubljana.
- Podobnikar, T. 2002: Model zemeljskega površja - DMR ali DMV? *Geodetski vestnik* 46-4. Ljubljana.
- Podobnikar, T. 2005: Production of integrated digital terrain model from multiple datasets of different quality. *International Journal of Geographical Information Science* 19-1. London.
- Podobnikar, T. 2008: *Geodetski vestnik* 52-4. Ljubljana.
- Podobnikar, T. 2009: Visibility simulation technique to support the visual recognition of morphologic features. *International Cartography Conference*. Santiago (v tisku).
- Podobnikar, T., Stančič, Z., Oštir, K. 1998: Modelling erosion and deposition with GIS. *COST action G2: paysages antiques et structures rurales: The use of Geographic Information Systems in the study of ancient landscapes and features related to ancient land use*. Norwick.
- Podobnikar, T., Székely, B. 2008: Poskus analize potencialno nevarnih vršajev z DMR-jem. *Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 2007–2008*. Ljubljana.
- Riegl 2008: Medmrežje: [http://www.riegl.com/airborne\\_scanners/airborne-scanner-packages/pdf\\_airbone-laser-scanner-packages/lms-q560\\_datasheet.pdf](http://www.riegl.com/airborne_scanners/airborne-scanner-packages/pdf_airbone-laser-scanner-packages/lms-q560_datasheet.pdf) (24. 7. 2008).
- Rutzing, M., Höfle, B., Hollaus, M. and Pfeifer, N. 2008: Object-based point cloud analysis of Full-Waveform Airborne Laser Scanning data for urban vegetation classification. *Sensors* 8-8. Basel.

- Scop++ 2008: SCOP++ - Programpackage for Digital Terrain Models. Medmrežje: <http://www.ipf.tuwien.ac.at/products>; <http://www.inpho.de>. (24. 7. 2008).
- Tomažič, R., Polak, M., Kozjek, D. 2008: Geografski informacijski sistemi (GIS) v podjetju Elektro-Slovenija d.o.o. - Infrastruktura za zagotavljanje neprekinjenega poslovanja. Povzetek predavanja. Ljubljana.
- Wagner, W., Pathe, C. 2004: Has SAR failed in soil moisture retrieval? Envisat & ERS Symposium. Salzburg.
- Wagner, W., Scipal, K., Pathe, C., Gerten, D., Lucht, W., Rudolf, B. 2003: Evaluation of the agreement between the first global remotely sensed soil moisture data with model and precipitation data. Journal of Geophysical Research 108-D19. Washington D.C.
- Wagner, W., Ullrich, A., Dučić, V., Melzer, T., Studnicka, N. 2006: Gaussian decomposition and calibration of a novel small-footprint full-waveform digitising airborne laser scanner. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 60-2. New York.
- Zorn, M., Komac, B. 2007: Probability modeling of landslide hazard. Acta geographica Slovenica 47-2. Ljubljana.

---

## OD ZAZNAVANJA NEVARNOSTI DO KRIZNEGA UPRAVLJANJA

Marko POLIČ

Univerze v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Oddelek za psihologijo, Aškerčeva 2, 1000 Ljubljana, e-pošta: marko.polic@guest.arnes.si

### IZVLEČEK

Raziskovanje psiholoških vidikov nesreč postaja vse pomembnejše za pridobivanje tiste vednosti, ki omogoča učinkovito spoprijemanje z nesrečami in njihovimi posledicami. Včasih se ljudje ne boje ali se ne zavedajo groženj, ki bodo terjale življenja tisočev, drugič spet se boje razmeroma nenevarnih zadev. Šele ustrezna zaznava nevarnosti spodbuja pravo ukrepanje. Obenem v razumevanju in razlaganju človeškega vedenja med nesrečo pogosto prevladujejo zmotne predstave, kjer naj omenim zgolj vztrajno povezovanje panike z nesrečami. Upoštevati je potrebno tudi preprosto dejstvo, da je ukrepanje ob nesrečah ali v zvezi z njimi namenjeno ljudem in mora zato upoštevati značilnosti človeškega vedenja. V prispevku obravnavam različne vidike človeških odzivov na nevarnost in nesreče, od njihove zaznave do odločanja med njimi.

Ključne besede: krizno upravljanje, odločanje, opozarjanje, panika, socialna okrepitev grožnje, zaznava nevarnosti

### From Threat Perception to Crisis Management

### ABSTRACT

Study of psychological aspects of disasters is gaining increased importance in achieving the knowledge that enable efficient coping with disasters and their consequences. Sometimes people are not afraid or conscious about threats that will demand the lives of thousands, at other times they are afraid of nondangerous phenomena. Only relevant risk perception supports adequate countermeasures. At the same time in understanding and interpreting of human behaviour during disasters wrong ideas often prevailed, to mention only persistent association of disasters with panic. It must be considered, that rescue work is aimed at people and had to take into account characteristics of their behaviour during disasters. In this paper different aspects of people's reactions to disasters are discussed, from perception to decision-making during disasters.

Key words: crisis management, decision-making, warning, panics, social amplification of risk, risk perception

## 1 POJMOVANJA NESREČ

O psihičnih posledicah in o početu ljudi med množičnimi nesrečami ali katastrofami, ki prizadenejo celo skupnost oziroma njene velike dele in ne zgolj posameznikov, obstaja veliko različnih mnenj, pravih in zgrešenih. Naj omenim samo mnenja o skoraj nujni povezanosti nesreč s paniko, globokimi in trajnimi duševnimi motnjami, ropi in tatvinami oziroma nesocialnem vedenju sploh. Popularne predstave o paniki, nerazumnosti, navzkrižju vlog, organizacijskem razsulu, individualni patologiji, antisocialnem vedenju ipd. bom zavrnil in predstavil bolj optimističen pogled na človeško vedenje med nesrečami. Tudi zato, ker so lahko posledice zmotnih prepričanj zelo škodljive. Naj nekaj takšnih naštejem:

Neustrezna pojmovanja znižujejo učinkovitost načrtovanja in ukrepov med nesrečami.

Prepričanje o nerazumnem vedenju ljudi in paniki med nesrečami vodi v pretirano previdna opozorila ali celo njihovo zadržanje do zadnjega trenutka.

Prepričanje o neorganiziranih in neuskkljenih odzivih vodi v zahtevo po močnem vedenju in osredinjenem nadzoru.

Predvideno veliko število šokiranih in zmedenih oseb spodbuja težnjo po nudenju pomoči izvirajoče zunaj prizadete skupnosti.

Predvidena navzkrižja vlog in ohromelost lokalnih reševalnih organizacij se kaže v načrtovanju in delovanju (npr. mobilizacija večjega števila oseb kot je potrebno, vstop zunanjih agencij).

Predvidena protisocialna vedenja (ropi, kraje) spodbujajo uvajanje ostrejših varnostnih ukrepov.

Domnevna nizka morala članov prizadete skupnosti spodbuja ukrepe za njen dvig (npr. hitri obiski pomembnih politikov, simbolične geste).

Obsežne raziskave dogajanja ob velikih nesrečah, kot so potresi, poplave, tornadi itd., so pokazale, da do osebnostne in socialne zrušitve enostavno ni prihajalo. Vedenje ljudi pod vplivom skrajnih stresov v nesreči je običajno ostajalo nadzorovano in je ustrezalo zahtevam razmer. Ni bilo paničnega bega, problemi med nesrečami pa so obstajali predvsem na skupinski ravni, pri mobilizaciji in usklajevanju različnih organizacij in služb. Te so pogosto delovale tako, da so povečevale težave ali jih celo povzročale ogroženim. Organizacije so bile manj prilagodljive in gibljive kot posamezniki. V poskusih mobiliziranja virov za pomoč in obnovo povzročajo organizacijski in strukturalni dejavniki komunikacijske, avtoritetne in usklajevalne težave, ki lahko manjšo nezgodo spremene v nesrečo oziroma katastrofo. Zato so raziskovalci pogosto govorili o *drugotnih nesrečah*, ki so bile glede posledic včasih celo hujše od prvotnega fizičnega dogodka. Razseljevanje skupnosti, ki predstavlja prekinitev prejšnjih socialnih vezi, ter prebivalci, ki npr. več let živijo v zaboju, so izraziti primeri posledic drugotnih nesreč. Naj se zopet vrnemo k psihičnim posledicam, ki jih nesreča pušča na posamezniku.

Ljudsko prepričanje in pojmovanja v množičnih medijih še danes pogosto podpirajo mnenje, da se ljudje neustrezno odzivajo na nesreče. Medtem, ko se fizični vpliv nesreče lahko konča že v nekaj minutah, naj bi druge posledice trajale tedne, mesece ali celo leta. Nesreča lahko povzroči več kot zgolj zruši stavbe in uniči življenje; saj prekine ritem, odnose in celotno socialno dogajanje v skupnosti. Vprašanje je ali dejansko pride tudi do duševnega in moralnega razkroja (panike, ropov in drugih kaznivih dejanj), ali so histerija, psihotične epizode in različne vrste resnejših duševnih bolezni res nujni spremljevalci nesreč? Še danes je o tem prepričanih veliko ljudi, med katerimi so tudi marsikateri zdravnik in psiholog. Žrtve nesreče naj bi skoraj nujno izkazovale t. i. "sindrom nesreče", ki ga označujejo nerealistična odsotnost čustev, zavrtost dejavnosti, neodločnost, avtomatsko vedenje, histerično kričanje

itd. V obdobju po dogodku naj bi prihajalo do začasne tesnobe in stanj utrujenosti, ponavljajočih se sanj o nesreči, depresivnih reakcij itd.

Razlikujemo lahko dva pogleda na vedenje in doživljanje ljudi med nesrečami. Prvi pogled predstavlja nesreče, kot zelo hude in travmatične življenjske dogodke, ki pri prizadetih povzročijo močne, globoke in negativne psihične posledice. Temu pravimo pristop *individualne travme*. Nasprotno temu je pojmovanje, da ima kolektivna nesreča različne in ne splošne učinke, ki so lahko negativni in tudi pozitivni. Mnogi od negativnih so razmeroma kratkotrajni, različne težave žrtev pa bolj povezane z organiziranimi odzivi po dogodku, kot pa z njim samim. O tem govori pristop *socialne spužve*, po enostavni primerjavi skupnosti s spužvo, ki se pod pritiskom sicer začasno deformira, a se hitro vrne v običajno stanje. Strokovnjaki danes vse bolj zagovarjajo ta pristop. Zanimivo je, da pripadniki različnih nazorov pogosto pridejo do nasprotujočih si spoznanj celo pri raziskavi iste nesreče. Dejansko sta pravzaprav točna oba pogleda, večina ljudi ne bo imela posebnih psihičnih težav zaradi nesreče, manjši del (le nekaj odstotkov, odvisno od tega kako huda je bila nesreča) pa jih bo imel.

Zavedati se moramo tudi enostavnega dejstva, da nesreča ne pomeni preloma z normalnim življenjem, ampak se vse, kar obstaja pred njo (npr. dobri ali slabi odnosi med ljudmi), med njo ali po njej, le še bolj izrazito pokaže.

Da bi lahko popolnoma razumeli, zakaj prihaja do napačnih domnev, moramo predvsem spoznati, kaj so nesreče, kakšne so njihove osnovne značilnosti ter v čem so si različne vrste nesreč podobne in kje prihaja do razlik.

Zaradi naših navad in izkušenj smo pogosto slepi za posamezne vidike različnih situacij. Še več, mnogokrat jih sploh nečemo videti. To se kaže tudi pri opredeljevanju pojma "nesreča" oziroma pri posledicah take ali drugačne opredelitve. Osnovno vprašanje je, ali lahko govorimo o nesrečah na splošno ali glede na povzročitelja. Ali lahko jedrsko katastrofo in mirnodobno naravno nesrečo obravnavamo kot istovrstna pojava, ali so razlike med obema v vrsti in ne zgolj v stopnji? Odgovor na to je pomemben, saj med drugim zadeva tudi organiziranost, načrtovanje in dejavnosti, povezane s temi pojavi. Danes vse bolj prevladuje domneva, da je razreševanje vprašanj, povezanih s kakršnokoli nesrečo, podobno, ne glede na povzročitelja. Gledanje na različne nesreče v istem okviru lahko prepreči "delno slepoto" za vse značilnosti pojava. Večina podatkov kaže, da so za vedenje ljudi bolj odločilne skupne značilnosti nesreč kot posebnosti, ki so vezane na danega fizičnega povzročitelja. Čeprav lahko posameznim potrebam ustreza posebna obravnava glede na povzročitelja, je pri organiziranju družbenega ukrepanja uporabnejša splošna. V bistvu ne smemo mešati zahtev taktike (npr. konkretni zdravstveni ukrepi) z zahtevami strategije (npr. splošna načela zdravstvenega ukrepanja med nesrečami). Prva je vezana na konkretne razmere, druga pa se ukvarja s splošnimi načeli ukrepanja.

Nesreče lahko izenačujemo z neravnovesjem v razmerju zahtev in zmožnosti (Quarantelli, 1985), kar pomeni, da nesreča nastopi, kadar zahteve dogodka presežajo zmožnosti skupnosti za odziv. Take razmere navadno zahtevajo neobičajno in nujno kolektivno vedenje, potrebno za odpravo težav. To pojmovanje se nanaša na vedenje organizacij, skupin in množic, kot tudi na vedenje posameznikov ob različnih vrstah nesreč. V ta sklop sodi tudi opredelitev, ki jo podajajo Vitaliano in sodelavci (1987): Nesreča je "*... relativno hiter in v prostoru koncentriran dogodek, ki vpliva na prepoznaven družbeni podsistem (skupnost, sovesko) zaradi nastanka velike nevarnosti in/ali uničenja, prekinja sposobnost sistema da oskrbi svoje člane s pričakovanimi življenjskimi razmerami in se pojavlja v kontekstu, v katerem obstaja soglasje o pomenu razmer, o ustreznih normah in vrednotah ter prednostih, ki jih je treba upoštevati ...*".

Kadar govorimo o zahtevah, ki se pojavljajo ob nesrečah, moramo razlikovati dve vrsti zahtev: zahteve zaradi *povzročitelja* nesreče in zahteve zaradi *odzivov* na nesrečo.

Povzročitelj nesreče (potres, požar, eksplozija itd.) oblikuje zahteve, kot so iskanje in reševanje, skrb za ranjene in mrtve itd. Druga vrsta zahtev nastane zaradi samih dejavnosti ob nesreči in vključuje zadeve, kot so sporazumevanje, ocenjevanje razmer, mobilizacijo človeških in materialnih virov, usklajevanje, nadzor itd. Dogaja se, da zahteve zaradi odzivov spremene manjšo nesrečo v katastrofo. Birokratska neučinkovitost lahko ob evakuaciji razbije socialne vezi, postavi ljudi v neustrezna okolja in kljub najboljšim namenom je izid slabši, kot če bi prizadete prepustili samim sebi.

Osredotočanje zgolj na fizičnega povzročitelja nesreče ima za posledico zanemarjanje pomembnega vidika razmer in organiziranega odziva nanje. Ta predstavlja okvir za možne posamične odzive. Očitno je, da moramo upoštevati socialne razmere v katerih so ljudje. Ti se namreč pogosto odzivajo ustrežneje od organizacij, ki bi jim morale pomagati.

## 2 ZAZNAVA OGROŽENOSTI ZARADI NESREČ

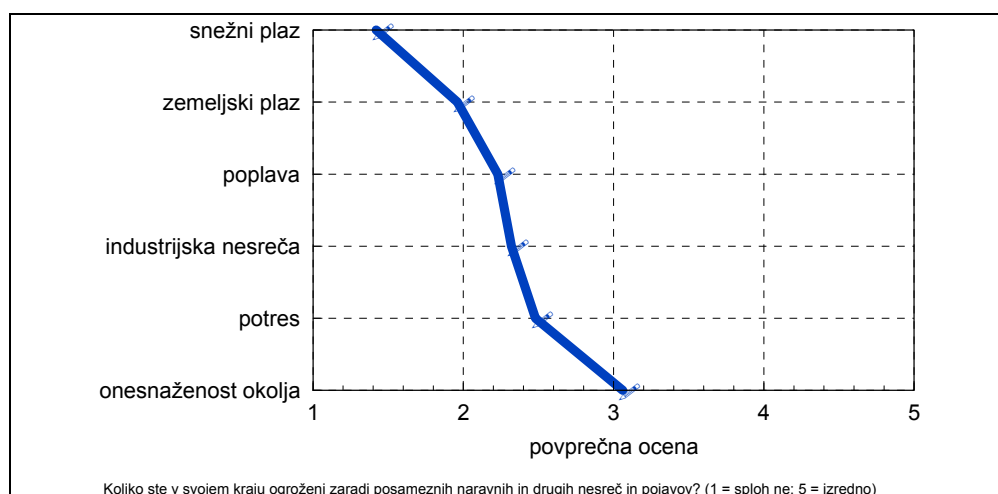
Nesreče so negotovi dogodki, presoja njihove verjetnosti pa vpliva na vedenje prizadetih in ustreznost njihovega spoprijemanja z nevarnostjo. Velika objektivna nevarnost ni nujno povezana z njeno ustrezno subjektivno zaznavo. Mnoge raziskave so pokazale, da se včasih prebivalci krajev, kjer so naravne nesreče pogoste, nič bolj ne menijo za nevarnost, kot tisti iz varnejših predelov. Zaznavanje tveganja je namreč zelo subjektivno, od tega je odvisna tudi pripravljenost ljudi na krizni dogodek.

Lindell in Perry (1992) menita, da prepričanja o nevarnosti pomembno določajo prepoznavo tveganja (opozorilno prepričanje) in oceno tveganja (zaznano tveganje), medtem ko so prepričanja o alternativnih zaščitnih dejavnostih pomembni določevalci zmanjšanja tveganja (izbira zaščitnih dejavnosti). Ta prepričanja so posplošene zaznave nevarnosti ali zaščitnih dejavnosti, ki obstajajo pred nevarnostjo. Situacijska prepričanja pa nastajajo v povezavi s posameznim dogodkom. Pri tem velja omeniti, da se prepričanja laikov in strokovnjakov pogosto razlikujejo. To lahko vodi v napačno domnevo odgovornih za ukrepanje, da bodo prizadeti prebivalci takoj upoštevali dana opozorila in se po njih ravnali.

Slovic, Fischhoff in Lichtensteinova (1978) menijo, da ljudje podcenjujejo nevarnost in se ne odzivajo nanjo zato, da bi lahko nadzorovali svoje življenje. Ljudje se srečujejo z množico nevarnosti: padec dvigala, udarec strele, padec z lestve, bolezen, naravne in druge nesreče itd. Vsakdo pa je omejen v količini pozornosti, ki jo lahko posveti tovrstnim dogodkom. Če bi upošteval vse, bi bil "obsesivno prezaseden z nevarnostjo", kar bi mu preprečilo normalno življenje. To je razlog, da veliko nevarnosti zanemarjamo. Smiselno bi bilo, da bi zanemarjali predvsem malo verjetne naravne nesreče, kot so npr. smrt zaradi strele ali škoda zaradi padca meteorita. Raziskave kažejo, da ljudje zanemarjajo malo verjetne nevarnosti, ne glede na njihovo težo, medtem ko se pred zelo verjetnimi, ščitijo. Glavni dejavnik subjektivne presoje je torej verjetnost nevarnosti in ne velikost možne škode. To bi morale upoštevati zavarovalnice, saj tako te, kot tudi razne vladne ustanove, delujejo po drugačni logiki. Ljudi namreč želijo zavarovati pred malo verjetnimi, a hudimi nesrečami.

V Sloveniji naravne nesreče različnega izvora niso redke. Nesreče, kot so poplave, potresi itd. so vsako leto na sporedu. Zato smo želeli ugotoviti, koliko se prebivalci čutijo ogrožene zaradi nesreč različnih vrst. Raziskava, ki jo predstavljam na tem mestu, je bila izvedena leta 1999, vsebina nesreč pa je bila v njej zajeta zgolj obrobno, saj se je ukvarjala predvsem s t. i. spoznavnim zemljevidom Slovenije oziroma predstavo, ki jo imajo prebivalci o njej.

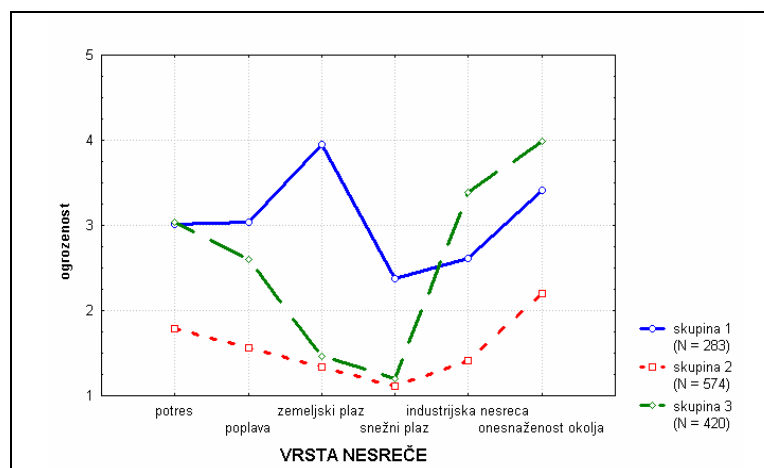
Anketirance smo spraševali o šestih vrstah nesreč oziroma nevarnih pojavov. Na petstopenjski lestvici so morali oceniti, koliko so v svojem kraju ogroženi zaradi teh pojavov.



Slika 1: Zaznava ogroženosti zaradi različnih nesreč in pojavov (Polič 2002, 319).

Na zaznavo ogroženosti vpliva predvsem zaznana pogostost posameznega pojava in ne toliko njegova teža. Presenečajo sicer razmeroma nizke ocene ogroženosti zaradi posameznih vrst nesreč, ki so v Sloveniji razmeroma pogoste, komaj leto pred anketiranjem pa je bil v Posočju precej hud potres. Tudi poplave so v Sloveniji skoraj vsakoletne. Vzrok za take ocene je tudi neenakomerna ogroženost različnih območij zaradi posamezne vrste nesreč in razlike med pokrajinami so statistično pomembne za vse nesreče. Povsod, z izjemo Goriške, prevladuje zaznava ogroženosti zaradi onesnaženosti okolja, razumljiva pa je nizka ocena nevarnosti plazov, ki so vezani na specifične kraje. Danes bi bile najbrž ocene ogroženosti zaradi zemeljskih plazov drugačne, saj je dogajanje v Logu pod Mangartom in tudi drugje ljudi naredilo za tovrstno nesrečo bolj občutljive. Potresna nevarnost je, sploh glede na potres leta 1998 in potresno ogroženost Slovenije, ocenjena razmeroma nizko. Najvišje je taka nevarnost ocenjena na Goriškem. Ljudje se premalo zavedajo teh nevarnosti ali pa jih kontekst v katerem se vprašanje nahaja, usmerja v drugo smer.

V celoti se kaže podcenjevanje ogroženosti, kar je lahko posledica znane težnje po »nagnjenju k normalnosti«. Nedvomno pa ima posledice glede pripravljenosti na različno ukrepanje, kot je npr. zavarovanje, gradbeni posegi itd.



Slika 2: Razlike v ocenah ogroženosti pri treh skupinah izpraševancev (Polič 2002, 321).



Zanimiva je analiza podatkov s pomočjo metode voditeljev<sup>1</sup> (slika 2). Skušali smo ugotoviti ali bi lahko izpraševance razdelili v več različnih skupin glede na njihovo oceno ogroženosti zaradi različnih nesreč. Pokazalo se je, da lahko smiselno razlikujemo tri različno velike skupine, ki se statistično pomembno razlikujejo v svojih ocenah:

- največja skupina (574 udeležencev) je vse nesreče ocenila zelo nizko, tako glede na ostali dve skupini, kot tudi v absolutnem smislu;
- najmanjša skupina (283 udeležencev) je ogroženost zaradi vseh nesreč ocenila razmeroma visoko, posebej pa ogroženost zaradi zemeljskega plazu;
- tretja skupina, po velikosti med obema (420 udeležencev), je bila tudi po ocenah med obema, najvišje pa je ocenila ogroženost zaradi industrijskih nesreč in onesnaževanja.

Čeprav so vsaj do neke mere te skupine določene tudi s krajem bivanja pa morda odražajo tudi določeno tipologijo ljudi. V grobem bi jih lahko razvrstili na tiste, ki se grožnje nesreč malo zavedajo, tiste, ki se je zelo zavedajo in one, ki so občutljivi predvsem na ogroženost zaradi tehnologije (industrijske nesreče in onesnaževanje).

Medtem, ko je iz odgovorov udeležencev razvidno, da se kljub veliki ogroženosti zaradi nesreč v Sloveniji, razmeroma malo zavedajo te ogroženosti, pa po drugi strani konkretne razmere v posameznem kraju na to zaznavo vplivajo. Ljudje se zavedajo predvsem ogroženosti zaradi nesreč, ki so značilne za njihov kraj. Lahko razlikujemo tudi skupine ljudi, ki so različno občutljivi za ogroženost oziroma za specifično vrsto ogroženosti. To spoznanje narekuje tudi različno ukrepanje v pripravi prebivalcev na ukrepanje ob nesrečah in na pripravljenost za tako ukrepanje.

### 3 SODOBNE TEORIJE KRIZNEGA ODLOČANJA

Med nesrečo je ključnega pomena ustrezno odločanje. Pogledi na naravo kriznega odločanja so se v zadnjih letih temeljito spremenili. Ni slučajno, da je vojska Združenih držav Amerike, v okviru posebnega raziskovalnega projekta TADMUS (*Tactical Decision Making Under Stress* oz. taktično odločanje pod stresom), namenila raziskovanju teh vprašanj veliko sredstev in časa. Mnoge slabe odločitve, katerih posledice so se štete v človeških življenjih, so namreč klicale po takih raziskavah. Pretekle raziskave odločanja so se ukvarjale le z enim izsekom odločanja, z odločevalskim dogodkom, ki je bil navadno umetno postavljen, reševalci pa so bili študenti (t. j. neizkušene osebe). Psihologija je nato šla iz laboratorijev v stvarna okolja, med gasilce in policiste, upravljavce naftnih ploščadi in vojake, torej med izkušene odločevalce. Klasični model odločevalskega dogodka ni dobro opisoval stvarnega dogajanja. Odločevalci so se osredotočali na opredeljevanje razmer in na osnovi izkušenj v podobnih dogodkih, ter ob upoštevanju omejitev v danih razmerah, izbirali najustreznejše ravnanje. Možna ravnanja so presojali na osnovi projiciranja njihovih verjetnih posledic v prihodnost in ob iskanju njihovih možnih neželenih učinkov. Če slednjih ni bilo, so ravnanje izbrali. V vsakdanjih razmerah so odločitve del širših nalog, ki jih skuša opraviti odločevalec. Kot je dejal eden od raziskovalcev (Brehmer 1990), proučevanje odločanja v dinamičnem, stvarnem časovnem kontekstu spremeni proučevanje odločanja in ga naredi za del proučevanja dejavnosti, ne pa za proučevanja izbire. Odločanje pomeni usmerjanje in ohranjanje nepretrganega toka vedenja usmerjenega k neki množici ciljev in ne množica ločenih dogodkov izbirnih presoj. To odločanje pogosto poteka v stresnih pogojih. Stres lahko opredelimo (Salas, Driskell in Hughes 1996) kot »proces s katerim določene okoljske

---

<sup>1</sup> Metoda voditeljev (K-means analiza) ponuja K različnih skupin, ki so čim bolj različne. Program začne z k slučajnimi skupinami ter potem premika objekte med njimi z ciljem, da čim bolj zmanjša variabilnost znotraj skupin in poveča variabilnost med njimi. Pri razlagi rezultatov primerjamo srednje vrednosti posameznih skupin na vsaki od razsežnosti in ugotavljamo, koliko se skupine razlikujejo.

zahteve...izzovejo proces presojanja v katerem zaznane zahteve presežejo vire in se iztečejo v neželene fiziološke, psihološke, vedenjske ali socialne izide«. Stres v nekih razmerah izzovejo predvsem naslednji dejavniki, ki jih lahko poimenujemo stresorji:

- več virov informacij,
- nepopolne, navzkrižne informacije,
- hitro spreminjajoči se in razvijajoči scenariji,
- zahteve po usklajevanju skupine,
- neugodni fizični pogoji,
- pritisk storitve,
- časovni pritisk
- visoka delovna oziroma informacijska obremenitev,
- slušna preobremenitev oziroma interferenca,
- grožnja.

Za naravno odločanje je značilnih osem dejavnikov, ki otežujejo odločanje:

- Slabo opredeljeni problemi: Stvarni odločitveni problemi se redko pojavljajo v čisti, popolni obliki. Odločevalec mora praviloma vložiti veliko truda v oblikovanje domnev o dogodku, v razvoj možnih odzivov, ali pa celo prepoznati razmere kot take, ki zahtevajo ali dopuščajo izbiro. Opazne lastnosti okolja so lahko povezane druga z drugo na zapletene vzročne načine, vplivajo druga na drugo, itd. Kadar je naloga slabo opredeljena navadno obstaja več enako dobrih načinov reševanja istega problema. Slabo opredeljeni problemi so pogosto še bolj dvoumni zaradi negotove, spremenljive informacije in več sovplivajočih ciljev.

- Negotova dinamična okolja: Naravno odločanje praviloma poteka v okolju kjer je informacija pomanjkljiva. Odločevalec pozna le informacijo o delu problema, informacija je lahko dvoumna ali slaba. Opazovalec je negotov glede razmer. Odločanje dodatno otežuje še verjetnost, da so razmere dinamične, se hitro spreminjajo v okviru časovnega okvira zahtevanih odločitev ali pa, da so namerno zavajajoče.

- Spremenljivi, slabo opredeljeni ali tekmujoči cilji: V stvarnosti se odločevalec srečuje z mnogimi cilji od katerih nekateri niso jasni, drugi pa si med seboj nasprotujejo. Hitro spreminjajoče se razmere prinašajo v ospredje nove vrednote. Pogosto usmeritve določajo širši cilji, saj so odločitve praviloma del širših nalog.

- Dejanje oziroma povratna zveza: Pri naravnem odločanju se navadno srečujemo z zaporedjem dogodkov, nizom dejanj v času ukvarjajočih se s problemom. Pri tem lahko prejšnja dejanja oziroma njihove posledice, predstavljajo informacijo za kasnejša. Odločevalec ima več priložnosti, da kaj stori in s tem spozna zgodnejše napake z informacijo, ki dopušča kasnejša popravna dejanja. Povratne zveze lahko povzročajo tudi težave, kadar so dejanja in posledice ohlapno povezani in je težko povezati posledico z vzrokom.

- Stres zaradi časovnega pritiska: Krizno odločanje je navadno podvrženo hudemu časovnemu pritisku, saj je pogosto potrebno delovati v minutah ali celo sekundah oziroma v, glede na zahtevnost problema, omejenem času. Zato bodo odločevalci izkusili visoko stopnjo osebnega stresa z možno izčrpanostjo in izgubo budnosti. Njihovo mišljenje se bo preusmerilo k uporabi manj zapletenih strategij razmišljanja. Odločevalske strategije, ki zahtevajo premislek več možnosti, preprosto niso možne. Navadno odločevalec analizira le eno možnost in še to ne izčrpno.

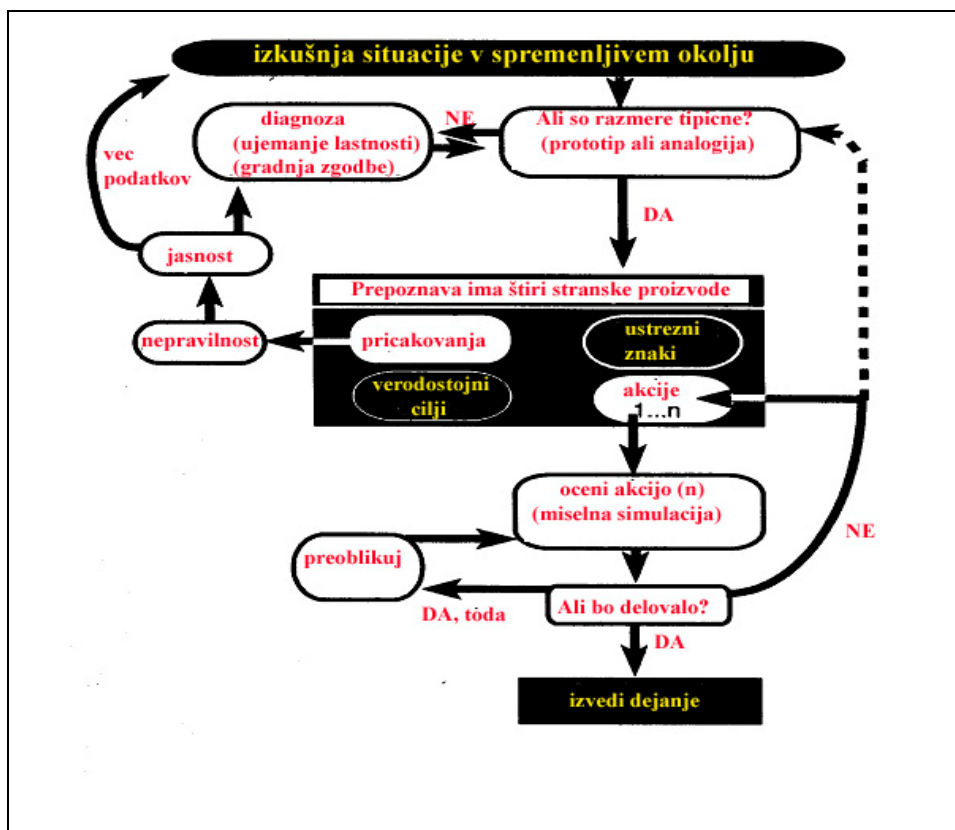
- Visoki vložki: Navadno gre v kriznih razmerah za resne posledice odločitev, kar povzroča dodaten stres.

- Več sodelujočih: Pogosto v stvarnih odločitvah sodeluje več oseb, ki so dejavno vpletene v dogajanje. To so lahko različne skupine, podrejeni in nadrejeni ipd. Odločanje je lahko

razpršeno v množici delno sodelujočih in delno tekmujočih posameznikov, ki skušajo uskladiti svojo dejavnost. Včasih ni lahko zagotoviti enako razumevanje ciljev in razmer pri vseh članih skupine, da bi le-ti usklajeno delovali.

- Organizacijski cilji in norme: Naravno odločanje pogosto poteka v organizacijah, kar pomeni, da vrednote in cilji ne bodo odvisni le od vpletenih posameznikov. Organizacija se lahko odzove na odločevalčeve težave z vzpostavljanjem splošnejših ciljev, pravil, standardov, postopkov, ponudi doktrino ali podobna vodila.

Skrajne vrednosti naštetih lastnosti predstavljajo za odločevalca »scenarij najslabše možnosti«.



Slika 3: Kleinov (1999) model odločanja na osnovi prepoznave.

Razlag naravnega odločanja je več, čeprav so morda nekatere bolj uveljavljene od drugih. Lipshitz (1995) jih razvršča v dve osnovni skupini: v postopkovne modele, ki opisujejo zaporedje stopenj v poteku odločanja ter v tipološke modele, ki razvrščajo procese odločanja (npr. v intuitivne ali analitične) in obravnavajo možnosti pod katerimi se posamezna vrsta uporablja. Ogledali si bomo le enega od najpogosteje uporabljenih modelov, Kleinov (1999) model odločanja na osnovi prepoznave. Sposobni odločevalci presojujejo naravo razmer s pomočjo primerjanja s podobnimi, že doživetimi razmerami, in na osnovi te presoje izberejo razmeram ustrezno dejavnost. Soočeni z novimi razmerami uporabljajo spomin na neke prejšnje razmere in ustvarijo poskusno predstavo novih razmer. Ta predstava razloži opažene podatke, oblikuje pričakovanja o bodočih dejavnostih in določi omejitve o tistih značilnostih razmer, ki morda ne bodo zaznane. Predstavo razmer neprestano preverjamo z novimi podatki. Tisti, ki se skladajo z njo jo potrjujejo za napovedovanje bodočih dogodkov in za sklepanje o značilnostih dogodka, ki niso bile zaznane. Neskladni podatki bodisi izboljšajo predstavo ali pa nakažejo, da jo je treba v celoti zamenjati.

Ta proces je Klein poimenoval odločanje na temelju prepoznave. Sestavljajo ga trije koraki: prepoznavna razmer, zaporedna ocena izbir in miselna simulacija. V prvem koraku odločevalec prepozna (razvrsti) razmere kot znane ali nove. Proces temelji na prepoznavi saj je le-ta njegova ključna značilnost. Znane razmere vodijo do znanih dejanj, nove pa predstavljajo izziv s katerim se ni možno spoprijeti z uporabo starih veščin. Da bi prepoznal razmere in usmerjal izbiro ustreznih dejanj, odločevalec prepoznavna kritične znake, ki označujejo vrsto razmer in vzročne dejavnike, ki pojasnjujejo kaj se dogaja in kaj se bo pripetilo. Na tej osnovi si zastavi verjetne cilje, ki jih je v danih razmerah možno doseči in nadaljuje z izbiro ustreznih dejanj glede na svoje cilje in pričakovanja. V naslednjem koraku odločevalec zaporedoma presodi možnosti delovanja, dokler ne najde zadovoljive. Dejavnosti izbere iz dejavnostnega niza v katerem so urejene po svoji značilnosti, od najbolj do najmanj značilne. Zadovoljivost posamezne dejavnosti presodi v procesu miselne simulacije. Miselno simulira predvidene zaporedne korake, njihove možne izide, verjetne težave in možnosti njihovega razreševanja. Kot rezultat simulacije odločevalec dejavnost bodisi izvede, preoblikuje ali pa zavrne in se usmeri na naslednjo v nizu. Model je opisan in ne predpisuje načina odločanja, ampak opisuje njegov dejanski potek pri strokovnjakih na nekem področju. Vseeno opisuje kako se ti ljudje učinkovito odločajo pod vplivom stresa. Osredotočanje na kritične znake in prepoznavna vzročnih dejavnikov zmanjšata informacijsko preobremenitev in občutek zmede, ki paralizira začetnike. Prepoznavna vzročnih dejavnikov utrjuje točna pričakovanja, ki so z verodostojnimi cilji bistvena za izbiro ustreznega delovanja. Miselna simulacija varuje pred napakami zaradi nekritičnega mišljenja. Model poudarja ključno vlogo znanja in izkušenj na danem področju. Odločanje brez tega ni učinkovito. Kritična lastnost odločanja strokovnjakov v stresnih razmerah torej niso nadpovprečne analitične ali računske spretnosti, ampak boljše razlikovanje, zastavljanje verodostojnih ciljev, boljše analogije med razmerami, zamišljanje bogatejšega možnega poteka, izmišljanje ustreznih delovanj in hitrejša prepoznavna neustreznih.

#### **4 SKLEP**

Ogledali smo si nekatera vprašanja povezana z množičnimi nesrečami, od osnovnih značilnosti vedenja med njimi, preko zaznave ogroženosti, do odločanja med krizo. Očitno je, da laična pojmovanja o osebni dezorganizaciji in paniki ne držijo, da se ljudje praviloma med nesrečo vedejo smotno in funkcionalno, seveda v skladu s svojo zaznavo razmer in usposobljenostjo. Zato je potrebno nova spoznanja, ki jih prinaša stroka, sproti vgrajevati v načrte varnostnih ukrepov in ukrepanje samo.

#### **5 VIRI IN LITERATURA**

- Berren, M. R., Santiago, J. M., Beigel, A., Timmons, S. A. 1989: A classification scheme for disaster. *Psychosocial Aspects of Disaster*. New York.
- Baum, A., Fleming, R., Davidson, L. M. 1985: Natural disaster and technological catastrophe. *Environment and Behavior* 15-3. Thousand Oaks.
- Brehmer, B. 1990: Strategies in real-time dynamic decision making. *Insights in Decision Making: A Tribute to Hillel J. Einhorn*. Chicago.
- Cannon-Bowers, J. A., Salas, E. 1998: Individual and team decision making under stress: theoretical underpinnings. *Making Decisions Under Stress*. Washington.
- Cvetkovich, G., Earle, T. C. 1985: Classifying hazardous events. *Journal of Environmental Psychology* 5. London.
- Dynes, R. R. 1982: Models of emergency planning. *Social and Economical Aspects of Earthquakes*. Ljubljana.

- Driskell, J. E., Salas, E. (ur.) 1996: Stress and Human Performance. Mahwah.
- Flin, R., Salas, E., Strub, M., Martin, L. (ur.) 1997: Decision Making Under Stress: Emerging Themes and Applications. Aldershot.
- Klein, G. 1999: Sources of Power: How People Make Decisions. Cambridge.
- Lindell, M. K., Perry, R.W. 1992: Behavioral Foundations of Community Emergency Planning. Washington.
- Lipshitz, R. 1995: Converging themes in the study of decision making in realistic settings. Decision Making in Action: Models and Methods. Norwood.
- Polič, M. 2002: Primerjave, ogroženosti in promet. Spoznavni zemljevid Slovenije. Ljubljana.
- Quarantelli, E. L. 1982: What is a disaster? An agent specific or an all disaster spectrum approach to socio-behavioral aspects of earthquakes. Social and Economical Aspects of Earthquakes. Ljubljana.
- Quarantelli, E. L. 1985: An assessment of conflicting views on mental health: The consequences of traumatic events. Trauma and its Wake: The Treatment of PTSD. New York.
- Slovic, P., Fischhoff, B., Lichtenstein, S. 1978: Accident probabilities and seat belt usage: A psychological perspective. Accident Analysis and Prevention 10.
- Vitaliano, P. P., Maiuro, R. D., Bolton, P. A., Armsden, G. C. 1987: A Psychoepidemiologic approach to the study of disaster. Journal of Community Psychology 15-2. Oxford.
- Watzlawick, P. 1977: How Real is Real? New York.

## NARAVNE NESREČE NA KRASU

Nataša RAVBAR

Znanstvenoraziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti, Inštitut za raziskovanje krasa, Titov trg 2, 6230 Postojna, e-pošta: [natasa.ravbar@zrc-sazu.si](mailto:natasa.ravbar@zrc-sazu.si)

### IZVLEČEK

Prispevek obravnava izredne naravne ali zaradi človeškega dejavnika pospešene naravne procese, ki so najbolj pogosti ali povzročajo največjo škodo v slovenskih kraških pokrajinah. Predstavljeni so nekateri konkretni primeri posameznih pojavov in dogodkov, pogostost njihovega pojavljanja, njihova razsežnost ter povzročena škoda. Obravnavane in pojasnjene so ključne vzročno-posledične povezave nekaterih najbolj pogostih nesreč ter možne prilagoditve človeške družbe nanje. Izpostavljena je potreba po celostnem poznavanju problematike naravnih nesreč ter premišljenem prostorskem načrtovanju, ki je osnova za zmanjšanje ali preprečevanje negativnih posledic takih dogodkov.

Ključne besede: naravni procesi, geomorfologija, ujme, onesnaževanje, varstvo okolja, Slovenski kras

### Natural Hazards in Karst Areas

### ABSTRACT

Exceptional natural processes on karst or processes accelerated by diverse anthropogenic activities are discussed. The most frequent natural hazards in Slovene karst landscapes or those that cause the most damage are exposed. Some examples of particular phenomenon or events are presented, as well as the frequency of occurrence, expansion and caused damage. Basic causal-consecutive linkages of some of the most frequent natural hazards are treated and explained. Possible adaptations of society to such geohazards are proposed. The need to comprehensive knowledge of the natural hazards problematic is emphasised. A stress is laid also to the well considered land use planning, which is the basis for the reduction or even prevention of negative consequences of such events.

Key words: natural processes, geomorphology, geohazard, contamination, environment protection, Slovene karst

## 1 UVOD

V prispevku predstavljamo pregled naravnih nesreč, ki najpogosteje prizadenejo slovenski kraški svet oziroma povzročajo največ škode. Kras je v Sloveniji razvit na karbonatnih kamninah, ki zavzemajo skoraj polovico (44 %) državnega ozemlja (Gams 2004). Najobsežnejša sklenjena območja kraškega površja predstavlja dinarski kras na jugu države. Na severu je visokogorski kras, osameli kras pa se pojavlja na izoliranih krpah karbonatnih kamnin v zahodni, osrednji in vzhodni Sloveniji.

Zaradi izredne geografske lege in pestrosti slovenskih kraških pokrajin se tudi na kraških območjih prepletajo raznovrstni izredni naravni pojavi, ki jih povzročajo razni endo- in eksogeni dejavniki. Izredne naravne procese ali naravne nesreče na krasu ločimo v dve skupini. V prvo skupino spadajo tiste, ki so kraškim pokrajinam lastne, vezane na visoko stopnjo topnosti matične podlage, reliefno oblikovanost ter posebno pretakanje voda skozi kraške razpoke in kanale, in se v drugih pokrajinah praviloma ne pojavljajo. Značilne so poplave na kraških poljih, območjih plitvega ali kontaktnega krasa, grezi in udori površja nad podzemnimi rovi, temperaturni ekstremi, predvsem pozebe v konkavnih makroreliefnih oblikah ter litološko pogojena sušnost. Zaradi posledic suše je v kraških pokrajinah tudi zelo visoka stopnja požarne ogroženosti.

V drugo skupino naravnih nesreč na krasu pa spadajo tisti izredni procesi, ki se pojavljajo tudi v drugih pokrajinah. Poglavitni vzroki zanje tako izhajajo iz geotektonskih (potresi), geomorfoloških (skalni podori) in klimatskih (neurja s točo) razmer ter kombinacije večih dejavnikov hkrati (snežni plazovi, burja, žledenje).

Katastrofalne razsežnosti in posledice naravnih nesreč ter njihova odmevnost pa so močno odvisne od družbenogeografskih značilnosti določenega območja. Obširna kraška območja Slovenije, še posebej visoke kraške planote, so redko poseljena in gozdnata. Večja zgostitev prebivalstva ter industrijskih in kmetijskih dejavnosti je na kraških poljih, kraških ravninah in nizkih kraških planotah, preko katerih navadno potekajo tudi pomembne prometne poti. Takšna poseljena območja so navadno omejena, koncentrirana in prilagojena naravnim razmeram. Zato mnogi, tudi izredni naravni procesi, človeka pogosto ne ogrožajo, prizadenejo pa njegovo lastnino (npr. infrastruktura, gozdovi).

V prispevku so predstavljeni nekateri konkretni primeri posameznih pojavov in dogodkov, njihova razsežnost ter povzročena škoda. Pri tem smo se večinoma omejili na zgodovinsko odmevne dogodke in nekatere večje nesreče v zadnjih treh desetletjih.

## 2 PREGLED NARAVNIH NESREČ NA SLOVENSKEM KRASU

Med najbolj pogoste naravne nesreče na krasu uvrščamo **poplave** na kraških poljih, območjih plitvega in kontaktnega krasa. Visoke vode so na teh območjih dokaj reden pojav, saj lahko nastopajo večkrat letno. Med katastrofalne dogodke uvrščamo deset-, petdeset- ali stoletne poplave, ki ogrožajo okoli 68 km<sup>2</sup> v kraških pokrajinah, od tega je slab odstotek urbanih površin (Anzeljc s sodelavci 1995). Večja poplavna območja so ob Pivki, Reki, na Cerkniskem, Planinskem, Ribniško-Kočevskem in Radenskem polju.

Tovrstne poplave so povezane z višino vode v kraškem podzemlju oziroma s presežkom dotekajoče vode nad zmogljivostjo odtočnih kanalov. Na različen vodostaj vplivajo tako hidrogeološki dejavniki (velikost in geometrija vodonosnika, efektivna poroznost, velikost in povezanost kraških kanalov) kot meteorološki dejavniki (tip, količina, intenzivnost in razporeditev padavin ter dejavniki, ki povzročajo taljenje snega, kot sta temperatura in veter).

V kraških pokrajinah ločimo dve vrsti poplav; zaježitvene in prelivne (Kranjc 1981). Zaježitvene poplave so značilne za območja ponikalnic, kjer vode vtekajo v podzemlje z nekraškega obrobja. Zaradi premajhne požiralne kapacitete podzemskih kanalov, ki niso sposobni prevajati dotekajočega presežka vode, se vodostaj viša gorvodno in preplavi okoliški svet. Za takšna območja so značilna pogosta in velika nihanja vode, ki se lahko spreminjajo za več deset in celo več kot sto metrov v kratkem času. Ob poplavah leta 1965 so v Škocjanskih jamah opazovali naraščanje vode s povprečno hitrostjo 5 m/h. Ravno tako hitro se poplavna voda umika, saj je ob tem dogodku vodostaj Reke upadal s hitrostjo 4,3 m/h (Habe 1966).

Prelivne poplave nastanejo zaradi dviga piezometra v kraškem vodonosniku. Ko se podzemlje napolni z vodo, se aktivirajo občasni izviri in estavele. Voda se razlije po uravnanim svetu, dnu kraških depresij. Poplave se pojavijo z zamikom zaradi kraške retinence in se obdržijo različno dolgo; več dni ali več tednov. Zaradi nizkega strmca voda nima velike erozijske moči in zunaj struge ne akumulira veliko gradiva, navadno le glino, mulj in pesek.

Visoke vode so ponavadi sezonske, vezane na poznojesenski padavinski višek, zimska deževja in taljenje snega. V preteklosti so se domačini poplavam prilagodili in se z gradnjo naselij umaknili na višja obrobja. Zato tovrstne poplave niso posebej nevarne in navadno povzročajo škodo v kmetijstvu in na infrastrukturi, redkeje na bivalnih in gospodarskih objektih. Žal pa se sodobna gradnja vse pogosteje pomika na potencialno poplavna območja (slika 1).

Med katastrofalne dogodke štejemo poplave na Kočevskem septembra 1973, ko je bilo v osmih vaseh zalitih 24 hiš ter še precej več kleti. Nekatere hiše so bile poplavljene do 1,5 m visoko. Največja škoda je bila na obdelovalnih zemljiščih, saj pridelki še niso bili pobrani. Preplavljena je bila glavna prometnica Ljubljana–Kočevje. Zalitih je bilo več gospodarskih obratov, kjer so bili poškodovani izdelki in naprave. Prišlo je tudi do izpada proizvodnje (Kranjc in Lovrenčak 1981). Veliko škode je bilo tudi v Dobropolju, ki so ga pred tem podobne katastrofalne poplave prizadele že leta 1933, 1939 in 1948 (Kranjc 1981; Meze 1983).



Slika 1: Stanovanjska hiša v vasi Dolenje Jezero, zgrajena na izpostavljenem območju, ob poplavah leta 2000 (fotografija: Nataša Ravbar).



V preteklih letih so bile novembra 2000 zabeležene nenavadno visoke vode tako po obsegu, maksimalnem vodostaju kot po času trajanja. Poplavljeni so bila kraška polja Notranjske in Dolenjske. Voda je na Loškem polju, Cerkniskem polju, v Rakovem Škocjanu ter na Planinskem polju poplavlila cestne povezave in izpostavljene stanovanjske objekte. Gladina Cerkniskega jezera je dosegla najvišjo točko pri vodomerni postaji Dolenje Jezero in je bila podobno rekordna kakor leta 1926 (Kogovšek 2001). Visoke vode so se na kraških poljih zadrževale več tednov.

Na Cerkniskem polju je bil nivo vode povečan nad običajne tudi spomladi 1985. Škoda, nastala na infrastrukturi in v kmetijstvu je bila ocenjena na okoli 69,3 milijonov dinarjev (preračunano v 514.400 evrov; Kranjc 1986). Ob poplavah leta 1990 je bila povzročena škoda ob Reki ocenjena na takratnih 22,6 milijonov dinarjev (preračunano v 1,61 milijonov evrov; Kranjc in Mihevc 1991). Takrat je bilo v celoti zalito tudi Planinsko polje. Preplavljenih je bilo 900 ha zemljišč, neprevozne so bile vse ceste, ki prečkajo polje, večje škode pa visoke vode niso povzročile (Bat 1992).

Na Zgornji Pivki med Bačem, Knežakom in Koritnicami je izjemen porast gladine kraške podtalnice povzročil ozezeritev na površini približno 59 ha. Največ škode je bilo povzročene na cestah in v kmetijstvu. Poplava je prizadela 23 stanovanjskih in 7 drugih objektov, tako da je bilo skupno prizadetih 15 % vseh stavb s stanovanji samo v naselju Bač. Poplava je poškodovala tudi proizvodni obrat podjetja Javor stolarna in povzročila izpad proizvodnje. Ocenjena skupna škoda je znašala 52,2 milijona tolarjev oziroma takratnih 248.200 evrov (Kovačič 2005).

Največ materialne škode pri nas povzročajo **potresi**, ki so posledica recentnih geodinamičnih procesov na stičišču dveh geotektonskih enot (Dinaridi, Alpidi), kjer se nahajajo tudi najbolj sklenjena območja karbonatnih kamnin. Najbolj rušilni potresi nastajajo na območjih z epicentrom vzdolž širše prelomne cone Idrijskega preloma. Najbolj ogroženi območji, kjer je mogoče pričakovati rušilne potrese sta, zatorej Tolminsko in Idrijsko.

Zgodovinski viri navajajo, da je bil doslej najhujši potres z magnitudo 6.8 leta 1511 v Idriji, ki je bila skoraj popolnoma porušena. Epicenter potresa je bil na območju Čedad-Humino-Idrija, toda potresni sunki so prizadeli tudi Švico, Hrvaško, Madžarsko, Češko in Slovaško. Potres je povzročil plaz med Idrijo in Spodnjo Idrijo, ki je zasul rečni tok in narasla voda je ogrozila Idrijski rudnik. Poškodovanih je bilo več gradov in cerkva v širši okolici. Zaradi potresa in posledic naj bi umrlo med 12.000 do 15.000 ljudi (Lapajne 1988).



Slika 2: Skalni podori nad Bovcem, nastali ob velikonočnem potresu leta 1998 (fotografija: Nataša Ravbar).

Med močnejše potrese v 20. stoletju na krasu spada Cerknjski potres leta 1926 z magnitudo 5.2 in epicentrom v Javornikih. Po poročanju časnika *Edinost* naj bi se ob tem potresu v Postojnski jami zrušil stalagmit s premerom enega metra. Potres leta 1956 z magnitudo 5.1 pa je v Ilirski Bistrici poškodoval 60 % zgradb, od tega 30 % huje (Šebela 2005).

Leta 1976 je Posočje streslo več potresnih sunkov. Glavna potresna sunka sta nastala v maju in septembru, prvi z magnitudo 6.5 in drugi z magnitudo 6.1. Furlanski potres v Sloveniji sicer ni povzročil smrtnih žrtev (na italijanski strani je umrlo okoli tisoč oseb), je pa povzročil ogromno gmotno škodo. Samo pri nas je bilo za 7 % enoletnega bruto družbenega proizvoda materialne škode, saj je bilo poškodovanih okoli 12.000 stavb. Ob ponovnem potresu v Posočju za veliko noč leta 1998 je bilo poškodovanih več kot 2500 stavb. Magnituda potresa, ki je povzročil več skalnih podorov (slika 2), zemeljskih plazov in spremembe gladine podzemnih voda (Uhan in Gosar 1999; Orožen Adamič in Hrvatinić 2001), je bila 5.6. Potres leta 2004 je bil približno 10-krat šibkejši. Povzročil je gmotno škodo in nekaj podorov kamenja.

Za alpski in predalpski kraški svet so značilni masni premiki kamnin, kot so usadi, skalni podori in odlomi, ter snežni plazovi, medtem ko plazenju kraške pokrajine niso podvržene. **Skalni podori** nastajajo kot posledica preperevanja, erozije in predvsem potresov. Njihov pojav in obsežnost sta odvisna predvsem od kamninske zgradbe, naklona in ekspozicije površja, prsti in poraščenosti, nastanek pa pospešujejo deževja in taljenje snega. Pri tovrstnih procesih se sprošča obilica gradiva, ki lahko povzroči veliko materialno škodo, pogosto pa ogroža ali celo terja človeška življenja. V zadnjih letih je bilo več podobnih primerov: skalni podori nad Fačerjem, nad Plajerjem, na Javorščku (Pavšek 1994; 1996; Komac in Zorn 2007).

Med skalnimi podori je bil najbolj katastrofalen podor Dobrača na Koroškem 1348. leta, ko se je kot posledica potresa del hriba preklal in zgrmel v dolino Zilje. Pod seboj je pokopal več vasi in povzročil zajezev reke (Lapajne 1987). Največji skalni podor v Sloveniji je podor Kuntri, ki naj bi nastal v pleistocenu. Sprožil se je med Srpenico in Trnovim ob Soči. Podorno gradivo, ki se je utrgalo z južnega pobočja Polovnika, je zajezilo Sočo. Nastalo jezero je segalo do območja, kjer danes leži Bovec. Prostornina podornega gradiva je ocenjena na več kot 200 milijonov m<sup>3</sup> (Melik 1961; Komac in Zorn 2007).

Pogosti so tudi **udori** površja nad kraškimi votlinami in **grezi**, vendar so ti navadno po obsegu manjših dimenzij in manj uničujoči. Da se je v jamo pogreznil cel trg skupaj s prebivalci, govori legenda o jami Gruski (Kataster jam 2008). Leta 1961 se je v 3,5 m globok grez z obodom, širokim 4 m ugreznil del hiše v Tomaju (Gospodarič 1962). Ob gradnji avtocestnih odsekov, ob miniranju in tudi kasneje pri utrjevanju cestišča je večkrat prišlo do udorov in grezanja. Zato je že pri načrtovanju življenja na krasu potrebno upoštevati posebnosti te pokrajine (Knez in Slabe 2007).

**Snežni plazovi** pri nas izmed naravnih nesreč terjajo največ smrtnih žrtev. V visokogorskem svetu se vsako zimo sproži več sto snežnih plazov, vendar so manjši po obsegu in le redko prizadenejo dolinska naselja. Ob izjemnih snežnih padavinah plazovi nastanejo tudi izven nevarnih območij ali pa postanejo izjemno veliki in povzročijo hude katastrofe (Pavšek 2002). Pri nas se je to zgodilo med gradnjo ceste čez gorski prelaz Vršič, ko je leta 1916 več snežnih plazov zasulo nekaj sto ruskih in avstroogrskih vojakov. Ob izjemnih snežnih padavinah februarja 1952 so snežni plazovi v Zgornjem Posočju porušili 11 stanovanjskih hiš in umrlo je 15 ljudi; najhuje je bilo v Borjani na južnem vznožju Kobariškega Stola (Gams 1955, Mulej 1994).

Izmed ostalih vremenskih ujm so na slovenskem krasu pogosta še močan veter, neurja s točo, temperaturni ekstremi, suša in žled. Leta 1986 je silovit vihar pustošil med Hotedrščico in vzhodnim delom Ljubljanskega barja. Hitrosti vetra so bile v sunkih ocenjene na preko 200 km/h in vihar je povzročil za takratnih 2,025 milijarde dinarjev (preračunano v 788.700 evrov) škode (Meze 1987). **Burja**, sunkovit veter, ki piha iz severovzhoda, je značilna za primorski in notranjski kras. Najpogostejša je pozimi. Silovitost vetra stopnjujejo orografske pregrade, ponekod pa lahko v sunkih doseže hitrost do 180 km/h. Povzroča predvsem težave s prometom, trga daljnovodne žice ipd. Na Notranjskem kot posledica močnega sneženja v kombinaciji z burjo nastajajo snežni zameti.

Na nekaterih predelih alpsko-dinarske pregrade pade letno preko 3000 mm padavin. Kljub dobri namočenosti se sorazmerno pogosto pojavljajo **sušna obdobja** kot posledica prevladujočega podzemeljskega odtekanja padavinske vode in zelo redkih površinskih vodotokov ter neenakomerne razporeditve padavin preko leta. Ta območja imajo v povprečju 70 – 80 sušnih dni letno (Furlan 1961). Škoda je predvsem v kmetijstvu.

Poletna **neurja** so pri nas poglavitna oblika padavin v poletnih mesecih in prinašajo kratkotrajne, a izjemno intenzivne padavine. Pogosto jih spremlja toča, praviloma pa takšne ujme zajamejo majhna območja. Neurja največ škode povzročijo na kmetijskih pridelkih, na avtomobilih in stavbah.

Za kraške depresije pa so značilne temperaturne inverzije in s tem povezane **pozebe**. Pozebe so značilne zlasti ob koncu zime in v zgodnji jeseni in prizadenejo kmetijske pridelke.

Pojavljanje **žledu** prizadene submediteranske pokrajine, ki so že nekoliko dvignjene in od morja oddaljene (Vremščica, Zgornja Pivka, Visoki kras). Žledenje je ponavadi povezano z burjo, intenzivnost pa se stopnjuje z naraščanjem nadmorske višine. Škoda, ki jo povzroča žledenje je predvsem v gozdarstvu, sadjarstvu in na različnih infrastrukturnih objektih. Največja žledna ujma na Visokem krasu je pustošila novembra 1975, ko je bilo uničenega 342.000 m<sup>3</sup> lesa (Radinja 1983).

Pogosti so tudi gozdni **požari**, ki nastanejo zaradi različnih naravnih pojavov (npr. strela) ali pa so posledica človekovega ravnanja. Na območju med Renčami, Opatjim selom in Lokvicami je bil poleti 1994 hud požar, v katerem je zgorelo 575 ha borovega gozda, povzročene je bilo za 524 milijonov tolarjev oziroma 3,43 milijonov evrov škode (Zoratti 1995). Nekaj dni pozneje pa je zgorelo 80 ha gozda na območju Senadolic in 88 ha med

Ocizlo, Beko in Socerbom. Nadalje je na območju Brestovice pri Komnu v letu 2003 zgorelo več kot 1200 ha gozda (slika 3).



*Slika 3: Požar v okolici Brestovice pri Komnu je poleti leta 2003 uničil ogromne gozdne površine (fotografija: Nataša Ravbar).*

### 3 SKLEP

Izredni naravni procesi so v kraški pokrajini relativno pogosti, ravno tako kot v nekraških pokrajinah. Vendar morda niso tako odmevni, saj zaradi redke poseljenosti, ekstenzivnega kmetovanja in koncentracije industrijskih in drugih dejavnosti na omejena območja, terjajo nižjo gospodarsko škodo in manj smrtnih žrtev. Zapisi in dognanja o takšnih dogodkih so zabeleženi v raznih publikacijah in njihovo preučevanje je odvisno od raziskovalcev iz različnih strok. Tako so najpomembnejši prispevki raziskovanja slovenskega krasa z vidika ogroženosti zaradi naravnih nesreč razpršeni v vrsti temeljitih študij o poplavnih območjih, vremenskih ujmah, zemeljskih plazovih, potresih, ipd.

Na podlagi pregleda najbolj pogostih naravnih nesreč v slovenski kraški pokrajini menimo, da bi jih bilo treba obravnavati kot celoto z vsemi med seboj povezanimi naravnimi procesi. S podrobno analizo bi bilo treba določiti kritična območja, kjer se posamezne naravne nesreče pojavljajo, kakšna je prizadetost površin, povzročena škoda in trajanje oziroma pogostost pojavljanja. Dobro poznavanje izpostavljenosti določenega območja nesrečam je ključni del prostorskega načrtovanja in nam bo v bodoče v pomoč pri boljšem preventivnem delovanju in zaščiti.

### 4 VIRI IN LITERATURA

Anzeljc, D., Burja, D., Muck, P., Zupančič, B. 1995: Poplavna ogroženost Slovenije. Ujma 9. Ljubljana.  
Bat, M. 1992: Visoka voda na Krki in Planinskem polju novembra 1991. Ujma 6. Ljubljana.

- Furlan, D. 1961: Padavine v Sloveniji. Geografski zbornik 6. Ljubljana.
- Gams, I. 1955: Snežni plazovi v Sloveniji v zimah 1950–1954. Geografski zbornik 3. Ljubljana.
- Gams, I. 2004: Kras v Sloveniji v prostoru in času. Ljubljana.
- Gospodarič, R. 1962: Nekaj misli o zadnjem ugrezu v Tomaju. Naše jame 3 (1961). Ljubljana.
- Habe, F. 1966: Katastrofalne poplave pred turističnimi jamami. Naše jame 8. Ljubljana.
- Kataster jam 2008: Gruska jama, kat.št. 1374. Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU. Postojna.
- Knez, M., Slabe T. (ur.) 2007: Kraški pojavi, razkriti med gradnjo slovenskih avtocest. Ljubljana.
- Kogovšek, J. 2001: Visoka voda jeseni 2000. Naše jame 43. Ljubljana.
- Komac, B., Zorn, M. 2007: Pobočni procesi in človek. Geografija Slovenije 15. Ljubljana.
- Kovačič, G. 2005: Flooding in the area of Knežak, Bač and Koritnice in November 2000. Acta geographica Slovenica 45-1. Ljubljana.
- 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.
- Lapajne, J. 1987: Veliki potresi na Slovenskem – I. Ujma 1. Ljubljana.
- Lapajne, J. 1988: Veliki potresi na Slovenskem – II. Ujma 2. Ljubljana.
- Melik, A. 1961: Vitranc, Zelenci in Bovško (Geomorfološke študije iz zahodnih Alp). Geografski zbornik 6. Ljubljana.
- Meze, D. 1983: Poplavna področja v porečju Rašice z Dobrepeljami. Geografski zbornik 22. Ljubljana.
- Meze, D. 1987: Ujma 23. avgusta 1986 na Notranjskem: posledice neurja. Ujma 1. Ljubljana.
- Mulej, F. 1994: Snežni plazovi, smrtne žrtve in materialna škoda. Ujma 8. Ljubljana.
- Orožen Adamič, M., Hrvatin, M. 2001: Geographical characteristics of earthquakes in the Soča River region. Geografski zbornik 41. Ljubljana.
- Pavšek, M. 1994: Skalni podor na Velikem Mangrtu. Ujma 10. Ljubljana.
- Pavšek, M. 1994: Skalni podor v Trenti. Ujma 8. Ljubljana.
- Pavšek, M. 2002: Snežni plazovi v Sloveniji. Geografija Slovenije 6. Ljubljana.
- Radinja, D. 1983: Žledne ujme v Sloveniji. Naravne nesreče v Sloveniji kot naša ogroženost. Ljubljana.
- Šebela, S. 2005: Tektonske zanimivosti Pivške kotline. Acta Carsologica 34-3. Ljubljana.
- Uhan, J., Gosar, A. 1999: Učinki potresa na gladino podzemne vode. Ujma 13. Ljubljana.
- Zoratti, B. 1995: Gozdni požar na Goriškem Krasu. Ujma 9. Ljubljana.

## VLOGA GEODETSKIH PODATKOV PRI NARAVNIH NESREČAH

Mihaela TRIGLAV ČEKADA, Katja OVEN, Igor KARNIČNIK, Vesna DEŽMAN KETE,  
Nika MESNER in Dalibor RADOVAN

Geodetski inštitut Slovenije, Jamova 2, 1000 Ljubljana, e-pošta: mihaela.triglav@geod-is.si, katja.oven@geod-is.si, igor.karnicnik@geod-is.si, vesna.dezman@geod-is.si, nika.mesner@geod-is.si, dalibor.radovan@geod-is.si

### IZVLEČEK

Najrazličnejši geodetski podatki so pomemben vir informacij za prikaz stopnje ogroženosti z vidika potencialnih naravnih nesreč. Različne metode brezkontakne izmere, na primer fotogrametrija, daljinsko zaznavanje in lidar, omogočajo hitro pridobivanje podatkov tudi o dejanskih učinkih naravnih nesreč. V članku razvrščamo naravne nesreče z vidika optimalne uporabe geodetskih podatkov. Kot primer uporabe različnih fotogrametričnih gradiv za prikaz učinkov naravne nesreče predstavljamo plaz nad Logom pod Mangartom. Kot primer preventive pa bomo prikazali obdelavo satelitskih posnetkov, lidarja in hidrografskih meritev pri definiranju poplavne ogroženosti reke Tise na Madžarskem izdelano v okviru evropskega projekta ENHYGMA.

Ključne besede: fotogrametrija, daljinsko zaznavanje, lidar, plazovi, poplave, suša

### The Role of Geodetic Data in Natural Disasters

#### ABSTRACT

Very important sources of information, when dealing with the natural disasters threat, are also various existent geodetic data. Remote sensing methods (photogrammetry, satellite imagery and lidar) enable quick acquisition of data when dealing with consequences of natural disasters or to study in advance the areas threatened by natural disasters. This paper classifies natural disasters in the view of optimal use of geodetic data. An example of landslide above Log pod Mangartom show us the possibilities of photogrammetry. As an example of preventive data acquisition for flood hazard monitoring we show the work made in the scope of EU co-funded project ENHYGMA on the river Tisza in Hungary.

Key words: photogrammetry, remote sensing, lidar, landslides, floods, draught

## 1 UVOD

Večinoma nas naravne nesreče povsem presenetijo. V Sloveniji nas najpogosteje ogrožajo poplave, zemeljski plazovi, toča in suše. Vsaj nekatere izmed teh pa bi z učinkovitim preventivnim delom lahko deloma omilili, če že ne preprečili. Najrazličnejši geodetski podatki so lahko osnova za lažje odločanje o potrebnih preventivnih ukrepih. Mednje lahko štejemo že trenutne podatkovne evidence Geodetske uprave RS (ortofotografije, digitalni model reliefa, zemljiški kataster, kataster stavb), deloma pa bi morali naročiti za planiranje preventivnih ukrepov nova snemanja z različnimi tehnikami daljinskega zaznavanja. Različne tehnike daljinskega zaznavanja (fotogrametrija, satelitski posnetki, lidar) omogočajo hitro pokritje širšega ogroženega območja in enostavno kasnejšo izmero, ki jo izvajamo v pisarni.

V sestavku bomo najprej predstavili naravne nesreče in njihovo povezanost z možno uporabo različnih geodetskih podatkov. V nadaljevanju prispevka bomo predstavili uporabo daljinskega zaznavanja pri spremljanju drobirskega toka v Logu pod Mangartom. Kot primer preventivnih meritev pa bomo predstavili primer reke Tise na Madžarskem, ki ji grozijo poplave.

## 2 RAZVRSTITEV NARAVNIH NESREČ Z VIDIKA UPORABE GEODETSKIH PODATKOV

Zakonsko so nesreče opredeljene v treh zakonih: Zakon o varstvu pred naravnimi in drugimi nesrečami (ZVNDN-UPB1 2006), ki govori predvsem o naravnih nesrečah ter Zakon o varstvu okolja (ZVO-1 2004), ki govori o zmanjšani kakovosti okolja, ki ji botruje človek z različnimi viri onesnaževanja. Posredno pa so povezane tudi z Zakonom o prostorskem načrtovanju (ZPNačrt 2007), saj morajo biti prostorski, urbanistični, gradbeni in drugi tehnični zaščitni ukrepi opredeljeni v prostorskem načrtu občine. Prav tako morajo različni potencialno nevarni grajeni objekti (objekti namenjeni oskrbi, skladiščenju, prevozu in pridelavi nevarnih snovi) vsebovati študijo varnosti pred naravnimi in drugimi nesrečami že v projektu za graditev objekta.

Med naravne nesreče štejemo potres, poplavo, zemeljski plaz, snežni plaz, visok sneg, močan veter, točo, žled, pozebo, sušo, požar v naravnem okolju, množičen pojav nalezljive bolezni ali druge nesreče, ki jih povzročajo naravne sile. Med druge nesreče štejemo še nesreče v prometu, požar, rudniške nesreče, porušitev jezu, nesreče zaradi aktivnosti na morju, jedrske nesreče ter druge ekološke in industrijske nesreče (ZVNDN-UPB1 2006).

Potencialno nevarnost nesreč lahko opišemo s stopnjo ogroženosti ali nevarnostjo nesreče, ki ju lahko opredelimo še pred nastopom tovrstnih pojavov. V ta namen se izdelava oceno ogroženosti, ki sloni na študijah naravnih ogroženosti območja (podnebne, geografske, hidrološke, geološke, vegetacijske, seizmološke, ekološke ogroženosti), študijah prostorskih značilnosti območja (poseljenost, lokacije zaščitnih objektov) ter socialnih značilnosti območja (gospodarska, demografska, epidemiološka) (Navodilo o oceni ogroženosti 1995). Ocena ogroženosti mora vsebovati podatke o virih nevarnosti, možnih vzrokih nastanka nesreče, verjetnosti pojavljanja nesreče, poteku in možnem obsegu nesreče, verjetnih posledicah nesreče in o stopnji ogroženosti. Delovanje potencialne nesreče je omejeno z morfološkimi značilnostmi območja, kjer se nesreča lahko zgodi, zato so geodetski podatki, ki opisujejo to območje ključnega pomena. Sem sodijo podatki o digitalnem modelu reliefa, topografski podatki kart oz. geodetskih načrtov različnih meril ter podatki o pozidanosti območja. Pozidanost območja lahko opišemo z digitalnimi modeli stavb ter katastrom stavb. Zaradi razmejitve vplivnega območja na potencialne upravljavce s posledicami nesreče

(civilna zaščita) je pomembna tudi evidenca registra prostorskih enot. Ker pa je potrebno opredeliti tudi število ogroženih ljudi, je smiselna tudi uporaba registra nepremičnin, registra hišnih števil ter različnih statističnih kazalcev. Sprotno ažuriranje prej omenjenih geodetskih podatkov je ključnega pomena pri obravnavanju potencialnih nesreč, njihovem sledenju ter pri analizi posameznih nesreč.

Pri sledenju nesreč je pomemben zelo hiter odziv in takojšnja mobilizacija akterjev, ki odpravljajo posledice nesreče. To tudi pomeni, da časa za zajem trenutnega stanja nesreče ni prav veliko. Pri nesrečah zelo majhnega obsega lahko stanje nesreče popišemo s klasičnimi geodetskimi meritvami. Posledice nesreč večinoma obsegajo širše območje, zato je za njihovo takojšnje sledenje bolj smiselna uporaba metod daljinskega zaznavanja. Stanje pred nesrečo lahko zajamemo iz podatkov cikličnega aerosnemanja Slovenije (CAS), ki se praviloma izvaja na 3–4 leta (Oštir 2006). Stanje po nesreči lahko evidentiramo le s pomočjo novih snemanj, kjer pa se za posamezno metodo daljinskega zaznavanja odločamo na osnovi obsega nesreče, pričakovane natančnosti predstavitve posledic in hitrosti odziva izvajalca snemanja.

Že prej omenjene nesreče lahko združimo v naslednje razrede, za katere lahko predlagamo optimalno uporabo metod daljinskega zaznavanja:

- potresi,
- zemeljski plazovi,
- poplave,
- snežne ujme (visok sneg, snežni plazovi),
- druge meteorološko povzročene ujme (močan veter, toča, žled, pozeba, suša, požar v naravnem okolju) in
- množičen pojav nalezljivih bolezní, ki vplivajo na vegetacijo (kulturne rastline, gozd).

Pri močnejših potresih, pri katerih pride do porušitve objektov, si lahko pomagamo z vsemi tehnikami daljinskega zaznavanja od aerosnemanja, satelitskih posnetkov in uporabe lidarja. Pri šibkejših potresih, ki povzročajo manjše premike zemljin in razpoke v stavbah, pa večina teh tehnik ni preveč uporabna. Če imamo že pred potresom posneto območje z lidarjem z večjo gostoto točk (nad 10 točk/m<sup>2</sup>), lahko po potresu izvedemo ponovno snemanje in naredimo primerjavo med lidarskima oblakoma točk (Chigira in ostali 2004). Za izmero majhnih premikov lahko uporabimo še diferencialno radarsko interferometrijo, ki pa je uporabna tudi za zaznavanje plazovitosti terena (Oštir in Komac 2008). Sedanja podatkovna baza zemeljskih plazov, v kateri so opredeljeni različni masni premiki od zemeljskih plazov, skalnih podorov in drobirskih tokov, se trenutno polni s podatki iz različnih virov o že znanih plazovih (Komac in ostali 2008). Najbolj ekonomično je sprožene zemeljske plazove dokumentirati s kasnejšim fotogrametričnim ali lidarskim snemanjem.

Ker je velik del Slovenije hribovit, je zelo podvržen pojavu hudournikov ob večjih nalivih in ujmah (Rak in ostali 2008). Z dobrim poznavanjem morfologije terena in pretočnosti vodotokov, pa se pojavu poplav lahko v dobri meri izognemo. Z izdelavo kart ogroženosti zaradi poplav, podamo možnost planiranja zaščitnih ukrepov (gradbeni protipoplavni objekti) za obstoječe objekte, ki so ogroženi. V postopku prostorskega načrtovanja pa preko kart ogroženosti omejimo možne rizične posege v prostor in zazidljivost takih območij ter s tem zmanjšamo število potencialno ogroženih novih prebivalcev določenega območja. Zato je zelo pomembno pravilno določanje poplavne ogroženosti, ki se izvede z modeliranjem širjenja poplavnih valov z 1D in 2D hidravličnimi modeli, ki so izdelani na osnovi podrobnega digitalnega modela reliefa (Rak in ostali 2008). Najbolj goste in natančne digitalne modele reliefa lahko pridobimo z uporabo lidarja, kjer za rečna obrežja uporabimo klasični topografski lidar, za rečna korita pa batimetrični lidar (Wehr in Lohn 1999). Žal



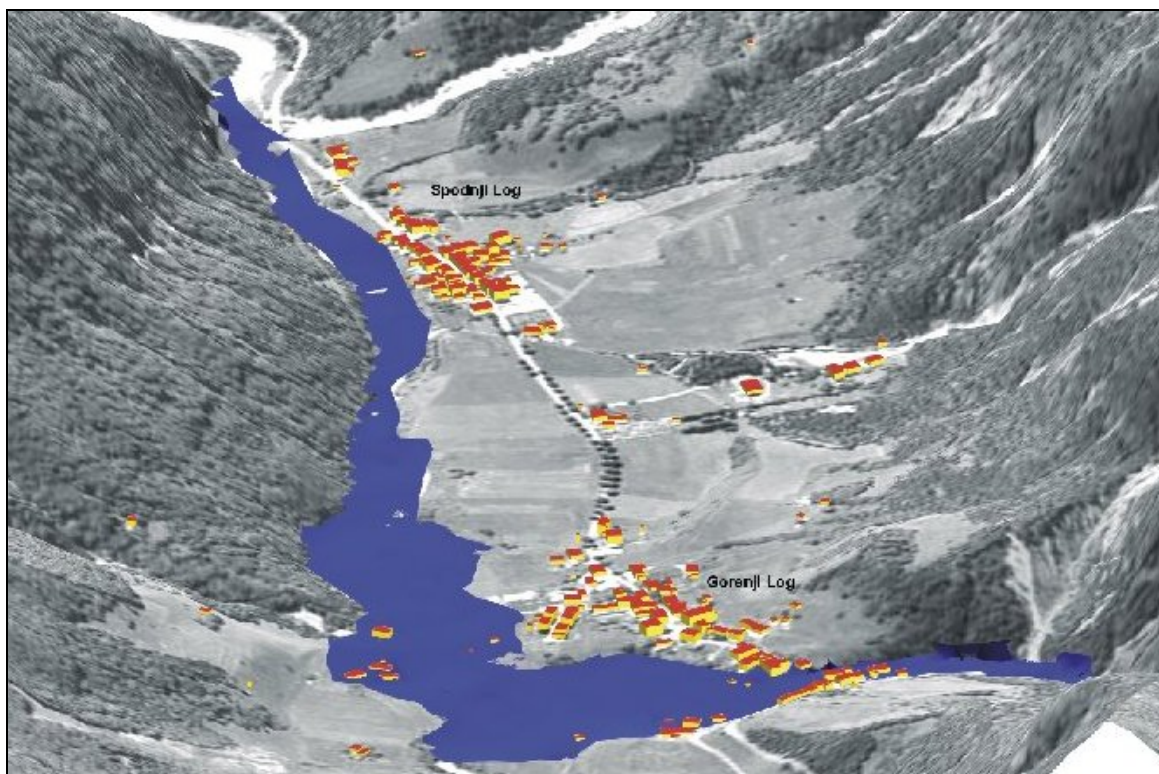
batimetrični lidar ni preveč primeren za vodotoke z nizkim vodostajem, z motno, hitro in turbolentno vodo (Hilldale in Raff 2007), v tem primeru lahko uporabimo hidrografske meritve, kjer uporabljamo ultrazvočni sonar. Za spremljanje posledic poplave, ki se je že zgodila, pa lahko uporabljamo posnetke fotogrametričnega snemanja ali satelitske posnetke (Pehani in ostali 2008).

Pojav snežnih ujm lahko v veliki meri napovemo s spremljanjem meteoroloških razmer: debeline snežne odeje, temperature, sestave snega ter poznavanjem morfoloških in vegetacijskih značilnosti terena (Pavšek 2002). Morfološke značilnosti terena lahko prikažemo z obstoječimi ali na novo izmerjenimi digitalnimi modeli reliefa. Obsege snežnih plazov pa enako določimo z uporabo fotogrametričnih ali lidarskih snemanj.

Ujme, ki vplivajo na vegetacijo ter jih povzročijo različni meteorološki dejavniki in nalezljive bolezni, so težko napovedljive in večinoma lahko spremljamo le njihove posledice. Kljub temu je nekatere moč napovedati na primer pozebo in sušo. Te so zelo odvisne od mikroklimatskih razmer, ki temeljijo na morfoloških značilnostih terena ter vegetaciji. S spremljanjem pojavnosti pozebe in suše v preteklosti pa lahko napovedujemo tudi ogroženost določenih območij v prihodnosti. Obseg ujm, ki vplivajo na vegetacijo lahko določimo z uporabo multispektralnih in hiperspektralnih posnetkov narejenih iz letala ali satelita (Oštir 2006). Pozeba, suša, požar, toča ter pojav bolezni na vegetaciji vplivajo na strukturo bolnih rastlin, ki se razlikuje od strukture zdrave rastline iste vrste. Zato se tudi spektralni odziv poškodovane rastline razlikuje od spektralnega odziva zdrave rastline. Tem razlikam lahko sledimo tudi s samodejnimi postopki klasifikacije (Dežman Kete in ostali 2008).

Produkti daljinskega zaznavanja igrajo pomembno vlogo pri napovedovanju in spremljanju izvedenih nesreč, ne smemo pa pozabiti na že razpoložljive geodetske podatke (zemljiški kataster, kataster stavb, register prostorskih enot), saj nam ti veliko povedo o stvarno-pravnih vidikih ogroženih ljudi in lastnine pri pojavu nesreč. V nadaljevanju sestavka bomo osvetlili dva primera nesreč: drobirski tok v Logu pod Mangartom in problem poplav na reki Tisi. S tem želimo predstaviti praktične vidike spremljanja nesreče oz. izdelave ocene ogroženosti pred naravnimi nesrečami.

### 3 PRIMER LOGA POD MANGARTOM



Slika 1: Obseg stanja po nesreči v Logu pod Mangartom.

Na območju Šteng pod Stovžjem se je 15. novembra 2000, nekaj čez 14. uro utrgal plaz, ki je stekel kot drobirski tok po dolini Mangartskega potoka. Na svoji poti je uničil most na Predelski cesti in se ustavil na sotočju Mangartskega potoka in Predelice. V dolino je v obliki drobirskega toka steklo več sto tisoč kubičnih metrov materiala. Obilno deževje je razmočilo že sproženo gmoto plazu, zato se je ta z dodanim materialom 17. novembra 2000 nekaj po polnoči sprožila še drugič in z veliko hitrostjo dosegla Log pod Mangartom. Tu je drobirski tok pokopal 7 ljudi, porušil ali poškodoval 26 stavb ter povzročil ogromno škodo na cestni in drugi infrastrukturi in tudi na kmetijskih zemljiščih (Slika 1). Skupaj se je premaknilo okoli 1,2 milijona kubičnih metrov materiala. Območje pa tudi po splazitvi ni mirovalo, saj so se potem še dogajali tudi do nekaj deset metrski premiki po pobočju navzdol (Zorn in Komac 2002; Mikoš in drugi 2007).

Zaradi nestabilnosti plazovitega območja po nesreči, je bilo zelo pomembno, da so čim prej izvedli oceno trenutnega stanja plazu. Geodetski inštitut Slovenije je 19. novembra 2000 izvedel interventno fotogrametrično snemanje plazu z vojaškega helikopterja. Cilj snemanja je bila čim hitrejša metrična dokumentacija prizadetega območja in izdelava načrtov tega območja. Načrte so pri svojem delu nujno potrebovali strokovnjaki za svoje analize (hidrotehniki, geologi) in za pripravo zaščitnih posegov v prostor. Ker je bilo snemanje interventno, predhodno ni bilo časa za postavitve oslonilnih točk ter za izdelavo dobrega načrta snemanja. Izvedba snemanja je zato temeljila na dobrih fotogrametričnih izkušnjah snemalne ekipe. Snemalec, ki je bil pripet v helikopter z varnostnimi pasovi, se je med snemanjem nagibal skozi odprta vrata helikopterja in območje posnel iz roke. Stereosnemanje smo izvedli z metričnim fotoaparatom srednjega formata Rolleiflex 6006. Vrednotenje stereoposnetkov in njihov absolutni vklop glede na razpoložljive podatke pa smo izvedli na analitičnem inštrumentu Adam Promap. Pri vrednotenju stanja pred plazom so bili uporabljeni

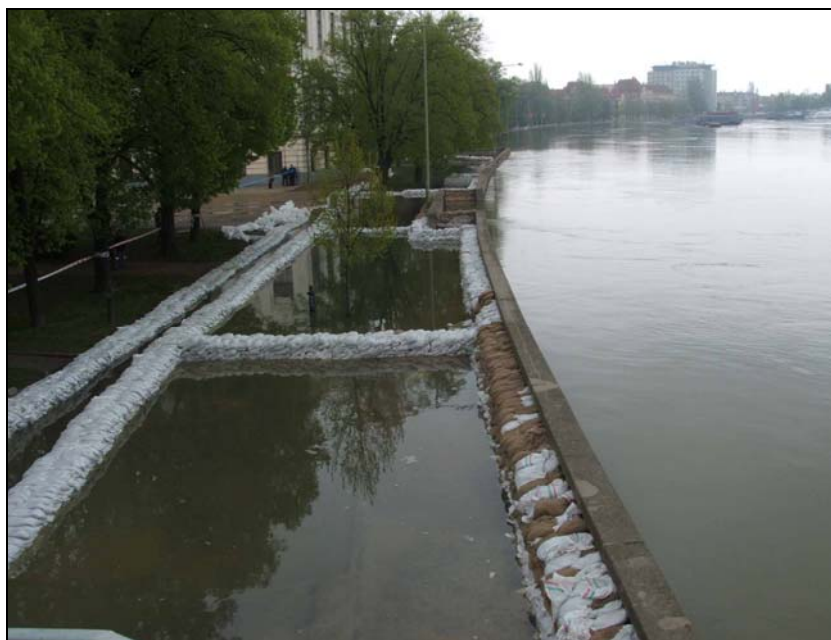
posnetki CAS 1998, ortofotografije, digitalni model reliefa s celico 25 m, podatki iz katastra stavb oziroma njene predhodnice centralne baze podatkov o stavbah in delih stavb ter skenogrami TTN10. Karte trenutnega stanja so bile izdelane že v večernih urah 18. novembra. Takoj, ko so vremenske razmere to omogočale, je bilo izvedeno še klasično aerosnemanje iz letala z metrično kamero velikega formata. To snemanje je omogočilo podrobno kartiranje širšega prizadetega območja in je služilo kot osnova za planiranje tehničnih zaščitnih ukrepov (Kosmatin Fras 2001).

Zatem so bile obdelane še satelitske podobe, posnete in pridobljene v okviru mednarodne akcije »Vesolje in velike nesreče«. Novo satelitsko snemanje je bilo izvedeno že teden dni po dogodku. Skupno je Inštitut za antropološke in prostorske študije ZRC SAZU za kasnejšo analizo uporabil pet ERS, dva RADARSAT, štiri SPOT in dva Landsat posnetka (Oštir in Veljanovski 2006).

V okviru opisanih postopkov smo pridobili kvalitetne prostorske podatke o prizadetem območju, ki so bili osnova za planiranje tehničnih zaščitnih objektov ter drugih akcij civilne zaščite.

#### 4 PRIMER REKE TISE NA MADŽARSKEM

Ob katastrofalnih poplavah reke Tise leta 1879 je poplavilo veliko večino mesta Szeged. Poplave so povzročile veliko smrtnih žrtev in ogromno materialno škodo. Po katastrofalnih poplavah je reka Tisa skoraj prestopila bregove še v letih 1932, 1970, 2000 in 2006. Povprečen vodostaj reke Tise na merilnih mestih je okoli 300 cm, v aprilu letu 2006 je bil najvišji in je znašal 1009 cm. Pri tem vodostaju je reka na nekaterih mestih že prestopila bregove (Slika 2). Minimalni vodostaj reke so izmerili v letu 1946, ko je znašal –250 cm. Istočasno so izmerili tudi minimalni pretok 95 m<sup>3</sup>/s. Največji pretok Tise so izmerili leta 1932, ko je znašal 4230 m<sup>3</sup>/s. V ravnici okoli Szegeda je povprečen padec reke 1–3 cm/km.



Slika 2: Preplavanje Tise v aprilu 2006 (fotografija: Pal Draskovits).

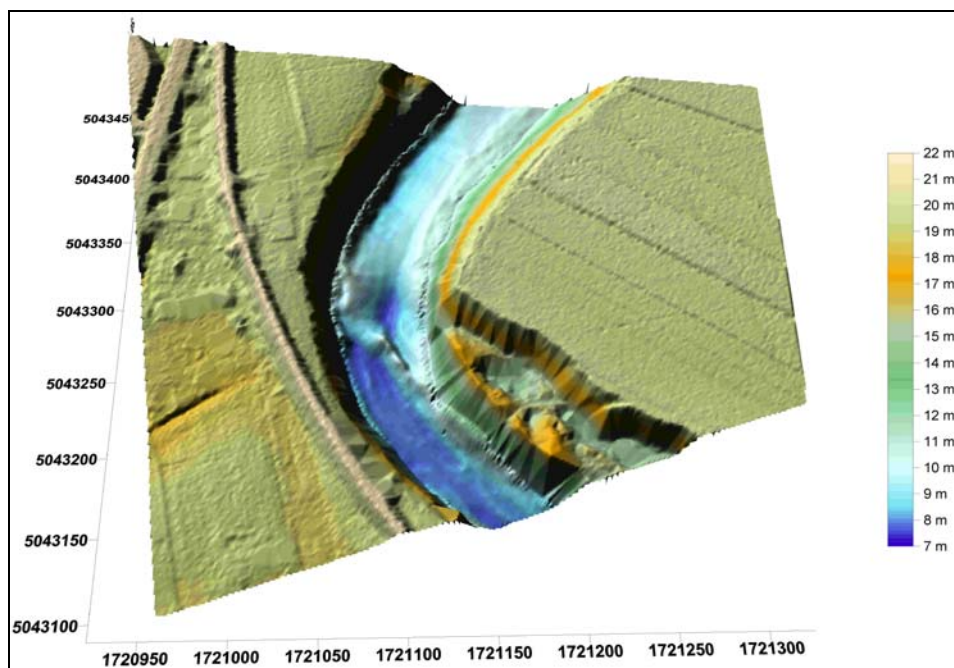
V okviru projekta ENHYGMA, sofinanciranega s strani EU, ki smo ga izvajali v letih 2006–2008, smo partnerji izdelali študije ogroženosti pred poplavami. Pri tem smo si

pomagali z vsemi razpoložljivimi tehnikami meritev, ki omogočajo natančne meritve reliefa in batimetrije. Na odseku reke Tise med mestoma Midzent in Szeged smo izvedli helikoptersko snemanje, ki je vključevalo lidarsko, hiperspektralno in klasično snemanje (Slika 3). Območje velikosti 200 km<sup>2</sup>, ki pokriva približno 60 km dolžine reke, smo posneli z lidarjem z gostoto točk 2,6 točk/m<sup>2</sup>, s hiperspektralnim snemanjem v 64 kanalih z ločljivostjo 1,5 m ter s klasičnim snemanjem za izdelavo ortofotografij z ločljivostjo 20 cm. Snemanje je bilo izvedeno še pred olistanjem drevja, natančneje v dneh 30. in 31. marca 2007. Za natančnejše direktno georeferenciranje lidarskih podatkov smo na območju snemanja predhodno izmerili tri fiksne GPS točke.



Slika 3: Testno območje ob reki Tisi, ki smo ga preučevali v projektu ENHYGMA.

Ker topografski lidar ne prodre pod površino vode, smo na testnem območju za izmero približno 1 km rečnega dna uporabili sonarske meritve. Uporabili smo večsnopni (angleško multibeam) sonar, ki je omogočil zajem točk dna reke z gostoto 4 točke/m<sup>2</sup>. Kombinacijo podatkov izmerjenih z lidarjem in sonarjem smo uporabili za izdelavo podrobnih hidravličnih modelov, ki so osnova za opredelitev poplavne ogroženosti (Slika 4).



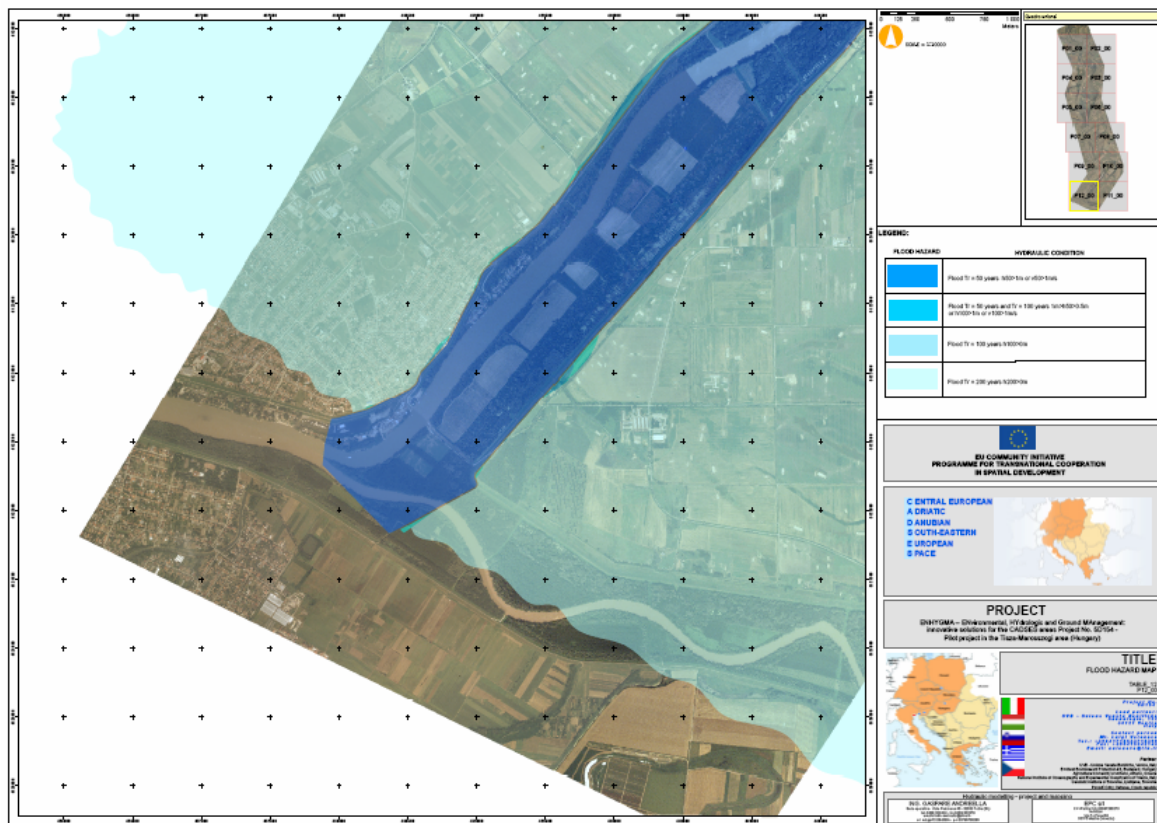
Slika 4: Združeni podatki lidarskih topografskih meritev in batimetričnih meritev s sonarjem.

Ortofotografije in hiperspektralne posnetke smo uporabili za izdelavo karte pokrovnosti ogroženega območja. Vegetacijo smo klasificirali po »Corine land cover« klasifikacijskem ključu: stoječe vode, naravni mokri travniki, naravni travniki, gozd, plodna mešana tla, plodna gola tla, plodna tla pokrita z vegetacijo, industrijska območja, mešana urbana območja in urbana območja. Spremembe v vegetacijskem pokrovu pomembno vplivajo na naravno sposobnost zadrževanja vode v obrečnem pasu, ki je podvržen poplavam. Zato je zelo pomembno poznavanje trendov spreminjanja vegetacijskega pokrova. Pri tem so nam v veliko pomoč karte pokrovnosti za različne časovne preseke. Prav tako povedo tovrstne karte veliko o potencialnih obsegih škode v primeru poplav. Na osnovi razpoložljivih satelitskih posnetkov (Preglednica 1), ki prikazujejo testno območje, smo izdelali sloje z informacijo o vegetacijskem pokrovu ob različnih časovnih presekih in opravili medsebojno primerjavo.

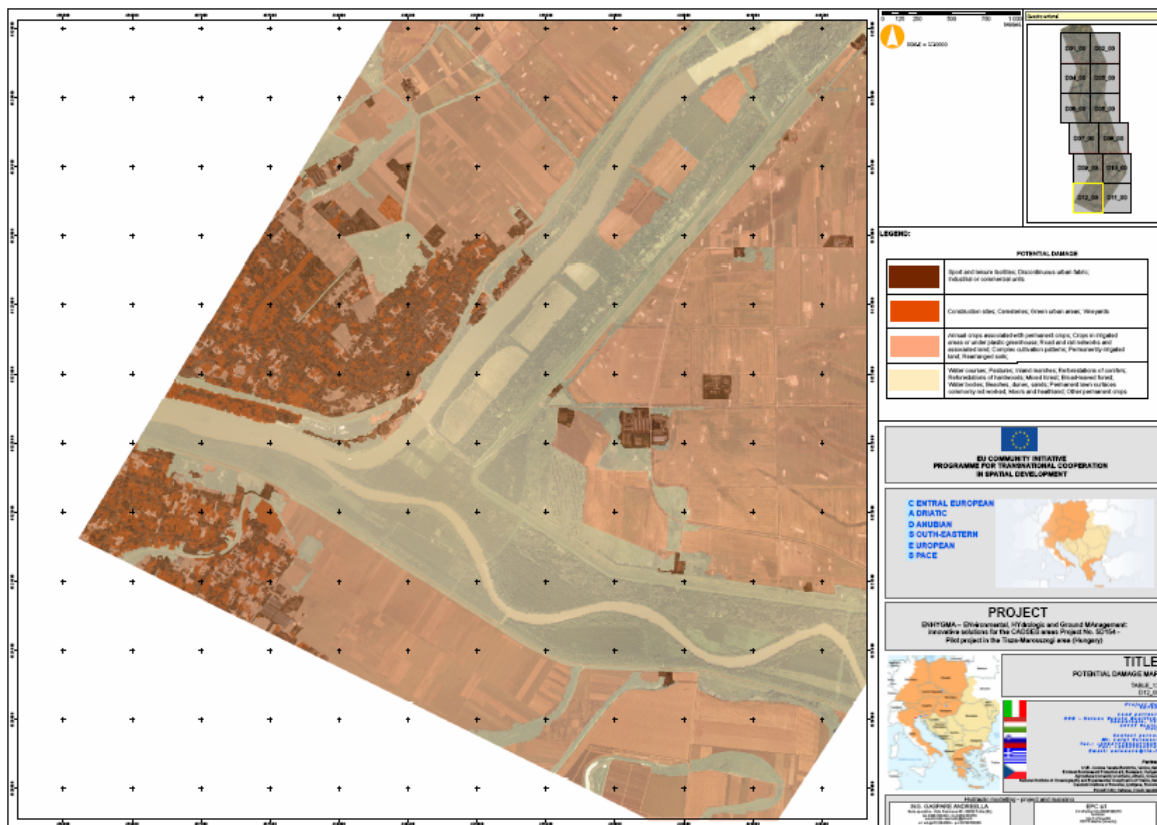
Datum snemanja	Vrsta satelitskega posnetka	Ločljivost
18. 7. 2006	SPOT-5 (HR6)	10 m
27. 6. 2006	SPOT-4 (HRVIR)	20 m
13. 8. 1998	SPOT-4 (HRVIR)	20 m
11. 8. 1986	SPOT-3 (HRV)	20 m

Preglednica 1: Uporabljeni satelitski posnetki za preučevanje vegetacijskega pokrova ob reki Tisi.

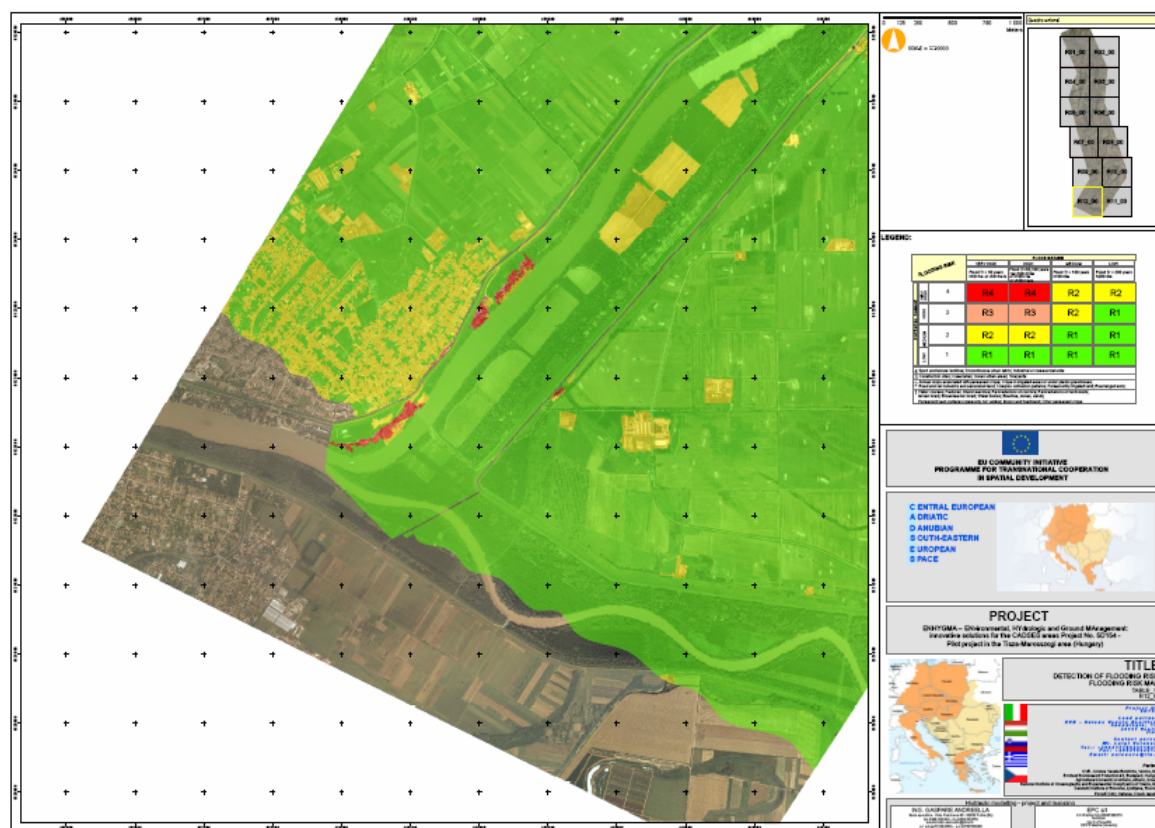
S pomočjo vseh zgoraj naštetih podatkov, smo izdelali karte poplavne nevarnosti, potencialne škode in poplavne ogroženosti (Slike 5, 6, 7). Vse podatke in tematske karte ogroženosti v okviru tega projekta smo na koncu združili v poseben informacijski sistem, ki omogoča njihovo pregledovanje in uporabo. S tem smo njihovim uporabnikom olajšali delo, saj imajo vse podatke na enem mestu. Tako smo omogočili hitrejši odziv vseh akterjev, ki delujejo v postopkih prostorskega načrtovanja, načrtovanja hidroloških varovalnih mehanizmov in obveščanja javnosti v primerih grozečih poplav.



Slika 5: Karta poplavne nevarnosti.



Slika 6: Karta potencialne škode.



Slika 7: Karta poplavne ogroženosti.

## 5 SKLEP

V prvem delu sestavka smo pregledali različne tehnike daljinskega zaznavanja, ki jih uporabljamo pri preventivnem spremljanju terena, ki ga ogrožajo naravne nesreče ali spremljanju dogodkov med samo nesrečo glede na smiselnost njihove uporabe pri različnih vrstah nesreč. Velik pomen imajo pri spremljanju pojava naravnih nesreč že trenutno razpoložljivi geodetski podatki, saj prikazujejo stanje pred nesrečo. To pa je osnova za ugotavljanje razlik, ki so se zgodile med nesrečo.

Podrobno smo opisali dva primera ukrepanja: plaz v Logu pod Mangartom ter potencialno nevarnost poplav na reki Tisi na Madžarskem.

Na primeru Loga pod Mangartom smo videli, kako pomemben je hiter odziv geodetske stroke ob pojavu naravne nesreče, saj s takojšnjo mobilizacijo uspemo evidentirati stanje v času nesreče. S tem smo omogočili kakovostnejše analize kasnejših premikov v območju plazanja, ki so se dogajali še nekaj časa po nesreči. Da lahko evidentiramo stanje pred nesrečo pa je nujna tudi uporaba trenutno razpoložljivih podatkov Geodetske uprave Republike Slovenije, ki jih vzdržujejo ciklično. Le s primerjavo stanja pred nesrečo in neposredno po njej lahko dobimo realne ocene o dogajanju v času nesreče ter potencialnih dejavnikih ogroženosti (nezaščitene gmote, ki lahko ob obilnem deževju zgrmijo v dolino) na širšem območju nesreče. Za natančno planiranje tehničnih zaščitnih objektov pa so bila pomembna tudi kasnejša snemanja, ki so podala bolj natančne prostorske podatke kot prvo helikoptersko fotogrametrično snemanje narejeno iz roke. V obdobju med letoma 2000 in 2007 se je izvedba lidarskega snemanja že komercializirala in bistveno pocenila, zato bi bila v primeru podobne nesreče danes zelo smiselna uporaba lidarja.

Podoben skupek metod izmere obsega tudi pripravo kart ogroženosti zaradi poplav v primeru reke Tise na Madžarskem. Tu smo prav tako uporabili različna fotogrametrična snemanja (klasično in hiperspektralno), lidar, sonar ter satelitske podobe. Za razliko od plazu v Logu pod Mangartom smo tu satelitske posnetke uporabili za analizo stanja prostora v preteklih časovnih presekih.

V obeh primerih vidimo, da je bistveno poznavanje stanja prostora pred pojavom nesreče oziroma razvoj prostora v daljšem časovnem obdobju, ki omogoča napovedovanje dejavnikov ogroženosti. Ob pojavu nesreče je prav tako nujen hiter odziv geodetske stroke, predvsem strokovnjakov, ki se ukvarjajo z daljinskim zaznavanjem, da čim prej in čim bolj natančno posnamejo stanje neposredno po nesreči, ko so posledice še vidne, saj to zelo vpliva na načrtovanje akcij zaščite in reševanja na ogroženih območjih, načrtovanje tehnično-zaščitnih objektov ter prostorsko načrtovanje razvoja prizadetega območja po nesreči.

## 6 VIRI IN LITERATURA

- Chigira, M., Duan, F., Yagi, H., Furuya, T. 2004. Using an airborne laser scanner for the identification of shallow landslides and susceptibility assessment in an area of ignimbrite overlain by permeable pyroclastics. *Landslides* 1-3. Berlin.
- Dežman Kete, V., Ipša, A., Mesner, N., Oven, K. 2008. Prepoznavanje kmetijskih kultur z daljinskim zaznavanjem. *Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 2007–2008*. Ljubljana.
- Hilldale, R. C., Raff, D. 2007. Assessing the ability of airborne lidar to map river bathymetry, *Earth Surface Processes and Landforms* 33-5. Chichester.
- Komac, M., Fajfar, D., Ravnik, D., Ribičič, M. 2008. Nacionalna podatkovna baza zemeljskih plazov. *Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 2007–2008*. Ljubljana.
- Kosmatin Fras, M. 2001. Vloga fotogrametrije in prostorskih podatkov pri dokumentiranju naravnih katastrof – primer plazu pod Mangartom. *Geodetski vestnik* 45, 1-2. 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.
- Oštir, K. 2006. Daljinsko zaznavanje. Ljubljana.
- Oštir, K., Komac, M. 2008. Primerjava uporabe metodologije PSInSAR in DIInSAR za opazovanje premikov površja – primer severozahodne Slovenije. *Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 2007–2008*. Ljubljana.
- Oštir, K., Veljanovski, T. 2006. Application of satellite remote sensing in natural hazard management: The Mount Mangart landslide case study. *Proceedings of 5th Mountain Cartography Workshop*. Bohinj.
- Pavšek, M. 2002. Snežni plazovi v Sloveniji. *Geografija Slovenije* 6. Ljubljana.
- Pehani, P., Kokalj, Ž., Marsetič, A., Oštir, K. 2008. Uporaba satelitskih posnetkov za analizo poplav septembra 2007. *Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 2007–2008*. Ljubljana.
- Rak, G., Steinman, F., Gosar, L. 2008. Kartiranje poplavno ogroženih območij v skladu z novo zakonodajo v Sloveniji. *Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 2007–2008*. Ljubljana.
- Zorn, M., Komac, B. 2002. Pobočni procesi in drobirski tok v Logu pod Mangartom. *Geografski vestnik* 74-1. Ljubljana.
- Navodilo o oceni ogroženosti. Uradni list Republike Slovenije 39/1995. Ljubljana.
- Zakon o prostorskem načrtovanju (ZPNačrt). Uradni list Republike Slovenije 33/2007. Ljubljana.
- Zakon o varstvu okolja (ZV-1). Uradni list Republike Slovenije 41/2004. Ljubljana.
- Zakon o varstvu pred naravnimi in drugimi nesrečami (ZVNDN-UPB1). Uradni list Republike Slovenije 51/2006. Ljubljana.
- Wehr, A., Lohn, U. 1999. Airborne laser scanning – an introduction and overview. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 54, 2-3. New York.



---

## POTRESNA DEJAVNOST ZGORNJEGA POSOČJA

Renato VIDRIH

Agencija Republike Slovenije za okolje, Urad za seizmologijo in geologijo, Dunajska 47, 1000 Ljubljana, e-pošta: renato.vidrih@gov.si

### IZVLEČEK

Območje severozahodne Slovenije, predvsem Zgornjega Posočja je med potresno najdejavnejšimi v Sloveniji, saj lahko tu nastanejo potresi z učinki do IX. stopnje po EMS. Potres 12. aprila 1998 je bil najmočnejši potres z žariščem v Sloveniji v zadnjih sto letih. 12. julija 2004 so se tla stresla na istem območju. Oba potresa sta nastala ob istem prelomnem sistemu – ob Ravenskem prelomu, ki je del Idrijskega prelomnega sistema in se razprostira v smeri severozahod - jugovzhod, od Rombona, severovzhodno od Bovca, jugozahodno od doline Lepene, severovzhodno od Krnskega pogorja in dalje preko Tolminskih Raven na Cerkljansko.

Ključne besede: potres, seizmogeološka zgradba tal, Zgornje Posočje, magnituda, intenziteta, poškodbe v naravi, seizmična mikrorajonizacija, poškodbe objektov, potresno odporna gradnja

### Seismic Activity of the Upper Posočje Region

#### ABSTRACT

The territory of north-west Slovenia, especially upper Soča Valley, is classified among rather active areas in Slovenia, because the earthquakes with intensity up to IX EMS level can occur here. Earthquake on April 12, 1998 was the strongest earthquake with hypocentre in Slovenia in the last hundred years. The ground was shaken on the same region on July 12, 2004. Both earthquakes occurred at the same fault system - the Ravne fault, that is part of the Idrija fault system and extends in the northwest-northeast direction, from Rombon, northeast from Bovec, southwest from Lepena valley, northeast from Krn Mountain and towards Tolminske Ravne to Cerkljansko.

Key words: earthquake, seismogeological conditions, Upper Posočje Region, magnitude, intensity, damage caused to nature, seismic microzonation, damage to buildings, earthquake resistant construction

## 1 UVOD

V potresni preteklosti Zgornjega Posočja ni bilo veliko močnih potresov z žarišči v naših tleh, pač pa so naše kraje najbolj prizadeli učinki potresov, ki so nastajali v sosednji Furlaniji. Na to nas spominja serija furlanskih potresov leta 1976, ki so razdejali tudi naselja v severozahodni Sloveniji. Žarišča potresov leta 1998 in leta 2004 pa so bila pri nas, kar dokazuje, da je to območje med potresno najnevarnejšimi na Slovenskem ter da moramo tu na potrese računati in biti nanje pripravljeni tudi v prihodnje. Potresi v Zgornjem Posočju so ponovno »spodbudili« prebivalce, pa tudi nekatere strokovnjake, da so začeli razmišljati o potresni nevarnosti in ogroženosti Slovenije, na katero seizmologi opozarjamo že vrsto let. Potresi seizmologov niso presenetili, kar dokazujeta državni karti potresne nevarnosti – intenzitet in pospeškov (slika 1). Pregled dosedanjih potresnih žarišč, intenzitet in magnitud je prikazan na slikah 2 in 3.

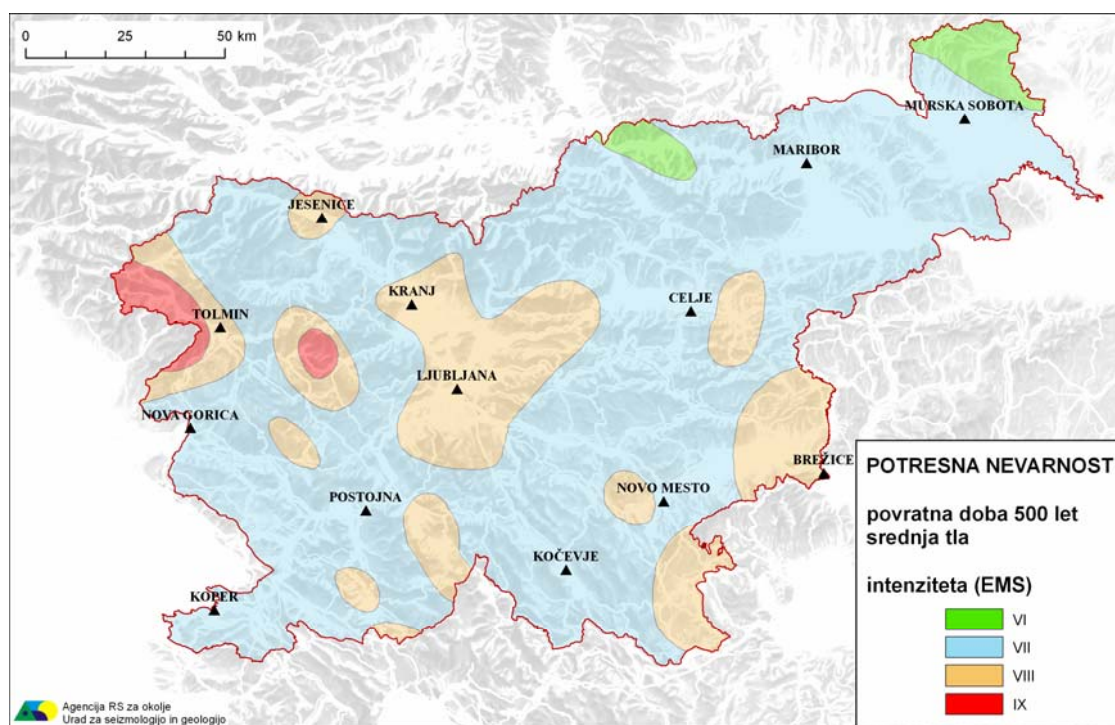
## 2 POTRES 12. APRILA 1998

Potres 12. aprila 1998 je bil najmočnejši potres v 20. stoletju z nadžariščem na ozemlju Slovenije (slika 4). Njegova magnituda ( $M_L$ ) je bila 5,6, največji učinki pa so dosegli med VII. in VIII. stopnjo po evropski potresni lestvici (EMS). Žarišče potresa je bilo v Zemljini skorji na območju med dolino Lepene in Krnskim pogorjem, v globini okoli 8 km. Čutili so ga prebivalci v devetih evropskih državah (slika 5). Potres je poleg velike gmotne škode na objektih povzročil tudi precejšnje spremembe v naravi, saj so nastali številni hribinski podori in zdrsi, ki so ponekod popolnoma uničili planinske poti. Učinke med VII. in VIII. stopnjo po EMS je potres dosegel v Mali vasi v Bovcu ter v vaseh Spodnje Drežniške Ravne in Magozd. Z enako stopnjo so bile ocenjene poškodbe v naravi na Krnu, »koti 1776«, Javorščku, grebenu Krnčice, območju ob strugi reke Tolminke med njenim izvirom in planino Polog, v gorah nad dolino Lepene – Lemež, Šija ...

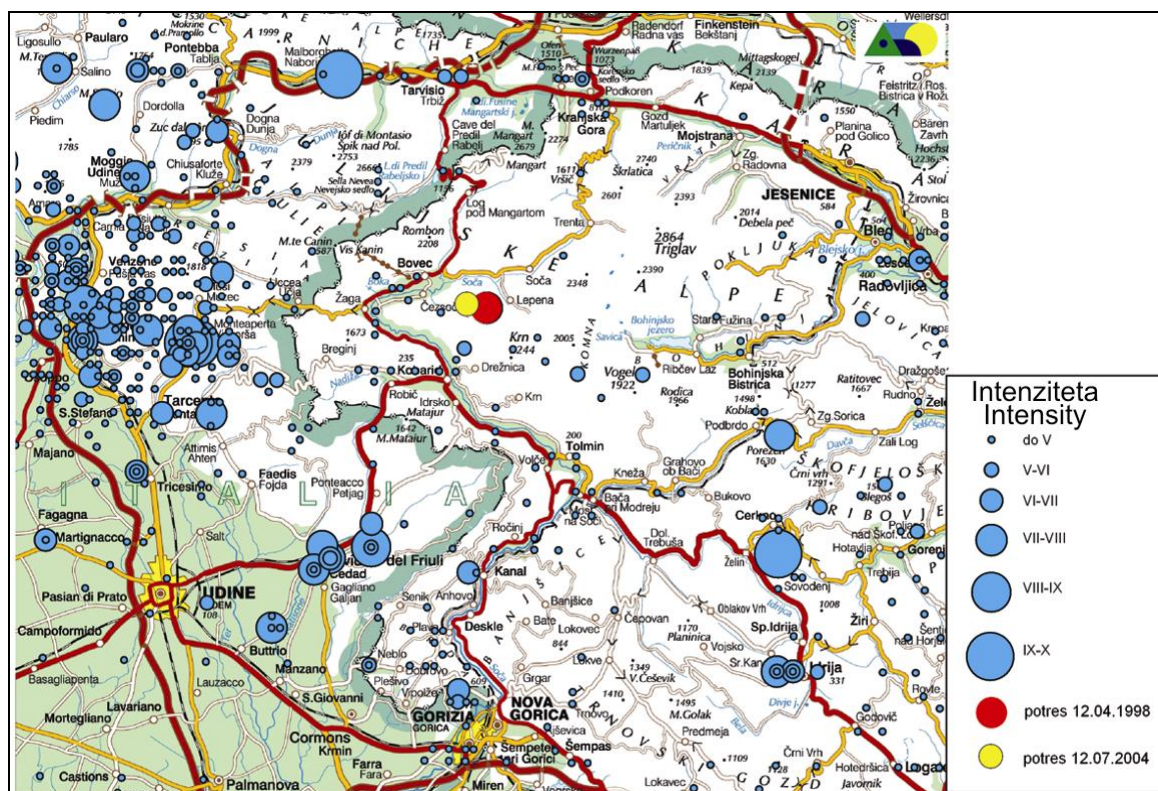
Potres leta 1998 v Zgornjem. Posočju je povzročil obsežne poškodbe zgradb in narave. Največjo gmotno škodo je povzročil v vaseh nad Kobaridom in Tolminom, v Spodnjih Drežniških Ravnah, v Magozdu, v Tolminskih Ravnah, na planini Polog in Javorci. Nekoliko manjše učinke je dosegel v Bovcu, predvsem v predelu Mala vas, v Kal - Koritnici, Zgornjih Drežniških Ravnah, Jezercah, Krnu itd. Poleg poškodovanih naselij je potres povzročil velike spremembe v naravi. Največji podori so nastali v dolini Lepene, na jugozahodnih pobočjih Krna in pri izviro Tolminke. Največje poškodbe, tako na zgradbah kot tudi v naravi, so nastale na slabih kamninah, predvsem na nanosih rek in potokov ter na pobočnih gruščih. Pas z največjimi poškodbami se vleče v dinarski smeri, od severozahoda proti jugovzhodu.

## 3 POTRES 12. JULIJA 2004

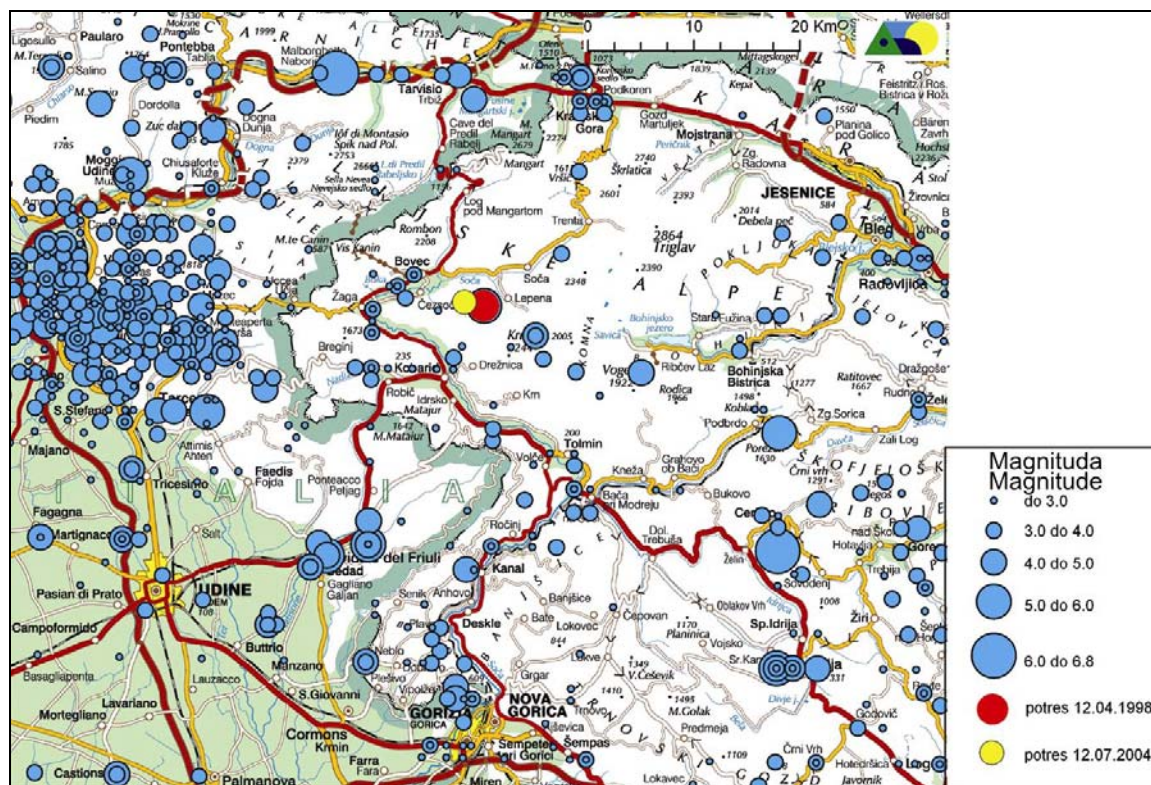
Po dobrih šestih letih je 12. julija 2004 na istem območju nastal nov močan potres z magnitudo ( $M_L$ ) 4,9 ter ocenjeno intenziteto med VI. in VII. stopnjo po EMS (slika 6). Epicentra potresa sta bila manj kot kilometer narazen (slika 7). Nastala sta ob zmiku ob istem, Ravenskem prelomu, ki je del Idrijskega prelomnega sistema s smerjo severozahod–jugovzhod. Kljub številnim poškodbam v naravi ob prvem potresu ni bilo smrtnih žrtev, drugi pa je zaradi padanja skal zahteval življenje sprehajalca v gorah. Ob potresu leta 2004 pa so poškodbe nastajale predvsem v nekaterih predelih Bovca in Čezsoči, na izjemno slabi geološki podlagi. Poškodbe so nastajale nekoliko vzhodneje kot ob furlanskih potresih leta 1976.



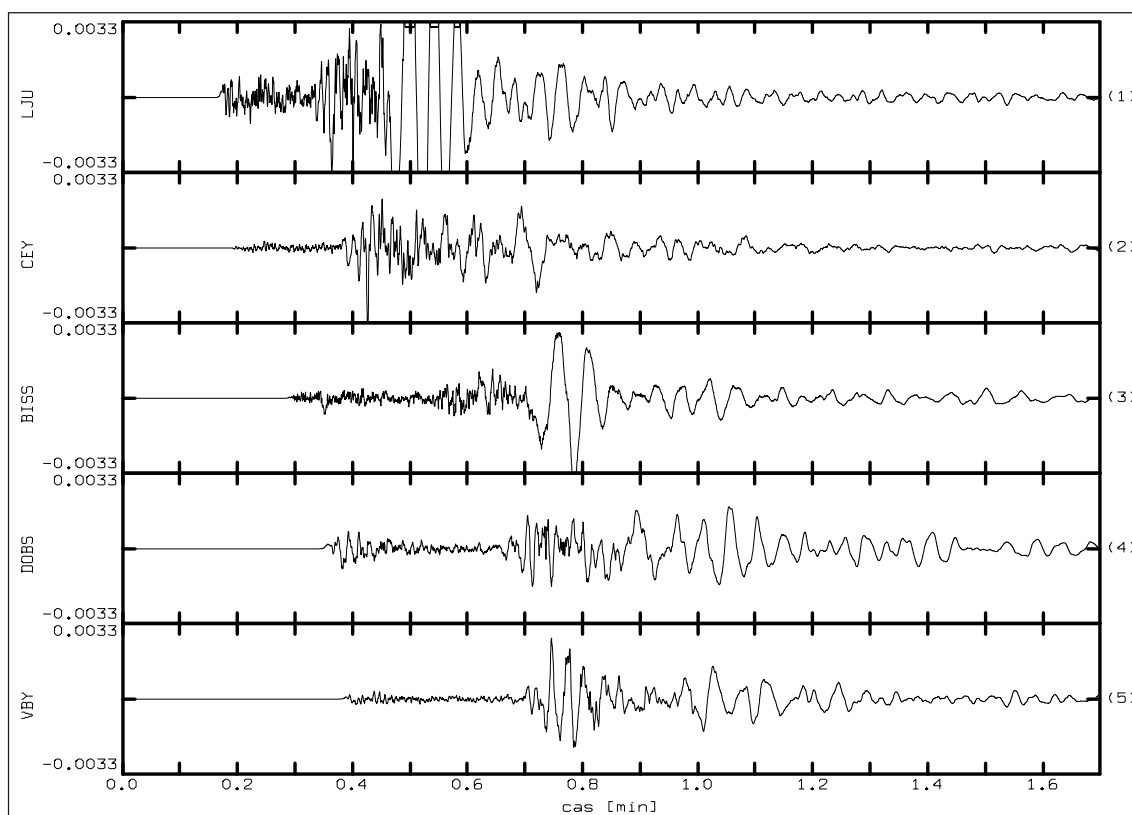
Slika 1: Karta potresne nevarnosti Slovenije za povratno dobo potresov 500 let - karta potresne intenzitete (Ribarič 1987).



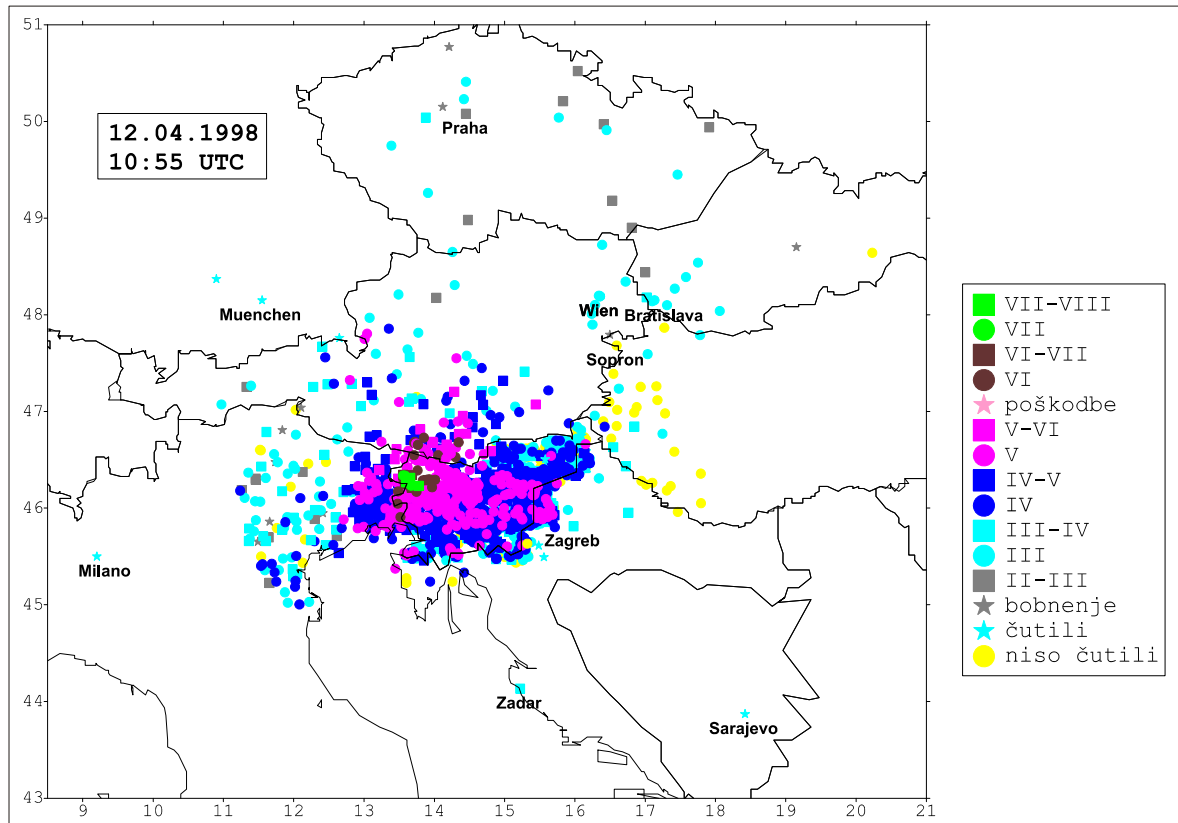
Slika 2: Intenzitete potresov v severozahodni Sloveniji in vzhodni Italiji. Označeni sta tudi nadžarišči potresov leta 1998 in 2004 (vir: ARSO, Urad za seizmologijo in geologijo).



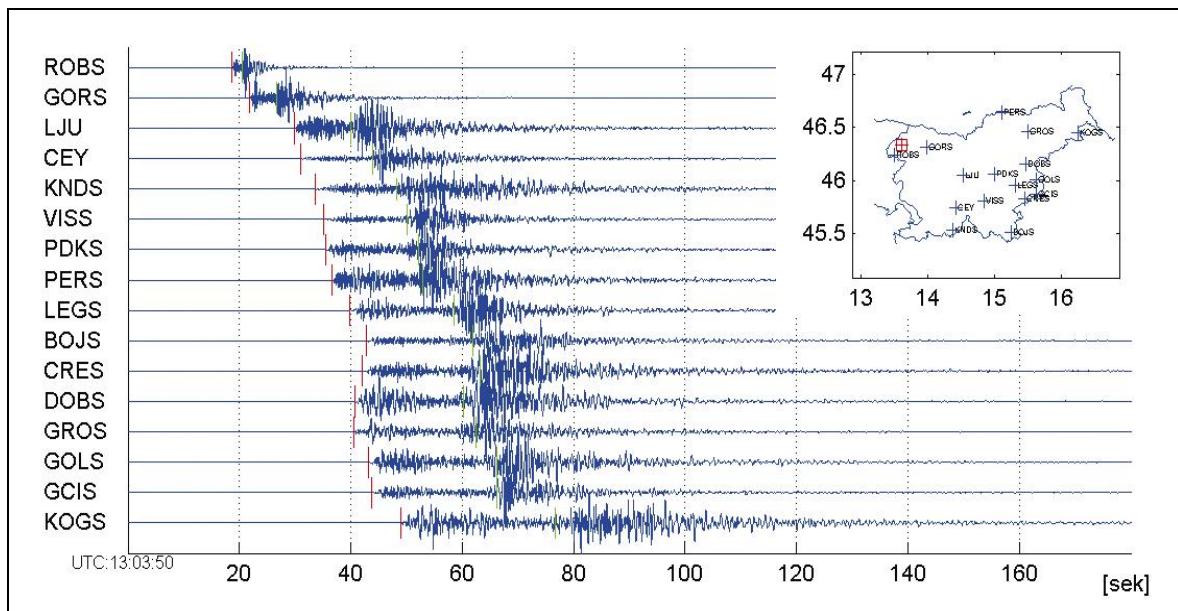
Slika 3: Magnitude potresov v severozahodni Sloveniji in vzhodni Italiji. Označeni sta tudi nadžarišči potresov leta 1998 in 2004 (vir: ARSO, Urad za seizmologijo in geologijo).



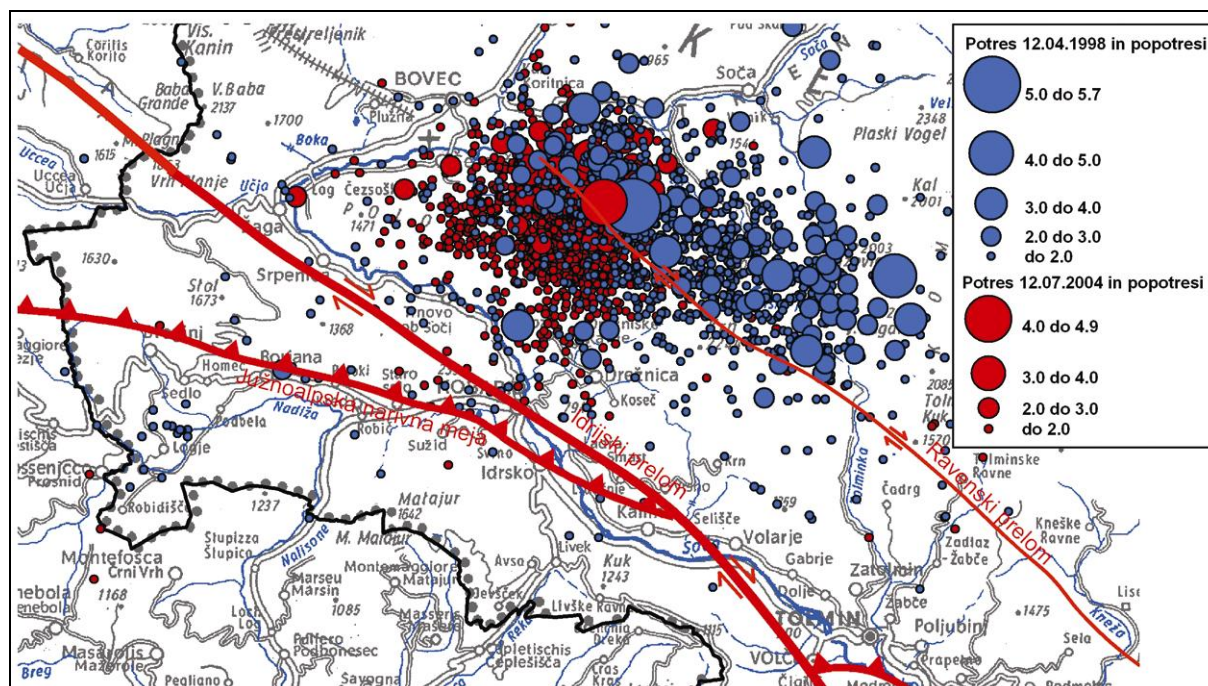
Slika 4: Zapis potresa v Zgornjem Posočju 12. aprila 1998 ob 10. uri in 55 minut po svetovnem času na vertikalnih komponentah petih digitalnih opazovalnic slovenske državne mreže (vir: ARSO, Urad za seizmologijo in geologijo).



Slika 5: Intenzitete potresa 12. aprila 1998 ob 10. uri 55 minut UTC (Cecić in ostali 1999).



Slika 6: Zapisi glavnega potresa 12. julija 2004 na delujočih opazovalnicah državne mreže potresnih opazovalnic (ROBS-Robič pri Kobaridu, GORS-Gorjuše na Pokljuki, LJU-Golovec v Ljubljani, CEY-Goričice ob Cerkniškem jezeru, KNDS-Knežji dol nad Ilirsko Bistrico, VISS-Višnje, PDKS-Podkum, PERS-Pernice, LEGS-Legarje, BOJS-Bojanci v Beli krajini, CRES-Črešnjevce, DOBS-Dobrina, GROS-Grobnik na Pohorju, GOLS-Goliše, GCIS-Gornji Cirknik, KOGS-Kog). Rdeča črta kaže prihod primarnih valov, zelena pa sekundarnih, avtomatski izračun epicentra pa je na sliki desno zgoraj (vir: ARSO, Urad za seizmologijo in geologijo).



Slika 7: Epicenter glavnega potresa in popotresnih sunkov 12. aprila 1998 (modri krogci) in zadnjega potresa 12. julija 2004 (rdeči krogci). Velikost krogcev opredeljuje magnitudo (vir: ARSO, Urad za seizmologijo in geologijo).

#### 4 GEOLOŠKA ZGRADBA IN MEHANIZEM ŽARIŠČ

Na podlagi seizmoloških podatkov za glavni potres in popotrese ter na podlagi strukturnih odnosov med Južnoalpsko narivno mejo in Idrijsko tektonsko cono domnevamo, da recentna tektonska aktivnost v zahodni Sloveniji nastaja na dva načina. Prvi mehanizem nastanka je povezan z narivanjem Južnih Alp po različnih narivnih ploskvah, drugi pa z desnimi zmirki vzdolž prelomov v smeri severozahod–jugovzhod (slike 8, 9 in 10). Oba mehanizma se lahko pojavljata skupaj ali izmenično.

Aktivnost tega območja in prelomov potrjujejo tudi rezultati geodetskih GPS-meritev v zahodni Sloveniji. Izračunani premiki so reda velikosti 10 mm. Meritve kažejo na premike ob desnih zmirnih prelomih. Modeliranje pretrga s ploskovnim žariščem iz zapisov močnejših potresov kaže enako področje pojavljanja potresov. Opisani desni zmir je edini dokazan severovzhodno od Idrijskega preloma. Žarišča večine popotresov so razporejena v 3 km širokem in 10 km dolgem pasu, razpotegnjenem v smeri severozahod–jugovzhod (ob potresu leta 2004 je ta pas nekoliko manjši (slika 7)). Tudi študije seizmotektonike in potresne nevarnosti tega območja pripisujejo zahodnemu delu Idrijske prelomne cone in vzporednim dinarskim prelomom možnost nastanka močnejših potresov. Potresa 12. aprila 1998 in 12. julija 2004 s popotresnimi sunki pa sta razkrila še mnoge nove poglede na seizmičnost in seizmotektoniko tega območja.

#### 5 POŠKODBE OBJEKTOV

Največje in najboljšežnejše poškodbe so bile na zgradbah z lesenimi stropi, ki so bile grajene iz obdelanega ali neobdelanega kamna, vezanega s slabo malto. Tramovi so prosto položeni na zidove, ki so debeli do 60 cm in ne ustvarjajo nikakršne povezave med seboj. Strehe so večinoma težke. Ker so objekti masivni, so ob potresu obremenjeni s silami,

proporcionalnimi veliki masi zgradbe. Konstrukcije niso sposobne prevzeti velikih obremenitev, zato so bile ob potresu večinoma bolj ali manj poškodovane. Seveda so se ob potresu mnogo bolje obnašali objekti, ki so bili po letu 1976 utrjeni. Objekti z vgrajenimi horizontalnimi vezmi so praviloma vzdržali, a so dobili manjše poškodbe. Po potresu je bilo pregledanih 3395 objektov in 2928 od teh je bilo poškodovanih. Čeprav je bilo že ob potresu v Furlaniji leta 1976 (magnituda 6,4) poškodovano mnogo zgradb na tem območju (okoli 12.000) (Ribarič, 1980), je bila obnova in ojačitev teh zgradb pogosto slabo ali nepopolno izvedena. Po potresu leta 2004 je bilo pregledanih 1863 objektov in od teh je bilo 1764 poškodovanih. Čeprav je bila sproščena energija potresa leta 2004 približno desetkrat manjša od tistega leta 1998, so nastajale poškodbe v Bovcu in Čezsoči, tudi na nekaterih objektih, ki so bili po potresu 1998 obnovljeni in utrjeni.

Pogosto so bili poškodovani vogali hiš, večinoma v primerih, ko so vogali zgrajeni iz med seboj nepovezanega lomljenca. Veliko poškodb je bilo tudi na stikih stropov in nosilnih zidov zaradi medsebojne nepovezanosti. Pri slabo sidranih strehah je prišlo do poškodb zatrefov. Pogoste so bile tudi značilne strižne razpoke, ki so se pojavljale v medokenskih slojih.

## 6 POŠKODBE V NARAVI

Zanimive so poškodbe v naravi, kjer so pogosto nastajali manjši in večji skalnati podori, zdrsi grušča, dolge razpoke, pa tudi drugi pojavi nestabilnosti terena. Nekatere poškodbe narave so omogočile večje poznavanje teh pojavov in natančnejše opredelitve evropske potresne lestvice glede na dogajanja v naravi (slika 11).

Širše epicentralno območje potresov je zgrajeno iz karbonatnih kamnin, predvsem apnencev in dolomitov, ki iz seizmogeološkega vidika predstavljajo dobra tla. Najslabšo podlago gradijo nanosi rek, potokov in ledenikov ter pobočni grušči. Nanosi reke Soče in pritokov gradijo terase, ki jih sestavljajo prod, pesek in redkeje konglomerat. Razprostranjenost poškodb je to sliko potrdila, saj so bile vse večje poškodbe prav v slabih tleh. Številni hribinski podori in zdrsi, ki so spremenili naravo, so posledica hribovitega alpskega sveta in pojavov nestabilnosti v njem. Večina teh podorov bi nastala prej ali slej, vendar je potresni sunek pospešil geološka dogajanja v naravi; procesi, ki bi lahko potekali več sto let, so se zgodili »v trenutku«.

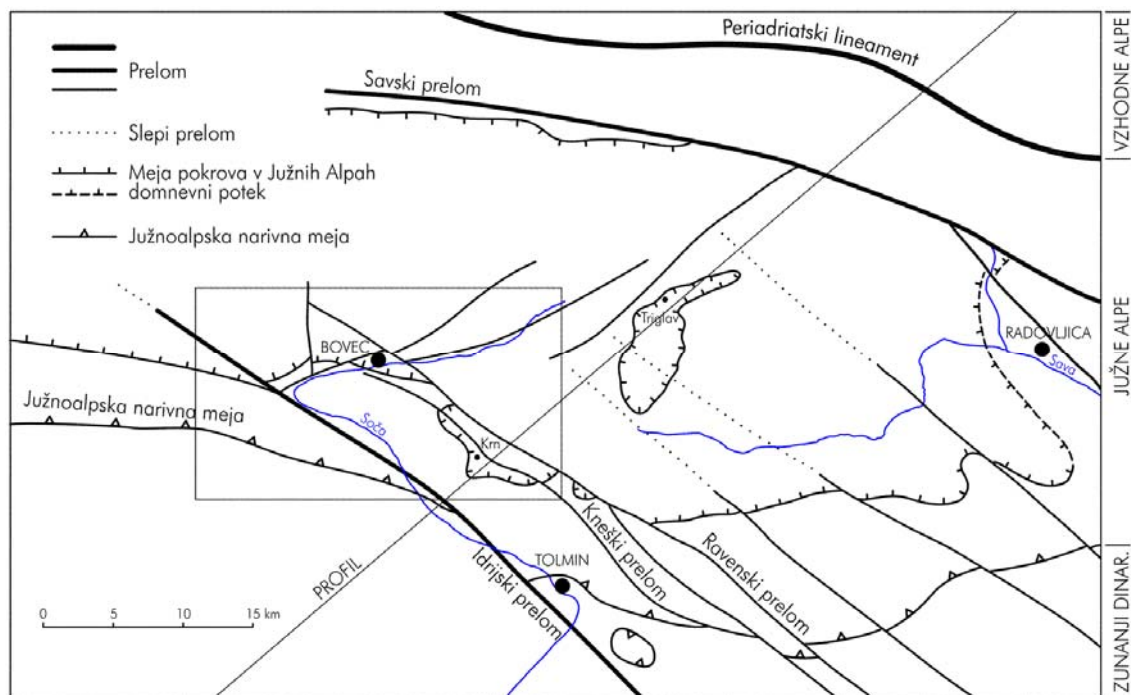
Potresa sta v naravi povzročila številne porušitve, vendar sta imela zaradi različne moči različne posledice. Tako so ob potresu leta 1998 nastali štiri veliki (nekaj 10.000 m<sup>3</sup> gradiva) in pet zelo velikih hribinskih podorov (več kot 100.000 m<sup>3</sup> gradiva). Prišlo je tudi do več drugih porušitev kot so različni tipi podorov. Nasprotno je potres leta 2004 na istem območju povzročil bistveno manjše poškodbe v naravi. Večinoma so se kazale v površinskih hribinskih podorih, ki niso presegli nekaj 1000 m<sup>3</sup> gradiva. Pojave v naravi, nastale ob obeh potresih, smo na terenu popisali ter določili njihovo lokacijo, geološko zgradbo kamnine, velikost, debelino, tip zdrsa, nagib pobočja in poraščenost terena. Na tej podlagi smo izvedli primerjavo obeh potresov glede na porušitve v naravi. Ugotovili smo številne zanimive značilnosti in povezanosti med močjo potresa in velikostjo poškodb v naravi.

Ocenjevanje poškodb zgradb je potekalo v skladu s predpisanimi navodili EMS. Poleg analize poškodb zgradb smo pripravili tudi karto mikrorajonizacije Zgornjega Posočja in Bovške kotline (sliki 12 in 13), ki je gradbenikom v pomoč pri obnovi poškodovanih zgradb in pri načrtovanju novih zgradb. Narejena je na podlagi geološke zgradbe terena in veljavne karte potresne nevarnosti z verjetnostjo nastanka potresa s povratno periodo 500 let. Na

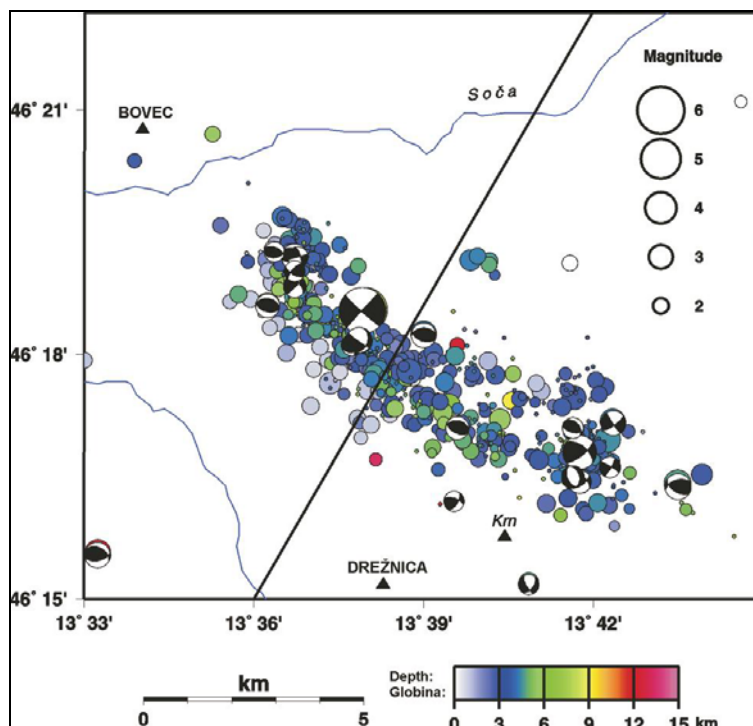


osnovi geoloških in seizmoloških študij smo ocenili splošne inženirskogeološke in geotehnične zahteve za nove zgradbe in jih predstavili na različnih kartah.

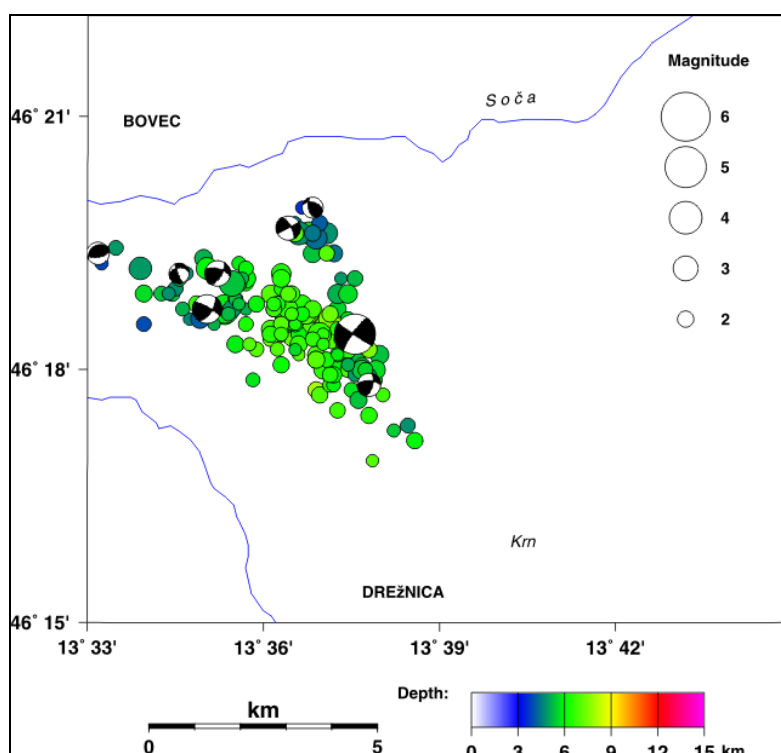
Namen proučevanja porušitev v naravi je bil tudi napovedati, kakšne posledice v naravi so na obravnavanem območju možne ob najmočnejšem možnem potresu, ki lahko doseže intenziteto IX. stopnje po EMS. Pregled zgodovine potresov na obravnavanem območju je namreč pokazal, da so v alpskem prostoru možni tudi katastrofalni dogodki.



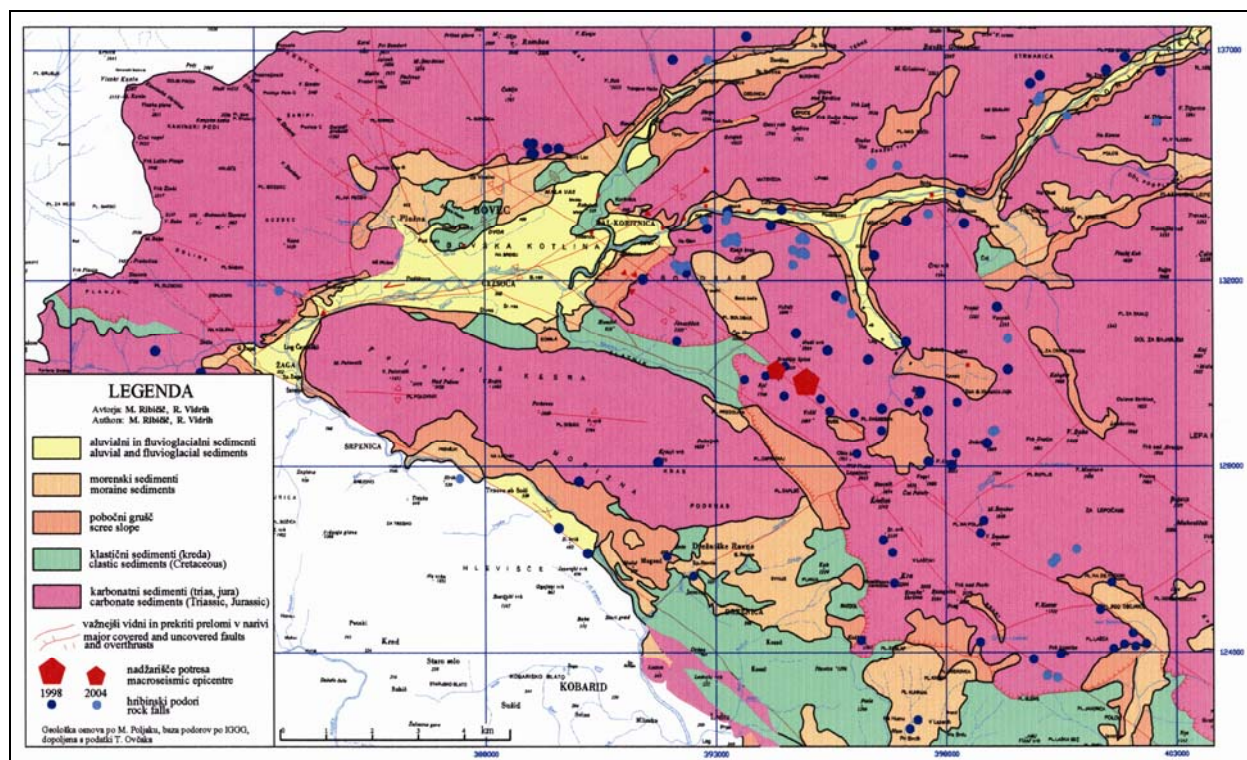
Slika 8: Pregledna regionalna geološka karta; položaj Južnih Alp med Vzhodnimi Alpami (Austroalpin) na severu in Zunanji Dinaridi na jugu (Placer in ostali 1999).



Slika 9: Karta nadžarišč (krogi v barvah odvisnih od žariščne globine) in rešitev prelomne ploskve (črno-beli krogi z zasenčenim kompresijskim kvadrantom), določenih iz podatkovčasne mreže potresnih opazovalnic (Bajc in ostali 1999).



Slika 10: Karta nadžarišč (krogi v barvah odvisnih od žariščne globine) in rešitev prelomne ploskve (črno-beli krogi z zasenčenim kompresijskim kvadrantom), določenih iz podatkovčasne mreže potresnih opazovalnic (Živčič 2006).



Slika 11: Splošna geološka zgradba zgornjega Posočja z vrisanimi hribinskimi podori (Ribičič in Vidrih 1998 2004; geološka podlaga 1: 25. 000; Poljak 1998).

Tako je leta 1348 potres z ocenjeno magnitudo  $M = 6,5$  in z verjetnim epicentrom v Furlaniji z južnega pobočja gore Dobrač sprožil ogromen hribinski podor z nekaj 100 milijoni  $m^3$  gradiva, ki je zasul več vasi, zajezil pa je tudi reko Ziljo. Ob tem je umrlo več tisoč ljudi.

Rezultate analize posledic potresa v naravi lahko strnemo v naslednje točke:

Poškodbe v naravi imajo v alpskem svetu svoje značilnosti, ki so povezane s karbonatno zgradbo Alp, nastankom strmih pobočij zaradi delovanja ledenikov in lokalno razporeditvijo tektonsko nastalih diskontinuitet ter plastovitostjo kamnine.

Kadar določamo vplive potresa na naravo, je treba nujno upoštevati krajevne morfološko-geološke značilnosti, saj bodo v različnih morfološko-geoloških razmerah ob potresu nastali popolnoma različni pojavi.

Na podlagi dosedanjega proučevanja pojavov v naravi ob obeh obravnavanih potresih je za slovenski alpski svet mogoče z enako gotovostjo napovedati intenziteto potresa, enako kot je to mogoče na osnovi poškodb na zgradbah, kar postane pomembno pri majhni poseljenosti območja.

Ugotovljena je jasna povezava med tipom porušitve in krajevnimi razmerami.

Ugotovljena je jasna povezava med oddaljenostjo od epicentra in velikostjo poškodbe v naravi.

Tudi za naravne pojave ob potresu je ugotovljena jasna povezava med močjo potresa in velikostjo porušitve.

Postavljene so osnove za določitev najbolj kritičnih območij v Alpah, kjer lahko ob zelo močnem potresu pride do ekstremno velikih pojavov porušitve naravnega ravnotežja.

Če gledamo na posledice potresa, izključno z vidika človeka, lahko pozabimo na mnoge pomembne značilnosti potresa. V tem primeru se ponavadi usmerimo le na zgrajene objekte in na smrtne žrtve ter poškodbe, ki jih povzroči rušenje objektov. Le kadar potres sproži

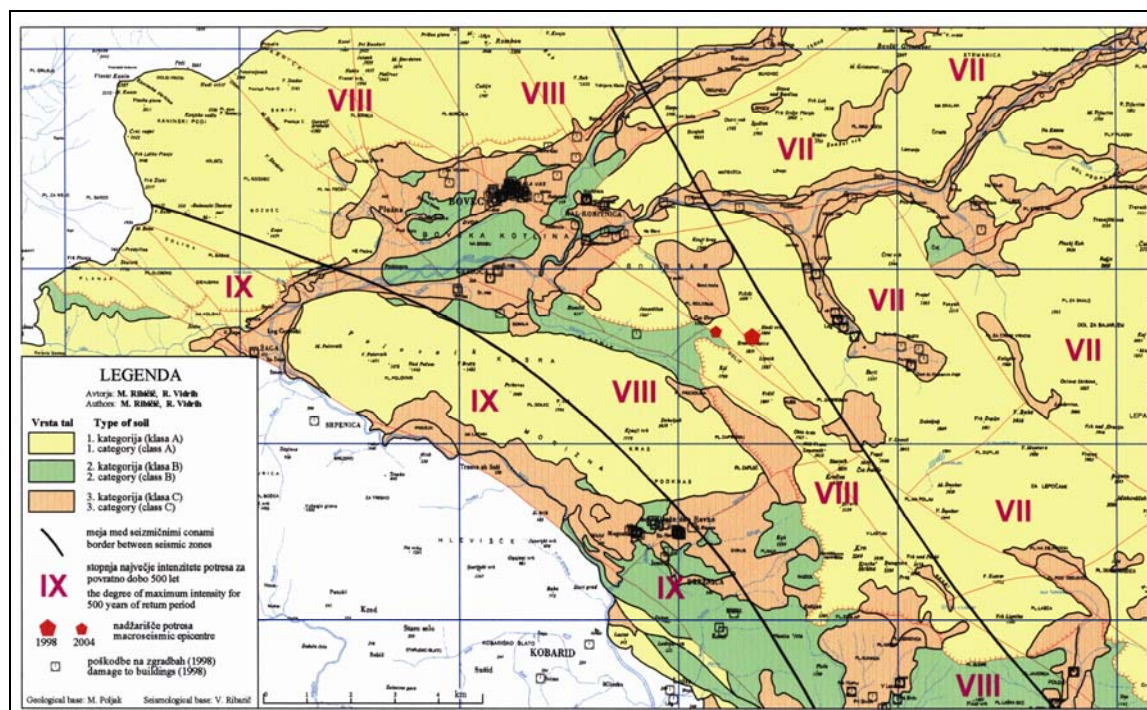
najbolj nevarne pojave v naravi, kot so cunami, likvefakcija in plazovi ter podori, jih obravnavamo z vso resnostjo. Pri tem pogosto pozabimo na manjše poškodbe v naravi, ki jih povzroči potres, ki po eni strani dajejo mnogo koristnih podatkov pri proučevanju posledic potresa, po drugi strani pa se nekatere poškodbe lahko kasneje razvijejo v nove katastrofe, ki prizadenejo tudi človeka. Proučevanje manjših poškodb v naravi ob potresih srednjih do močnih intenzitet (V. do VIII. stopnje po EMS), ki niso bistveno prizadele človeka in njegovo premoženje, nam omogoča, da lahko izdelujemo prognoze, kaj bi se lahko zgodilo ob rušilnih potresih VIII. ali višje stopnje po EMS. Pomaga nam tudi izdelati stopnjo vplivov potresa na naravo v odvisnosti od intenzitete potresa. Na tej podlagi lahko v krajih, kjer ni ali je malo človeških naselbin, ugotovimo intenziteto potresa.

Upamo, da bodo rezultati študije primerjave obeh potresov, leta 1998 in leta 2004, ob upoštevanju tudi starejših zgodovinskih dogodkov omogočili v bodočnosti izdelati za območje Julijskih Alp preventivne pasivne in aktivne ukrepe. To na eni strani pomeni povečati znanje lokalnih institucij in prebivalstva o potresni ogroženosti zaradi pojavov v naravi in na drugi strani izogibanje gradnji na območjih, ki jih lahko ogrozijo večje porušitve v naravi.

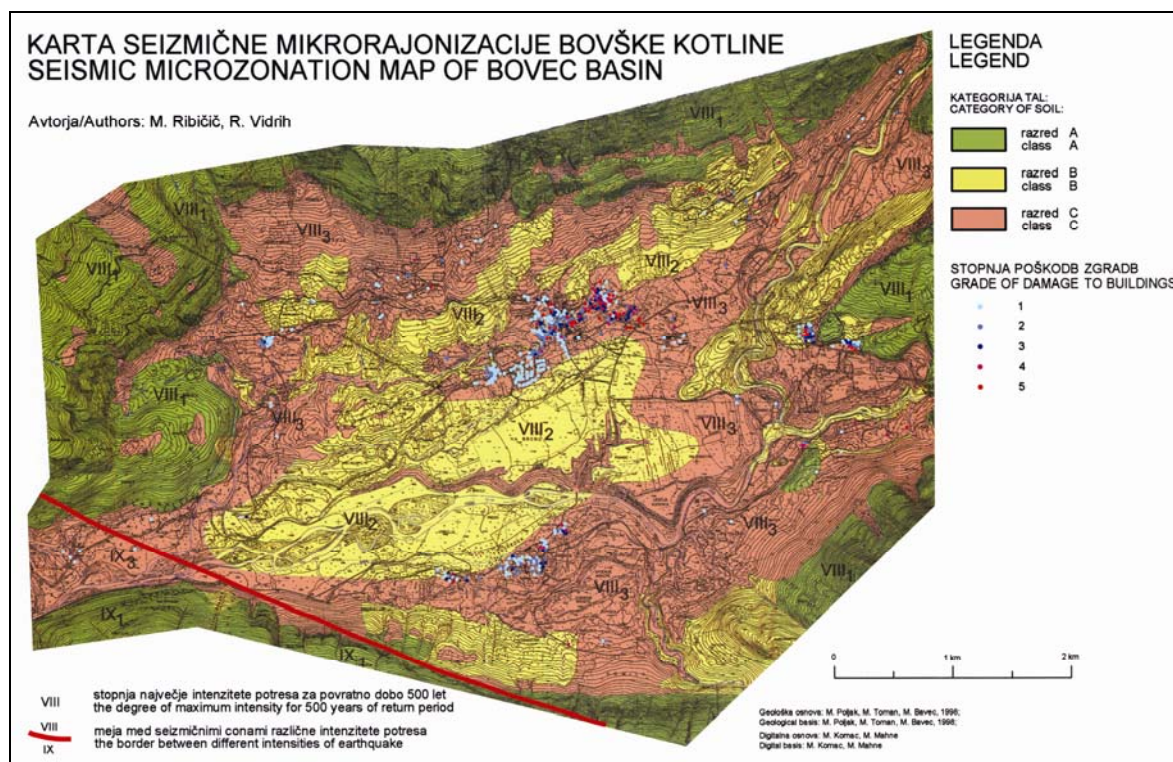
## 7 RAZPRAVA/PRIMERJAVA OBEH POTRESOV

Podobnosti in razlike seizmičnih učinkov potresa 12. julija 2004 glede na potres 12. aprila 1998 so bile naslednje (sliki 14 in 15):

- nastal je ob isti tektonski strukturi kot potres leta 1998 in je imel podobno globino;
- skupno je bila njegova sproščena energija nekajkrat šibkejša;
- v povprečju so bili učinki šibkejši za celo stopnjo EMS;
- žarišče je bilo bolj proti severozahodu, zato so se seizmični valovi širili tudi po drugih tektonskih conah;



Slika 12: Pregledna karta seizmične mikrorajonizacije zgornjega Posočja (Ribičič in Vidrih 1998; 2004; geološka zgradba: Poljak 1998).



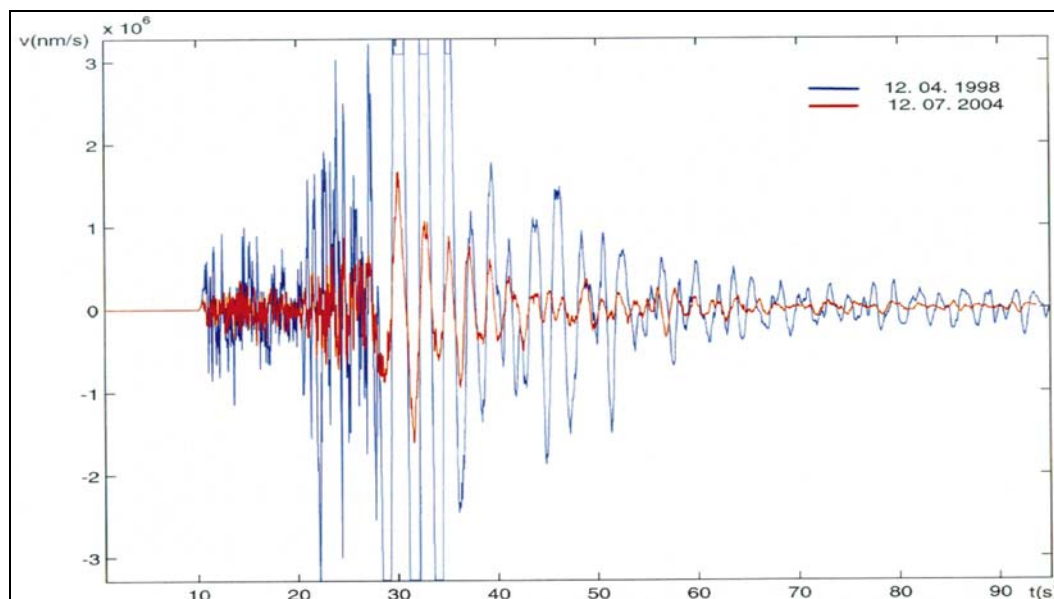
Slika 13: Karta seizmične mikrorajonizacije Bovške kotline (Ribičič in Vidrih 1998; 2004).

na površini je bilo poudarjeno valovanje tal v horizontalni smeri (L-valovi), ponekod tudi R-valovanje, medtem ko je potres leta 1998 povzročil izrazito R-valovanje v obliki dviganja in spuščanja;

frekvenca in amplituda valovanja, še posebej pri potresu leta 2004, sta bili taki, da so bile močno poudarjene lokalne geološke posebnosti, kar je povzročalo lokalno večje seizmične učinke, ki so se odrazili v ozkih območjih večjih poškodb v naravi in na objektih;

v celoti so bile poškodbe v naravi bistveno manjše, po številu in po širini območja.

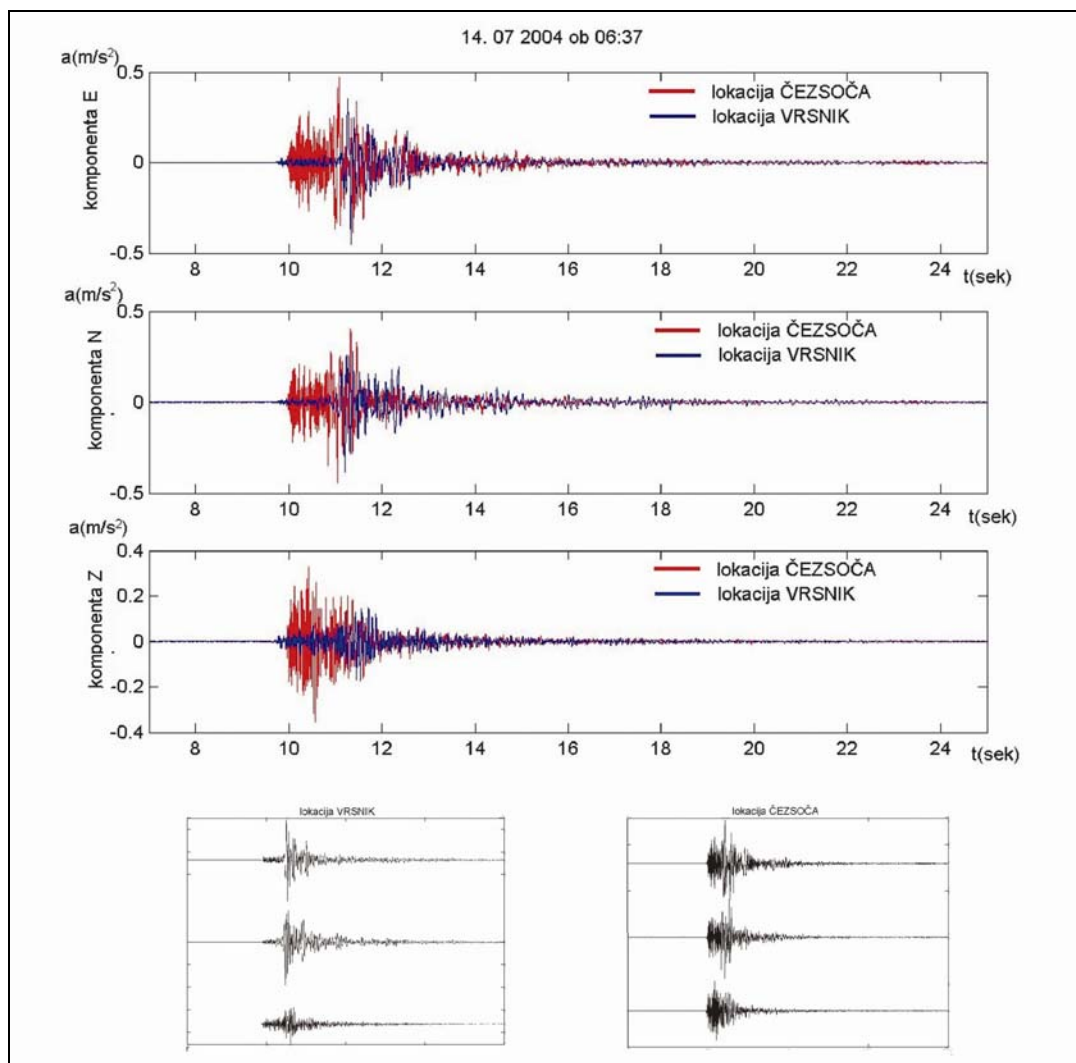
Pri odpravljanju posledic potresa v zg. Posočju se je pokazalo, da je treba še posebno pozornost posvetiti povečanju potresne varnosti starejših objektov. Med po potresu pregledanimi objekti je namreč bilo kar štiri petine zgrajenih pred letom 1964. Analiza poškodb jasno pokaže, da le potresnoodporna gradnja z upoštevanjem pričakovane intenzitete oz. pospeškov potresa na določenem območju zagotavlja varnost prebivalcev ter preprečuje kasnejšo obsežno in drago sanacijo. Pri tem je treba za stare zgradbe, ki niso bile potresnoodporno grajene, ugotoviti njihovo konstrukcijsko odpornost na potres in izvesti sanacijo, če je potrebna.



Slika 14: Primerjava zapisov potresov 12. aprila 1998 (modri seizmogram) in 12. julija 2004 (rdeči seizmogram) nam nazorno kaže, da je bil zadnji potres po sproščeni energiji bistveno šibkejši.

## 8 KAJ SE LAHKO IZ POTRESOV NAUČIMO

Večina prebivalcev je skoraj pozabila na potrese leta 1976, pa je prišlo opozorilo 12. aprila 1998. Miselnost, da enemu močnemu potresu ne bo sledil nobeden več, je zmotna. Majskemu potresnemu dogajanju leta 1976 je sledilo septembrsko, ki je pokazalo na vso neučinkovitost manjših, slabih popravil objektov. Septembrski potresi so povzročili večje poškodbe in rušenja na objektih, ki po majskih potresih niso bili pravilno sanirani (večinoma so razpoke le zapolnili z malto). Zgradbe, ki so bile ojačane po predpisih, so se med potresom 12. aprila 1998 obnašale zadovoljivo. Že šest let kasneje pa ponovno potres. Sicer šibkejši sunek je znova opozoril na stalno prisotnost potresne nevarnosti v zg. Posočju. Morda bo to dobra šola za prebivalce, predvsem graditelje objektov, da se je potrebno držati kart potresne nevarnosti in gradbenih predpisov, saj je to edina obramba pred potresi. Na potresni karti Slovenije lahko vidimo, da so v tem delu Slovenije možni potresi VIII. ali celo IX. stopnje po EMS lestvici. Nasvet prebivalcem je zelo enostaven: upoštevanje gradbenih predpisov, kart potresne nevarnosti in seveda potresno odporna gradnja.



Slika 15: Primerjava zapisov najmočnejšega popotresnega sunka, 14. julija 2004: zapis v Čezsoči (rdeče) in zapis istega potresa v Vrsniku (modro). Zapis na prenosni terenski opazovalnici Vrsnik kaže povsem klasičen zapis potresa. Zapis v Čezsoči pa kaže na združevanje (interferenco) potresnih valov, ki so v Čezsoči povzročili povečane lokalne učinke (Vidrih 1998).

## 9 SKLEP

Analiza učinkov potresov na naravo v letih 1998 in 2004 v Zgornjem Posočju je pokazala, da nas v prihodnosti čaka še mnogo dela. Za še uporabnejše rezultate bo treba podrobno analizirati mehanizem porušitve posameznih večjih podorov, izvesti statistično prostorsko analizo med oddaljenostjo in velikostjo pojavov porušitve v naravi od epicentra potresa ipd. Pomembna za slovenski alpski prostor bi bila tudi izdelava napovedi nevarnosti pred podori in drobirskimi tokovi v podrobnem merilu 1 : 5000 ali 1 : 10.000 na osnovi geoloških, morfoloških in drugih vplivnih dejavnikov. Na tak način bi lahko primerjali podore, ki so nastali ob potresih, in tiste, ki niso. Ugotavljali bi lahko, v kolikšni meri potresi doprinesejo k pojavom naravnih porušitev in druge uporabne povezave. Tako bi povečali znanje za doseg osnovnega cilja, kako s pasivnimi in aktivnimi ukrepi čim bolj zavarovati človeka in okolje.

Mnogo dela bo še potrebnega, da ne bomo vedno znova presenečeni ob vsakem močnejšem potresu v potresno dejavni Sloveniji. Potresi na tem ozemlju so bili, so in bodo – tudi močnejši. Najboljša zaščita je, ob boljšem poznavanju seizmoloških, seizmogeoloških in

geoloških pogojev, potresno odporna gradnja novejših in ojačevanje starejših objektov. Vse to zahteva sistematično in dolgotrajno delo, pa čeprav močnejšega potresa na nekem območju ni bilo že desetletja in celo stoletja.

## 10 VIRI IN LITERATURA

- Bajc, J., Aoudia, A., Suhadolc, P., Živčič, M. 1999. Relocation of the Bovec 1998 earthquake sequence: implication for active tectonics in NW Slovenia. XXII IUGG General Assembly. Birmingham.
- Cecić, I., Godec, M., Zupančič, P., Dolenc, D. 1999: Macro seismic effects of 12 April 1998 Krn earthquake (Slovenia): an overview. XXII IUGG General Assembly. Birmingham.
- Placer, L., Poljak, M., Živčič, M. Bajc, J. 1999: Potres 12. aprila 1998 z žariščem v zgornjem Posočju – seizmotektonska interpretacija. Potresi v letu 1998. Ljubljana.
- Poljak, M. 1998: Predhodna geološka študija potresnega območja Posočja. Geološki zavod Slovenije. Ljubljana.
- Ribarič, V. 1987: Seizmološka karta za povratno periodo 500 let. Beograd.
- Ribarič, V. 1980: Potresi v Furlaniji in Posočju leta 1976, kratka seizmološka zgodovina in seizmičnost obrobja vzhodnih Alp. Potresni zbornik. Tolmin.
- Ribičič, M., Vidrih, R. 1998: Plazovi in podori kot posledica potresov. Ujma 12. Ljubljana.
- Ribičič, M., Vidrih, R. 2004: Short and long lasting earthquake's influence on nature. European Geosciences Union: 1st General Assembly. Nica.
- Vidrih, R. 2008: Potresna dejavnost zgornjega Posočja. Ljubljana.
- Živčič, M., Barnaba, C., Chiarabba, C., Chiaraluca, L., Costa, G., De Gori, P., Delise, A., Di Bartolomeo, P., Di Stefano, R., Filippi, L., Fitzko, F., Gostinčar, M., Jesenko, T., Kolar, J., Marsan, T., Marcucci, S., Michelini, A., Moretti, M., Pahor, J., Romanelli, M., Tasič, I., Trnkoczy, A: 2006: The Krn Mountains (Slovenia) M 5,2 Earthquake: Data Acquisition and Preliminary Results. Geophysical Research Abstracts 8. Dunaj.



---

## EROZIJSKI PROCESI – ALI SE ZAVEDAMO NJIHOVE HITROSTI?

Matija ZORN

Znanstvenoraziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti, Geografski inštitut Antona Melika, Gosposka ulica 13, 1000 Ljubljana, e-pošta: matija.zorn@zrc-sazu.si

### IZVLEČEK

Predstavljene so meritve površinskega spiranja na treh različnih rabah tal, umikanje strmih golih flišnih pobočij in premikanje gradiva po erozijskem jarku erozijskih žarišč ter kemična denudacija v porečju Dragonje. Meritve so potekale od februarja 2005 do maja 2006.

Površinsko spiranje na goli prsti v oljčniku z naklonom  $5,5^\circ$  je znašalo  $9013 \text{ g/m}^2$ , na travniku v zaraščanju z naklonom  $9,4^\circ$   $168 \text{ g/m}^2$ , v gozdu z naklonom  $7,8^\circ$   $391 \text{ g/m}^2$  in v gozdu z naklonom  $21,4^\circ$   $415 \text{ g/m}^2$ .

Najhitrejši so bili procesi sproščanja flišnih kamnin: okrog  $85 \text{ kg/m}^2$  na leto, kar pomeni, da se pobočja umikajo s hitrostjo od 35 do 50 mm letno.

Za merjenja premikov gradiva po erozijskem jarku je bila v enemu od jarkov postavljena pregrada. Za pregrado s prispevno površino 0,1 ha se je v enem letu odložilo 19 t gradiva.

Meritve kemične denudacije kažejo, da se površje zaradi le-te znižuje s hitrostjo 66 mm na 1000 let.

Ključne besede: geomorfologija, pedogeografija, erozijski procesi, erozija prsti, umikanje pobočij, fliš, Dragonja, slovenska Istra

### Erosion Processes – Are We Aware of Their Speed?

#### ABSTRACT

Measurements of erosion and denudation processes in the Dragonja river basin are presented. Measured were (from February 2005 to May 2006) interrill soil erosion, rockwall retreat, movements of debris in an erosion gully, as well as chemical denudation.

Interrill soil erosion was measured: on bare soil in an olive grove, in an overgrown meadow and in the forest. Measurements showed interrill erosion of  $9013 \text{ g/m}^2$  on bare soil with a slope of  $5.5^\circ$ ;  $168 \text{ g/m}^2$  on the meadow with a slope of  $9.4^\circ$ ;  $391 \text{ g/m}^2$  in the forest with a slope of  $7.8^\circ$ ; and  $415 \text{ g/m}^2$  in the forest with a slope of  $21.4^\circ$ .

The fastest erosion processes was rockwall retreat in flysch badland with specific erosion rate of  $85 \text{ kg/m}^2$  per year or almost 3.5 to 5 cm per year in means of rockwall retreat.

In the same flysch badlands were also measured movements of debris through an erosion gully. A gully with a catchment area of approximately  $1000 \text{ m}^2$  and with average slope of  $46^\circ$  was dammed. Almost 19 t of flysch material was accumulated behind the dam in twelve months.

Measurements of chemical denudation in the Dragonja river basin show chemical denudation rate of 0.066 mm per year.

Key words: geomorphology, pedogeography, erosion processes, soil erosion, rockwall retreat, Flysch, Dragonja river basin, Slovene Istria

## 1 UVOD

V porečjih potekajo različni erozijsko-denudacijski procesi hkrati, toda ali se zavedamo, kakšna je njihova hitrost ter kakšna so razmerja med njimi?

To je bil eden od razlogov, da smo v porečju Dragonje v letih 2005 in 2006 merili hitrosti štirih erozijsko-denudacijskih procesov (Zorn 2008; Zorn 2009a; 2009b): površinsko spiranje na treh različnih rabah tal, umikanje strmih golih flišnih pobočij in premikanje flišnega drobirja po erozijskih jarkih v erozijskih žariščih ter kemično denudacijo v porečju.

## 2 MERITVE

Meritve erozije prsti, sproščanja fliša in premikanja gradiva po erozijskem jarku so potekale tedensko, vzorčenja vode za ugotavljanje kemične denudacije pa mesečno. Predvsem za sproščanje fliša je pomembno, da je bila v obdobju meritev povprečna letna minimalna temperatura zraka v Kopru za  $1,4^{\circ}\text{C}$  nižja, povprečna zimska minimalna temperatura pa kar za  $2,4^{\circ}\text{C}$  nižja od dolgoletnega povprečja (1961–1990; Klimatografija 1995; Dnevne 2006). Za vodno erozijo je pomembno, da je bila količina padavin na portoroškem letališču v času meritev višja od večletnega povprečja (1991–2005) slabih 85 mm oziroma 8,2 % v obdobju maj 2005–april 2006 (Povzetki 2007; Dnevne 2007).

### 2.1 Površinsko spiranje

Erozija prsti je odstranjevanje delcev prsti in preperine z naravnimi agensi, marsikje pospešeno zaradi delovanja človeka (goloseki, čezmerna paša, poti) in živali, ki je intenzivnejše od nastajanja prsti (Komac in Zorn 2005; Zorn in Komac 2005). Vodna erozija prsti je sestavljena iz površinskega spiranja (medžlebične erozije) in žlebične erozije.

Naše meritve so potekale na osmih zaprtih erozijskih poljih velikosti  $1\text{ m}^2$  v bližini vasi Marezige. Dve erozijski polji smo postavili na golo prst v oljčnik s povprečnim naklonom  $5,5^{\circ}$ , dve na travnik s povprečnim naklonom  $9,4^{\circ}$  in štiri v gozd (dve na pobočje s povprečnim naklonom  $7,8^{\circ}$  in dve na pobočje s povprečnim naklonom  $21,4^{\circ}$ ).

Posode, v katere se je stekal odtok iz erozijskega polja, smo praznili enkrat na teden. V laboratoriju smo izmerili količino vode v lovilnih posodah in dobili tedenski površinski odtok, ter iz celotnega vzorca vzeli reprezentativen manjši vzorec, ki smo ga dali analizirati v laboratorij Inštituta za zdravstveno hidrotehniko Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani, kjer so po standardu DIN 38409-H2 ugotavljali količino suspendiranih (neraztopljenih) snovi v njem. Vzorce so sušili pri temperaturi od  $103$  do  $105^{\circ}\text{C}$ .

Kljub kratkotrajnosti naših meritev se je pokazalo, da večji padavinski dogodki prispevajo velik delež k letnemu sproščanju gradiva. V vsem obdobju meritev so bile najbolj erozivne padavine v tednu med 5. in 12. 8. 2005 (tedenska erozivnost padavin je bila  $1235,91\text{ MJ}\cdot\text{mm}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ ; 11. 8. 2005 so bile maksimalne 30-minutne padavine 42,8 mm, dnevna erozivnost padavin pa  $1110,5\text{ MJ}\cdot\text{mm}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ ). Na goli prsti v oljčniku se je v tem tednu sprostilo do 30 %, na travniku pa do 24 % letoletnega gradiva. Zaradi popolne olistanosti dreves je bil delež odnesenega gradiva v gozdu ustrezno manjši. V gozdu z manjšim naklonom je znašal 15 %, v gozdu z večjim naklonom pa ta delež med ekstremi niti ne izstopa oziroma je celo manjši od erozije v posameznih tednih hladnega dela leta, ko so bile krošnje brez listja, padavine pa so imele bistveno manjšo erozivnost (Zorn 2008; Zorn in Petan 2008).

Letno se je na goli prsti sprostilo do  $9\text{ kg prsti/m}^2$ , na travniku do  $170\text{ g/m}^2$ , v gozdu z manjšim naklonom do  $390\text{ g/m}^2$  in v gozdu z večjim naklonom do  $415\text{ g/m}^2$ . Na goli prsti se

je površje v času meritev znižalo za skoraj centimeter, v gozdu ni doseglo niti pol milimetra, na travniku pa je bilo zanemarljivo in je znašalo slabo petino milimetra (Preglednica 1). V preglednici 5 ekstrapoliramo merjene vrednosti na daljša časovna obdobja, ob predpostavki, da bi bili pogoji isti kot so bili v času meritev. V desetih letih lahko na goli prsti ob takšni predpostavki pričakujemo znižanje površja do 9 cm, v sto letih pa celo do slabega metra. Ob teh podatkih se pojavi vprašanje ali se različna hitrost erozije prsti (oz. zniževanja površja) na različnih rabah tal po nekaj sto letih pozna v morfologiji pokrajine? Dejstvo je, da se reliefne spremembe na obdelovalnih površinah dogajajo (glej Komac in Zorn 2005; Zorn in Komac 2005). Ponekod v Sloveniji obdelava zemljišč na istih mestih poteka že prek 1000. Mason (1995) na primer za okolico Adlešičev piše, da se je na spodnji terasi zaradi erozije iz zgornje terase v zgodovinski dobi odložil »... štiri metre širok depozit ...«.

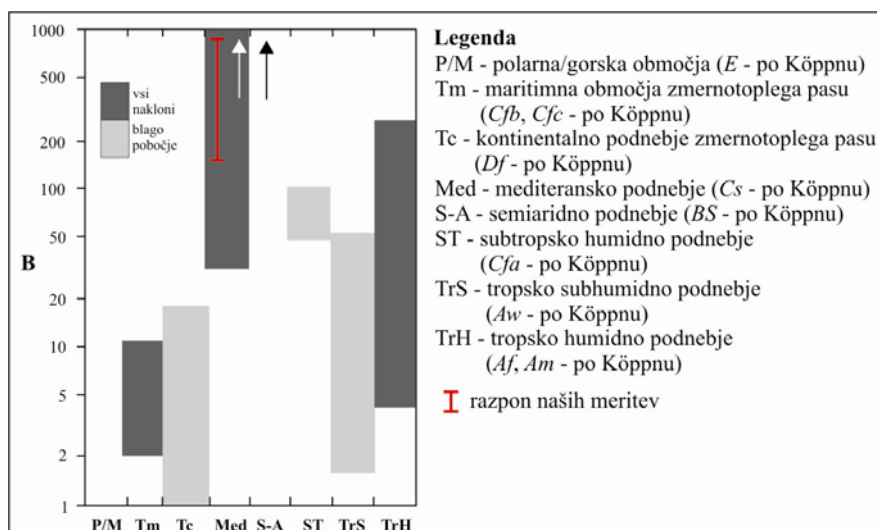
Ob zgornjih podatkih pa ne smemo pozabiti, da površinsko spiranje prispeva le okrog 20 % k celotni vodni eroziji prsti, kot pišeta Govers in Poesen (1988).

	gola prst			travnik			gozd – manjši naklon			gozd – večji naklon		
	erozija prsti		zniževanje površja	erozija prsti		zniževanje površja	erozija prsti		zniževanje površja	erozija prsti		zniževanje površja
	g/m <sup>2</sup>	kg/ha	mm	g/m <sup>2</sup>	kg/ha	mm	g/m <sup>2</sup>	kg/ha	mm	g/m <sup>2</sup>	kg/ha	mm
povprečno na teden	173,34	1733,35	0,16	3,23	32,34	0,003	7,52	75,22	0,01	7,98	79,78	0,01
skupaj (leto)	9013,43	90.134,31	8,54	168,15	1681,51	0,16	391,15	3911,49	0,37	414,87	4148,68	0,39

Preglednica 1: Površinsko spiranje in zniževanja površja na različnih rabah tal v obdobju 28. 4. 2005–26. 4. 2006.



Slika 1: Erozijsko polje na goli prsti v oljčniku in gradivo ujeta v lovilno posodo v tednu med 7. 4. in 13. 4. 2005 (fotografija: Matija Zorn).



Slika 2: Umestitev meritev glede na Sredozemsko podnebje in primerjava z meritvami v drugih podnebnih tipih ( $1 B$  (Bubnoff) =  $1 \text{ mm}/1000 \text{ let} = 1 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{leto}^{-1}$ ). Podatke o eroziji za različne tipe podnebja sta zbrala Saunders in Young (1983; Young in Saunders 1986).

## 2.2 Sproščanje fliša

Strma gola pobočja (erozijska žarišča) so morfogenetska posebnost flišnega dela Istre. Obstajajo linijske – to so erozijski jarki ali struge hudournikov, in ploskovne oblike – te so lahko v obliki strmih sten ali v obliki rebrastega reliefa na položnejših pobočjih (Jurak in Fabić 2000).



Slika 3: Erozijsko žarišče, kjer so potekale meritve (fotografija: Matija Zorn).

Pri meritvah smo uporabili pol odprta erozijska polja. Pol odprta, ker so bila omejena z robom pobočja na vrhu polja (zaprta od zgoraj), odprta pa so bila ob straneh. Postavili smo štiri erozijska polja z velikostjo prispevnih površin  $1,8\text{--}4,5 \text{ m}^2$ .



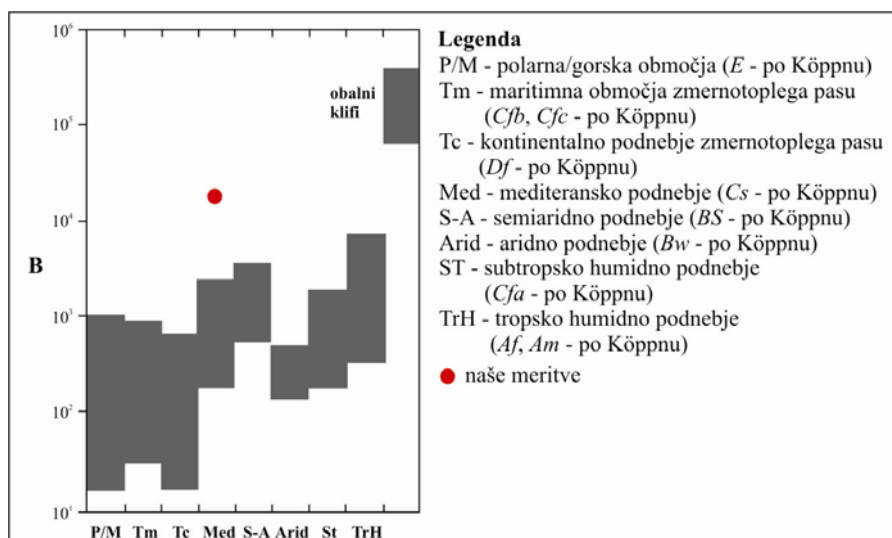
Slika 4: Erozijski polji za merjenje sproščanje flišnih kamnin oz. za spremljanje umikanja strmih flišnih pobočij (fotografija: Matija Zorn).

Sproščanje fliša je v obdobju 28. 4. 2005–26. 4. 2006 znašalo približno  $85 \text{ kg/m}^2$  na leto, kar pomeni, da se pobočje umika od približno  $35 \text{ mm/leto}$  (prostorninska masa fliša  $2300 \text{ kg/m}^3$ ; Miščević, Števanic in Štambuk-Cvitanović 2008) do skoraj  $50 \text{ mm/leto}$  (prostorninska masa fliša  $1680$  do  $1700 \text{ kg/m}^3$ ; Petkovšek, Klopčič in Majes 2008). Ekstrapolacija meritev na daljša časovna obdobja kaže, da se pobočja v desetih letih lahko umaknejo za približno  $0,35$ – $0,50 \text{ m}$  oziroma  $35$ – $50 \text{ m}$  v sto letih (preglednica 5; Zorn in Mikoš 2008).

Ob teh podatkih se kot pri eroziji prsti postavlja vprašanje vloge erozijskih žarišč v recentni morfordinamiki. Če npr. privzamemo, da so erozijska žarišča v sredozemskih pokrajinah nastala v zgodovinski dobi (Poesen in Hooke 1997), potem se je dolina Dragonje na območju erozijskih žarišč v nekaj sto letih razširila za nekaj deset metrov. Večji posegi (predvsem izsekavanje gozda) so v porečju Dragonje znani od sredine 15. stoletja. Če pa verjamemo De Ploey-ju (1992) in so erozijska žarišča v južni Evropi stara med  $2700$  in  $40.000$  let (Poesen in Hooke 1997), torej segajo v čas še bolj ekstremnih podnebnih razmer, potem je njihova vloga pri izoblikovanju dolin v sredozemskih pokrajin podcenjena nasproti kombinaciji rečne erozije in neotektonskega delovanja.

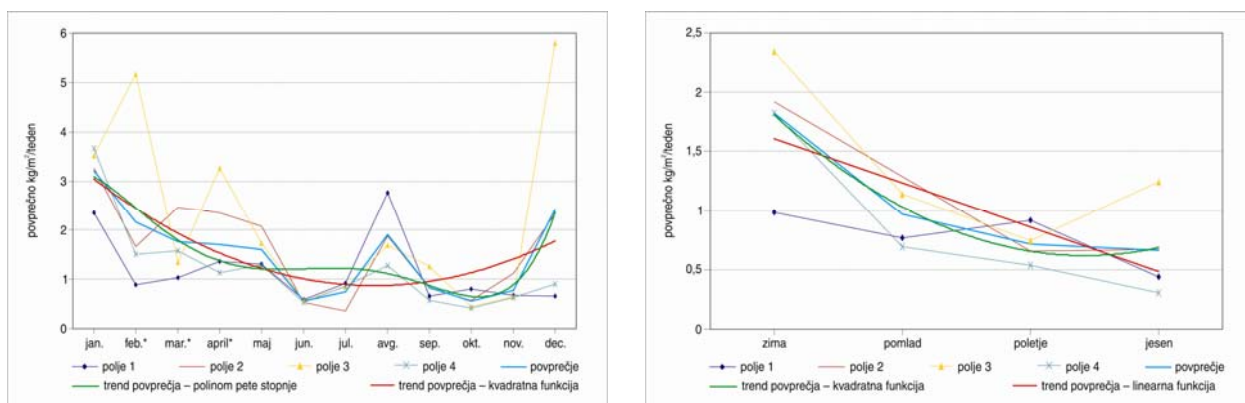
	sproščanje fliša		
	kg/m <sup>2</sup>	kg/ha	mm
povprečno na teden	1,62	16.203,47	0,70–0,95
skupaj (leto)	84,26	842.580,20	36,63–49,22

Preglednica 2: Sproščanje flišnih kamnin in umikanje pobočja v obdobju 28. 4. 2005–26. 4. 2006.



Slika 5: Umestitev meritev glede na Sredozemsko podnebje in primerjava z meritvami v drugih podnebnih tipih ( $1 B$  (Bubnoff) =  $1 \text{ mm}/1000 \text{ let} = 1 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{leto}^{-1}$ ). Podatke o eroziji za različne tipe podnebja sta zbrala Saunders in Young (1983; Young in Saunders 1986).

V času naših meritev smo opazili tri viške sproščanja fliša (slika 6). Primarni je povezan z izmenjavanjem negativnih in pozitivnih temperatur prek dneva v hladnejšem delu leta, sekundarni in terciarni pa sta povezana z močnejšimi padavinami spomladi in poleti.



Sliki 6 in 7: Sproščanje flišnih kamnin po mesecih (levo) in po letih časih (desno).

Podatki po letnih časih kažejo trend (slika 7) upadanja sproščanja fliša od zime proti jeseni. Sproščanje je najintenzivnejše pozimi, spomladi sledi padec skoraj za polovico in nato skoraj poravnana količina sproščenelega gradiva poleti in jeseni. To kaže na tesno povezanost sproščanja gradiva z mrzlim delom leta. Manjše sproščanje gradiva poleti in jeseni, je povezano predvsem z manjšo intenzivnostjo preperevanja, ki manj gradiva »privede« do sprožitve. Ker je na razpolago manj »labilnega« gradiva, tudi intenzivnejše padavine ne sprožijo toliko gradiva, kot zmrzalno preperevanje pozimi.

### 2.3 Premikanje gradiva po erozijskem jarku

Erozijski jarki nastajajo s kanaliziranjem površinskega toka, predvsem tam, kjer so že reliefno (naravno) zasnovane linije odtoka, pa tudi ob raznih antropogenih oblikah (npr. izkopih, njivskih brazdah, mejah parcel, poteh in cestah).

Za merjenje premikanja gradiva po erozijskem jarku smo enega pregradili. Prispevna površina za pregrado je bila 0,1 ha. V obdobju 28. 4. 2005–26. 4. 2006 se je za pregrado odložilo skoraj 19 t flišnega drobirja.



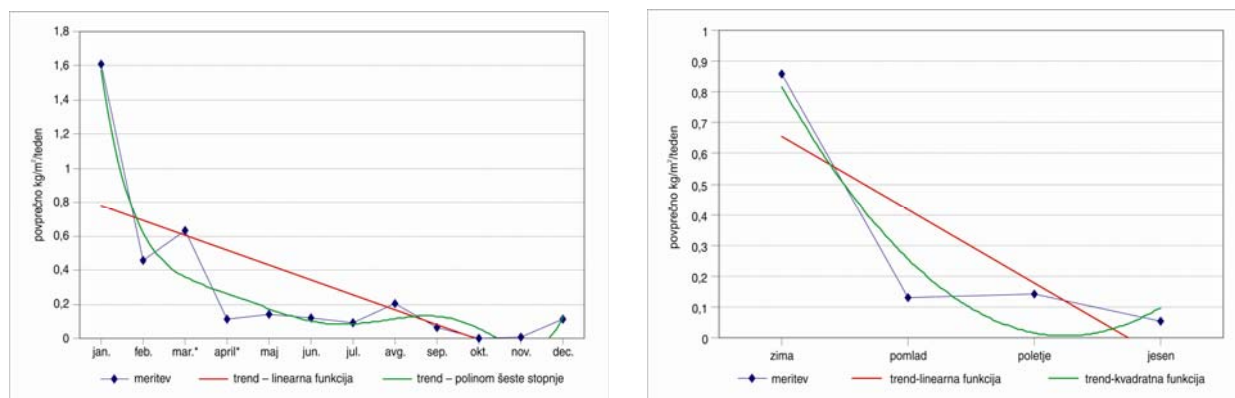
Slika 8: Pregrada v erozijskem jarku (fotografija: Matija Zorn).

	kg/m <sup>2</sup>	kg/ha	umikanje pobočij (mm)
povprečje na teden	0,28	2738,86	0,12–0,16
skupaj (leto)	14,46	145.159,70	6,31–8,48

Preglednica 3: Premikanje sproščenih flišnih kamnin po erozijskem jarku v obdobju 28. 4. 2005–26. 4. 2006.

Vpliv ekstremnih dogodkov na erozijske procese je bil pri premikanju gradiva po erozijskem jarku največji. V tednu med 19. 1. 2006 in 26. 1. 2006 se za pregrado ujelo kar 52 % celoletnega gradiva, še 30 % pa se ga je ujelo v sedmih tednih z več kot 3 % ujetega celoletnega gradiva. V preostalih 44 tednih se je ujelo le 18 % gradiva. Viški so posledica suhih kamnitih tokov, ki se v jarku prožijo, če je v jarku zadostna količina gradiva in če piha močan veter, ki do določene globine popolnoma posuši gradivo. Vlažno flišno gradivo z obilo glinenih delcev je namreč težje mobilno oziroma se premika le ob močnejših padavinah.





Sliki 9 in 10: Premikanje flišnih kamnin v erozijskem jarku po mesecih (levo) in po letnih časih (desno).

Po erozijskem jarku se je največ gradiva premikalo v prvih treh mesecih leta, sekundarni višek pa je bil avgusta (slika 9). Avgust je bil mesec z največjo erozivnostjo padavin, a je po količini premaknjene gradiva daleč za prvimi tremi meseci v letu. Izstopajoč januar gre na račun omenjenih kamnitih tokov v tednu pred 26. 1. 2006. Ti so nastajali tudi februarja in marca, vendar v jarku ni bilo toliko gradiva.

Vpliv količine gradiva na premikanje v jarku pokaže primerjava med tednom pred 23. 3. 2006 in tednom pred 12. 8. 2005. V marčevskem tednu je bila erozivnost padavin okrog  $100 \text{ MJ}\cdot\text{mm}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ , premaknjene pa je bilo 3,34 % celoletnega gradiva. V avgustovskem tednu pa je bila erozivnost padavin kar  $1235,91 \text{ MJ}\cdot\text{mm}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ , premaknjene pa je bilo le enkrat več gradiva. V prvem primeru je bilo v jarku veliko gradiva, saj so številni prehodi iz pozitivnih v negativne temperature povzročili veliko sproščanje gradiva z njegovih pobočij. Do poletja se je sproščanje s pobočij umirilo in v jarku je bilo iz tedna v teden manj gradiva. Primanjkljaj gradiva v jarku je še bolj opazen v jesenskih mesecih, ko je bilo kljub jesenskim (zlasti novembrskim) padavinam premaknjenega najmanj gradiva.

## 2.4 Kemična denudacija

Kemična denudacija se največkrat meri na kraškem reliefu in tam kjer kamnine vsebujejo visoko vrednost karbonatov. Flišne kamnine v Istri imajo tudi do 75 % vsebnosti karbonatov (Magdalenic 1972)

Za ugotavljanje kemične denudacije v porečju Dragonje smo enkrat na mesec merili trdoto vode pri vodomerni postaji pod Kaštelom, nekaj kilometrov pred izlivom v Jadransko morje. Merili smo količino raztopljenih snovi predvsem kalcijevih ( $\text{Ca}^{2+}$ ) in magnezijevih ( $\text{Mg}^{2+}$ ) ionov.

Naši rezultati kažejo, da se zaradi kemične denudacije površje v porečju Dragonje znižuje s hitrostjo 66 mm na 1000 let. To je nekoliko več od starejših navedb Gamsa (1974; 2003), ki je hitrost zniževanje ocenil na 62 mm na 1000 let.

## 3 PRIMERJAVA MERITEV

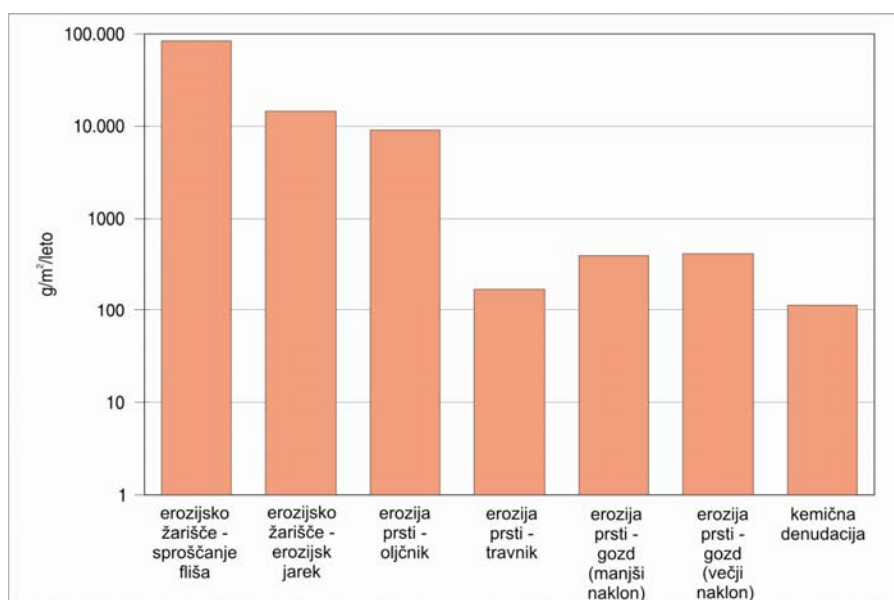
V porečjih potekajo različni erozijsko-denudacijski procesi hkrati, njihove hitrosti pa se močno razlikujejo. Predstavljene meritve omogočajo, da primerjamo hitrosti nekaterih izmed njih.

Najhitrejši so procesi na strmih golih flišnih pobočjih, sledi proces premikanja gradiva po erozijskem jarku, ki je počasnejši za skoraj za faktor 6. Za približno faktor 9 pa je počasnejše

površinsko spiranje na goli prsti. Za faktor prek 200 je erozija prsti v gozdu počasnejša kot sproščanje fliša na strmih flišnih pobočjih. Na travniku ta faktor naraste na prek 500. Najpočasnejša je kemična denudacija, ki je kar za faktor 744 počasnejša od sproščanja fliša na strmih flišnih pobočjih.

	umikanje golega strmega flišnega pobočja	premikanje gradiva po erozijskem jarku	erozija prsti na goli prsti	erozija prsti na travniku	erozija prsti v gozdu (manjši naklon)	erozija prsti v gozdu (večji naklon)	kemična denudacija
specifično sproščanje (g/m <sup>2</sup> /leto)	84.258,02	14.455,27	9013,43	168,15	391,15	414,8	113,32
razmerje glede na golo strmo flišno pobočje	1	0,17	0,11	0,002	0,005	0,005	0,001
razmerje glede na erozijski jarek na golem strmem flišnem pobočju	5,83	1	0,62	0,01	0,03	0,03	0,008
razmerje glede na erozijo prsti na goli prsti	9,35	1,60	1	0,02	0,04	0,046	0,013
razmerje glede na erozijo prsti na travniku	501,09	85,97	53,60	1	2,33	2,47	0,67
razmerje glede na erozijo prsti v gozdu (manjši naklon)	215,41	36,96	23,04	0,43	1	1,06	0,29
razmerje glede na erozijo prsti v gozdu (večji naklon)	203,10	34,84	21,73	0,41	0,94	1	0,27
razmerje glede na kemično denudacijo	743,53	127,56	79,54	1,48	3,45	3,66	1

Preglednica 4: Hitrost različnih erozijsko-denudacijskih procesov in razmerja med njimi v obdobju od 28. 4. 2005 do 26. 4. 2006.



Slika 11: Hitrost različnih erozijsko-denudacijskih procesov v obdobju od 28. 4. 2005 do 26. 4. 2006.

v ... letih	gola strma flišna pobočja	erozijski jarek	gola prst	travnik	gozd – manjši naklon	gozd – večji naklon	kemčna denudacija
	umikanje pobočij	umikanje pobočij	zniževanje površja	zniževanje površja	zniževanje površja	zniževanje površja	zniževanje površja
	m	m	m	m	m	m	m
1	0,049	0,009	0,0085	0,0002	0,0004	0,0004	0,00007
10	0,49	0,09	0,085	0,002	0,004	0,004	0,0007
100	4,92	0,85	0,854	0,016	0,037	0,039	0,007
1000	49,22	8,48	8,54	0,16	0,37	0,39	0,066

Preglednica 5: Zniževanje površja/umikanje pobočij v različnih časovnih obdobjih, ob predpostavki, da so razmere takšne, kot so bile v času meritev (28. 4. 2005–26. 4. 2006).

#### 4 SKLEP

Predstavljane meritve so potekale v obdobju, ki je bilo po količini padavin in po nizkih temperaturah nadpovprečno. Meritve lahko zato pomenijo nadpovprečno sproščanje gradiva. Vendar podnebna odstopanja niso bila velika in veljajo le za zadnjih nekaj desetletij, za prejšnja stoletja pa so že bila značilna npr. hladnejša obdobja (mala ledena doba). Zato lahko na podlagi predstavljenih meritev trdimo, da so erozijsko-denudacijski procesi v sredozemskih flišnih pokrajinah hitri. Pobočja erozijskih žarišč se umikajo tudi več decimetrov na leto, z erozijo prsti pa se nezaščiteni pobočja znižujejo tudi do več centimetrov na leto. Ta intenzivnost uvršča erozijsko-denudacijske procese med pomembne oblikotvorne dejavnike sredozemskih flišnih pokrajin.

#### 5 VIRI IN LITERATURA

- De Ploey, J. 1992. Gullyng and age of badlands: an application of the erosional susceptibility model Es. Catena, Supplement 23. Cremlingen.
- Dnevne padavine: Portorož. 2007. Agencija Republike Slovenije za okolje. Ljubljana.
- Dnevne temperature: Koper. 2006. Agencija Republike Slovenije za okolje. Ljubljana.
- Gams, I. 1974: Kras: zgodovinski, naravoslovni in geografski oris. Ljubljana.
- Gams, I. 2003: Kras v Sloveniji v prostoru in času. Ljubljana.
- Jurak, V., Fabič, Z. 2000: Erozijska kišom u slivu bujičnog vodotoka u središnjoj Istri. Zbornik radova: 2. hrvatski geološki kongres. Zagreb.
- Klimatografija Slovenije 1961–1990: Temperature zraka. 1995. Hidrometeorološki zavod. Ljubljana.
- Komac, B., Zorn, M. 2005: Soil erosion on agricultural land in Slovenia – measurements of rill erosion in the Besnica valley. Acta geographica Slovenica 45-1. Ljubljana.
- Magdalenic, Z. 1972: Sedimentologija fliških naslaga srednje Istre. Acta geologica 7-2. Zagreb.
- Mason, P. F. J. 1995. Neolitska in eneolitska naselja v Beli krajini: naselja v Gradcu in izraba prostora v času od 5. do 3. tisočletja BC. Poročilo o raziskovanju paleolitika, neolitika in eneolitika v Sloveniji 22. Ljubljana.
- Miščević, P., Števanic, D., Štambuk-Cvitanović, N. 2008: Slope instability mechanisms in dipping conglomerates over weathered marls: Bol landslide, Croatia. Environmental Geology 56-7. Berlin.
- Ogrin, D. 1992: Dendrogeomorphological analysis of erosion processes – two case studies from Koprsko primorje (Slovenia). Proceedings of the International Symposium 'Geomorphology and Sea' and the Meeting of the Geomorphological Commission of the Carpatho-Balkan Countries. Zagreb.
- Petkovšek, A., Klopčič, J., Majes, B. 2008: Terraced landscapes and their influence on the slope stability. Living Terraced Landscapes: Perspectives and Strategies to Revitalise the Abandoned Regions: International Conference. Ljubljana.
- Petkovšek, G. 2002: Kvantifikacija in modeliranje erozije tal z aplikacijo na povodju Dragonje. Doktorsko delo, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Povzetki klimatoloških analiz; letne in mesečne vrednosti za nekatere postaje v obdobju 1991–2005: Portorož. 2007. Agencija Republike Slovenije za okolje. Ljubljana.

- Saunders, I., Young, A., 1983: Rate of surface processes on slope, slope retreat and denudation. *Earth Surface Processes and Landforms* 8-5. Chichester.
- Young, A., Saunders, I. 1986: *Surface processes and denudation. Hillslope Processes*. Boston.
- Zorn, M. 2008: Erozijski procesi v slovenski Istri. *Geografija Slovenije* 18. Ljubljana.
- Zorn, M. 2009a: Erosion processes in Slovene Istria. Part 1, Soil erosion. *Acta geographica Slovenica* 49-1. Ljubljana.
- Zorn, M. 2009a: Erosion processes in Slovene Istria. Part 2, Badlands. *Acta geographica Slovenica* 49-2. Ljubljana.
- Zorn, M., Komac, B. 2005. Erozijski procesi na kmetijskih zemljiščih v Sloveniji. *Ujma* 19. Ljubljana.
- Zorn, M., Mikoš, M. 2008: Umikanje skalnih pobočij na erozijskih žariščih v slovenski Istri. *Geologija* 51-1. Ljubljana.
- Zorn, M., Petan, S. 2008: Interrill soil erosion on flysch soil under different types of land use in Slovenian Istria. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 4. London.

---

## **PREVENTIVA PRED NARAVNIMI NESREČAMI**

---

## **PRIPRAVA NAČRTOV ZA OBVLADOVANJE POPLAVNE OGROŽENOSTI**

Darko ANZELJC <sup>a)</sup>, Blažo ĐUROVIĆ <sup>a)</sup> in Gabrijela GRČAR <sup>b)</sup>

<sup>a)</sup> Inštitut za vode Republike Slovenije, Hajdrihova 28c, 1000 Ljubljana, e-pošta: darko.anzeljc@izvrs.si; blazo.djurovic@izvrs.si

<sup>b)</sup> Ministrstvo za okolje in prostor, Direktorat za okolje, Sektor za vode, Dunajska 48, 1000 Ljubljana, e-pošta: gabrijela.grcar@gov.si

### **IZVLEČEK**

V prispevku je predstavljen osnutek okvirnega programa ocene in obvladovanja poplavne ogroženosti za obdobje 2009–2015 in utemeljena nujnost hitre in kakovostne priprave strokovnih podlag, ki bodo osnova priprave celovitih preventivnih ukrepov za omejitev povečevanja obsega poplavno ogroženih območij in zmanjšanje sedanje stopnje poplavne ogroženosti ob upoštevanju ekonomske učinkovitosti. Predstavljena in komentirana so tudi vsebina in posledice podzakonskih aktov, ki opredeljujejo metodologijo določanja poplavnih območij ter pogoje in omejitve za izvajanje dejavnosti in posegov v prostor na teh območjih, kakor tudi njihova pravna ureditev. Poplavna direktiva Evropske zveze vpeljuje celovito obravnavo poplavne problematike na ravni vodnih območij oziroma porečij in povodij ter opredeljuje vsebino in časovnico priprave načrtov za obvladovanje poplavne ogroženosti. Direktiva uvaja prednostno načelo preventivnega obvladovanja tveganj in zavezuje k določitvi ciljev in izvajanju ukrepov za zmanjšanje poplavne ogroženosti. Po skoraj zaključenem prenosu njenih določb v nacionalni pravni red, lahko pričakujemo stopnjevanje dela na pripravi strokovnih podlag za odločanje, težave pa lahko nastopijo pri usklajevanju kart na ravni mednarodnih vodnih območij ter njihovo integracijo z vodno direktivo in načrti upravljanja voda.

Ključne besede: poplave, poplavna direktiva, načrtovanje, nevarnost, ogroženost, Slovenija

### **Preparation of Flood Risk Management Plans**

#### **ABSTRACT**

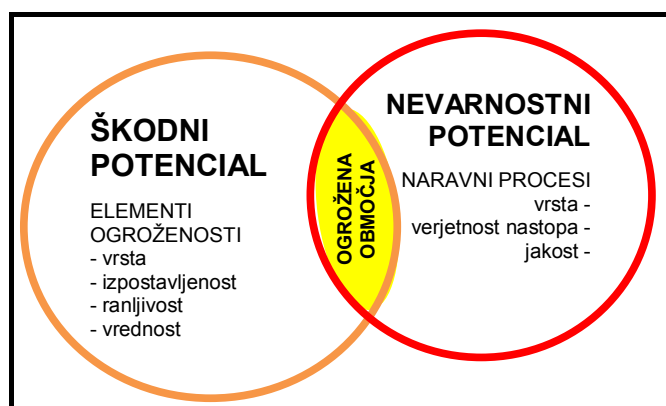
This article introduces a draft of the framework action programme for assessment and management of flood risk for the period 2009-2015 as well as arguments for an immediate preparation of quality expert valuation. This would enable the preparation of preventive measures for limiting the flood risk areas expansion, as well as reducing the present level of flood risk taking into account cost - benefit analysis. The article provides comments on the content and consequences of two existing regulations, one of them defining methodology for risk area determination, and other defining conditions and limitations regarding constructions and activities on these areas, as well as the intention of this kind of regulation. The European flood directive is providing a holistic approach in flood risk management at the river basin district scale and river basin scale respectively and defines the contents and time plan for preparation of flood risk management plans. The directive introduced the basic principle of preventive management of risks binding us to define the objectives and to implement the measures for flood risk reduction. After almost finalizing its transfer to national regulations the process of decision making expert basis preparation is expected to intensify. Problems are anticipated during harmonization of maps at the level of international river districts and during integration with the water framework directive and river basin management plans.

Key words: floods, flood directive, planning, hazard, specific risk, Slovenia

## 1 UVOD

Poplave povzročajo smrtne žrtve, gospodarske izgube, družbene spremembe in okoljske posledice. Škoda na območjih poplavljanja je ponavadi razmeroma velika in vključuje poškodbe bivalnih objektov, prometne in gospodarske javne infrastrukture, trgovskih in industrijskih podjetij, pridelka na kmetijskih zemljiščih in drugo. Pogosto so prekinjeni tudi družbeni in gospodarski procesi. Naravno okolje lahko ob poplavah ogrozijo okolju škodljive snovi, ki se sprostijo ob poškodbi ali uničenju objektov, kjer se predelujejo ali hranijo.

Poplavna škoda nastane zaradi realizacije poplavne nevarnosti, ki jo ponavadi opredelimo z njeno jakostjo in pogostostjo nastopa na določenem območju. Naravna pojava ali dogodka (poplava, potres, požar, nevihta, zemeljski plaz in podobno), ki v območju svojega delovanja družbi ne more povzročiti škode, ne moremo šteti za nevarnost, podobno kot škoda ne nastane, če na nevarnem območju ni potenciala za nastanek škode. Nevarnostni potencial naravnih dogodkov je torej skupek vseh možnih nevarnostnih scenarijev na izbranem območju, škodni potencial pa skupek možnih škod ob nastopu določene nevarnosti in je opredeljen z izpostavljenostjo, razporeditvijo, odpornostjo in vrednostjo fizičnih elementov prostora. Prostorsko in časovno sovpadanje obeh potencialov povzroča družbeno, gospodarsko in okoljsko ogroženost (slika 1). Pojmi in izrazje teorije tveganj so podrobneje obravnavani v Đurović in Mikoš (2006) in Mikoš (2007).



Slika 1: Opredelitev ogroženih območij (prirejeno po Romang 2004).

Nevarnostni potencial poplavnih dogodkov se bo tudi v prihodnje verjetno povečeval, tako zaradi spreminjanja podnebnih razmer kot tudi neustreznega upravljanja porečij in spreminjanja pokrovnosti tal. Ob sočasnem povečevanju škodnega potenciala zaradi povečevanja območij pozidave, večanja ranljivosti objektov (neobstoje protipoplavnih gradbenih standardov) in njihove izpostavljenosti (nezadostno opozarjanje, ozaveščenost in pripravljenost na dogodke) ter vnosa vrednih premičnin v objekte, lahko pričakujemo pojavljanje obsežnejših in bolj tveganih konfliktnih območij, ki jih bo treba upoštevati pri načrtovanju upravljanja voda.

Urejanje voda obsega skrb za ohranjanje in uravnavanje vodnih količin, varstvo pred škodljivim delovanjem voda, vzdrževanje vodnih in priobalnih zemljišč in skrb za hidromorfološko stanje vodnega režima. Temeljna naloga državne uprave je zagotoviti celovito izvajanje ukrepov za zmanjšanje škodljivega delovanja voda z uporabo prostorskega in vodnega načrtovanja, obveščanja, izobraževanja in osveščanja ljudi ter alarmiranja ob dogodkih. Zagotavljanje varstva pred poplavami je razmeroma dobro na področju ukrepanja v sili in ponovne vzpostavitve stanja pred dogodki (zlasti vzpostavitev infrastrukture),

pomanjkljivo pa na področjih analize dogodkov, opozarjanja in poplavno odporne rekonstrukcije, ki je usmerjena predvsem v intervencijsko vzdrževanje na vodotokih. Ob vsem tem je ključnega pomena preventivno obvladovanje tveganj zaradi naravnih nevarnosti (Đurović in Mikoš 2004), ki pa je nekoliko zapostavljeno na račun tega, da v kratkem času ponavadi ni moč opaziti rezultatov (ukrepi prostorskega načrtovanja, vzpostavitev sistema prioritet, priprava kart in posledično tudi kakovostnejša organizacija pripravljenosti na dogodke, celovito vodno načrtovanje in načrtovanje urejanja vodotokov). Direktiva 2007/60/ES Evropskega parlamenta in Evropskega sveta z dne 23. oktobra 2007 o oceni in obvladovanju poplavne ogroženosti (v nadaljevanju: poplavna direktiva) naj bi z uvedbo načela preventivnega delovanja z zmanjševanjem tveganj namesto zagotavljanja določene stopnje varnosti, izboljšala stanje na tem področju, saj je usmerjena zlasti v preprečitev bodočih gradenj, zaščito obstoječih območij poplavljanja in v pripravljenost na poplavne dogodke.

Največje težave pričakujemo zlasti pri usklajevanju kart na ravni mednarodnih vodnih območij in v postopkih usklajevanja z direktivo Evropskega parlamenta in Sveta 2000/60/ES z dne 23. oktobra 2000 o določitvi okvira za ukrepe Skupnosti na področju vodne politike (v nadaljevanju: vodna direktiva) in načrti upravljanja voda, saj bo s ciljem zagotovitve trajnosti protipoplavnih ukrepov na območjih prekrivanja pogosto nasprotujočih si interesov okolja in družbe, potrebno izbirati kompromisne rešitve. Doseganje kompromisov pa je mogoče le z zagotavljanjem dostopnosti dokumentov strokovni in širši javnosti, kakor tudi z omogočanjem njenega sodelovanja.

## **2 IZVAJANJE POPLAVNE DIREKTIVE V SLOVENIJI**

Poplavna direktiva je bila pripravljena zaradi poplav v zadnjem desetletju in vse večjih škod v Evropski zvezi, z namenom vzpostavitve okvirja za oceno in obvladovanje poplavne ogroženosti s ciljem zmanjšanja škodljivih posledic poplav na zdravje ljudi, okolje, kulturno dediščino in gospodarske dejavnosti. Direktiva opredeljuje poplavo kot začasno prekritje zemljišča z vodo, ki običajno ni prekrita z vodo. Ta naj bi vključevala poplave, ki jih povzročijo reke, gorski hudourniki, občasni vodotoki ter poplave, ki jih povzroči morje na obalnih območjih, lahko pa izključuje poplave iz kanalizacijskih sistemov. Poplavna ogroženost pa je kombinacija verjetnosti nastopa poplavnega dogodka in potencialno škodljivih posledic za zdravje ljudi, okolje, kulturno dediščino in gospodarske dejavnosti.

Direktiva vpeljuje celovite preventivne metode in ukrepe obvladovanja poplavne ogroženosti, zlasti s pomočjo negradbenih ukrepov obveščanja in ozaveščanja, prostorskega načrtovanja, pravočasnega alarmiranja, zaščite in reševanja ter zavarovalništva, kakor tudi gradbenih ukrepov in standardov gradnje na poplavnih območjih. Članice Evropske zveze morajo na podlagi predhodne ocene poplavne ogroženosti in določitve pomembnejših ogroženih območij, pripraviti za ta območja načrte za obvladovanje poplavne ogroženosti in o njih tudi poročati. Načrti morajo vsebovati programe ukrepov, zasnovane na načelih solidarnosti in sprejemljivih razmerij stroškov, učinkov in koristi. Določitev ciljev obvladovanja poplavne ogroženosti (na ravni sprejemljivega tveganja) in časovnice izvajanja ukrepov za doseganje te ravni, je prepuščena posamezni državi članici, direktiva opredeljuje le vrsto strokovnih podlag, način in časovnico poročanja o dosežkih.

Poplavna direktiva v okviru skupne vodne politike Evropske zveze dopolnjuje vodno direktivo, ki poleg razvoja celovitih načrtov upravljanja s ciljem doseganja dobrega ekološkega in kemijskega stanja (okoljski cilji), zahteva tudi načrtovanje in izvajanje ukrepov za blažitev posledic poplav. To pomeni, da vodna direktiva dopušča možnost začasnega



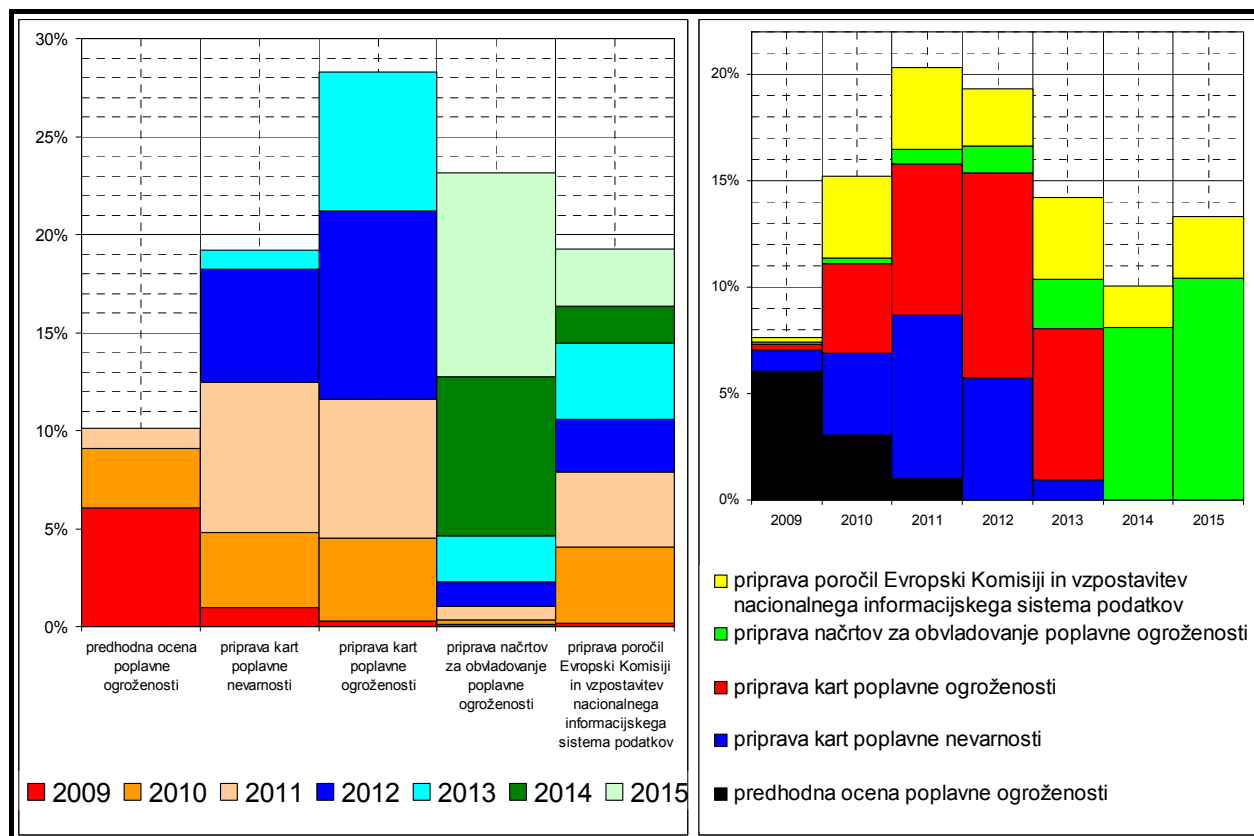
poslabšanja stanja voda zaradi nepredvidenih posledic poplav, vendar se ob pomoči ukrepov poplavne direktive pričakuje, da bodo izvedeni vsi možni ukrepi za zmanjšanje ogroženosti, tako zdravja ljudi kot tudi okolja, gospodarskih dejavnosti in kulturne dediščine. Posegi, tudi tisti zaradi zmanjševanja ogroženosti zaradi poplav, morajo biti zato načrtovani in izvedeni tako, da ne bodo pomembno poslabšali lastnosti vodnega režima in porušili naravnega ravnovesja vodnih in obvodnih ekosistemov.

Določbe poplavne direktive bomo v Sloveniji v prihodnjih letih izvajali na podlagi Okvirnega programa izvajanja direktive o oceni in obvladovanju poplavne ogroženosti (v nadaljevanju: okvirni program), ki je v pripravi in katerega namen je podati vsebinske, organizacijske, finančne in terminske okvire izvajanja na evropski ravni dogovorjenih politik. Okvirni program podaja vsebinsko časovnico izvajanja poplavne direktive, ki so ji dodani konkretizirani cilji. Časovnica z mejniki poročanja o posameznih vsebinah je v preglednici 1, ocena deleža sredstev, potrebnih za posamezne naloge iz okvirnega programa, pa na sliki 2.

<b>naloga</b>	<b>datum poročanja</b>	<b>nosilec</b>
prenos v nacionalni pravni red	23. oktober 2009	MOP
1. poročilo: podatki o odgovorni upravi	23. april 2010 (26. maj 2010)**	MOP
2. poročilo: predhodna ocena poplavne ogroženosti (določitev območij pomembnega vpliva poplav)	22. december 2011 (22. marec 2012)** (22. december 2018)*	MOP/IzVRS
3. poročilo: karte poplavne nevarnosti in ogroženosti (za območja pomembnega vpliva poplav)	22. december 2013 (22. marec 2014)** (22. december 2019)*	MOP/IzVRS
4. poročilo: načrt obvladovanja poplavne ogroženosti (za vodni območji Donave in Jadranskega morja)	22. december 2015 (22. marec 2016)**	MOP/IzVRS/MO (načrt varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami)
poročilo o obnovljenem načrtu	(22. december 2021)*	MOP/IzVRS/MO (načrt varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami)
* poročila se obnovijo vsakih 6 let		
** v primeru drugačne izbire pristojnih upravnih organov ali administrativne delitve, kot je opredeljena v vodni direktivi		

*Preglednica 1: Vsebinski okvir, časovni mejniki in nosilci izvajanja nalog poplavne direktive.*

Zahteve, ki jih pred nas postavlja poplavna direktiva, lahko povzročijo težave predvsem v procesu spreminjanja načina razmišljanja strokovne in širše javnosti, kakor tudi državne uprave in lokalne samouprave. Sprememba vzorca od zagotavljanja varnosti k zmanjševanju tveganj pomeni zavedanje o tem, da mora del tveganja prevzeti vsak posameznik in da ni moč doseči popolne varnosti.



Slika 2: Delež sredstev po poglavjih glede na celotna sredstva v obdobju 2009-2015 (levo) in delež sredstev po letih glede na celotna sredstva v obdobju 2009-2015 (desno).

Obdelava in prenos podatkov, vključno s statističnimi in kartografskimi podatki, lahko poteka prek tehničnih obrazcev, ki jih sprejme Komisija Evropske zveze vsaj dve leti pred datumom posameznih poročil ter ob upoštevanju trenutnih standardov in obrazcev, pripravljenih v skladu z ustreznimi akti Skupnosti. Pri pripravi poročila je treba upoštevati tudi vplive podnebnih sprememb, za kar pa bo seveda treba prej sprejeti strategijo prilagajanja podnebnim spremembam na področju upravljanja voda (Đurovič in sod. 2008).

Zakon o vodah (2002) uvršča med ogrožena območja tista območja, ki so ogrožena zaradi poplav (poplavna območja), erozije celinskih voda in morja (erozijska območja), zemeljskih ali hribinskih plazov (plazljiva območja) in snežnih plazov (plazovita območja). S spremembami in dopolnitvami Zakona o vodah ZV-1A (Uradni list Republike Slovenije 57/2008), Pravilnikom 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 (Uradni list Republike Slovenije 60/2007) ter Uredbo o pogojih in omejitvah za izvajanje dejavnosti in posegov v prostor na območjih, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja (Uradni list Republike Slovenije 89/2008), so bile v nacionalni pravni red prenesene določbe poplavne direktive, ki omogočajo začetek njenega izvajanja. Poleg tega pa omenjena podzakonska akta zagotavljata uporabo enotne metodologije za pripravo kart nevarnosti in ogroženosti, na podlagi katerih so predpisani pogoji in omejitve, kakor tudi celoviti ukrepi za zmanjšanje stopnje ogroženosti na poplavnih in erozijskih območjih.

Uredba je zamišljena izrazito preventivno, saj na podlagi kart nevarnosti varuje predvsem pred nastajanjem novih in postopno ureditev sedanjih poplavno in erozijsko ogroženih območij, hkrati pa omogoča izvedbo ukrepov za zmanjšanje trenutne stopnje ogroženosti.

Težave lahko nastopijo v vmesnem obdobju v času veljavnosti prehodnih določb, saj strokovne podlage še niso na voljo, pritisk investitorjev pa je vedno večji.

Poleg okvirnega programa je predviden tudi sprejem dodatnega podzakonskega akta, ki bo prenesel manjkajoča določila poplavne direktive v nacionalni pravni red (Pravilnik o vsebini in načinu priprave načrta obvladovanja poplavne ogroženosti), katerega namen je predpisati podrobno vsebino načrta in način njegove priprave. Poleg tega se kot pomemben ukrep za doseganje ciljev direktive načrtuje priprava predpisa za protipoplavno gradnjo (Pravilnika o načinih gradnje in opremi stavb na območju poplav), katerega cilj bo vzpostavitev uporabe standardov gradnje na območjih poplav z namenom zmanjšanja ranljivosti.

Zahtevna in hkrati tudi najbolj politično-ekonomsko pogojena naloga je opredelitev dolgoročnih ciljev urejanja voda oziroma zagotavljanja varstva pred škodljivim delovanjem voda. Direktiva namreč določa, da države članice določijo ustrezne cilje za zmanjšanje poplavne ogroženosti, zlasti pa za zmanjšanje morebitnih škodljivih posledic poplav za zdravje ljudi, okolje, kulturno dediščino in gospodarske dejavnosti. Poudarek je lahko na negradbenih ukrepih oziroma ukrepih za zmanjšanje verjetnosti nastopa poplav. V preglednici 2 je prikazano stanje poplavne nevarnosti kot ga določa opozorilna karta poplav v Sloveniji (IzVRS 2007b), približek stanja ogroženosti pa lahko razberemo iz prekritja s podatkovnim slojem CORINE Land Cover (EEA 2000).

porečje / povodje	površina območij poplavljanja	dolžina odsekov, ki poplavljaajo	Grajene površine	Kmetijske površine	Gozd in deloma ohranjene naravne površine	Z vodo namočene površine	Vodne površine
	(km <sup>2</sup> )	(km)	(km <sup>2</sup> )	(km <sup>2</sup> )	(km <sup>2</sup> )	(km <sup>2</sup> )	(km <sup>2</sup> )
MURA	172	83	2	111	57	0	2
DRAVA	212	6	5	180	21	1	5
SAVA	436	32	28	332	46	22	8
ZGORNJA SAVA	19	0	2	13	4	0	0
SREDNJA SAVA	228	4	15	172	19	20	2
SPODNJA SAVA	137	28	3	107	20	2	5
SAVINJA	52	0	8	40	3	0	1
SOČA	38	0	2	28	8	0	0
JADRANSKE REKE Z MORJEM	24	10	1	13	2	7	1
<b>SLOVENIJA</b>	<b>882</b>	<b>131</b>	<b>38</b>	<b>664</b>	<b>134</b>	<b>30</b>	<b>16</b>

Preglednica 2: Približek stanja poplavne nevarnosti in ogroženosti v Sloveniji (IzVRS 2007b).

V zvezi z zmanjšanjem poplavne ogroženosti si bomo morali na podlagi družbenega konsenza zastaviti tudi kvantitativne cilje do izbranega časovnega horizonta. Tudi Mikoš (2007) opozarja na usmerjanje v obvladovanje tveganj na dogovorjeni sprejemljivi ravni na nivoju države. Cilj zmanjšanja škodljivih posledic poplav je možno doseči le s sistematičnim pristopom na celotnem državnem ozemlju, pri čemer je najpomembnejša naloga preprečitev vnosa novega škodnega potenciala na do sedaj nenaseljena območja poplavne nevarnosti, s čimer se pri reševanju problematike omejimo na sedanja območja ogroženosti, poleg tega pa je pomembno izboljšati tudi:

1. obveščanje, ozaveščanje in izobraževanje javnosti o nevarnosti in ogroženosti ter možnostih samozaščite, saj popolne zaščite pred nevarnostjo ni in vedno preostane določeno tveganje, ki ga mora prevzeti družba in posameznik;
2. reševanje problematike sedanjih ogroženih območij na celovit način in po principu prioritet (območja pomembnega vpliva poplav) oziroma določanja sprejemljive stopnje ogroženosti (analiza stroškov in koristi);

3. spoštovanje omejitev in pogojev za gradnjo in dejavnosti na ogroženih območjih ter posledično omejitev vnosa novega škodnega potenciala na sedanja ogrožena območja, razen ob predhodni izvedbi ukrepov za zmanjšanje ogroženosti;
4. izvajanje celovitih ukrepov, ki obsegajo preventivno obvladovanje ogroženosti, pripravljenost na nevarne dogodke (napovedovanje, alarmiranje, ukrepanje v sili) in zaščito (ohranitev, obnova in rezervacija retencijskih površin);
5. dosledno predhodno izvajanje omilitvenih ukrepov kot dela celovitih ukrepov zaradi vpliva predvidenih novogradenj na aktualne gradnje in dejavnosti.

### **3 PRIPRAVA KAKOVOSTNIH STROKOVNIH PODLAG ZA ODLOČANJE**

Določanje poplavnih območij temelji na analizi geografskih, geoloških in hidroloških značilnosti pokrajine, hidroloških podatkov ter značilnosti vodnega toka, historičnih in arhivskih podatkov o preteklih poplavnih dogodkih, že izdelanih poplavnih študij, podatkov o škodnih posledicah poplav, presoj tveganja za okolje, bodočih vplivov na pojav poplav z upoštevanjem dolgoročnega razvoja in podnebnih sprememb ter drugih značilnosti, pomembnih za poplavne dogodke.

Opozorilna karta poplav, zasnovana že pred več kot desetletjem (Anzeljc in sod. 1995) in pozneje nadgrajena do današnje vsebine (medmrežje 1), predstavlja prvo operativno raven in prikazuje obseg območij poplavljanja glede na pogostost pojava (pogoste, redke in zelo redke poplave) z namenom opozarjanja na poplavno nevarnost. Podatkovni sloj je javnega značaja in ga stalno dopolnjujejo, uporabljajo pa tudi v postopkih izdaje vodnega soglasja. Na podlagi metodologije, ki bo upoštevala podatke o nevarnostnem potencialu (vsaj iz opozorilne karte poplav) in indikatorje ranljivosti, bomo izdelali predhodno oceno poplavne ogroženosti, v kateri bodo določena območja pomembnega vpliva poplav.

Drugo operativno raven predstavlja karta poplavne nevarnosti, ki je namenjena predvsem strokovnjakom in prikazuje območja različnih stopenj poplavne nevarnosti (obseg območij poplavljanja, globina in hitrost vodnega toka).

Tretja operativno raven predstavlja karta razredov poplavne nevarnosti in je namenjena uporabi pri prostorskem načrtovanju, saj s pomočjo podzakonskega akta, ki ureja pogoje in omejitve na območjih posameznih razredov poplavne nevarnosti, postavlja splošne usmeritve sprejemljivosti izvajanja dejavnosti in posegov v prostor v odvisnosti od vrste objektov in dejavnosti.

Karte druge in tretje ravni za posamezna območja že izdelujejo tam, kjer so načrtovani posegi v prostor in se uporabljajo za določitev pogojev in omejitev.

Četrto operativno raven predstavlja karta poplavne ogroženosti, ki združuje rezultate analiz poplavne nevarnosti in ranljivosti (škodnega potenciala). Karta se uporablja za določitev potrebnih ukrepov in ker je namen analize ogroženosti največkrat iskanje ekonomsko optimalne rešitve zmanjšanja ogroženosti, pričakujemo, da bo natančnost oziroma poglobljenost analize ranljivosti odvisna predvsem od pomembnosti in kompleksnosti vsakokratnega ogroženega območja. Za širšo uporabo analize ranljivosti (in posledično ogroženosti) je treba postaviti merila in načrt sistematičnega zbiranja in hranjenja podatkov, ki bodo omogočali dovolj natančne in medsebojno primerljive analize, kar bo vodilo k večji preglednosti odločitev.

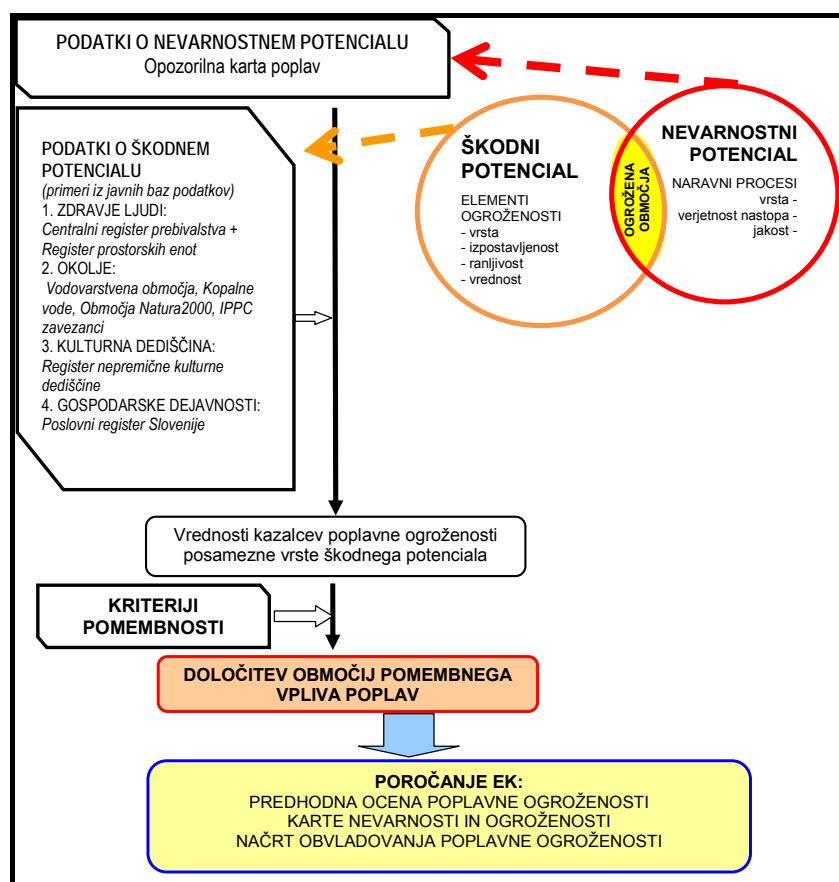
Kart četrte ravni do sedaj pri nas še niso izdelali, predvsem zaradi problematike upoštevanja ranljivosti pri analizi tveganj.

### 3.1 Predhodna ocena poplavne ogroženosti

Predhodna ocena poplavne ogroženosti je namenjena določitvi območij pomembnega vpliva poplav v državi članici, za katera je predvidena priprava kart poplavne nevarnosti in ogroženosti v ustreznem merilu in določitev ciljev za zmanjševanje ogroženosti. Direktiva določa, da se ocena izdela na podlagi sedanjih podatkov o preteklih poplavah in raziskav o dolgoročnem razvoju, zlasti glede vpliva podnebnih sprememb na poplave, in mora vsebovati vsaj karte vodnih območij v ustreznem merilu, opise preteklih poplav z znatnimi škodnimi posledicami, ki se lahko z veliko verjetnostjo v prihodnosti ponovijo, opise večjih preteklih poplav, ki se lahko s podobnimi posledicami ponovijo, glede na posebne potrebe držav članic pa tudi oceno morebitnih škodljivih posledic prihodnjih poplav za zdravje ljudi, okolje, kulturno dediščino in gospodarske dejavnosti (slika 3).

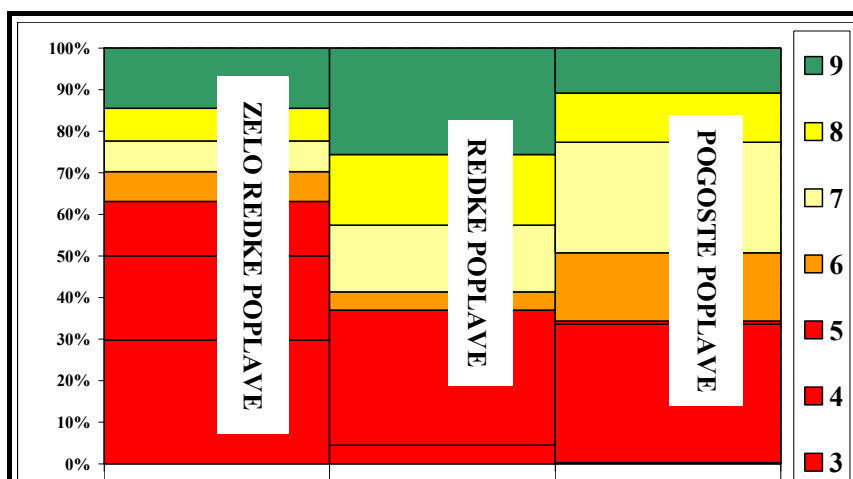
Kot izhodišče določanja območij pomembnega vpliva poplav je pravilnik opredelil opozorilno karto poplav, ki jo pripravi ministrstvo, pristojno za vode. Predhodna ocena se izdela s pomočjo metodologije, ki bo upoštevala poplavno nevarnost in naslednje indikatorje ranljivosti:

- oceno števila izpostavljenih prebivalcev,
- določitev vrste in števila izpostavljenih gospodarskih in negospodarskih dejavnosti,
- prikaz lokacije in opis obratov in naprav zaradi katerih lahko pride do onesnaženja velikega obsega,
- določitev lokacij in opis občutljivih objektov,
- prikaz in opis območij s posebnimi zahtevami.



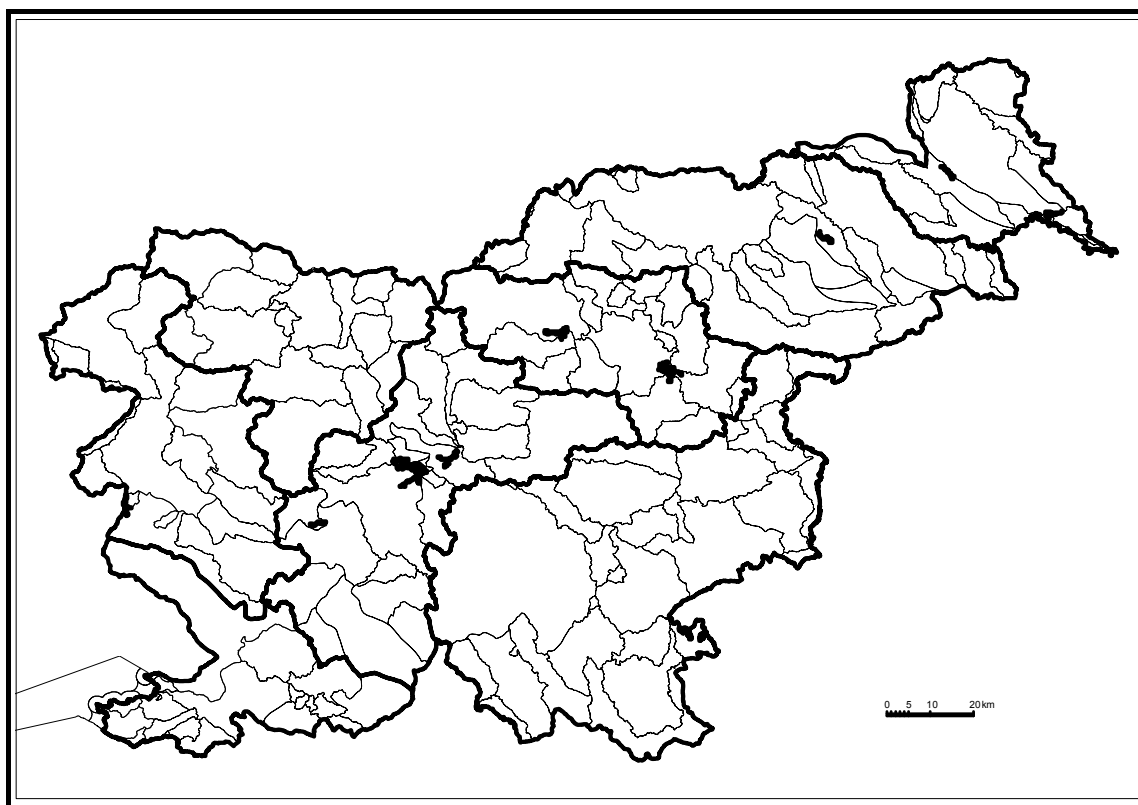
Slika 3: Postopek določitve območij pomembnega vpliva poplav.

Na sliki 4 je prikazana porazdelitev območij poplavljanja glede na razred zanesljivosti podatkov. Podatki, ki imajo zanesljivost 4 in manj, niso uporabni za tovrstne analize, podatki z zanesljivostjo 5 pa le pogojno, kar pomeni, da je za predvidene analize pri zelo redkih poplavih uporabnih 37 % podatkov, pri redkih poplavih 63 % podatkov in pri pogostih poplavih 66 % podatkov oziroma skupaj 46 % podatkov. Na mnogih območjih poplavna nevarnost ni predstavljena.



Slika 4: Porazdelitev območij poplavljanja glede na razred zanesljivosti podatkov.

Slika 5 prikazuje rezultat testne določitve območij pomembnega vpliva poplav s pomočjo analize podatkov o nevarnostnem potencialu iz opozorilne karte poplav (IzVRS 2007b) in z upoštevanjem le enega parametra škodnega potenciala, to je gostote poselitve (IzVRS 2007a).



Slika 5: Preliminarni rezultati določitve pomembnejših območij poplavne ogroženosti (IzVRS 2007b).

Če bi želeli izdelati kakovostno predhodno oceno poplavne ogroženosti, bi morali pri analizi upoštevati tudi manjkajoča območja poplavljanja in tudi zanesljivost sedanjih podatkov. V nasprotnem primeru je rezultat lahko zavajajoč. Tako se je namreč izkazalo na primeru testne analize, kjer naj bi bil večji del Logatca poplavno ogrožen, čeprav so pred približno dvajsetimi leti za zaščito urbanega območja zgradili suhi zadrževalnik na Reki, poplavno območje na opozorilni karti pa je še vedno prikazano brez vpliva gradbenih protipoplavnih ukrepov.

### **3.2 Karte poplavne nevarnosti in ogroženosti**

Karte poplavne nevarnosti so kartografski prikaz poplavnih območij, globine vode, vsebujejo pa tudi podatke o hitrosti vodnega toka ali o pretoku. Na kartah razlikujemo:

- poplave z majhno verjetnostjo oziroma poplave, ki so posledica izrednih dogodkov;
- poplave s srednjo verjetnostjo (verjetna povratna doba  $\geq 100$  let);
- poplave z veliko verjetnostjo;

na obalnih območjih lahko v primeru vzpostavljenih ustreznih stopnje zaščite, le poplave z majhno verjetnostjo oziroma poplave, ki so posledica izrednih dogodkov.

Karte poplavne ogroženosti prikazujejo možne škodljive posledice, ki so povezane z omenjenimi vrstami poplav. Posledice ovrednotimo z naslednjimi kazalniki:

- število prebivalcev, ki jih lahko prizadene poplava;
- vrste gospodarskih dejavnosti na območju, ki jih lahko prizadene poplava;
- obrati, ki lahko ob poplavah povzročijo nenamerno onesnaženje
- zavarovana območja, ki jih lahko prizadene poplava;
- drugi koristni podatki, na primer navedba območij, kjer lahko pride do poplav z visoko vsebnostjo toka sedimenta ali naplavin, in podatki o drugih večjih virih onesnaževanja.

Po zakonu o vodah (91. člen) mora država skrbeti za varstvo naselij, javne infrastrukture in zemljišč pred škodljivim delovanjem voda. Obseg varstva pred škodljivim delovanjem voda in potrebni ukrepi določamo v načrtih upravljanja voda, ki morajo obravnavati predvsem naslednje dejavnike:

- velikost naselja, pomen infrastrukture kulturne dediščine ali zemljišča;
- naravne in socialne razmere, na območju, ki ga je treba varovati;
- potrebne ukrepe za varstvo pred škodljivim delovanjem voda, vključno z oceno njihove izvedljivosti, višino stroškov ter posledicami za naravno ravnovesje;
- občutljivost vodnega telesa zaradi možnosti nenadnega onesnaženja.

Pravilnik določa način izdelave kart poplavne nevarnosti, kart razredov poplavne nevarnosti in kart poplavne ogroženosti za raven merila 1:5000 ali večjo. Opredeljena so tudi merila uvrščanja območij poplavljanja v razrede jakosti in pogostosti poplav, razredi nevarnosti in ranljivosti, kakor tudi kriteriji za razvrščanje zemljišč v razrede nevarnosti in ogroženosti.

### **3.3 Izdelava načrtov obvladovanja poplavne ogroženosti**

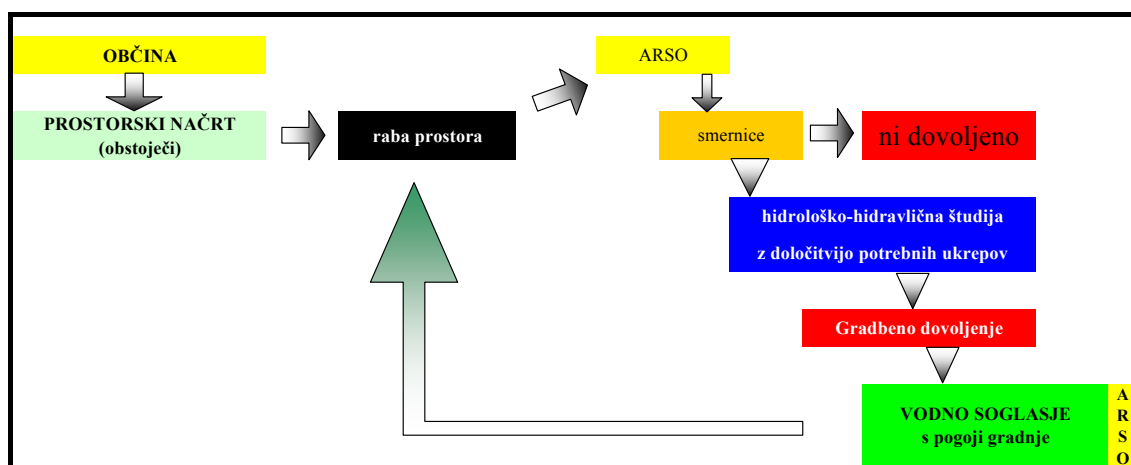
Po poplavni direktivi je treba na podlagi kart ogroženosti in izbranih ciljev oblikovati tudi načrte za obvladovanje poplavne ogroženosti. V njih morajo biti obravnavani vsi vidiki obvladovanja poplavne ogroženosti, s poudarkom na preprečevanju, varstvu in pripravljenosti, kakor tudi napovedovanju poplav in vzpostavitvi sistemov zgodnjega opozarjanja. Vključujejo lahko tudi spodbujanje praks trajnostne rabe tal, izboljšanje

zadrževanja vode ter nadzorovano poplavljanje nekaterih območij v primeru poplav. Pri njihovi izdelavi je treba upoštevati tudi stroške in koristi predlaganih gradbenih in negradbenih ukrepov, obseg poplav ter odtočne poti poplavnih voda in območja, kjer bi se poplavne vode lahko zadržale. Upoštevati je treba tudi okoljske cilje vodne direktive, prostorsko načrtovanje, rabo tal, ohranjanje narave ter plovbo in pristaniško infrastrukturo. Načrti ne smejo vsebovati ukrepov, ki po obsegu in vplivu znatno povečujejo poplavno ogroženost v drugih državah v istem povodju ali porečju, razen če so ti ukrepi usklajeni. Izdelavo načrtov opredeljuje zakon v vodah v 60a členu. Njihova vsebina obsega:

- ugotovitve predhodne ocene poplavne ogroženosti;
- karte poplavne nevarnosti in karte poplavne ogroženosti in ugotovitve;
- opis ustreznih ekonomsko učinkovitih ciljev;
- povzetek ukrepov, namenjenih doseganju ciljev in njihova prednostna razvrstitev;
- če je na voljo, opis metodologije za skupna povodja ali porečja, ki so jo določile zadevne države članice za analizo stroškov in koristi, da bi ocenile ukrepe z nadnacionalnim učinkom.

#### 4 POGOJI IN OMEJITVE NA OBMOČJIH POPLAVLJANJA

Z vidika rabe prostora je zelo pomembno, kako zakonodaja vpliva na širjenje naselij in s tem tudi na njihovo poplavno varnost. Slika 6 prikazuje princip omejevanja izvajanja dejavnosti in posegov v prostor na območjih poplav, ki jo v Sloveniji trenutno uporabljamo.



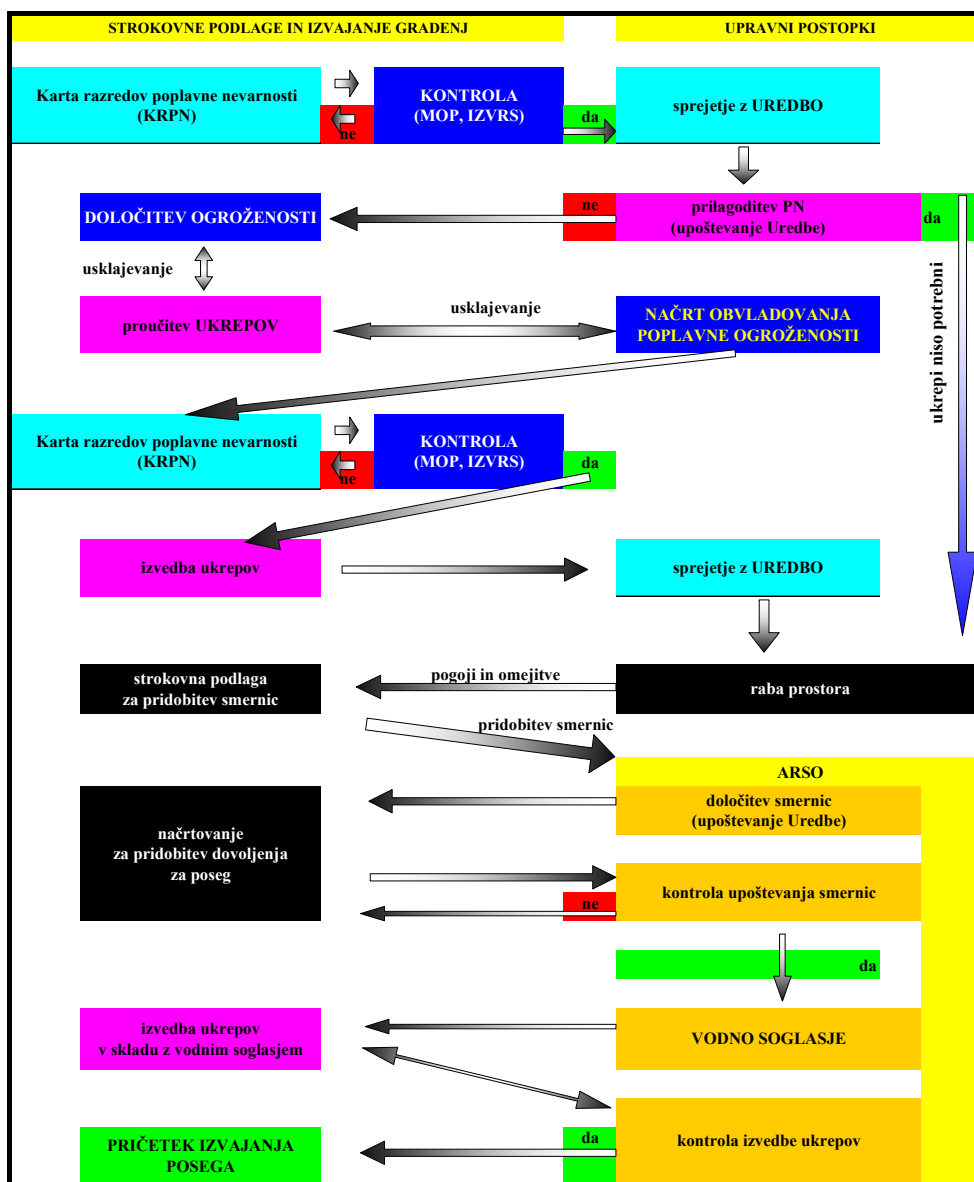
Slika 6: Dosedanji potek pogojevanja in omejevanja dejavnosti in posegov v prostor na območjih poplav.

Sicer korektno zamišljen postopek uporabljamo v glavnem na posameznih objektih (parcelah), ki pa ne morejo bistveno vplivati na povprečni koeficient odtoka prispevnega območja, sam vpliv pa je včasih težko ustrezno ovrednotiti. Zaradi takega načina omejevanja in zato, ker ne obstaja zadovoljiva javna evidenca izdanih pogojev ter seznam pooblaščenih izvajalcev hidrološko-hidravličnih študij, se pogosto izdajo dovoljenja za gradnjo stavb na istem območju s povsem različnimi pogoji za gradnjo, na primer, da za sosednja objekta lahko predpišejo povsem različni koti pritličja brez posebne strokovne utemeljitve. Posledica tega je, da so rešitve velikokrat le delne in zato pogosto tudi ekonomsko manj opravičljive, poleg tega pa je zaradi majhnega območja obdelave lahko spregledana morebitna ključna okoliščina, ki vpliva na način odtekanja visokih voda in končno tudi na dejansko ogroženost



širšega območja. Takšen način dela ne upošteva dejstva, da ima veliko število manjših gradenj lahko velik vpliv na poplavno nevarnost.

Iz navedenih razlogov si moramo prizadevati za uveljavitev principa celovitega reševanja poplavne problematike ter ohranjanja in uvajanja razlivnih območij na ravni prostorskega načrtovanja, ki je lahko zelo učinkovit način preprečevanja povečevanja vnosa škodnega potenciala v poplavni prostor. Slika 7 prikazuje potek upoštevanja sprejetih predpisov o pogojih in omejitvah za izvajanje dejavnosti in posegov v prostor na območjih, ogroženih zaradi poplav.



Slika 7: Potek upoštevanja sprejetih predpisov.

S pogoji in omejitvami na območjih razredov poplavne nevarnosti je poskrbljeno za dva od treh že omenjenih ključnih ciljev načrtov obvladovanja poplavne ogroženosti, in sicer za preprečitev bodočih gradenj na poplavnih območjih in za varovanje poplavnih površin, delno pa tudi za pripravljenost javnosti. Celoviti ukrepi pa omogočajo zmanjšanje stopnje ogroženosti sedanjih gradenj na poplavnih območjih. Lahko zaključimo, da je uredba

usmerjena izrazito v preventivno obvladovanje tveganj, ki nastanejo zaradi poplavne nevarnosti.

## 5 SKLEP

Za zmanjšanje poplavne ogroženosti je najpomembneje preprečiti vnos škodnega potenciala na nenaseljena območja nevarnosti. S tem se pri reševanju problematike poplav omejimo na sedanja območja ogroženosti. To pa zahteva spremembo paradigme od zagotavljanja varnosti k zmanjšanju tveganja. Za to si prizadeva evropska poplavna direktiva, ki jo uveljavljamo tudi v slovenskem pravnem redu. Tudi pri nas bomo morali zagotoviti zavezujoč program izvajanja, ustrezna sredstva in izvedljiv organizacijski model za pripravo dokumentacije in strokovnih podlag kot podlage za pregledno in optimalno odločanje o ukrepih in za pridobitev evropskih sredstev, ki so na voljo za reševanje poplavne problematike. Izdelava kakovostnih strokovnih podlag zahteva čas, znanje in finančna sredstva. V Sloveniji smo sposobni izvesti navedene naloge, z nadaljnjo informiranostjo strokovne javnosti o določilih direktive in inštrumentih za njeno izvajanje pa je treba znanje še okrepiti. Ob ustrezni koordinaciji aktivnosti s strani ministrstva, pristojnega za vode, in pravočasno zagotovljenih finančnih sredstvih, bo zastavljene cilje moč izvesti tudi v praksi.

## 6 VIRI IN LITERATURA

- Anzeljc, D., Burja, D., Muck, P., Zupančič, B. 1995: Poplavna ogroženost Slovenije. Ujma 9 Ljubljana.
- Carr, E. R., Wingard, P. M., Yorty, S. C., Thompson, M. C., Jensen, N. K., Roberson, J. 2007: Applying DPSIR to sustainable development. The International Journal of Sustainable Development and World Ecology 14-6. Duncow.
- Direktiva 2007/60/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 23. oktobra 2007 o oceni in obvladovanju poplavne ogroženosti 2007. Uradni list Evropske unije L288. Luxembourg.
- Direktiva Evropskega parlamenta in Sveta 2000/60/ES z dne 23. oktobra 2000 o določitvi okvira za ukrepe Skupnosti na področju vodne politike 2000. Uradni list Evropske unije L327. Luxembourg.
- EEA 2000. Corine land cover 2000 – A seamless vector database. European environment agency. Luxembourg.
- Đurović, B., Mikoš, M. 2004: Preventivno obvladovanje tveganj zaradi naravnih nevarnosti. Acta hydrotechnica 22-36. Ljubljana.
- Đurović, B., Mikoš, M. 2006: Ali smo ogroženi kadar tvegamo? – pojmi in izrazje teorije tveganj zaradi naravnih nevarnosti. Geologija 49-1. Ljubljana.
- Đurović, B., Bizjak A., Kobold, M. 2008: Towards an adaptive water management in Slovenia. International Specialised Conference on Watershed and River Basin Management. Budimpešta. Madžarska.
- IzVRS 2007a: Strokovni predlog vmesnega poročila o pomembnih zadevah upravljanja voda - površinske vode. Inštitut za vode Republike Slovenije. Ljubljana.
- IzVRS 2007b: Opozorilna karta poplav v Sloveniji. Inštitut za vode Republike Slovenije. Ljubljana.
- Medmrežje 1: gis.arso.gov.si/atlasokolja (27.11.2008).
- Mikoš, M. 2007: Upravljanje tveganj in nova evropska direktiva o poplavnih tveganjih. Gradbeni vestnik 56-11. Ljubljana.
- 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. Uradni list Republike Slovenije 60/2007. Ljubljana.
- Romang, H. 2004: Wirksamkeit und Kosten von Wildbach-Schutzmassnahmen. Geographica bernensia 73. Bern.
- Uredba o pogojih in omejitvah za izvajanje dejavnosti in posegov v prostor na območjih, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja Uradni list Republike Slovenije 89/2008. Ljubljana.
- Zakon o vodah. Uradni list Republike Slovenije 67/2002. Ljubljana.
- Zakon o spremembah in dopolnitvah Zakona o vodah. Uradni list Republike Slovenije 57/2008. Ljubljana.

---

## VARSTVO PRED NARAVNIMI NESREČAMI – PREVENTIVA JE BOLJŠA OD KURATIVE

Ivan GAMS

Slovenska akademija znanosti in umetnosti, Novi trg 3, 1000 Ljubljana, e-pošta: ivan.gams@guest.arnes.si

### IZVLEČEK

28. septembra 2007 je povzročilo 214 mm dnevnih padavin (padavinska postaja Davča, 960 m) v Železnikih (213 m) največjo poplavno katastrofo v zadnjih desetletjih v Sloveniji. Visoka voda je poplavlila 350 hiš, zahtevala 3 žrtve, odložila 12.000 m<sup>3</sup> naplavin, mobilizirala pomoč 6200 reševalcev, med njimi tudi vojakov, ocenjena škoda pa je znašala 80 milijonov EUR. V članku analiziramo izpostavljeno lego mesta na koncu doline Selške Sore na združenem vodnem odtoku z obsežnega hribovitega zaledja. Čeprav so tod poplave stalnica zadnjih desetletij, pa občina, ki je kot vse druge v Sloveniji odgovorna za preventivo, vse do sedaj ni preventivno ukrepala s prepotrebnimi gradnjami. Te lahko zdaj, ko je ujma mimo, načrtujejo strokovnjaki. V prispevku navajamo nekatere dokaze, da je preventiva cenejša od kurative.

Ključne besede: preventiva, poplave, preventivna gradnja, varstvo pred poplavami, poplavno tveganje, poplave na sotočju,, Železniki, Škofjeloško hribovje, Slovenija

### Prevention is Better than Mitigation

### ABSTRACT

On September 28th, 2007, 214 mm of daily rainfall in the town Železniki caused the biggest flood catastrophe in the last decades in Slovenia. High waters flooded 350 houses, demanded 6 victims, deposited 12000 m<sup>3</sup> of alluvia and eventually mobilized 6200 rescue workers, including soldiers. The estimated costs of damage exceed 80 million EUR. In the paper we analyze the exposed position of the city at the end of the valley of Selška Sora river at the where water flow unites from the surrounding mountainous hinterland. Even though floods around these areas are common in the last decades, the local commune, which is like all other communes in Slovenia responsible for preventive infrastructure, did nothing in the past to prevent such an event. Now, after the devastating flood, experts can plan preventive measures. In the paper we mention some evidence that prevention is better than mitigation.

Key words: preventive, floods, preventive building, flood protection measures, flood risk, river confluence floods, Železniki, Škofja Loka Mountains, Slovenija

V povezavi z naravnimi nesrečami ponavljamo slogan »preventiva je boljša od kurative« pri nas in v tujini, a je dejanskega ukrepanja pri nas malo. V njen zagovor so se javno zavzeli tudi le pomembnejši člani Uprave Republike Slovenije za zaščito in reševanje (v nadaljevanju URSZR) Ministrstva za obrambo (Ušeničnik 1991; 1996; Bogataj 1997). Razglasitvi Združenih narodov desetletja 1990–2000 za dekada preventive na področju varstva in zaščite pred naravnimi nesrečami pri nas očitno ni sledila njena poživitev.

Med naravnimi nesrečami v Sloveniji so v ospredju rečne poplave (Anzeljc in drugi 1995; Starec 2002). V zadnjih dveh desetletjih je pri nas najbolj odmevala poplava ob Savinji, predvsem poplava Celja in okolice. To mesto je bilo med 26. oktobrom in 1. novembrom 1990 na vzhodnem koncu 90 km dolgega padavinskega območja z viškom padavin v zgornjem Posočju s 340 mm padavin. S 140 mm dežja je bil v Kamniško-Savinjskih Alpah 1. novembra 1990 v tem pasu tudi drugotni padavinski višek. V Celju, na njegovem vzhodnem koncu, jih je bilo že manj kot 60 mm (kar je precej manj od tovrstnih viškov v preteklosti), a je vdrla vanj visoka voda savinjskih pritokov od zahoda in deloma tudi s severa. V Celju je dosegla poplava višek med 1. in 2. novembrom.

Srednjeveško mesto Celje so zgradili na naplavini Savinje in njenih pritokov. Pri gradnji so naleteli na ostanke rimskega mesta Celeia, ki jih je delno prekrivala rečna naplavina. V Celju je namreč pomembno rečno stečiče, saj priteka od vzhoda Voglajna, od severovzhoda Hudinja z Ložnico, od severa Koprivnica, od severozahoda Sušnica, Lahovski potok, Podsevčnica in Pirešica, od zahoda pa Ložnica in kot glavna reka Savinja. Strugo Savinje na robu mesta so zato prestavili že v 3. stoletju.

Narasla Savinja s pritoki je preplavila tudi okolico mesta in ne samo površino rimske Celeje, in izključila mestni vodovod iz Medloga (Eržen, 1991). Poplava je največ škode prizadela s tem, ko je onesnažena kanalizacijska voda zalila okoli 5000 kleti. Škodo je občutno dvignilo kletno skladišče sanitarnih pripomočkov celjske bolnišnice. Škodo vseh takratnih poplav so ocenili na okrog 20 % bruto domačega proizvoda Slovenije (Ušeničnik, 1991).

Poplavno škodo v mestu bi lahko zmanjšali s tem, da bi pravočasno obvestili prebivalce o nevarnosti zalitja kleti in jim že pred tem nudili strokovno pomoč oziroma dali nasvet, kako onemogočiti vdor poplavne vode. Na tovrsten preventivni ukrep na tem območju ne gre pozabiti tudi v prihodnje.

V Celju so bile katastrofalne poplave v preteklosti pogoste, v zadnjem stoletju v letih 1901, 1926, 1933 in 1954. Ugotovili so tektonsko ugrezanje dolinskega dna v okolici od Celja, zato v vrtnah pod holocensko naplavino v spodnji Savinjski dolini niso našli pleistocenskih prodov. Po letu 1990 je celjsko podjetje za urejanje voda Nivo izdelalo regulacijski načrt za celostno odpravo poplavne nevarnosti, a ga pristojni niso odobrili. Na to je vplivalo spremenjeno stališče Evropske zveze do predhodnih regulacij vodnih tokov. V začetku devetdesetih let 20. stoletja se je namreč po Evropi in deloma tudi pri nas uveljavil odpor proti tehnizirani pokrajini, obenem z gibanjem za obnovo naravnih vodnih teles. Začeli so odpravljati stare regulacije in zagovarjati mnenje, da naj škode zaradi poplav nosijo tisti, ki so postavili domove in druge objekte na poplavnem območju. In to ne glede na to, ali so ljudje v teh domovih prvi lastniki oziroma graditelji ali ne. V Sloveniji sicer ni prišlo do tako pretiranih ukrepov, a je državna uprava prenehala z načrtovanjem in gradnjo visokovodnih zadrževalnikov – teh so zgradili največ v Pomurju – in obrečnih protipoplavnih nasipov (na primer ob Muri gor- in dolvodno od Ljutomera). Zahtevke po naravnih vodnih koritih pa je začasno vplival tudi na ukinitvev državnih sredstev za nove regulacije, na primer ob Muri, ali dokončanje visokovodnih protipoplavnih nasipov, na primer ob Gradaščici. Nemočni Celjani so morali s strahom čakati na nove vodne ujme. Te so si po Sloveniji v preteklem stoletju

sledile v letih 1923, 1925, 1926, 1933, 1954, 1965, 1972, 1990 in 1998. Poraja se vprašanje, kdo bo zdaj odgovoren za morebitne nove katastrofalne poplave v Celju ali v katerem drugem mestu. Urbana poplavna območja v Sloveniji zajemajo namreč še okrog 2500 ha urbanih površin (Starec 2002). Po sprejetju protokola evropske konference o okolju in razvoju z agendo številka 21 leta 1992 se je pravno stanje tudi pri nas izboljšalo.

Kam bi dosledna politika povrnitve vodnega omrežja v prvotno, to je naravno stanje privedla v Sloveniji, si lahko predstavljamo na primeru največjega poplavišča – Ljubljanskega barja. Obnoviti bi morali torej stanje pred rimsko dobo. Rimljani so namreč prvi regulirali to reko za plovbo. Struga Ljubljanice je bila prvotno plitvejša tudi v Ljubljani. Janez Vajkard Valvasor v svoji znani knjigi o Kranjski omenja spomine starih Ljubljančanov, da so ob veliki poplavi na Ljubljani na Starem trgu vstopali iz čolnov v zalite hiše kar skozi okna. Njeno korito v stari Ljubljani so v času Avstro-Ogrske dvakrat poglobili, da bi znižali odtok z Barja. V letih 1772–82 so zgradili še Gruberjev kanal. Ta je sredi Barja med drugim omogočil tudi nastanek dveh vasi kolonistov (Črna vas in Lipe), izkoriščanje šote ter povečanje travnikov in polj, ki so bila prej le v robnih vaseh na trdinski zemlji na vršajih (Melik 1946). Te uspehe so dosegli kljub recentnemu tektonskemu ugrezanju do 180 m globoke tektonske udorine (Šercelj 1996), ker je bilo antropogeno zniževanje vodnega odtoka hitrejše od tektonskega ugrezanja Barja. Kljub kritikam poseganja v Barje moramo priznati, da so naši predniki kljub neugodnim naravnim procesom in razmeram uspeli ljubljansko mestno naselje in obdelovalne površine razširiti proti jugu, na nekdanje močvirje. Slabo nosilnost močvirnih tal so izboljšali tako, da so stavbne temelje okrepili s piloti. Vsaj doslej je prineslo človekovo urejanje Ljubljanskega barja več koristi kot škode in vedno manj je zagovornikov povrnitve v prvotno, naravno stanje. Vlada Republike Slovenije je oktobra 2008 potrdila uredbo o ustanovitvi krajinskega parka Ljubljansko barje (9. julija 2009 pa tudi istoimenskega javnega zavoda), ki obsega le ozemlje izven mestne občine Ljubljana in določa tri varstvena območja.

Druga nevalgična točka za naravne nesreče so naselja v zgornjih delih dolin, proti katerim se s hribovja oziroma višje ležečega sveta odpirajo ali celo združujejo grape.

V pleistocenskih glacialnih dobah, ki jih je bilo precej več kot jih navaja starejša literatura, se je v Sloveniji zgornja gozdna meja spustila pod nadmorsko višino 800 m, prehodno in krajevno celo v dna visokogorskih dolin in kotlin. Na pobočjih nad njo je ledenodobno zamrzovalno preperevanje nakopičilo preperinski pokrov, ki ga je v toplejših medledenih dobah spet pokrilo gozdno rastje. Hudourničar Aleš Horvat (1957–2007) je v gorskih legah na več kot 9000 km<sup>2</sup> površine naštel vsaj 370 hudourniških območij in v njih 1700 glavnih hudourniških strug z nad 4000 km pritokov ter 30.000 ha z močnejše erodiranimi površinami (Horvat, 2002). S tega ozemlja se po njegovih podatkih sproži letno 5,2–5,3 milijonov m<sup>3</sup> erozijskega gradiva, od katerega je več kot polovica drobnejša od 0,6 mm. 60 % te količine začasno obleži na pobočjih, v grapah ali hudourniških vršajih, okoli 2 milijona m<sup>3</sup> pa pride v dolinske reke. Če ta gmota obleži na višjih pobočjih na nestabilni podlagi, lahko skupno z njo spolzi v dolino (glej o premikih hribinskih mas v knjigi Komac in Zorn 2007). Ne nazadnje je bilo tovrstno gradivo tudi sokrivec ujme v Železnikih.

Leta 1992 je bila v Sloveniji z resolucijo Državnega zbora sprejeta nova zakonodaja o varstvu pred naravnimi nesrečami v okviru strategije varnosti Republike Slovenije, ki sledi spremenjeni deklaraciji Evropske zveze in obnavlja nujnost regulacije nevarnih vodnih tokov. Občinam nalaga nova zakonodaja primarno odgovornost za varstvo pred naravnimi nesrečami v obliki preventive, zaščite, reševanja in sanacije razmer. Ker pa občinam ni bilo dodeljenih primernih finančnih sredstev, so najbolj zanemarile prav preventivo (Ušeničnik 1991; 1996).

Poglejmo si v tej luči ujmo v Železnikih 18. septembra 2007. Tam so se tedaj znašli v podobno potekajočem pasu hudih nalivov, kot je bil v primeru Celja ob ujmi novembra 1990

in se je pomikal od zahoda proti vzhodu. Le da je tu v 24 urah, to je od 18. do 19. septembra zjutraj padlo največ dežja na razvodju med Idrijco, natančneje njenima pritokoma Cerknico in Bačo ter Selščico (Selško Soro). Na padavinski postaji Zgornja Sorica so namerili 233 mm. Na postaji Davča pa je padlo v eni uri kar 84, v dveh 111 in v 12 urah 214 mm padavin (ARSO). Sodeč po pluviometru na postaji Davča je bil prvi močnejši naliv okoli 9. ure dopoldne, najmočnejši pa nekoliko pred opoldnevom. Vzrok za največjo škodo na območju Železnikov je v posebnem, kotanjastem reliefu povirja Selščice in združevanju njenih pritokov v Železnikih. Skozi ta lijak v Železnikih je zgodaj popoldne 18. septembra po oceni teklo 30 m<sup>3</sup> vode na sekundo (Robič, 2008). Računajo, da je predvsem zaradi večinoma gozdnatega porečja odtekla le dobra četrtina padle vode (Kobold 2008).

Nad Železniki se dviguje višji, gozdnati in grapasti sredogorski svet predalpskega Škofjeloškega hribovja, ki ima zelo pestro kamninsko sestavo s prevlado vododržnih paleozojskih in mezozojskih kamnin. Med njimi so fliš, rdeči lapor, glinovec, peščenjak in ploščati apnenec. Prevladujeta predvsem dolomit in skrilavec, nad zdaj večinoma opuščenimi zaselki s kmetijami na severnem robu porečja, pod zahodnim robom Jelovice oziroma Ratitovcem pa triasni apnenci. Nadpovprečno strma pobočja in prevlada plitvih prsti z majhno poljsko kapaciteto (količino vlage oziroma vode, ki jo lahko sprejme sloj prsti) sta bili kljub veliki gozdnatosti dva najpomembnejša krivca naglega stekanja voda v grape in po njih v Železnike. Če bi bila ujma več desetletij prej, bi prišla v dolino še večja količina vode, ker so se od takrat zarasle številne obdelovalne površine.

Na zahodnem koncu Škofjeloškega hribovja je padavin nadpovprečno veliko in tudi zato in zaradi mladega, tektonsko dvignjenega reliefa so tam nad dolinami nadpovprečno strma pobočja. Tudi zato so samotne kmetije razložene predvsem po vrhovih razvodnih slemen. Ker je v tem mladem tektonskem reliefu razmeroma malo zložnejših stranskih slemen, daje reliefu pečat gosta mreža hudourniških grap. Tako je v vsem severnem delu porečja Selščice, najbolj izrazito pa južnem delu, natančneje prav v porečju potoka Davča. Potoki iz njenega porečja se združijo tik nad Železniki, sam pritok Češnjica pa priteče sredi mesta v Selščico bočno. V dnu doline Selščice je eno samo strnjeno naselje, razpotegnjeni Zali Log. Leži na vršaju pobočnega pritoka, katerega drobirski tok je ob zadnji ujmi s plavjem zasul velik del vasi.

Za Slovenijo je lega mestnega naselja Železniki precej nenavadna. Z enim krakom se vriva v začetno sotesko Selščice, z drugim pa v dolino Češnjice, pri čemer sta obe hudourni. Pomemben je odgovor na vprašanje, kako je prišlo do nastanka tega mesta v očitno zelo ogroženi legi za poplave? Delno pojasnilo dobimo iz zgodovine poselitve povirja Selščice. Po naselitvi Slovencev v njeni dolini stoji zadnja farna vas, sicer še zdaj največja in najstarejša Selca, na vršaju pritoka Selnica, na robu pol kilometra široke holocenske ravnice. Proti Železnikom, na že ožjem dnu doline sledeča si naselja pa so majhna in očitno mlajšega nastanka. Selca so danes, gledano funkcionalno predmestje Železnikov. Iz tega zgodovinskega pregleda lahko povzamemo, da so prvotno naseljeni Slovenci ocenili, da je dolina Selščice dovolj varna za naselitev le do farne vasi Selca.

Freisinški škofje so kmalu po letu 1277 na zgornjem koncu Selške doline naselili fužinarje iz Furlanije, ki so v času železarstva zgradili Železnike in jih leta 1575 dvignili v trg, kasneje pa v mesto. Zatem so pod južnim robom Jelovice naselili še južnotirolske Nemce iz Pustriške doline (Pustertal). Novi kolonisti ob prihodu že zaradi drugačnega jezika od domačinov niso mogli izvedeti, kar so vedeli starejši naseljenci Slovenci – da je zgornji del doline Selške Sore poplavno prenevaren za trajno naselitev. Brez starejše poselitve je ostalo tudi strmo predalpsko hribovje v povirju Selške Sore pod Ratitovcem, kjer so v preteklem stoletju propadle najvišje ležeče kmetije v Sloveniji. Ko so fužinarji železno rudo kopali v zalednem hribovju, so bili navezani na njegovo bogastvo. Odkar pa so v novejšem času hribovci odvisni

od zaslužka v dolini, pa je postalo podeželje odvisno od mesta, v katerega so se postopoma doseljevali, si zgradili tam domove in s tem povečali njegovo ranljivost od povodnji.

V Evropski zvezi je konferenca o okolju leta 1992 z agendo številka 21 dejansko preklicala prej sprejeto uredbo o renaturalizaciji vodnih tokov, spremembo pa je potrdila tudi slovenska vlada. Z zakonom je določila, da pripada skrb za varstvo pred naravnimi nesrečami občinam, ki morajo izdelati načrte ogroženosti (natančneje ocene in zemljevide ogroženosti) in izvajati preventivne ukrepe. To je vzbudilo upanje na oživitev preventive. Žal pa se je izkazalo, da občine za te dodatne dejavnosti niso prejemale za to potrebnih sredstev. Tako je ostala preventiva vse do danes le bolj ali manj pogosto ponavljana fraza brez pravega učinka (Ušeničnik 1996) oziroma udejanjanja.

Poglejmo si možnosti uspeha dobro organizirane preventivne službe na primeru ujme leta 2007 v Železnikih. Povodenj je povzročil kratek, a hud naliv izjemne intenzivnosti, ki je sledil količinsko manjšim jutranjim padavinam. Na padavinski postaji Davča je padlo v eni uri 84 mm, pri čemer je bila znotraj tega časovnega intervala izmerjena polurna intenziteta 58 mm dežja (ARSO). Če bi se nevarnost poplave pripravljala dlje časa, bi lahko zaposleni v Železnikih, ki prihajajo po cestah po dnu okoliških grap in dolin vse delovnike v tednu, z mobilniki sporočili grožnjo o ujmi pristojnemu za preventivo v občinskemu štabu. Seveda, če bi imela občina to v svojih načrtih zaščite pred naravnimi nesrečami (njihov sestavni del je namreč tudi ocena ogroženosti površja zaradi naravnih nesreč) in na temelju teh organizirano ter z vajami preverjeno preventivno dejavnost. Ob taki preventivni organiziranosti bi odgovorni zanj v Železnikih lahko pravočasno obvestili meščane, kako med ujmo ravnati, če bi bili ti že prej s tem seznanjeni. Seveda so možni ugovori, da ob črnih napovedih ne bi bilo prijetno živeti v stalnem strahu pred ujmo. Kako so ob zadnji ujmi brez poznavanja značaja poplave v šoku reagirali meščani (mnogi zelo nepremišljeno!), je v časopisu Gorenjski glas opisala Ana Hartman (medmrežje). Njihovo ravnanje je odražalo zastrašujoče stanje v mestu: poškodovane stavbe – skupna škoda povodnji je bila ocenjena na 80 milijonov evrov (Kobold 2000), trije mrtvi, odloženih 12.000 m<sup>3</sup> naplavin, poplavljenih okoli 350 hiš, uničeni muzejski eksponati, poškodovani industrijski obrati, razdrte ceste in drugo. V vsej občini so evidentirali 80 plazov, od teh kar tretjino na območju Davče.

Če bi se v Železnikih zavedali ogroženosti zaradi poplav, bi lahko s pomočjo strokovnjakov že prej izračunali varno prepustnost rečnega korita in poiskali rešitev. V izbiro bi prišla izgradnja visokovodne akumulacije v porečju Davče in povečan varen pretok skozi mesto. Železniki imajo tudi možnost, da zgradijo pod južnim dolinskim pobočjem skozi hrib, z začetkom pri Ovčji vasi, rov oziroma cev ustreznega premera za odvajanje viška vode. Hkrati pa bi morali južno od mesta izkopati novo strugo, kar bi ustrezno zmanjšalo konični pretok skozi mestno središče. Nepripravljenost mesta na tako ujmo je težko opravičiti, saj so imeli v zadnjih 17 letih kar štiri večje povodnji, med njimi leta 1990, 1995, 1998 in 2007 (Robič, 2008). Že prej in tudi v zadnjih letih so nove gradnje mesto podaljševale vedno višje v doline nekaterih stranskih pritokov.

Pri izračunih za bodoči najvišji pretok skozi mesto je potrebno izmerjenim najvišjim pretokom v preteklosti dodati presežek. Domačini navadno po vsaki večji krajevni nesreči trdijo, da tako hude ujme, kot je bila tokratna, ne pomnijo. Le 25 km jugovzhodno od Železnikov so Lučine, kraj, kjer so pred drugo svetovno vojno na tamkajšnji vremenski postaji v enem dnevu namerili 321 mm dežja.

Paradoksalno je, da je vse, kar je glede preventive v tem članku navedeno za Celje in Železnike, že dolgo urejeno v slovenski zakonodaji. A naši primeri dokazujejo, da njeni cilji niso povsod uresničeni. Ena najbolj vidnih osebnosti za varstvo pred naravnimi nesrečami, dolgoletni direktor URSZR, glavni in odgovorni urednik revije Ujma ter nestor naše



preventive, Bojan Ušeničnik (1942–2002), je za preteklo obdobje med svojim obsežnim delom na področju varstva in zaščite pred naravnimi nesrečami našel glavnega krivca za slabo preventivo v ravnanju vsakokratne vlade. Zaradi kratkotrajnega pridobivanja političnih točk namenja ta finančna sredstva raje za povrnitev škode po naravnih nesrečah (kratkotrajni učinek), namesto za dolgoročno vzdrževanje preventivnih dejavnosti in za sofinanciranje zavarovanj pri zavarovalnicah. V novejšem času je uzakonjeno tudi sodelovanje občin s člani URSZR Ministrstva za obrambo pri izvajanju preventivnih dejavnosti. Skratka, zakonsko je torej urejeno skoraj vse, kar v tem članku, kjer smo izpostavili le dva (Celje 1990 in Železniki 2007) od mnogih primerov poplav v Sloveniji, pogrešamo. Toda naravne nesreče se kljub temu še vrstijo, opravičujemo pa jih z izrednimi naravnimi dogodki. Kdaj bomo uvideli škodljivost takega ravnanja in začeli ukrepati preventivno?

## VIRI IN LITERATURA

- Anzeljc, D., Burja, D., Muck, P., Zupančič, B. 1995: Poplavna ogroženost Slovenije. Ujma 9. Ljubljana.
- ARSO: spletni arhiv padavin. 2008. Medmrežje: <http://meteo.arsso.gov.si/> (3. 12. 2008).
- Bogataj, M. 1997: Tudi odpravljanje posledic nesreče naj bo urejeno s preventivo. Ujma 11. Ljubljana.
- Budkovič, T. 2002: Geološka zgradba. Nesreče in varstvo pred njimi. Ljubljana.
- Eržen, I. 1991: Higiensko – epidemiološke razmere ob poplavi na Celjskem. Ujma 5. Ljubljana.
- Gams, I. 1998: Preventiva včeraj, danes in jutri. Ujma 2. Ljubljana.
- Gams, I. 1995: Relief kot vir rekonstrukcije paleoseizmičnosti na Slovenskem. Ujma 9. Ljubljana.
- Horvat, A. 2002: Erozija. Nesreče in varstvo pred njimi. Ljubljana.
- Kobold, M. 2008: Katastrofalne poplave in visoke vode 18. septembra 2007. Ujma 22. Ljubljana.
- Komac, B., Zorn, M. 2007: Pobočni procesi in človek. Geografija Slovenije 15. Ljubljana.
- Lah, A. 1965: Ljubljansko barje. Ljubljana.
- Melik, A. 1946: Ljubljansko mostiščarsko jezero in dediščina po njem. Dela SAZU 5. Ljubljana.
- Pristov, J. 1991: Razpored padavin in njihov vpliv na poplave 1900. Ujma 5. Ljubljana.
- Robič, M. 2008: Proučevanje poplave v dolini Selške Sore 18. 9. 2007 z mednarodno skupino Hydrate. Ujma 22. Ljubljana.
- Starec, M. 2002: Varstvo pred poplavami. Nesreče in varstvo pred njimi. Ljubljana.
- Šercelj, A. 1996: Začetki in razvoj gozdov v Sloveniji. Dela SAZU 35. Ljubljana.
- Ušeničnik, B. 1996: Merila financiranja varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami v občini. Ujma 10. Ljubljana.
- Ušeničnik, B. 1991: Združimo znanje za večjo varnost. Ujma 5. Ljubljana.
- Zakon o varstvu pred naravnimi in drugimi nesrečami. Uradni list Republike Slovenije 64/1994. Ljubljana.

## SISTEMI OPOZARJANJA PRED NEVARNIMI VREMENSKIMI RAZMERMAMI

Andrej HRABAR

Agencija Republike Slovenije za okolje, Urad za meteorologijo, Vojkova 1b, 1000 Ljubljana, e-pošta: andrej.hrabar@gov.si

### IZVLEČEK

Na pobudo EUMETNETa - mreže evropskih državnih meteoroloških služb deluje spletna stran [www.meteoalarm.eu](http://www.meteoalarm.eu), na kateri so prikazane informacije in opozorila o možnosti nastanka vremenskih ujm po Evropi.

Izdelan je bil splošno razumljiv sistem, ki z uporabo znakov in z barvnim opozorilom prikazuje najnovejša opozorila v zvezi z napovedanimi vremenskimi ujmami za naslednjih 48 ur. Vsaka država je na karti obarvana z barvnim opozorilom, ki ustreza eni od štirih stopenj opozoril: od rdeče, ki označuje izjemno visoko ogroženost zaradi nevarnih vremenskih razmer, oranžne in rumene do zelene, ki označujejo, da vremenske ujme niso napovedane.

Stopnje opozoril se objavljajo v skladu z enovitim sistemom povezave med vremenskim pojavom in morebitno gmotno škodo ter predlaganim ravnanjem, da bi se škodi izognili. Mejne vrednosti vremenskih parametrov (dež, sneg, veter) se od regije do regije razlikujejo, ker na primer močno sneženje v Alpah povzroči manj motenj in gmotne škode kakor v Lizboni.

Ključne besede: meteoalarm, vremenske ujme, opozorila, barvne stopnje, ogroženost

### Severe Weather Warnings Systems

#### ABSTRACT

Based on EUMETNET – the group of European national Meteorological Services initiative, the web page [www.meteoalarm.eu](http://www.meteoalarm.eu) is established, containing information about the possible occurrence of severe weather warnings all over Europe.

The colour alert levels are published in a unified system with a clear relationship between the predicted meteorological phenomena and severe weather in the next 48 hours, including possible damage and proposed behaviour to avoid these damages. The awareness system consist of country maps containing awareness level colour: from red, determining very dangerous weather situation, orange and yellow to green, showing that no particular weather awareness is required.

The thresholds for these levels differ from region to region because for instance intense snowfall in the Alpine region causes less disruption and damage than in Lisbon.

Key words: meteoalarm, severe weather, warnings, status colours, awareness

## 1 UVOD

Opozarjanje pred nastankom nevarnih vremenskih razmer je ena izmed ključnih nalog državne meteorološke službe. Zakon o meteorološki dejavnosti (2006) predpisuje naloge državne meteorološke službe med katere sodijo tudi:

- priprava in posredovanje meteoroloških opozoril, potrebnih za izvajanje nalog države ali občine ali namenjenih javnosti;
- spremljanje in opozarjanje pred snežnimi plazovi;
- zagotavljanje meteoroloških podatkov, pripravljanje in posredovanje meteoroloških opozoril, napovedi vremena in drugih meteoroloških podatkov, pomembnih za varstvo pred naravnimi in drugimi nesrečami po predpisih o varstvu pred naravnimi in drugimi nesrečami.

Zakon povzema tudi smernice Svetovne meteorološke organizacije (Medmrežje 1), ki za članice priporoča uporabo tako imenovanega »*Single Official Voice*«. V državi naj bi bila samo ena organizacija pooblaščenca za pripravo vremenskih opozoril. S takim načinom dela se izognemo podvajanju informacij ter širjenju nasprotujočih informacij v javnosti, kar bi lahko pripeljalo do napačnega ukrepanja ali celo nastopa splošne panike. V Sloveniji je za izdajo vremenskih opozoril pristojna Agencija RS za okolje, Urad za meteorologijo.

## 2 METODE

### 2.1 Določitev mejnih vrednosti za izdajo opozorila

Priprava vsebine vremenskih opozoril je vezana na določene mejne vrednosti za posamezne vremenske parametre. V primeru pričakovanih preseženih mejnih vrednosti, se izda ustrezno opozorilo. Sama določitev mejnih vrednosti za posamezne vremenske parametre je bila izvedena na podlagi različnih meril.

Glavno merilo je vezano na posledice posameznega vremenskega dogodka. Opozorilo se izda za vremenskih dogodek ali pojav, ki lahko potencialno povzroči nastanek materialne škode oziroma ogroža človeška življenja. Stopnja opozorila je odvisna od intenzitete dogodka.

Drugo merilo je prilagodljivost okolja in človeka na določene tipe vremenskih dogajanj. Glede na geografsko in klimatološko raznolikost Slovenije, je tudi narava in človek prilagojena določenemu klimatološkemu tipu. Recimo, močna burja s hitrostjo okoli 90 km/h na Krasu ne bo povzročila nobene škode, v severovzhodni Sloveniji pa veter z enako hitrostjo že lomi veje in celo podira drevesa. Snežna odeja debeline 30 cm na gorenjskem ni nič nenavadnega, enaka debelina ob morju bi povzročila prometni kaos in tudi poškodbe na strešnih konstrukcijah.

Kot tretje merilo pri določitvi mejnih vrednosti se upošteva tudi pogostost nastanka določenega vremenskega dogodka. Načeloma se vremenska opozorila najvišje stopnje izdaja za vremenske dogodke, ki se pojavljajo redkeje kot 1 krat letno, opozorila oranžne stopnje naj bi se izdala za dogodke, ki se pojavijo največ nekajkrat letno, prekoračitev rumene stopnje ogroženosti pa je lahko bolj pogosta. Klimatološka študija povratnih dob posameznih dogodkov je služila kot orientacija za verodostojnost določenih mejnih vrednosti. S kontrolo pogostosti izdaje opozoril posamezne barvne stopnje se poskuša preprečiti »poplavo« opozoril v javnosti. Preveč opozoril lahko povzroči tudi nasproten učinek, javnost jih ne jemlje več dovolj resno.

	regija				
	JZ	SZ	Centralna	SV	JV
sunki vetra					
	>70 km/h	> 50 km/h	> 50 km/h	> 50 km/h	> 50 km/h
	>100 km/h	> 70 km/h	> 70 km/h	> 70 km/h	> 70 km/h
	>140 km/h	>100 km/h	>100 km/h	>100 km/h	>100 km/h
Dež					
	>25mm/24h	>40mm/24h	>25mm/24h	>20mm/24h	>25mm/24h
	>50mm/24h	>100mm/24h	>50mm/24h	>40mm/24h	>50mm/24h
	>100mm/24h	>150mm/24h	>100mm/24h	>80mm/24h	>100mm/24h
Sneg					
	10cm/24h>	>20cm/24h	>10cm/24h	>10cm/24h	>10cm/24h
	20cm/24h>	>40cm/24h	>25cm/24h	>25cm/24h	>25cm/24h
	>20cm/24h	>60cm/24h	>40cm/24h	>40cm/24h	>40cm/24h

Preglednica 1: Stopnja barve opozorila za nekatere vremenske parametre. Mejne vrednosti se razlikujejo od regije do regije.

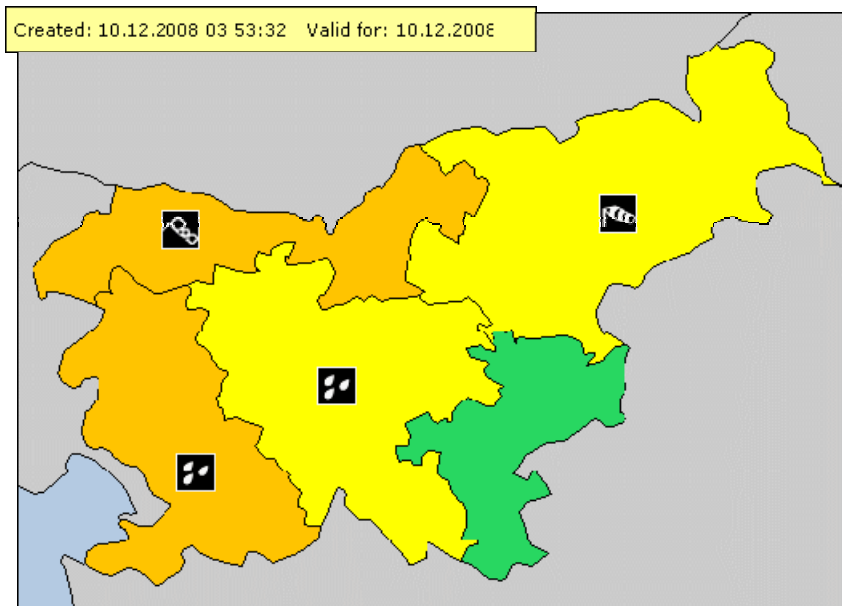
### 3 REZULTATI

Državna meteorološka služba za distribucijo vremenskih opozoril uporablja tri sisteme.

Prvi sistem je neposredna distribucija opozoril do Uprave RS za zaščito in reševanje. V kolikor državna meteorološka služba predvideva nastanke vremenskih ujm (prekoračitev praga mejnih vrednosti oranžne barve iz preglednice 1) se, glede na predviden čas dogodka, za URSZR pripravijo trije tipi opozoril in sicer: predhodno opozorilo (do 72 ur pred predvidenim dogodkom), vremensko opozorilo (do 36 ur pred predvidenim dogodkom) in obvestilo o vremenski ujmi (v kolikor so dejansko presežene mejne vrednosti). Vremenska opozorila so vključena v dnevni bilten Centra za obveščanje Republike Slovenije. Ta bilten prejema regijski centri, občine, mediji in tako dalje.

Ob izdaji vremenskega opozorila URSZR, se na spletnih straneh državne meteorološke službe pojavi tudi tekst opozorila, enak tekst je tudi vključen v splošno vremensko napoved državne meteorološke službe za medije.

Nov, evropsko poenoten sistem distribucije vremenskih opozoril je objava opozoril na medmrežju na strani [www.meteoalarm.si](http://www.meteoalarm.si) (Medmrežje 2), kjer je vsaka država članica zadolžena za sprotno objavo barvnega opozorila za posamezne regije znotraj države. Opozorila se pripravljajo za največ 48 ur v naprej. Slovenija je razdeljena na 5 regij (slika 1). Regijsko razdelitev je pogojeval tip prevladujočega vremena oziroma klimatološki tip. Poenoten evropski sistem je namenjen javnosti in ne nadomešča sistema distribucije opozoril do služb civilne zaščite posameznih držav članic. Gre za sistem zgodnjega opozarjanja javnosti, turistov, prevoznikov in podobno.



Slika 1: Primer razdelitve Slovenije po regijah za potrebe izdaje vremenskih opozoril v sistemu Meteoalarm (Medmrežje 3).

#### 4 SKLEP

Odziv javnosti od začetka operativne priprave opozoril za Slovenijo je zelo pozitivna. Jasna povezava med vremenskim dogodkom in barvo vremenske ogroženosti je razumljiva in enostavna za uporabo. Ker gre za poenoten evropski sistem, je jasna povezava med dogodkom in ogroženostjo enako uporabna v vseh državah, ki sodelujejo pri projektu.

Namen barvne lestvice sistema Meteoroalarm je predvsem dvigniti pozornost javnosti v primeru pričakovanih izrednih vremenskih razmer. Vsekakor barva regije ne daje vse odgovore na vprašanja v zvezi z vremenskimi dogodki oziroma dogajanjem. Barva regije je samo prvi indic, kako intenzivna oziroma nevarna bodo vremenska dogajanja v prihodnjih 48 urah.

V primeru izrednih dogodkov bo za podrobnejše vremenske napovedi in opozorila tudi v bodoče še vedno potrebno pozorno sprotno spremljati vremenska opozorila državne meteorološke službe.

#### 5 VIRI IN LITERATURA

Zakon o meteorološki dejavnosti. Uradni list Republike Slovenije 49/2006. Ljubljana.

Medmrežje 2: <http://www.meteoalarm.eu> (1. 12. 2008).

Medmrežje 3: <http://www.meteoalarm.si> (1. 12. 2008).

Medmrežje 1: <http://www.wmo.ch> (10. 12. 2008).

## URBANISTIČNO NAČRTOVANJE PROSTORA V LUČI VARSTVA PRED NARAVNIMI IN DRUGIMI NESREČAMI

Julij JERAJ

Mestna občina Ljubljana, Mestna uprava, Oddelek za zaščito, reševanje in civilno obrambo, Zarnikova ulica 3,  
1000 Ljubljana, e-pošta: julij.jeraj@ljubljan.si

### IZVLEČEK

Načrtovanje rabe prostora mora odražati, oziroma se prilagajati, njegovi ogroženosti. Urbanistični dokumenti morajo s svojo regulativno funkcijo v prostoru vzpostaviti tak režim, ki bo med drugim zagotavljal tudi varnost ljudi in dobrin ob morebitnih naravnih in drugih nesrečah. Urbanistični dokumenti bi morali upoštevati in opredeliti območja nevarnosti oziroma ogroženosti zaradi naravnih in drugih nesreč ter določiti območja, ki so potrebna za izvajanje zaščitnih ukrepov (nastanitev, evakuacija itn.) in drugih aktivnosti reševalnih služb. To je bistvenega pomena za varnost ljudi in informirane odločitve investitorjev za posege v prostor. V prispevku bomo obravnavali, vključevanje te problematike v prostorske dokumente Mestne občine Ljubljana in s kakšnimi težavami se pri tem srečujemo. Predstavljene izkušnje služijo kot študija primera za druge lokalne skupnosti, kot pobuda za spreminjanje pravnih aktov na državni ravni in kot priporočilo disciplinam, ki se z različnih zornih kotov ukvarjajo z naravnimi in drugimi nesrečami, kako se lažje vključevati v pripravo odločitev o rabi prostora na ravni lokalnih skupnosti.

Ključne besede: naravne nesreče, urejanje prostora, urbanizem, zaščita in reševanje, varstvo pred naravnimi in drugimi nesrečami, prostorski dokumenti, Ljubljana

### Urban Planning in the Light of Emergency Preparedness

#### ABSTRACT

Urban planning should take into consideration hazards pertinent to a certain area. Regulatory function of urban planning should ensure safety of the inhabitants and their premises in the case of natural or man-made contingencies. Such risks, as products of hazards and vulnerability, if they could be geographically defined, should be constitutive part of urban plans. Land reservations should be made in the plans to facilitate people and recovery of the community after emergencies and for the proper network of rescue service stations as well. Especially geographically defined risk are of utmost importance for the informed land using decisions of the general public and investors. In the article we are exploring endeavours for getting this theme into the urban plans of the city of Ljubljana.

Key words: natural disasters, urban planning, emergency preparedness, contingency planning, Ljubljana

## 1 UVOD

Prizadevanja za pripravo novih prostorskih dokumentov Mestne občine Ljubljana so se pričela pred letom 2000. Njeni izdelovalci so se na Oddelek za zaščito, reševanje in civilno obrambo v mestni upravi Mestne občine Ljubljana večkrat obračali za pridobitev podlag, mnenj, izhodišč in razlag v zvezi z ogroženostjo pred nesrečami, prostorskimi potrebami za začasna bivališča po nesrečah in v vojni, deponije ruševin itn. Na eni strani so želeli zadovoljiti določila predpisov, na drugi strani so se v njih in njihovi neusklajenosti izgubljali. Rezultat je viden v leta 2001 izdelani Prostorski zasnovi; slika 10 (Cerar in ostali 2002). Z doseženim nismo bili povsem zadovoljni. Delo na pripravi in sprejemanju prostorskih dokumentov se še vedno nadaljuje z izdelavo Strateškega prostorskega načrta in Izvedbenega prostorskega načrta Mestne občine Ljubljana, kjer še vedno poskušamo uveljavljati celovitejši pristop urejevalcev prostora pri upoštevanju problematike naravnih in drugih nesreč: ogroženosti, reševanja, pomoči, zagotavljanja osnovnih življenjskih razmer in obnove.

## 2 METODE

Z uporabo metode analize vsebine smo preučili predpise in iz njih izluščili vsebino, ki zadeva problematiko naravnih in drugih nesreč in ima hkrati tudi prostorsko razsežnost. Preučeni predpisi so z resornega področja Ministrstva za okolje in prostor ter Ministrstva za obrambo. Tako pridobljena vsebina predstavlja izhodišče za vzpostavitev celovite obravnave v prostorskih dokumentih. Poskus uveljavitve celovite obravnave problematike naravnih in drugih nesreč pa je predmet analize primera v nadaljevanju. Kot metodološki pripomoček za našo analizo smo uporabili tudi Analizo izvajanja veljavnega prostorskega plana Slovenije z vidika obrambe (Drobne in ostali 2003).

## 3 REZULTATI IN RAZPRAVA

V času sodelovanja pri pripravi različnih prostorskih dokumentov (Prostorski plan Mestne občine Ljubljana – Prostorska zasnova (Cerar in ostali 2002), Strateški prostorski načrt Mestne občine Ljubljana (Novi prostorski akti Mestne občine Ljubljana, javna razgrnitev 22. 4.2008–30. 5. 2008), Izvedbeni prostorski načrt Mestne občine Ljubljana (Novi prostorski akti Mestne občine Ljubljana, javna razgrnitev 22. 4. 2008–30. 5. 2008)) Mestne občine Ljubljana je bil Oddelek za zaščito, reševanje in civilno obrambo postavljen pred nalogo, da pripravi strokovne podlage s področja varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami. Kot vedno stori vsakdo v uradniškem cehu, smo najprej začeli ugotavljati, kateri predpis opredeljuje izvedbo naloge: Navodilo za določanje in prikazovanje potreb obrambe in zaščite v prostorskih planih (Ur. l. RS, št. 23/1994). Že iz naslova predpisa je moč ugotoviti, da nam je bila zastavljena preširoka naloga. Varstvo pred naravnimi in drugimi nesrečami na eni in zaščita iz navedenega navodila na drugi strani nikakor nista eno in isto; zaščita je precej ožji pojem. Sledil je naslednji pomislek: kje pa je področje reševanja? Natančnejši pregled navodila je pokazal, da je navodilo namenjeno temu, da se z načrtovanjem prostora za obrambo in zaščito zagotavlja prostorske potrebe, s katerimi se omogoča izvajanje obrambnih in zaščitnih dejavnosti. Če pustimo zadeve obrambe ob strani (za to področje skrbi Ministrstvo za obrambo, ki daje svoje prostorske zahteve v zvezi z vojsko in vojno pripravljavcem samo), ugotovimo, da navodilo v zvezi z zaščito govori o:

območjih izključne rabe prostora, na katerih stalno potekajo aktivnosti zaščite in reševanja:

- vadišča,
- centri za usposabljanje,
- skladišča,
- območja centrov zvez,
- letališča in helidromi;

območjih možne izključne rabe prostora, ki se za aktivnosti zaščite in reševanja uporabljajo ob nesrečah in izjemoma za usposabljanja:

- območja za evakuacijo in nastanitev,
- območja za pokop ljudi in živali,
- območja za deponije ruševin,
- območja za dekontaminacijo ljudi, živali in dobrin,
- območja možnih letališč in helidromov;

območjih omejene in nadzorovane rabe prostora, ki so ob prej navedenih območjih ali blizu njih in na katerih so potrebne omejitve rabe zaradi tehničnih ali varnostnih razlogov:

- območja obvezne gradnje zaklonišč,
- območja ogroženosti zaradi porušitev visokih pregrad.

Postavljalo se je čedalje več vprašanj. Zakaj je vključeno območje ogroženosti zaradi porušitve visokih pregrad, ne pa območje, ogroženo zaradi običajnih poplav? Kaj pa plazovi? In območja, ogrožena zaradi industrijskih nesreč? Zakaj skladišča, ne pa gasilske postaje? Kakšna merila pa morajo izpolnjevati območja za pokope, deponije in dekontaminacijo? Se ta območja uporabljajo le med vojno ali tudi ob nesrečah ali celo »v miru«?

Da bi dobili odgovore na ta vprašanja, smo se zopet zatekli k pregledu zakonodaje. Tokrat smo posegli širše. Pregledali smo predpise s področja varstva okolja (Zakon o varstvu okolja, Ur.l. RS, št. 41/2004 s spremembami ter podzakonskimi akti (Medmrežje 1)), vod (Zakon o vodah Ur.l. RS, št. 67/2002 s spremembami ter podzakonskimi akti (Medmrežje 1)), industrijskih nesreč (Uredba o preprečevanju večjih nesreč in zmanjševanju njihovih posledic Ur.l. RS, št. 71/08, medmrežje 2, Uredba o vsebini in izdelavi načrtov zaščite in reševanja Ur.l. RS, št. 3/2002 s spremembami), prostorskega urejanja (Zakon o urejanju prostora Ur.l. RS, št. 110/2002 s spremembami ter podzakonskimi akti (Medmrežje 3) Zakon o prostorskem načrtovanju Ur.l. RS, št. 33/2007 s spremembami ter podzakonskimi akti (Medmrežje 3), Medmrežje 4), obrambe (Uredba o določitvi obrambnih potreb Ur.l. RS, št. 30/2003), zaščite in reševanja (Zakon o varstvu pred naravnimi in drugimi nesrečami Ur. l. RS, št. 51/2006-UPB1, Navodilo za določanje in prikazovanje potreb obrambe in zaščite v prostorskih planih Ur. l. RS, št. 23/1994, Navodilo o izvajanju zaščitnih ukrepov Ur.l. RS, št. 39/1994, Uredba o vsebini in izdelavi načrtov zaščite in reševanja Ur.l. RS, št. 3/2002 s spremembami). Primerjava vsebine predpisov je pokazala, da je navedeno navodilo v krepkem zaostanku za razvojem ostalih predpisov. Zadeva se je zapletla. Postalo je očitno, da z opiranjem na predpise ne bomo mogli zadovoljiti potreb po izhodiščih za izdelavo prostorskih dokumentov.

In tu se je pojavilo novo vprašanje: čigave potrebe morajo zadovoljiti prostorski dokumenti? Naš odgovor je bil: potrebe ljudi. In kaj so te potrebe? Temeljna bivanjska potreba je potreba po varnosti. Odločili smo se, da bo pri pripravi podlag za prostorsko načrtovanje prav to naše osnovno vodilo. Zadovoljevanje potrebe posameznikov in skupnosti po varnosti in ne izpolnjevanje črke zakonov in drugih predpisov. To osnovno vodilo smo v



zasnovi zaščite in reševanja v prostorskih dokumentih konkretizirali v treh bistvenih sestavinah:

opredelitvi območij nevarnosti oziroma ogroženosti zaradi vseh naravnih in drugih nesreč, ki jih je mogoče prostorsko locirati po njihovem nastanku in potencialnem obsegu;

določitvi območij, ki so potrebna za izvajanje zaščitnih ukrepov (nastanitev, evakuacija itn.) ob naravnih in drugih nesrečah in nekaterih drugih aktivnostih reševalnih služb, kot osnovno komunalno urejenost prostora (cesta, voda, požarna voda, kanalizacija, energenti, telekomunikacije) smo upoštevali intervencijsko pokrivanje območja Mestne občine Ljubljana (čas prihoda reševalnih vozil mora ustrezati stopnji in značilnosti urbanizacije posameznih območij) (slike 6–9).

Prva osnova za opredelitev potrebnih površin in določitev lokacij za posamezna območja, pomembna za zaščito in reševanje, je ocenjevanje nevarnosti nastanka naravnih in drugih nesreč in ogroženosti zaradi njih:

Po ocenah potresne nevarnosti je zaradi strukture tal najbolj nevarno območje južno od Šišenskega in Grajskega hriba ter Golovca (slika 1) (Agencija Republike Slovenije za okolje 2003).

Po ocenah potresne ogroženosti bi ob potresu 8. stopnje po lestvici MCS utegnilo biti hudo poškodovanih 3197 stanovanjskih objektov (698.853 m<sup>2</sup> stanovanjskih površin) in v njih ogroženih 21.136 stalno prijavljenih prebivalcev, procesirati pa bi bilo treba 1,5 milijona m<sup>3</sup> ruševin (Orožen Adamič in Hrvatinić 2000). Pri tem niso upoštewane nestanovanjske zgradbe in dnevni migranti (190.000 oseb<sup>1</sup>).

Ob močnih poplavah (100-letne visoke vode) je lahko ogroženo 7981 ha površin z 18.688 stalno prijavljenimi prebivalci in 4177 objektov s hišnimi številkami. Poplavno posebej nevarno je območje južno od črte Šišenski hrib – Grajski hrib – Golovec (slika 2) (Dobravc 2003a).

Zaradi industrijskih nesreč v obratih večjega tveganja za okolje je lahko ogroženih okoli 2000 ljudi, zlasti na območju industrijske cone v Šiški (sliki 3 in 4) (Oddelek za zaščito, reševanje in civilno obrambo mestne uprave Mestne občine Ljubljana 2006).

Plazovno nevarno območje zajema 45 % območja MOL (hribovita območja), kjer je 10.121 stalno prijavljenih prebivalcev (slika 5) (Dobravc 2003b).

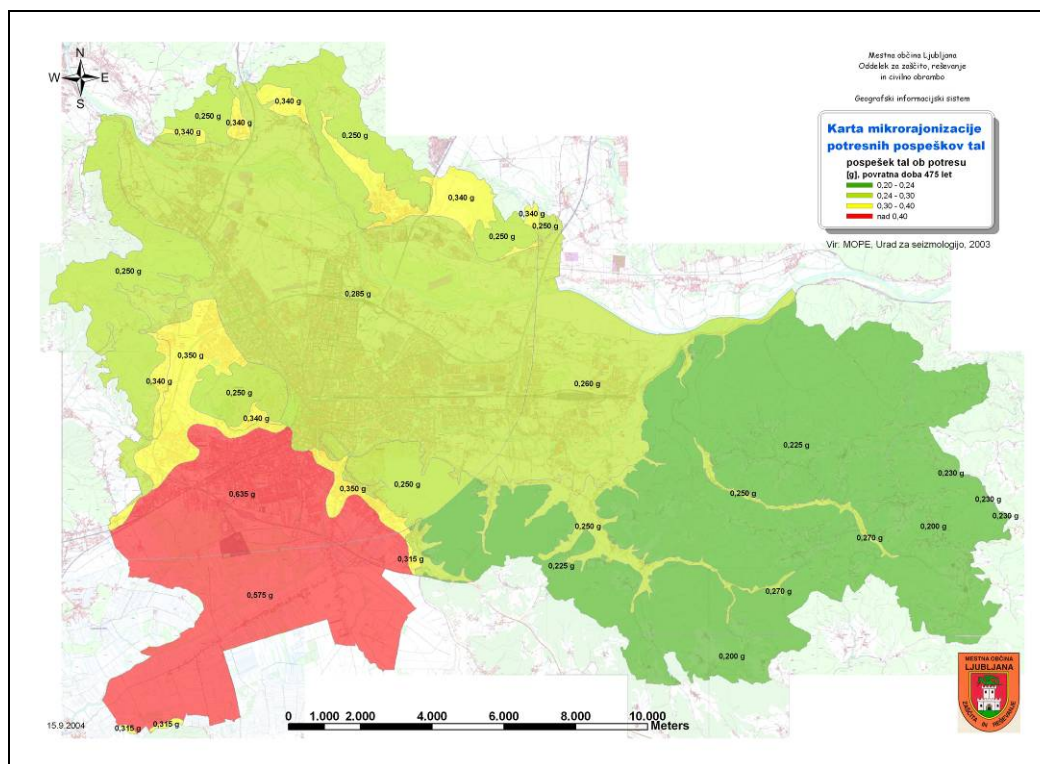
Požarna nevarnost naravnega okolja (gozd – 40 % površine MOL, travniki) se bo zaradi klimatskih sprememb verjetno povečala (Jakša 2008).

Požarna statistika kaže na porast števila požarov v objektih (stanovanjski, poslovni, industrijski). Podatki o intervencijah gasilske reševalne službe govore o 2000 intervencijah letno, zdravstvene reševalne službe pa o 16.000 izvozih v zvezi z urgentnimi stanji (Baza podatkov o intervencijah Gasilske brigade Ljubljana).

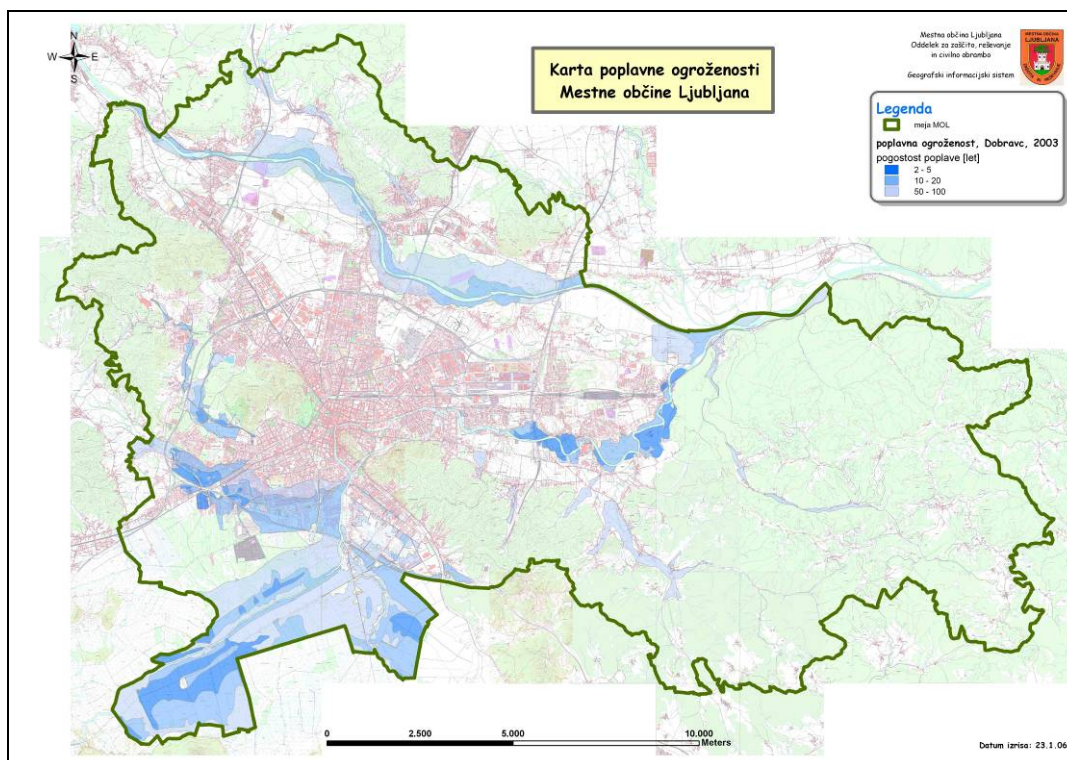
Nevarnost nastanka vremensko pogojenih ujm (poplave, veter, toča, visok sneg, vročina, suša) se bo zaradi klimatskih sprememb verjetno povečala (Kajfež-Bogataj 2008).

---

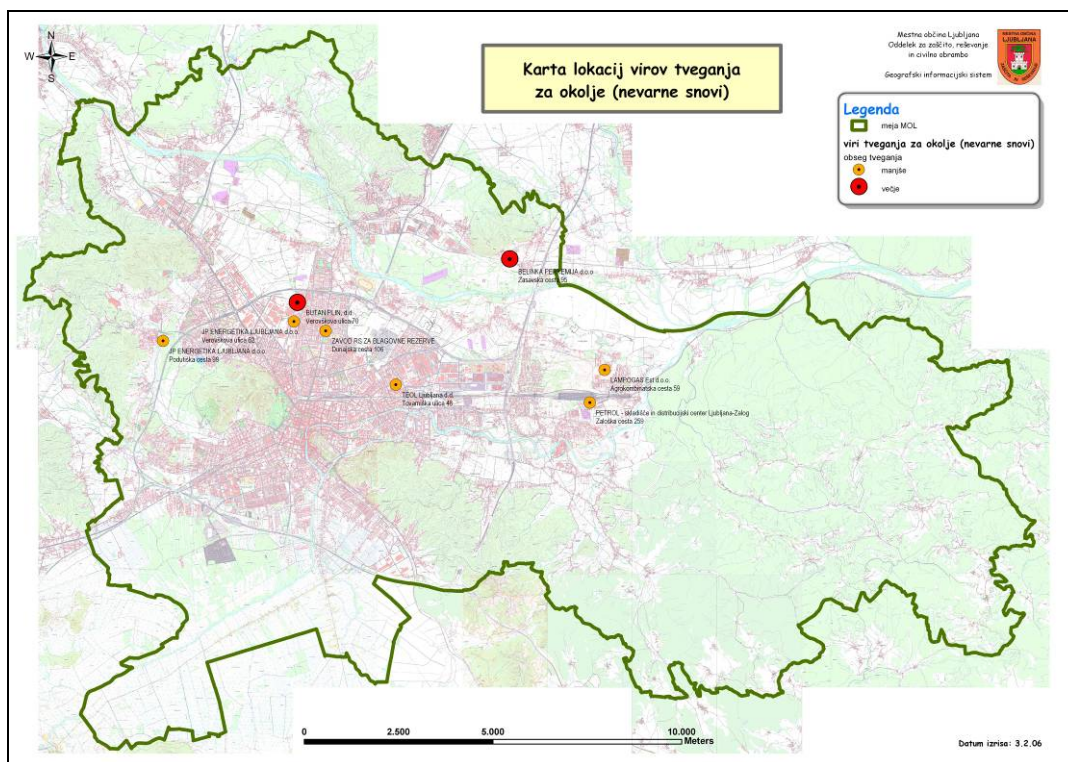
<sup>1</sup> Ocena števila dnevnih migrantov je bila narejena na podlagi podatkov Službe za statistiko Mestne občine Ljubljana o delovnih migracijah, migracijah srednješolske in študentske mladine, turistih, obiskovalcih prireditelj ter iz podatkov BTC o številu kupcev na letni ravni ocenjenega podatka o številu kupcev iz drugih krajev. Ocena je bila narejena na podlagi podatkov iz leta 2006.



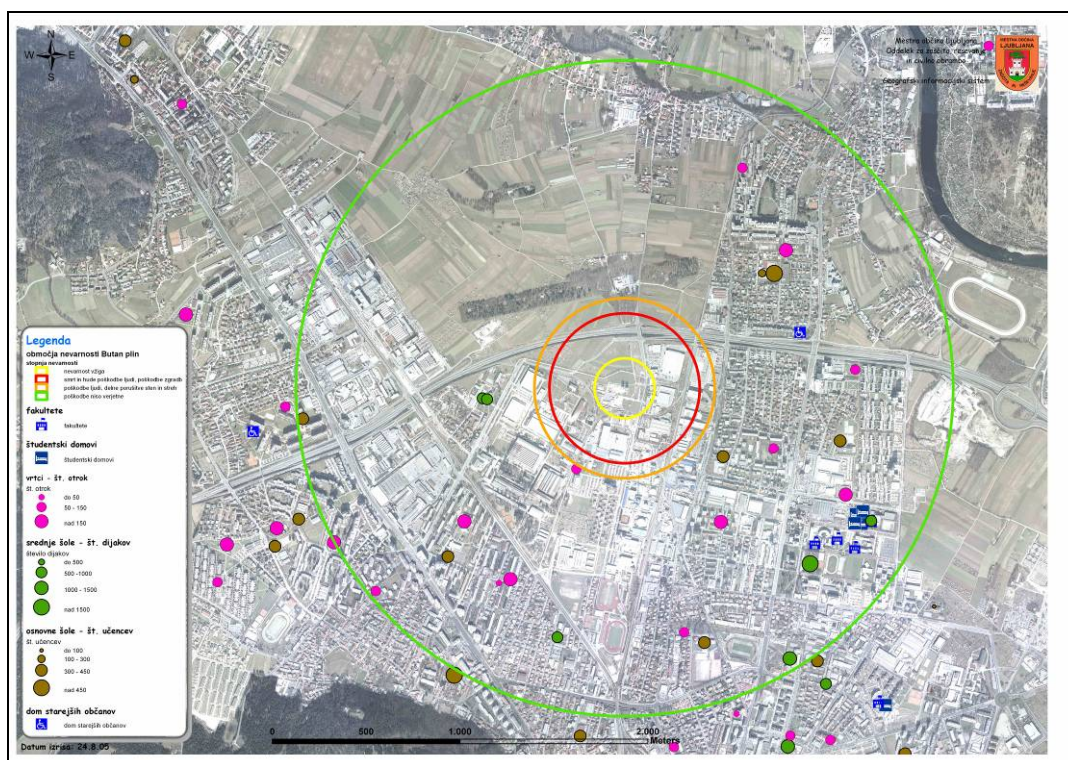
Slika 1: Mikrorajonizacija pospeškov tal za območje Mestne občine Ljubljana (vir: MOPE, ARSO, Urad za seizmologijo in geologijo 2003).



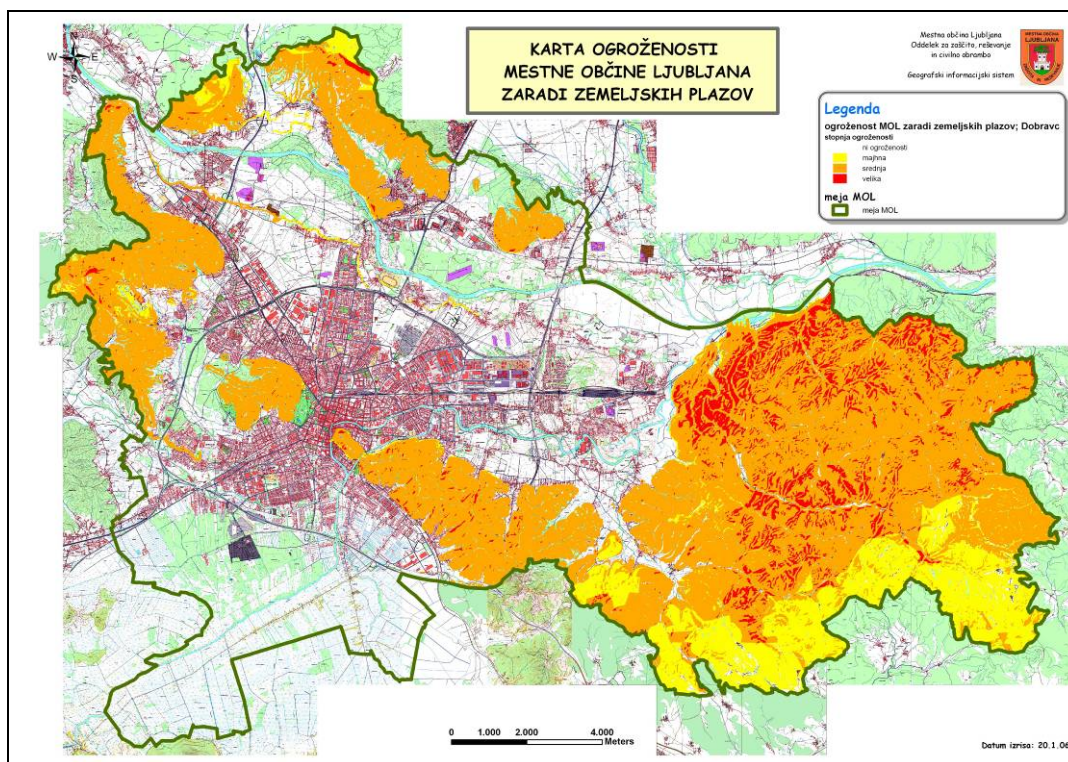
Slika 2: Območja poplavne ogroženosti (Dobravec 2003a).



Slika 3: Lokacije virov večjega in manjšega tveganja za okolje.



Slika 4: Območja ogroženosti pri morebitni nesreči v Butan plinu



Slika 5: Območja plazovne ogroženosti (Dobravec 2003b).

Druga osnova za opredelitev potrebnih površin in določitev lokacij so zahteve predpisov in standardov, ki opredeljujejo:

površine za gasilce ob zgradbah (minimalne zahteve za dostopne poti, dovozne poti, postavitvene površine in delovne površine za gasilska vozila - SIST DIN 14090) (Odlok o uporabi slovenskega nacionalnega standarda SIST DIN 14090, Uradni list Republike Slovenije 117/03);

merila za določitev najmanjše razdalje med obratom in območji, kjer se zadržuje večje število ljudi, ter infrastrukturo (*American Industrial Hygiene Association, United States Environmental Protection Agency, United States Department of Energy, Subcommittee on Consequence Assessment and Protective Actions*);

merila za določitev varne oddaljenosti objektov za proizvodnjo in skladiščenje eksplozivov (Uredba o posebnih zahtevah za objekte, v katerih so eksplozivi ali pirotehnični izdelki, Uradni list Republike Slovenije 124/2008);

standardi preskrbe s požarno vodo (Pravilnik o preizkušanju hidrantnih omrežij, Uradni list Republike Slovenije 22/1995, Pravilnik o tehničnih normativih za hidrantno omrežje za gašenje požarov Uradni list SFRJ, št. 30/1991, Uradni list Republike Slovenije 83/2005);

standardi intervencijskega požarnega in zdravstvenega pokrivanja posameznih območij glede na vrsto objektov (glej Dobravec, Kučič in Jeraj (2010) v tej monografiji).

Osnovni problemi, ki smo jih želeli nasloviti prek prostorske obravnave, so:

Uporaba prostora mora odražati oziroma se prilagajati njegovi ogroženosti, urbanistični dokumenti pa morajo vzpostaviti varovanje prostora pred nenačrtnimi in nezadostno premišljenimi posegi, ki lahko bistveno spremenijo njegovo funkcioniranje ob morebitnih naravnih in drugih nesrečah, ter zagotoviti pogoje za ustrezno

intervencijsko pokritost z ustrežno razmestitvijo in številom postaj gasilske in zdravstvene reševalne službe.

Primer neustrezne rabe prostora so legalne in nelegalne gradnje na poplavnem območju, ki je tudi z vidika potresne nevarnosti najbolj nevarno (Ljubljana južno od črte Pržan–Šišenski hrib–Grajski hrib–Golovec). Na teh območjih sedaj ni možno zagotavljati varnosti ob naravnih nesrečah ter ustreznih površin za evakuacijo in nastanitev ter drugih potrebnih površin, varnih pred visokimi vodami. Prav tako jih ne bo mogoče zagotavljati po morebitni izgradnji zadrževalnikov in razbremenilnikov iz predloga državnega lokacijskega načrta za zagotavljanje poplavne varnosti južnega dela Ljubljane (omeniti moramo velik odpor javnosti v gorvodnih občinah), saj varovanje območja pred 100-letnimi vodami po našem mnenju ni zadostno. Razlog za tako mnenje tiči v podnebnih spremembah in predvideni večji intenzivnosti padavin in drugih vremenskih pojavov – hudourniške poplave v Železnikih so imele značilnosti 250-letnih voda – ter v obstoječi tuji dobri praksi: Dunaj npr. varujejo pred 1000-letnimi vodami Dunajščice (nem. *Wien*).

Pomemben dejavnik tako varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami kot varovanja kritične infrastrukture je varstvo območij vodnih virov, ki mora zagotoviti ustrezne količine in kvaliteto pitne in požarne vode tudi v izrednih razmerah.

Mnoga območja in posamezni objekti v mestu niso oblikovani tako, da bi omogočali ustrezne dostopne poti, dovozne poti, postavitvene površine in delovne površine za gasilska vozila v skladu s standardi.

Urbanizacija vse bolj pritiska tudi na območja, kjer je nevarnost industrijskih nesreč. Na drugi strani pa obrati, ki so vir nevarnosti, želijo širiti količinski in prostorski obseg svoje dejavnosti.

V delih mesta, ki niso pokrita s centralnim vodovodnim sistemom, ni zagotovljena ustrezna preskrba s požarno vodo, zaradi česar bo treba graditi alternativno oskrbo s požarno vodo.

Območja za prestrežanje nevarnih snovi na vodotokih in mesta za hitro splovitev gasilskih reševalnih plovil na vodotokih niso urejena.

Neurejeno je pristajališče helikopterjev za reševalne namene.

Razvoj mesta je presegel stopnjo, ko bi bilo mogoče ustrezen čas dostopa gasilskih in zdravstvenih reševalnih vozil (za najbolj urbaniziran del je okvirno merilo 5 minut vožnje interventnih vozil; ta čas se z zmanjševanjem urbaniziranosti daljša in znaša 24 minut na ruralnem območju – slika 8) zagotavljati z enega mesta, zato je treba vzpostaviti mrežo postaj gasilske in zdravstvene reševalne službe (slike 6–9).

Temu sledijo tudi cilji, ki jih želimo prek urejanja prostora doseči:

ohranitev primernih območij za potrebe zaščite in reševanja,  
določitev ukrepov in omejitev na območjih poplavne in potresne nevarnosti ter nevarnosti zaradi industrijskih nesreč,  
omejevanje posegov na erozijskih in plazovitih območjih,  
izboljšanje potresne in požarne varnosti v sklopu prenove, revitalizacije in transformacije mestnih površin osrednjih mestnih predelov,  
izboljšanje dostopnosti do objektov in območij za reševalna vozila in plovila (ureditev mirujočega prometa, uveljavljanje SIST DIN 14090, urejanje dostopov do vodotokov),  
postavitev ustrezne mreže postaj gasilske in zdravstvene reševalne službe (predvidoma tri dodatne poklicne postaje) in s tem zagotovitev tveganjem in standardom ustrezen čas vožnje reševalnih vozil,

zagotovitev ustrezne preskrbe s požarno vodo na območjih, kjer to ni zagotovljeno prek vodovodnega sistema.

Zasnova tako opredeljuje območja izključne, možne izključne, omejene in nadzorovane rabe ter druga območja.

V območjih izključne rabe so dovoljene izključno vojaške dejavnosti in dejavnosti, ki se nanašajo na zaščito in reševanje. Slednje so:

pristajališča za helikopterje – helipad (Univerzitetni klinični center), Gasilska brigada Ljubljana;

zdravstveni domovi;

bolnišnice;

gasilske postaje in nepozidana območja okoli njih za sprejem reševalne pomoči in zasilno namestitvev ter območja za postavitev novih poklicnih gasilskih postaj.

Območja možne izključne rabe so površine, rezervirane za potrebe zaščite in reševanja. To so površine, praviloma v javni lasti, na katerih lahko v miru potekajo posamezne dejavnosti, ki ne zmanjšujejo dostopnosti in funkcionalnosti površin ob morebitnih naravnih in drugih nesrečah. Gre za površine, ki morajo biti dosegljive takoj.

Območja možne izključne rabe so:

Območja za evakuacijo prebivalstva so predvidena za zbiranje prebivalcev in pripravo na evakuacijo. Praviloma se uporabljajo ob neposredni vojni nevarnosti in vojni. Za evakuacijo je predvidenih 2.200.000 m<sup>2</sup> površin.

Območja za nastanitev so predvidena za postavitev začasnih bivališč (zabojniki, šotori, montažni objekti). Načrtovana so na večjih zelenih in rekreacijskih površinah v mestu in na večjih površinah zunaj pozidanih območij z dobrim dostopom in komunalno opremo (npr. območje avtosejma na Viču). Uporabljajo se ob večjih rušenjih objektov ob potresu in vojni. Za nastanitev je predvidenih 1.718.000 m<sup>2</sup> površin.

Območja za izvajanje raznih aktivnosti so zbirna mesta reševalnih služb in njihove opreme, zdravstvene postaje so predvidene ob vpadnicah v mesto z dobrim dostopom do prometnega omrežja mesta in z dobro komunalno opremo. Neposredno ob njih so predvidene lokacije za pristajališča za helikopterje – helipade. Uporabljajo se ob potresu in vojni.

Območja za pokop ljudi in živali so locirana ob današnjih pokopališčih. Uporabljajo se v primeru potresa in vojne, če pokopov ni mogoče zagotoviti na običajen način.

Območja za predelavo in odlaganje ruševin so locirana na deponiji komunalnih odpadkov (prekrivni material) in na območju že izkoriščenega dela kamnoloma Sadinja vas. Uporabljajo se ob večjih rušenjih objektov ob potresu in vojni.

Območje za dekontaminacijo ljudi, živali in drugih dobrin je ob centralni čistilni napravi. Uporablja se v vojni.

Črpališča požarne vode ob mestni Ljubljanci in Gruberjevem kanalu, ki se uporabljajo ob prekinitvi dobave požarne vode na območju stare Ljubljane.

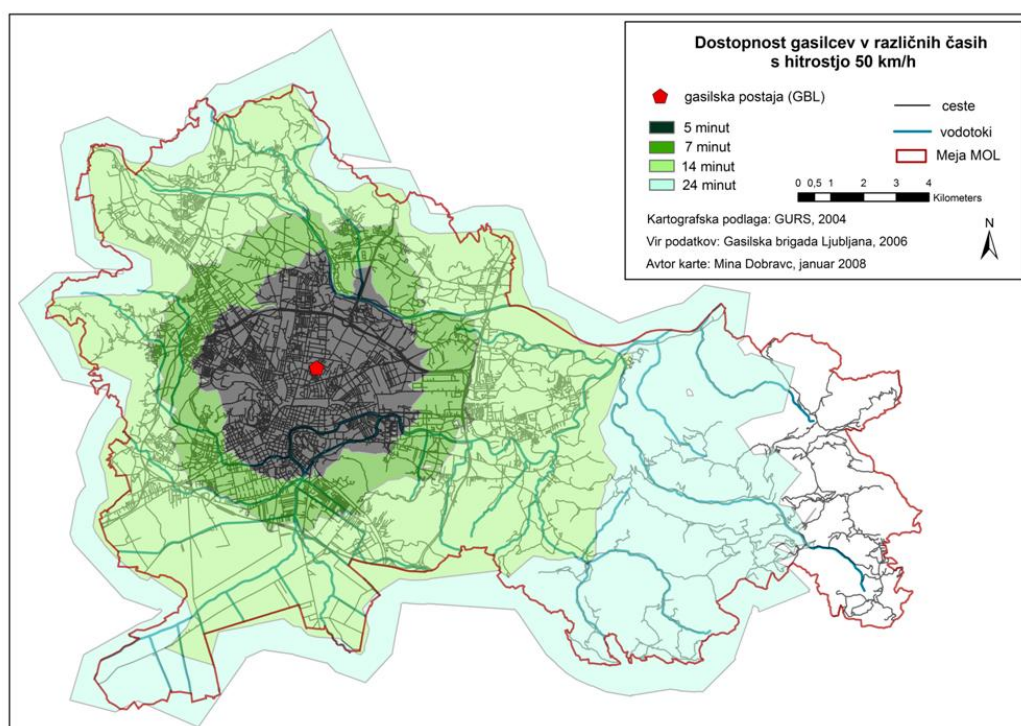
Območja za splopitev gasilskih reševalnih plovil na Savi (ob ureditvi akumulacijskih jezer) in Ljubljanci (Špica). Uporabljajo se za redne intervencije.

Območja za prestrezanje nevarnih snovi na Savi (Šentjakob) in Ljubljanci. Uporabljajo se za redne intervencije.

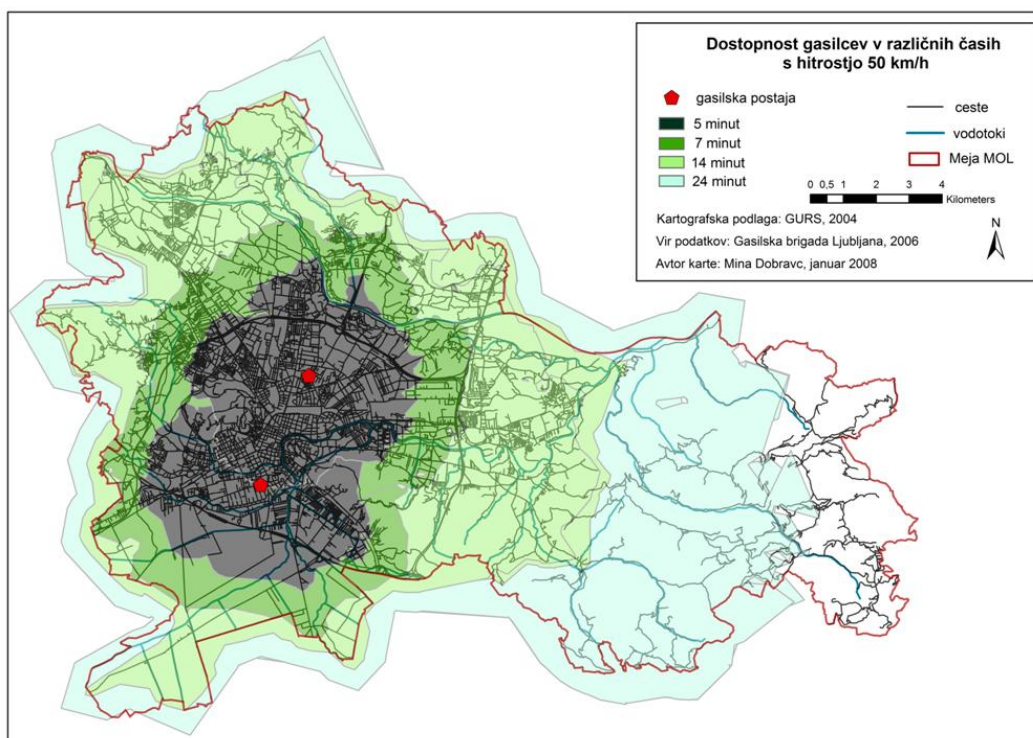
Območja omejene in nadzorovane rabe so območja, kjer je pred odločitvami o načrtovanih posegih ali med njihovo izvedbo treba upoštevati nevarnosti nastanka naravnih in drugih nesreč, pogoje za delovanje reševalnih služb in pogoje za zagotavljanje varnosti ljudi in premoženja. To so območja obvezne gradnje zaklonišč, območja, ki jih ogrožajo poplave,

plazovi, industrijske nesreče, posebej potresno nevarna območja ter dostopne poti, dovodne poti, postavitvene površine in delovne površine za gasilska vozila.

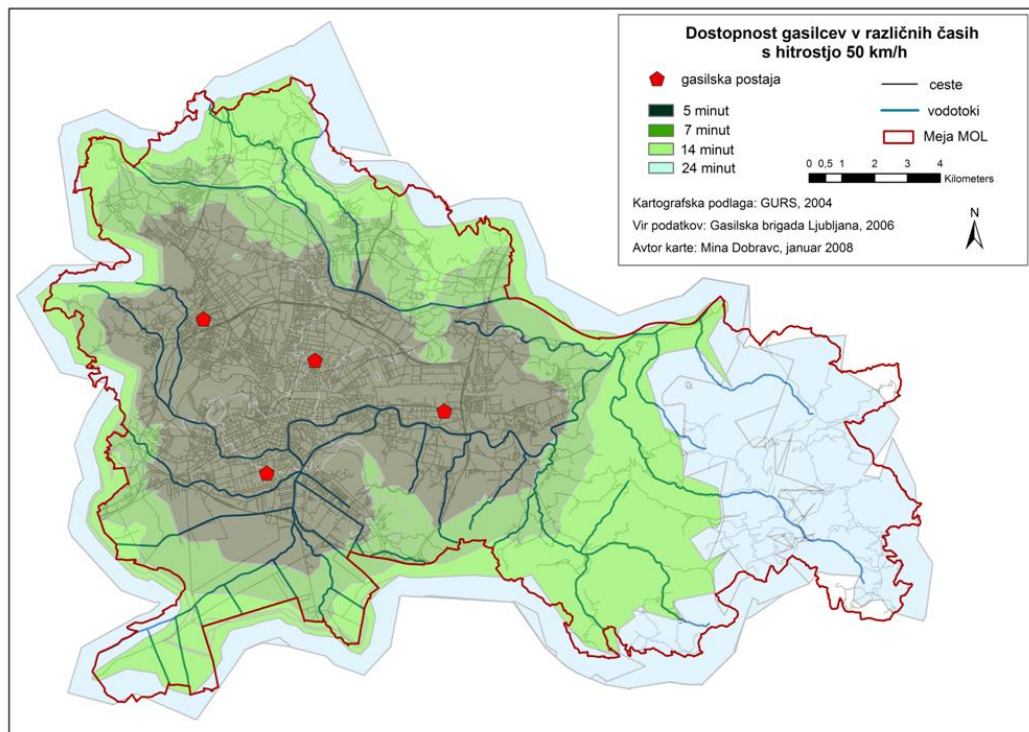
Druga območja so tista, ki jih njihove sedanje ali bodoče značilnosti (gostota pozidave, višine objektov, vrsta rabe objektov) uvrščajo v določeno raven ogroženosti in je zato z ustrežno razporeditvijo postaj reševalnih služb in njihovim številom treba zagotoviti tak čas dostopa reševalnih ekip, ki omogoča reševanje življenj in premoženja. Pomen opredeljevanja intervencijske pokritosti kažejo slike 6–9, kjer je razvidna razlika v časih dostopa gasilskih vozil do posameznih območjih v MOL, če se izvoz poklicne gasilske enote izvaja iz ene ali pa iz več postaj. Sedaj poklicni gasilci izvažajo iz ene postaje (slika 6), dostopni časi pa se za posamezna območja bistveno izboljšajo, če bi zgradili več gasilskih postaj in postaj zdravstvene reševalne službe (sliki 7 in 8). Med druga območja sodijo tudi območja, kjer se predvideva gradnja nadomestnih načinov preskrbe s požarno vodo, ker obstoječe in predvideno vodovodno omrežje ne zagotavlja ustreznih pretokov.



Slika 6: Območja časov vožnje iz lokacije Gasilske brigade Ljubljana (računska hitrost 50 km/h) (Dobravec 2008).

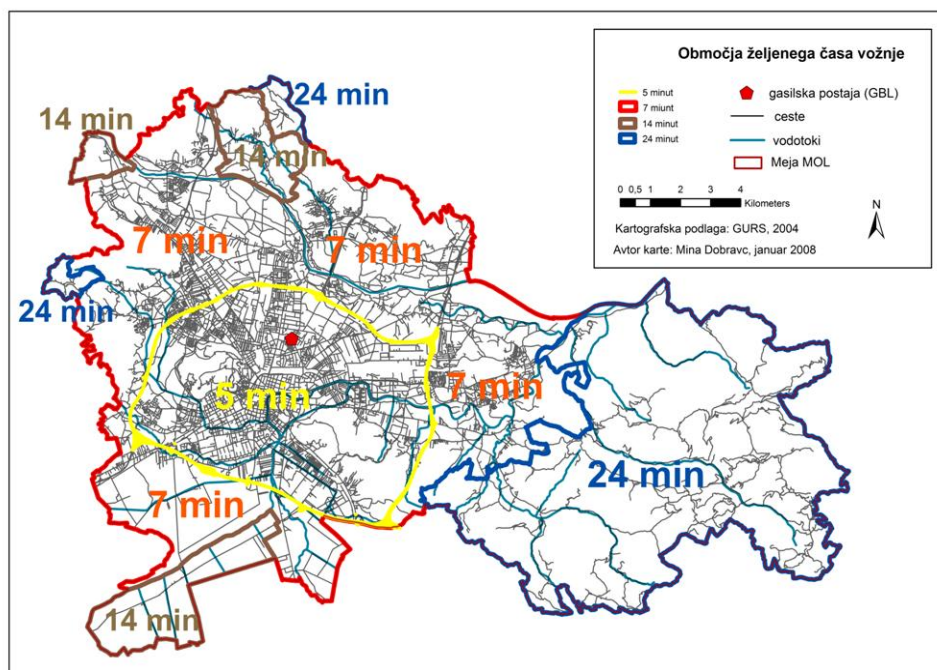


Slika 7: Območja časov vožnje iz lokacije Gasilske brigade Ljubljana in potencialne dodatne gasilske postaje na območju Trnovega (računska hitrost 50 km/h) (Dobravc 2008).

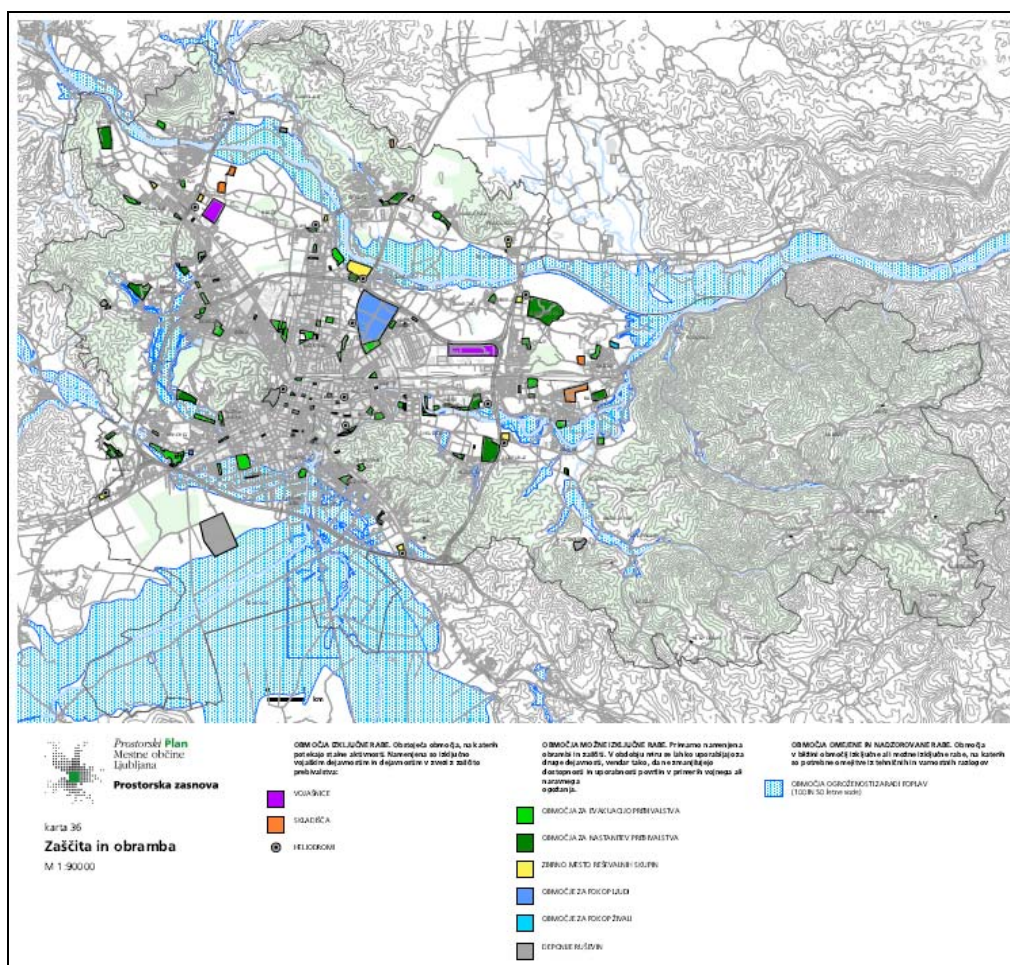


Slika 8: Območja časov vožnje iz lokacije Gasilske brigade Ljubljana in potencialnih dodatnih poklicnih gasilskih postaj v Trnovem, Dravljah in Fužinah (računska hitrost 50 km/h) (Dobravc 2008).





Slika 9: Območja časov vožnje poklicne gasilske enote iz lokacije za Bežigradom v skladu s standardi (okvirno) (Dobravec 2008).



Slika 10: Zemljevid »Zaščita in obramba« iz Prostorske zasnove Mestne občine Ljubljana.

## 4 SKLEP

Celovito obravnavanje problematike naravnih in drugih nesreč v prostorskih načrtih trči na najmanj dva problema. Prvi je nepovezanost zakonodaje s področja varstva pred nesrečami, zaščite in reševanja in prostorskega urejanja. Drugi pa je morda celo vzrok prvemu. Gre za 'vrtičkarsko' miselnost in prakso: na eni strani skorajda nepremostljivo razdvojenost med ravniyo lokalnih skupnosti in države, na drugi strani razdvojenost po vsebinskih resorjih: prostorsko načrtovanje, varstvo pred nesrečami, zaščita in reševanje. Povedano manj enigmatično: gre za nezmožnost spoštljivega sodelovanja med ravniyo občin in države na eni ter Ministrstva za okolje in prostor in Ministrstva za obrambo na drugi strani. Upamo, da je ta študija primera pokazala neizbežnost sodelovanja zaradi koristi uporabnikov – državljanov.

## 5 VIRI IN LITERATURA

- Agencija Republike Slovenije za okolje. 2003: Karta potresne mikrorajonizacije Mestne občine Ljubljana za uporabo v sistemu varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami. Medmrežje: [http://www.arso.gov.si/potresi/potresna%20nevarnost/karta\\_mikrorajonizacije\\_lj.html](http://www.arso.gov.si/potresi/potresna%20nevarnost/karta_mikrorajonizacije_lj.html) (9. 12. 2008).
- American Industrial Hygiene Association: Emergency Response Planning Guidelines (ERPG). Medmrežje: <http://www.aiha.org/content/insideaiha/volunteer+groups/erpcomm.htm> (9. 12. 2008).
- Baza podatkov o intervencijah Gasilske brigade Ljubljana. Ljubljana.
- Cerar, M. in ostali 2002: Prostorska zasnova. Ljubljana.
- Dobravc, M. 2003a: Ocena ogroženosti Mestne občine Ljubljana zaradi poplav. Medmrežje: <http://www.ljubljana.si/file/412265/Ocena+ogrozenosti+MOL+zaradi+poplav.pdf> (9. 12. 2008).
- Dobravc, M. 2003b: Ocena ogroženosti MOL zaradi zemeljskih plazov. Medmrežje: <http://www.ljubljana.si/file/412317/Ocena+ogrozenosti+MOL+zaradi+zemeljskih+plazov.pdf> (9. 12. 2008).
- Dobravc, M. 2008: Karte intervencijskega pokrivanja. Prispevek za Elaborat o organiziranosti in opremljenosti gasilskih enot v javni gasilski službi a ter drugih sil za zaščito, reševanje in pomoč Mestne občine Ljubljana. Ljubljana. (v pripravi)
- Dobravc, M., Kučič, T., Jeraj, J. 2010: Vrste standardov intervencijskega pokrivanja in njihova uporaba na območju Mestne občine Ljubljana. Od razumevanja do upravljanja. Naravne nesreče 1. Ljubljana.
- Drobne, S., Zavodnik Lamovšek, A., Čeh, M., Ferlan, M. 2003: Analiza izvajanja veljavnega prostorskega plana Slovenije z vidika obrambe. Geodetski vestnik 47, 1-2. Ljubljana.
- Jakša, J. 2008: Požarna ogroženost gozdov v Mestni občini Ljubljana. Prispevek za Elaborat o organiziranosti in opremljenosti gasilskih enot v javni gasilski službi a ter drugih sil za zaščito, reševanje in pomoč Mestne občine Ljubljana. Ljubljana. (v pripravi)
- Kajfež-Bogataj, L. 2008: Podnebne spremembe in ocena ogroženosti z vremensko pogojenimi naravnimi nesrečami v prihodnosti Ljubljane. Prispevek za Elaborat o organiziranosti in opremljenosti gasilskih enot v javni gasilski službi a ter drugih sil za zaščito, reševanje in pomoč Mestne občine Ljubljana. Ljubljana. (v pripravi)
- Medmrežje 1: [http://zakonodaja.gov.si/rpsi/kazala\\_podrocje/kazalo\\_9\\_5\\_2\\_0.html](http://zakonodaja.gov.si/rpsi/kazala_podrocje/kazalo_9_5_2_0.html) (9. 12. 2008).
- Medmrežje 2: [http://www.mop.gov.si/si/delovna\\_podrocja/direktorat\\_za\\_okolje/sekter\\_za\\_preprecevanje\\_onesnazevanja\\_okolja/industrijske\\_nesrece/#c15014](http://www.mop.gov.si/si/delovna_podrocja/direktorat_za_okolje/sekter_za_preprecevanje_onesnazevanja_okolja/industrijske_nesrece/#c15014) (9. 12. 2008).
- Medmrežje 3: [http://zakonodaja.gov.si/rpsi/kazala\\_podrocje/kazalo\\_9\\_6\\_1\\_0.html](http://zakonodaja.gov.si/rpsi/kazala_podrocje/kazalo_9_6_1_0.html) (9. 12. 2008).
- Medmrežje 4: [http://www.mop.gov.si/si/zakonodaja\\_in\\_dokumenti/prostor/zakon\\_o\\_urejanju\\_prostora/](http://www.mop.gov.si/si/zakonodaja_in_dokumenti/prostor/zakon_o_urejanju_prostora/) (9. 12. 2008).
- Navodilo o izvajanju zaščitnih ukrepov. Uradni list Republike Slovenije 39/1994. Ljubljana.
- Navodilo za določanje in prikazovanje potreb obrambe in zaščite v prostorskih planih. Uradni list Republike Slovenije 23/1994. Ljubljana.
- Novi prostorski akti Mestne občine Ljubljana, javna razgrnitev 22. 4. 2008–30. 5. 2008. Medmrežje: <https://urbanizem.ljubljana.si/index.htm> (9. 12. 2008).
- Oddelek za zaščito, reševanje in civilno obrambo mestne uprave Mestne občine Ljubljana. 2006. Ocena ogroženosti ljudi, živali, premoženja kulturne dediščine ter okolja na območju Mestne občine Ljubljana zaradi nesreč z nevarnimi snovmi za potrebe reševalnih služb. Medmrežje: <http://www.ljubljana.si/file/609084/Ocena-ogrozenosti-nevarne-snovi-2006.pdf> (9. 12. 2008).

- Odlok o uporabi slovenskega nacionalnega standarda SIST DIN 14090. Uradni list Republike Slovenije 117/2003. Ljubljana.
- Orožen Adamič, M, Hrvatin, M. 2000: Ocena potresne ogroženosti Mestne občine Ljubljana. Medmrežje: <http://www.ljubljana.si/file/485382/ocena-potresne-ogrozenosti-mol-2000.pdf> (9. 12. 2008).
- Pravilnik o preizkušanju hidrantnih omrežij. Uradni list Republike Slovenije 22/1995. Ljubljana.
- Pravilnik o tehničnih normativih za hidrantno omrežje za gašenje požarov. Uradni list SFRJ 30/1991, Uradni list Republike Slovenije 83/2005. Ljubljana.
- Subcommittee on Consequence Assessment and Protective Actions (SCAPA): Protective Action Criteria (PAC) with AEGLs, ERPGs, & TEELs: Rev. 24 for Chemicals of Concern. Medmrežje: <http://www.atlintl.com/DOE/teels/teel.html> (9. 12. 2008).
- United States Department of Energy: Temporary Emergency Exposure Limits for Chemicals (TELL) Methods and Practice. Medmrežje: [http://orise.orau.gov/emi/scapa/files/doe-hdbk-1046-2008\\_ac.pdf](http://orise.orau.gov/emi/scapa/files/doe-hdbk-1046-2008_ac.pdf) (9. 12. 2008).
- United States Environmental Protection Agency: Acute Exposure Guideline Levels (AEGLs). Medmrežje: <http://www.epa.gov/oppt/aegl/index.htm> (9. 12. 2008).
- Uredba o določitvi obrambnih potreb. Uradni list Republike Slovenije 30/2003. Ljubljana.
- Uredba o posebnih zahtevah za objekte, v katerih so eksplozivni ali pirotehnični izdelki. Uradni list Republike Slovenije 124/2008. Ljubljana.
- Uredba o preprečevanju večjih nesreč in zmanjševanju njihovih posledic. Uradni list Republike Slovenije 71/2008. Ljubljana.
- Uredba o vsebini in izdelavi načrtov zaščite in reševanja. Uradni list Republike Slovenije 3/2002, 17/2002, 17/2006, 76/2008. Ljubljana.
- Zakon o urejanju prostora. Uradni list Republike Slovenije 110/2002, 8/2003, 58/2003, 33/2007. Ljubljana.
- Zakon o varstvu okolja. Uradni list Republike Slovenije 41/2004, 17/2006, 20/2006, 28/2006, 39/2006, 49/2006, 66/2006, 112/2006, 33/2007, 70/2008. Ljubljana.
- Zakon o varstvu pred naravnimi in drugimi nesrečami. Uradni list Republike Slovenije 51/2006. Ljubljana.
- Zakon o vodah. Uradni list Republike Slovenije 67/2002, 110/2002, 2/2004, 41/2004, 57/2008. Ljubljana.

## POJAVLJANJE EKSTREMNIH HIDROLOŠKIH POJAVOV V POVEZAVI S PODNEBNIMI SPREMEMBAMI

Mira KOBOLD<sup>a, b)</sup>

<sup>a)</sup> Agencija Republike Slovenije za okolje, Vojkova cesta 1b, 1000 Ljubljana, e-pošta: mira.kobold@gov.si

<sup>b)</sup> Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za splošno hidrotehniko, Hajdrihova 28, 1000 Ljubljana

### IZVLEČEK

Podnebne spremembe so postale stalnica v našem življenju. Vse pogosteje smo priča naravnim katastrofam, povezanim s preobilico ali premalo vode. Pri močno povečanih pretokih se spopadamo s poplavami, v primeru dolgotrajnejšega pomanjkanja padavin pa s pomanjkanjem vode in hidrološko sušo. Medtem, ko je pojav suše postopen in so učinki dolgotrajni, pa so poplave v Sloveniji običajno kratkotrajne, hudourniške. Tako poplave kot suše prizadenejo veliko število ljudi, terjajo človeška življenja in povzročajo materialno škodo. Po številu dogodkov so poplave in suše v samem vrhu naravnih nesreč. V prispevku so prikazani vzroki za pojavnost ekstremnih hidroloških pojavov v Sloveniji in vpliv podnebnih sprememb na te pojave. Poznavanje procesov je pomembno za preventivno načrtovanje varstva in zaščite pred naravnimi nesrečami.

Ključne besede: poplave, hidrološka suša, naravne nesreče, podnebne spremembe, poplavna ogroženost

### **The Appearance of Extreme Hydrological Events in Connection with Climate Change**

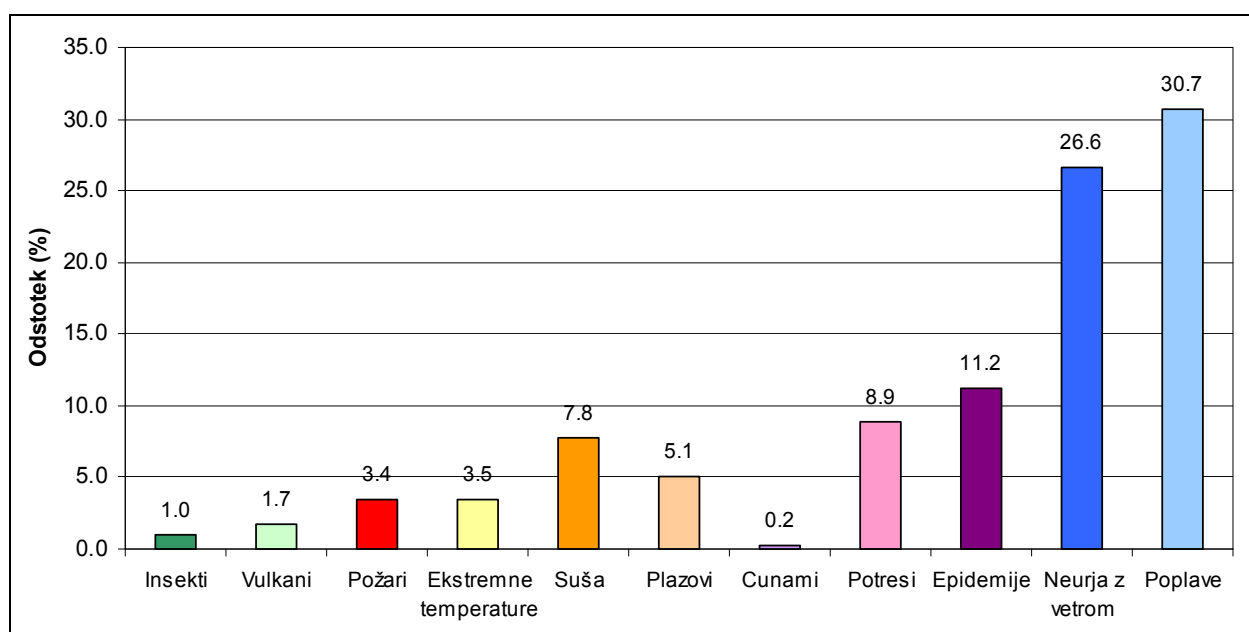
### ABSTRACT

Climate change has become a part of our everyday life. Natural disasters, which are connected with abundance or shortage of water, are more frequent. Very high discharges indicate floods, and long lasting precipitation deficit indicates shortage of water and hydrological drought. While the occurrence of drought is gradual and consequences last a long time, the floods in Slovenia are usually flash and torrential. Both, floods and drought hit many people, claim people lives and cause material damage. The number of floods and droughts are the highest among natural disasters. In the paper the causes which affect on the appearance of extreme hydrological events in Slovenia in connection with climate change are shown. The knowledge about processes is important for prevention and protection against natural disasters.

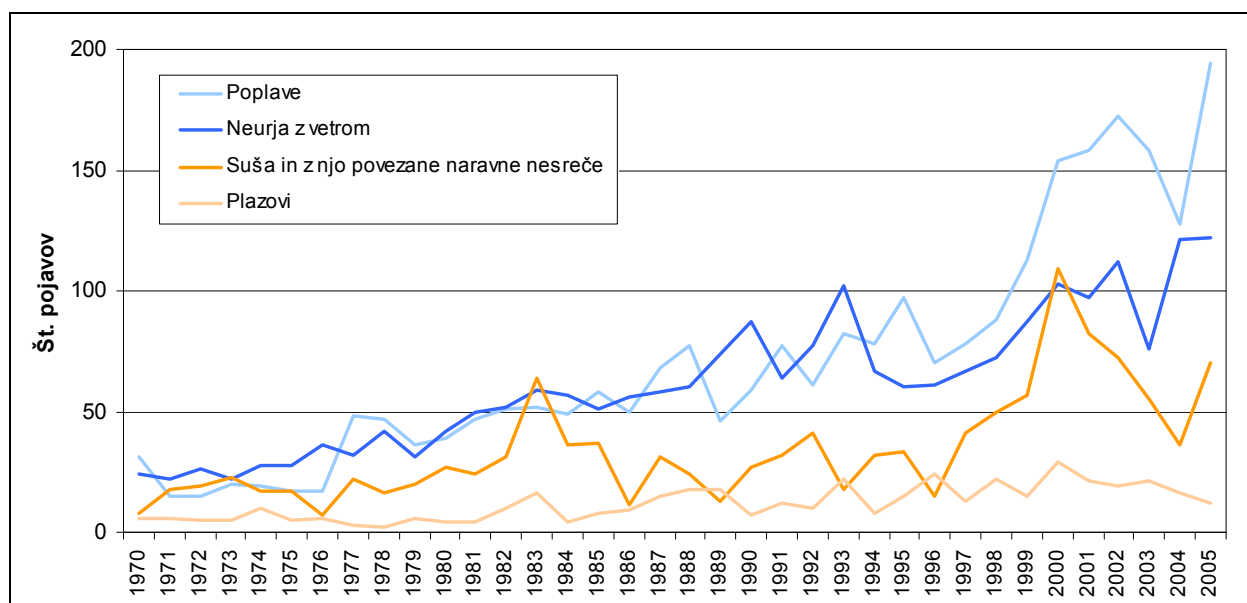
Key words: floods, hydrological drought, natural disasters, climate change, flood risk

## 1 UVOD

V svetu narašča število z vremenom povezanih ekstremnih dogodkov kot so neurja z vetrom, poplave in suše, s tem pa narašča tudi škoda, ki jo te ujme povzročajo. Poplave so med naravnimi nesrečami najštevilčnejše in v svetovnem merilu predstavljajo okrog tretjino vseh naravnih nesreč (slika 1). Pogostost naravnih nesreč v zadnjih letih skokovito narašča (slika 2) in Evropa pri tem ni izjema (CRED 2008; Kobold 2005).



Slika 1: Svetovna porazdelitev naravnih nesreč za obdobje 1970-2005 (CRED 2008).



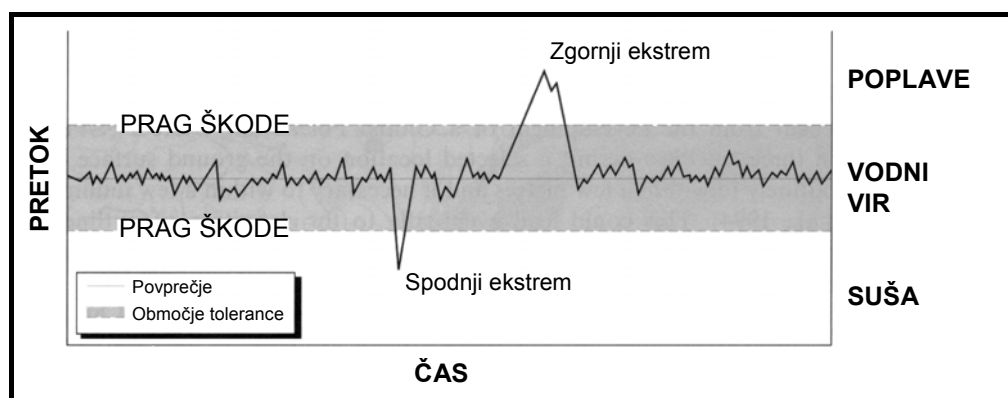
Slika 2: Časovno spreminjanje števila hidrometeoroloških pojavov (CRED 2008).

Tudi v Sloveniji se skoraj vsako leto srečujemo z ekstremnimi hidrometeorološkimi pojavi. V Evropi spada Slovenija med območja z največjim številom neviht (Cegnar 2003). Raznolikost Slovenije se odraža v različnih padavinskih režimih in različnih intenzitetah

padavin. Čeprav je padavin v povprečju dovolj, pa te niso porazdeljene enakomerno. Večkrat nas prizadenejo obilna večdnevna deževja, kratkotrajni močni nalivi in suše. Meritve kažejo, da vse večji delež padavin pade v obliki intenzivnih padavin (Cegnar 2003). Ob močnih nevihtah lahko v eni uri pade celo nad 100 mm padavin. Seveda ekstremne padavine vselej ne povzročijo poplav in proženja plazov. Izjemni dogodki so tudi časovno in prostorsko omejeni in ne zajamejo hkrati vse Slovenije.

## 2 HIDROLOŠKI POJAVI KOT NARAVNO TVEGANJE

Hidrološko stanje voda je v največji meri posledica vremenskega dogajanja, vendar lahko človek s svojim poseganjem v vodni režim tudi bistveno prispeva k slabšanju hidrološkega stanja, ki se odraža tako pri poplavih kot suši. Dokler je pretok reke na neki lokaciji blizu srednji ali pričakovani vrednosti, ne povzroča nevarnosti. Ko pa pretok doseže vrednost, ki je zunaj območja dopustnih vrednosti za okolico in človekovo dejavnost, predstavlja nevarnost. Daljše nizkovodno stanje odraža sušo, zelo veliki pretoki pa poplavno nevarnost (slika 3). Je pa ogroženost odvisna od intenzitete in časovnega trajanja dogodka. Človekov vpliv na okolje pospešuje dinamiko naravnih procesov in s tem povečuje tveganje in tudi verjetnost nastopa naravnih nesreč.



Slika 3: Časovno spreminjanje hidrološkega stanja reke in hidrološko tveganje glede na spremenljivost rečnega pretoka in prag škode.

Glede na dejstvo, da se podnebje spreminja in da vse večji delež padavin pade ob intenzivnih padavinah, vse pogosteje občutimo na eni strani sušo in pomanjkanje vode, na drugi pa se soočamo s poplavi. Oba ekstrema lahko nastopita v istem letu. Vzroke za večjo verjetnost pojavljanja poplav in suše gre iskati v podnebni spremenljivosti in v spremembah kot so povišanje povprečne temperature zraka, taljenje polarnega ledu in ledenikov in dvig morske gladine (Kajfež-Bogataj 2006; Bates in sod. 2008). V povezavi s tem so močnejši termodinamični procesi v ozračju in spremembe podnebja, kar pomeni, da lahko pričakujemo še pogostejše in bolj ekstremne dogodke. Majhne spremembe v kroženju v atmosferi in komaj opazne spremembe v temperaturi atmosfere ter površini morja povzročajo lokalne spremembe. Te se kažejo v pogostosti obilnih ali dolgotrajnih padavin in s tem v zvezi tudi v velikosti in pogostosti poplavnih dogodkov. Padavine, ki padejo v obliki obilnih padavin povzročajo kratkotrajne in ponavadi lokalno omejene hudourniške poplave.

Pri tem ne smemo prezreti dejstva, da na ekstremne hidrološke pojave ne vplivajo le spremenjene podnebne razmere, temveč tudi regulacija rek, utrjevanje površin na celotnem porečju in kanaliziranje padavinske vode. Poplave imajo poleg uničujoče vloge tudi pomembne koristne učinke na rečne ekosisteme, obnovo zaloge podzemne vode in

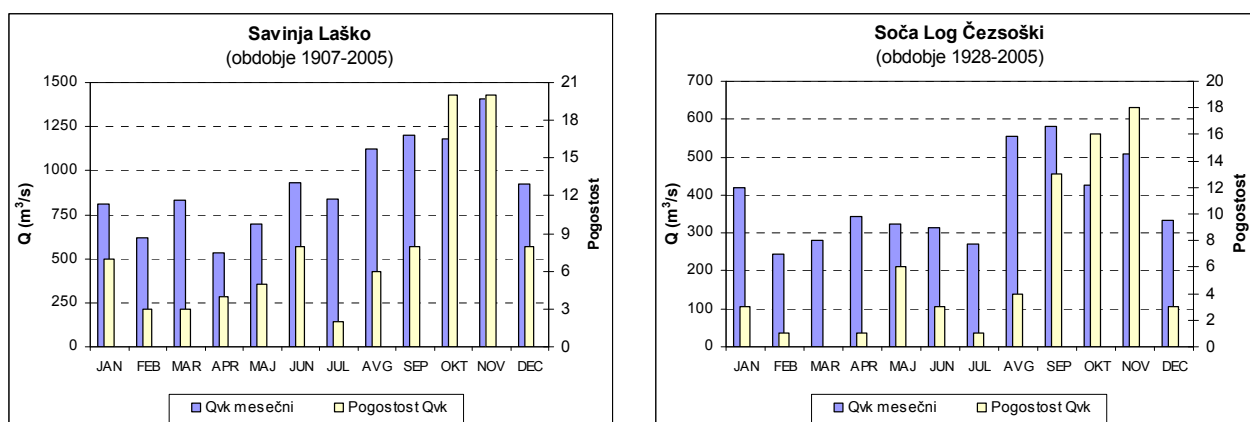
rodovitnost tal. V povprečnem letu prinesejo koristi milijonom ljudi, ki so odvisni od poplav (Smith in Ward 1998). Toda večina poplav je preobsežna in povzroča velike gospodarske izgube, v manj razvitih državah pa številne smrtne žrtve. Zaradi neprimerne rabe prostora in poseljevanja obrežnih zemljišč je kljub napredku pri razumevanju podnebnih, rečnih in morskih mehanizmov in večjemu vlaganju v zmanjševanje poplav, nevarnost za ljudi na teh območjih zelo velika.

### 3 POGOSTOST POPLAV V SLOVENIJI

#### 3.1 Poglavitni vzroki za nastanek poplav

Do poplav in izrednih razmer v Sloveniji najpogosteje prihaja zaradi obilnih padavin, ki nastopijo po dolgotrajnem, večdnevem zmernem deževju. Posledice dnevnih in večdnevnih ekstremnih padavin so poplave večjega obsega. Sem vsekakor spadajo poplave iz leta 1990 (Kolbezen 1991) in leta 1998 (Polajnar 1998), ki jih štejemo med največje poplave v Sloveniji z več kot stoletno povratno dobo. Tudi padavine, ki padejo na snežno odejo, povzročijo njeno taljenje in velik, lahko tudi katastrofalen površinski odtok. Velikokrat pa poplave povzročijo kratkotrajni in močni nalivi v sušnem obdobju, ki pa so lokalno omejeni. To potrjujejo izkušnje iz zadnjih let, ki so bila v letnem povprečju skromnejša s padavinami, toda bogata z raznimi ujмами kot so neurja z vetrom, zemeljski plazovi in poplave. V avgustu 2003 so največ škode naredile hudourniške poplave v Zgornjesavski dolini in porečju Tržiške Bistrice. V oktobru 2004 smo bili priča poplavam v porečju Ljubljanice in Gradaščice, ki so zahtevale celo smrtno žrtev. V avgustu 2005 je bilo prizadeto Posavje (Kobold 2006), v septembru 2007 pa so bila najbolj prizadeta porečja Selške Sore, Pšate in Savinje (Kobold 2008). Katastrofalna ujma leta 2007 je poleg ogromne materialne škode zahtevala šest človeških življenj.

Poplave v Sloveniji se lahko zgodijo v katerem koli mesecu leta, najpogostejše pa so v jesenskem obdobju, predvsem oktobra in novembra. Poplave izjemnih razsežnosti so ponavadi v jeseni ob prehodu hladne fronte prek srednje Evrope ali ob prehodu sredozemskega ciklona iznad Genovskega zaliva. Najbolj izdatne padavine se pojavijo ob kombinaciji ciklonskih in orografskih padavin, ko lahko pade več kot 70 mm/uro in 240 mm/dan. Ker pozno jeseni pri vegetaciji upade retencijski učinek sta oktober in november tista dva meseca, ko zabeležijo na večjih slovenskih vodotokih največje pretoke (slika 4).



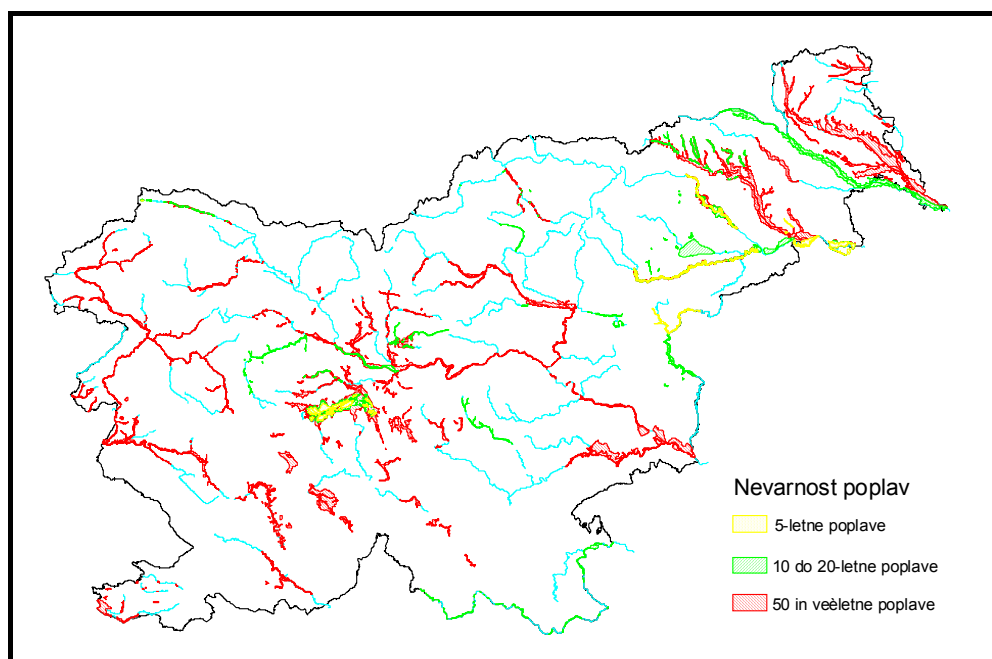
Slika 4: Največje mesečne visokovodne konice ( $Q_{vk}$ ) in pogostost letnih konic po mesecih za dve vodomerni postaji.

Poleg količine padavin vpliva na pojavnost poplav tudi časovna razporeditev in intenziteta padavin. Ni vseeno, ali nastopijo padavine z veliko intenziteto na začetku dogodka in potem ponehajo, ali pa se začnejo z rahlim dežjem, ki na koncu preraste v močan naliv. Za nevihtni tip je značilna velika intenziteta padavin na začetku dogodka in potem počasno upadanje, za ciklonske padavine pa rahel dež na začetku, ki se sprevrže v močne padavine. Volumsko enake količine padavin, ki imajo različno dinamiko, bodo povzročile bistveno drugačne odtočne razmere (Kobold 2007b) in s tem hidrograme. Tudi enaka največja intenziteta dveh različnih naliivov ne bo dala enakih največjih odtočnih količin. Padavine z viškom proti koncu dogodka bodo dale bistveno večje konice odtoka od padavin z viškom na začetku.

Izredno pomembna je tudi količina vlage v tleh ali predhodna namočenost. Od vlažnosti tal je odvisno, kolikšen del padavin odteče površinsko v strugo vodotoka in povzroča dvig gladine vode v strugi. Čim večja je predhodna namočenost, tem večja količina padavin odteče površinsko. Za poplavne valove je značilno hitro naraščanje pretoka vode ob pojavu, nato sorazmerno kratkotrajen pretok vrha vala in zatem počasnejše upadanje pretoka (Brilly in Šraj 2005, 156–159). Ker leži Slovenija v glavnem v povirju rek, se srečujemo s kratkotrajnimi večurnimi hudourniški poplavami, razen rek Drave in Mure, kjer lahko poplave trajajo tudi več dni. Posebnost so tudi poplave kraških rek, ki nastopijo počasi in trajajo več dni.

### 3.2 Poplavna ogroženost v Sloveniji

V Sloveniji so območja, kjer so poplave reden, pogost ali občasen pojav (slika 5). Glavna in najobsežnejša območja so v nižinsko-ravninskih območjih severovzhodne Slovenije, v predalpskih dolinah in kotlinah ter v osrednji in vzhodni Sloveniji. Poplave s povratno dobo 50 in več let pomenijo katastrofalen dogodek. V večini primerov poplave z enako povratno dobo ne nastopijo na celotnem porečju hkrati. V manjših porečjih so za nastop poplav odločilne intenzivne padavine krajšega trajanja do nekaj ur, ki so najpogostejše v poletnem obdobju, medtem ko so za poplave v večjih porečjih odločilne padavine z daljšim trajanjem, ki nastopijo večinoma v pomladanskem oziroma jesenskem času.



Slika 5: Poplavna območja v Sloveniji (MOP–ARSO 2007).

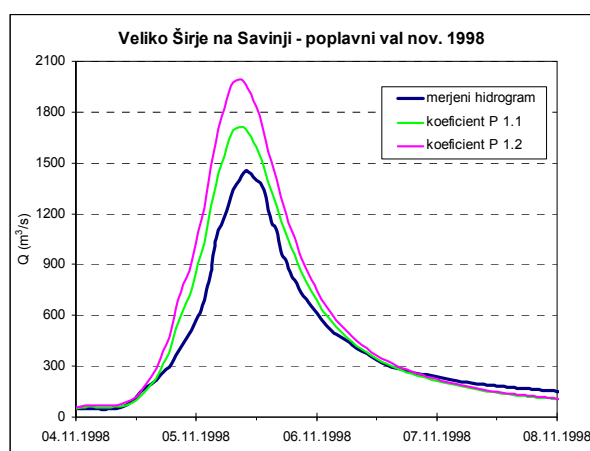


Poplave naj bi v Sloveniji ogrožale okrog 15 % celotnega ozemlja (URSZR 2008). Več kot polovica (54 %) poplavnega sveta je v porečju Save, ki mu pripada 58 % ozemlja Slovenije. Porečje Drave zavzema 23 % ozemlja Slovenije, na njegovem območju pa je 42 % poplavnih površin v Sloveniji. Porečje Soče s pritoki zavzema 19 % ozemlja, na katerem je 4 % poplavnih površin. Katastrofalne poplave s stoletno povratno dobo ogrožajo okrog 3,5 % ozemlja Slovenije. To so v glavnem ozke doline vzdolž rek in hudournikov, ki so ponavadi gosto poseljene in namenjene predvsem kmetijski rabi.

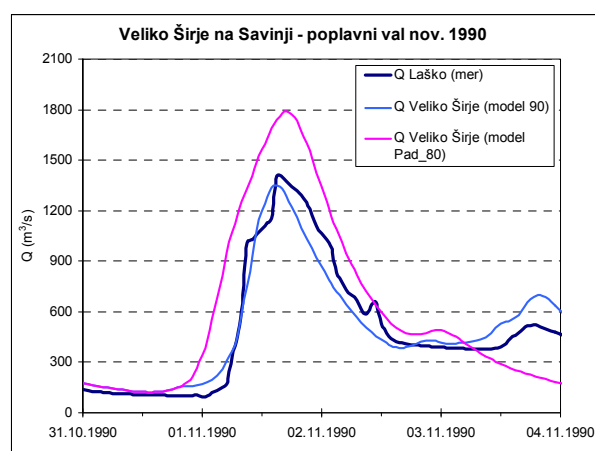
### 3.3 Vpliv podnebnih sprememb na pojavljanje poplav

Scenariji podnebnih sprememb napovedujejo za Slovenijo do konca 21. stoletja dvig temperature zraka v povprečju za 3 °C in povečanje intenzitete padavin, medtem ko naj bi se skupna količina padavin nekoliko povečala v hladni in zmanjšala v topli polovici leta (Kajfež-Bogataj 2006). To pomeni, da bodo pogostejše hudourniške poplave in proženje zemeljskih plazov. Največji odziv na intenzivnejše padavine pričakujemo v alpskem in predalpskem svetu, kjer predvidevamo povečanje visokovodnih konic odtokov do 30 %, najmanjšega, do 10 %, pa pri kraških vodotokih zaradi podzemnih akumulacij vode (Kobold 2007c).

Da so pretoki lahko večji kot do sedaj izmerjeni, nam potrjujejo modeli. Izračun poplavnega hidrograma iz novembra 1998, ko so bili na povodju Savinje registrirani pretoki s stoletno povratno dobo, daje za vodomerno postajo Veliko Širje na Savinji pri napovedanem povečanju intenzitete padavin za 10 % pretok konice visokovodnega vala ( $Q_{vk}$ ) večji za 18 %, pri 20 % povečanju padavin pa za 37 % (slika 6a). Zaradi nelinearnosti naravnih procesov je relativno povečanje odtoka večje glede na povečanje padavin (Kobold 2007b). V Velikem Širju bi se v primeru povečanja padavin za 20 % med 3. in 5. novembrom 1998 pretok konice vala približal 2000  $m^3/s$ , kar pomeni pretok blizu tisočletni povratni dobi velikih pretokov. Ker 133 mm visoka količina padavin na porečju Savinje v poplavnem dogodku novembra 1998 ni dotlej največja izmerjena (večje – 142 mm – so bile ob dogodku 9. oktobra 1980, vendar ob drugačnem začetnem hidrološkem stanju), je večja intenziteta padavin v porečju Savinje pričakovana. Izračun daje za padavine iz poplavnega dogodka 9. oktobra 1980, če bi padle na zelo namočeno predhodno stanje tal kot je bilo ob poplavi 1. novembra 1990, pretok blizu tisočletni povratni dobi (slika 6b). Ne gre zanemariti dejstva, da takšni pretoki v porečju Savinje torej le niso nemogoči.



a)

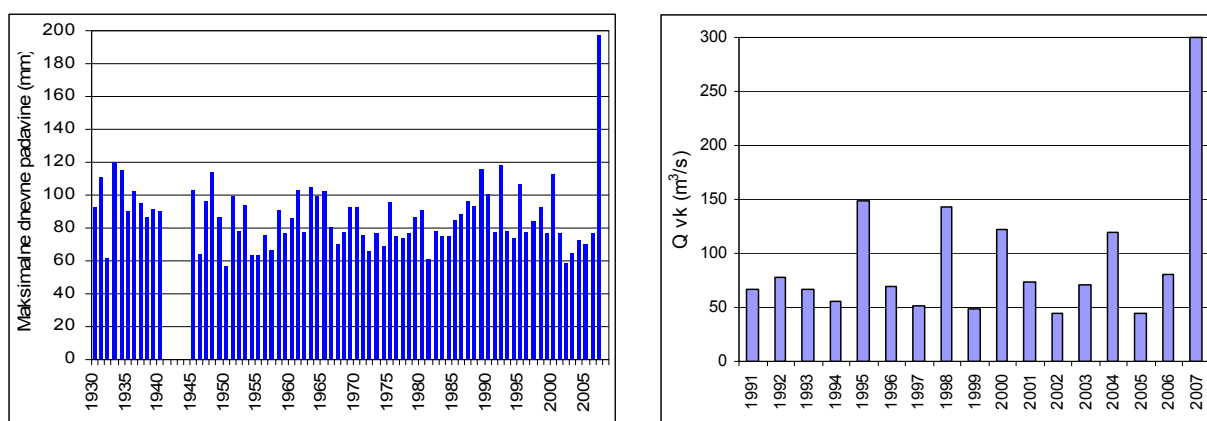


b)

Slika 6: (a) Modeliranje poplavnega vala za leto 1998 s povečanjem intenzitete padavin in (b) modeliranje poplavnega vala za leto 1990 s padavinami iz leta 1980 (Kobold 2007b).

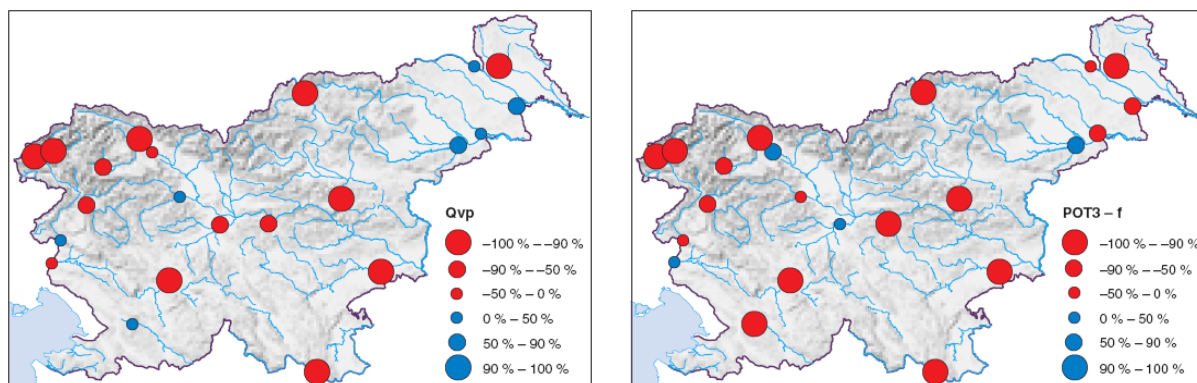
Zgovoren je primer bliskovite poplave Selške Sore 18. septembra 2007, ki je povzročila v Železnikih pravo razdejanje z ogromno gmotno škodo ter zahtevala tri življenja. Analiza podatkov je pokazala, da je bila izmerjena dnevna količina padavin 197,2 mm močno nad dolgoletno največjo dnevno vrednostjo (slika 7a). Glavnina padavin je padla v manj kot šestih urah (ARSO 2007). Pretok je bil ocenjen na okoli 300 m<sup>3</sup>/s, kar je dvakratna vrednost pretoka konice vala iz septembra 1995, ki je znašal 148 m<sup>3</sup>/s (slika 7b).

Avgusta 2005 se je podobna hudourniška poplava zgodila v Posavju, kjer so poplavljali in uničevali predvsem manjši vodotoki kot je Sevnična (Kobold 2006). Količina padavin, ki je povzročila poplave na tem območju, je bila okrog 150 mm in nad avgustovskim povprečjem 1971–2000.



a) Slika 7: (a) Maksimalne dnevne padavine na padavinski postaji v Železnikih in (b) največje letne visokovodne konice (Qvk) Selške Sore v Železnikih.

Analiza trendov največjih letnih srednjih dnevni pretokov (Qvp) in pogostosti pojavljanja visokih ekstremov (Frantar, Kobold in Ulaga 2008) ne kaže statistično značilnih trendov, niti ti v glavnem niso pozitivni, kar pomeni, da večina analiziranih vodomernih postaj z nizi podatkov nad 50 let kaže upadajoč trend letnih konic Qvp (slika 8a). Tudi trend pogostosti pojavljanja visokovodnih ekstremov (POT3-f) ne kaže na večanje števila visokovodnih dogodkov (slika 8b). Na osnovi teh analiz ni mogoče podati zaključkov, da se število poplav in njihova pogostost v Sloveniji izjemno povečujeta.



a) Slika 8: (a) Trenda največjih letnih srednjih dnevni pretokov Qvp in (b) pogostosti pojavljanja visokih ekstremov v povprečju trikrat letno POT3-f (Frantar, Kobold in Ulaga 2008).

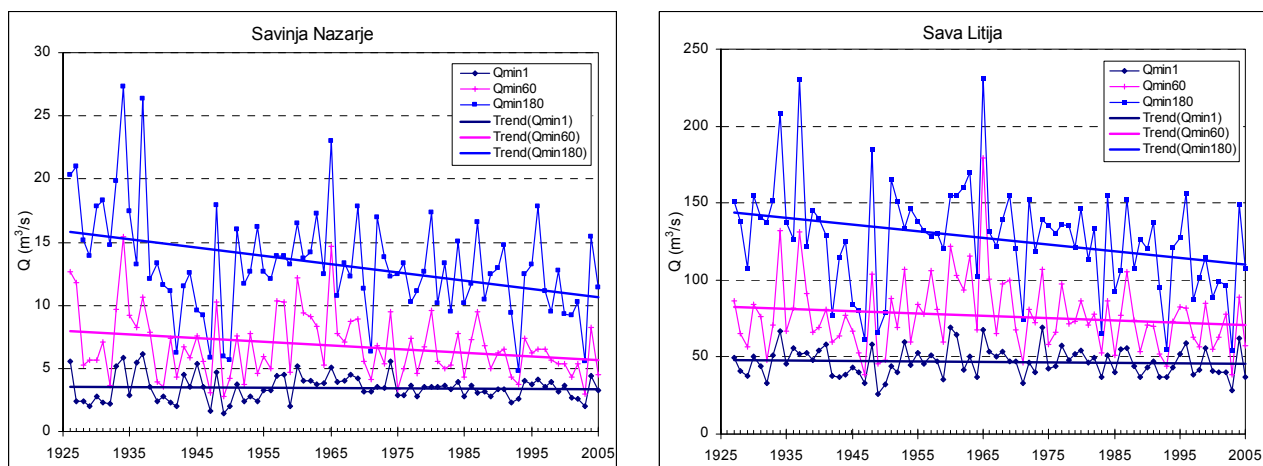
#### 4 SOOČANJE S HIDROLOŠKIMI SUŠAMI

Poleg soočanja s hudourniškimi poplavami so za obdobje od leta 2000 naprej za slovenske vodotoke značilna dolga nizkovodna stanja, ki so posledica pomanjkanja padavin (Kobold 2004). Še zlasti to velja za leto 2003, ko so bili pretoki od februarja pa vse do septembra pod srednjimi malimi vrednostmi (Kobold in Sušnik 2004). Dolgo sušno obdobje smo beležili tudi v drugi polovici leta 2006, ki se je nadaljevalo v prvi polovici leta 2007 (Kobold 2007a). Čeprav letna količina padavin v Sloveniji značilno še ne upada, pa beležimo vse pogostejše poletne suše. Od devetih hudih suš v Sloveniji v zadnjih 40 letih (1967, 1971, 1983, 1992, 1993, 2000, 2001, 2003, 2006) jih je bilo kar šest v zadnjih 15 letih (Kajfež-Bogataj 2007). Suša je regionalen pojav in nikoli ne zajame večjega dela Slovenije. Analiza malih pretokov, upoštevajoč trajanje in primanjkljaj odtoka, uvršča med hidrološko najbolj suha leta glede na razpoložljive podatke večine vodomernih postaj leta v obdobju 1946–1949, sledita leti 2003 in 1993 (preglednica 1).

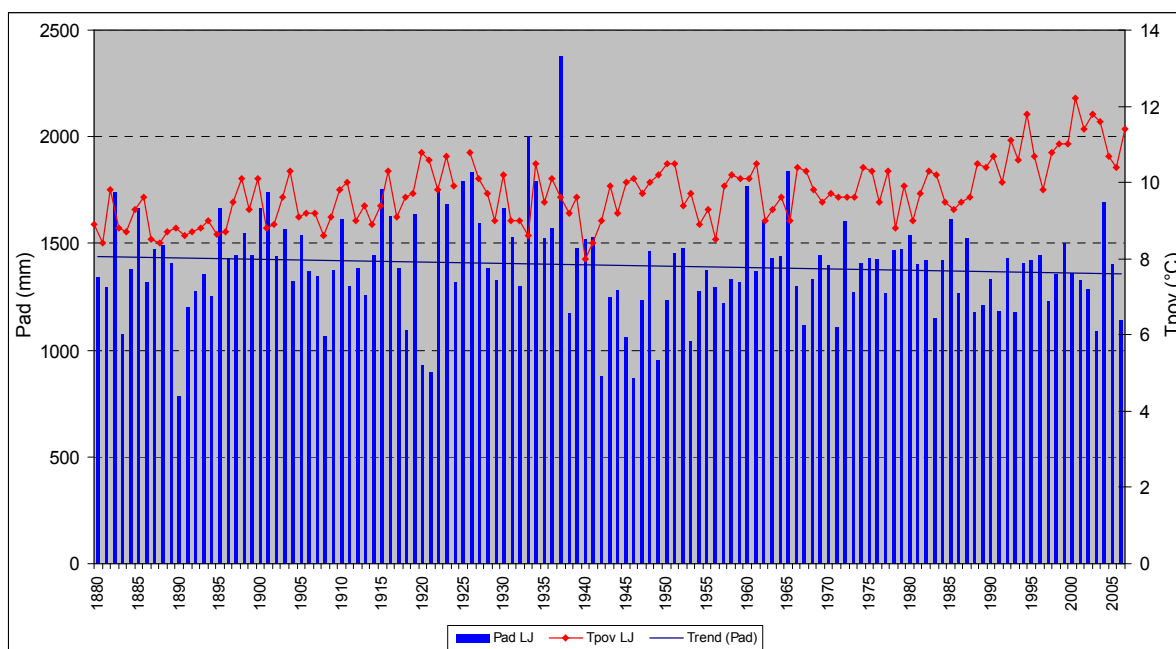
Vodotok, vodomerna postaja	Najbolj suho leto	Neprekinjeno obdobje opazovanj
Mura, v.p. Gornja Radgona	1947	1946–2005
Pristava, v.p. Ščavnica	2003	1954–2005
Sava, v.p. Litija	2003	1927–2005
Sora, v.p. Suha	1947	1945–2005
Kamniška Bistrica, v.p. Kamnik	1993	1946–2005
Ljubljanka, v.p. Moste	1947	1946–2005
Savinja, v.p. Nazarje	1949	1926–2005
Savinja, v.p. Laško	1949	1907–1939, 1946–2005
Krka, v.p. Podbočje	1946	1933–2005
Soča, v.p. Solkan	1947	1945–2005

*Preglednica 1: Najbolj suho leto v obdobju opazovanj na posameznih vodomernih postajah.*

Značilnost največjih hidroloških suš so dolga neprekinjena obdobja z malimi pretoki, ki so ponekod trajala kar tretjino leta. Zlasti se to kaže za obdobje po letu 1970, za katerega so značilni dokaj pogosti mali pretoki. Čeprav za letne minimalne pretoke enodnevnega trajanja ( $Q_{min1}$ ) ni značilen upadajoč trend, pa je za minimalne letne pretoke daljših trajanj (nad 30 dni) ta trend zelo izrazit (slika 9). Izrazito upadajoč trend je značilen tudi za srednje letne pretoke, kar kaže na to, da se letna količina vode zmanjšuje (Frantar, Kobold in Ulaga 2008). Upadanje pretokov je v prvi vrsti posledica upadanja letne količine padavin in porasta povprečne letne temperature zraka (slika 10), ter z njo povezane večje evapotranspiracije. Povprečna letna temperatura zraka se je v Sloveniji v zadnjih 50 letih (od 1956 do 2005) statistično značilno povečala za  $1,4 \pm 0,6$  °C (Kajfež-Bogataj 2007).



Slika 9: Trend povprečnih letnih minimalnih letnih pretokov ( $Q_{min}$ ) različnih trajanj za dve vodomerni postaji.



Slika 10: Letne količine padavin in povprečne letne temperature zraka v Ljubljani.

Ob napovedanih podnebnih spremembah se bodo trendi manjšanja pretokov in dolžine hidrološke suše nadaljevali. Pri padavinskem režimu pa opazamo upadanje količine padavin v prvi in naraščanje v drugi polovici leta.

#### 4 SKLEP

Kot kažejo trendi meteoroloških in hidroloških spremenljivk smo že priča spremembam podnebja, ki vplivajo na vodno okolje. Pri pretočnih režimih slovenskih rek ugotavljamo spremembe v zadnjem desetletju. Opazno je zmanjšanje spomladanskega viška vode in povečanje jesenskega. Tako se v zadnjih letih na eni strani spopadamo s sušo v spomladanskih in poletnih mesecih ter visokimi vodami v jesenskih, medtem ko je ponavadi letna količina padavin blizu obdobjnega povprečja.

Tudi v prihodnje lahko pričakujemo daljša sušna obdobja ter krajša in krajevno razpršena obdobja intenzivnih padavin, kar se v zadnjih letih že dogaja. Vpliv predvidenih podnebnih

sprememb, to je nadaljnja rast temperature zraka in večja intenziteta padavin, se bo postopoma odražal tudi v večji poplavni ogroženosti in delovanju erozijskih sil, nižanju srednjih in malih pretokov ter upadu nivoja podtalnice, težavah z vodooskrbo in manjši proizvodnji električne energije. Pogostejše bodo kritične gladine morja in poplavljanje obale. Podobno kot se globalno segrevanje odraža v povečanju temperature zraka, je opazno tudi naraščanje temperature vode (Vodenik, Robič in Kobold 2008). Manjša bo sposobnost prevzemanja termičnih obremenitev in večja nevarnost onesnaževanj, kar bo lahko povzročilo pogostejše pogine rib.

Naučiti se moramo živeti s podnebnimi spremembami. Poplave lahko predvidimo in se nanje pripravimo, ne moremo pa jih preprečiti. Storit moramo vse, da se izognemo še hujšemu poplavljanju zaradi človekovih posegov in storit vse, da zmanjšamo ogroženost ljudi in premoženja. Prebivalstvo se mora zavedati možnih in dejanskih nevarnosti ter sprejemati preventivne ukrepe, pri čemer jih mora država usmerjati (ocene ogroženosti, normativa) in spodbujati (finančna podpora, zavarovalniške premije). V primeru suše se soočamo s pomanjkanjem vode. Upadanje količine padavin v poletnih mesecih bo imelo za posledice več suš z negativnimi učinki zlasti na kmetijstvo in zmanjšano dostopnost do vodnih virov.

## 5 VIRI IN LITERATURA

- ARSO 2007. Izjemen padavinski dogodek 18. septembra 2007. Medmrežje: <http://www.arso.gov.si/vreme/poro%C4%8Dila%20in%20projekti/> (25. 11. 2007).
- Bates, B. C., Kundzewicz, Z. W., Wu, S., Palutikof, J. P. (ur.) 2008: Climate Change and Water. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva.
- Brilly, M., Šraj, M. 2005: Osnove hidrologije. Ljubljana.
- Cegnar, T. 2003: Podnebne spremembe in padavinski režim. Zbornik: Mišičev vodarski dan. Maribor.
- CRED 2008: Disaster statistics. Medmrežje: <http://www.unisdr.org/disaster-statistics/pdf/isdr-disaster-statistics-occurrence.pdf> (1. 11. 2008).
- Frantar, P., Kobold, M., Ulaga, F. 2008: Trendi pretokov. Vodna bilanca Slovenije 1971–2000. Ljubljana.
- Kajfež-Bogataj, L. 2006: Podnebne spremembe in nacionalna varnost. Ujma 20. Ljubljana.
- Kajfež-Bogataj, L. 2007: Vplivi podnebnih sprememb na vodne vire in vodooskrbo v Sloveniji. Seja Parlamentarne skupine GLOBE in Sveta za varstvo okolja Republike Slovenije: Problemi in perspektive upravljanja z vodami v Sloveniji. Medmrežje: <http://212.18.47.244/web/portal.nsf/dokumentiweb/C9831C2FFC08D831C12572A500446876?OpenDocument> (23. 7. 2007).
- Kobold, M. 2004: Hidrološka suša slovenskih vodotokov v obdobju 2000–2002. Ujma 17-18. Ljubljana.
- Kobold, M. 2005: Poplave in evropski sistem napovedovanja. Ujma 19. Ljubljana.
- Kobold, M. 2006: Visoke vode in poplave med 20. in 23. avgustom 2005. Ujma 20. Ljubljana.
- Kobold, M. 2007a: Analiza nizkovodnih razmer slovenskih vodotokov leta 2006. Ujma 21. Ljubljana.
- Kobold, M. 2007b: Vpliv napake ocene padavin na napako napovedi odtoka pri napovedovanju poplav. Doktorsko delo. Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Kobold, M. 2007c: Vpliv podnebnih sprememb na pretoke slovenskih rek. Zbornik: Mišičev vodarski dan. Maribor.
- Kobold, M. 2008: Katastrofalne poplave in visoke vode 18. septembra 2007. Ujma 22. Ljubljana.
- Kobold, M., Sušnik, M. 2004: Analiza nizkovodnih razmer slovenskih vodotokov leta 2003. Ujma 17-18. Ljubljana.
- Kolbezen, M. 1991: Hidrološke značilnosti novembrske visoke vode leta 1990. Ujma 5. Ljubljana.
- MOP–ARSO 2007: Zbirka prostorskih podatkov. Ljubljana.
- Polajnar, J. 1999: Visoke vode v Sloveniji leta 1998. Ujma 13. Ljubljana.
- Smith, K., Ward, R. 1998: Floods. Physical Processes and Human Impacts. Chichester.
- URSZR 2008: Poplava. Medmrežje: <http://www.sos12.si/slo/page.php?src=og12.htm> (30. 9. 2008).
- Vodenik, B., Robič, M., Kobold, M. 2008: Vpliv podnebnih sprememb na temperaturo površinskih voda. Zbornik: Mišičev vodarski dan. Maribor.

## RAZVOJ SPLETNEGA UČNEGA PRIPOMOČKA NIT NA PODROČJU VARSTVA PRED NARAVNIMI NESREČAMI

Martin LAH<sup>a, b)</sup>, Tomo CEROVŠEK<sup>a)</sup> in Matjaž MIKOŠ<sup>a)</sup>

<sup>a)</sup> Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Jamova cesta 2, 1000 Ljubljana, e-pošta: tomo.cerovsek@fgg.uni-lj.si; matjaz.mikos@fgg.uni-lj.si

<sup>b)</sup> SCT d. d., Vošnjakova 8a, 1000 Ljubljana, e-pošta: martin.lah@sct.si

### IZVLEČEK

Informiranje in izobraževanje strokovne in še posebej laične javnosti o naravnih nesrečah je ključnega pomena pri zmanjševanju tveganj pred naravnimi katastrofami. V prispevku je prikazan razvoj spletnega učnega pripomočka NIT (**N**aravne nesreče **i**n **t**veganje) za učenje na daljavo na področju varstva pred naravnimi nesrečami. Poudarek pri razvoju je bil v pripravi avtorskega okolja in izdelavi prototipa internetne postavitve v obliki dinamičnih spletnih strani ter predstavitev nekaterih izbranih, za Slovenijo relevantnih vsebin. Spletne strani bodo sprva služile kot učni pripomoček za študente gradbeništva in okoljskega gradbeništva na Fakulteti za gradbeništvo Univerze v Ljubljani. Zasnova opisanega spletnega učnega pripomočka se je zgledovala po uspešnem projektu NAHRIS (*Natural Hazards and Risk Management*), razvitem v Švici. Postopek izdelave sistema je obsegal zasnovo in izdelavo spletne strani in relacijske podatkovne zbirke avtorskega okolja, preko katerega je možno urejati, obnavljati in dopolnjevati vsebine objavljene na spletni strani. Zaradi obsežne vsebine obravnavane tematike je učni pripomoček trenutno omejen v svoji vsebini na področje zemeljskih plazov in drobirskih tokov.

Ključne besede: naravne nesreče, zemeljski plazovi, poplave, preventiva, relacijske podatkovne zbirke, svetovni splet, učni pripomočki, Slovenija

### The Development of a Web Teaching Tool NIT in the Field of Protection Against Natural Disasters

### ABSTRACT

Providing information and education to professional and especially general public on natural disasters is of key importance when reducing risks of natural catastrophes. In the paper, the development of a web teaching tool (called NIT) for distance learning in the field of protection against natural disasters is described that was developed using hypermedia and databases. The focus in the development was internet application and dynamic delivery of content, and a prototype with a partial input of relevant content for Slovenia. The portal will be at first used as a teaching tool for the students of civil engineering and environmental civil engineering at University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering. As a best practice example we have used a very successful Swiss project NAHRIS (Natural Hazards and Risk management). The development process covered web interface of a portal for the target audience; and the design and implementation of a relational database for the authoring environment that enables preparation of teaching material on the web. As considered topics cover a vast amount of topics, current teaching tool is restricted in its content to the field of landslides and debris flows.

Key words: natural disasters, landslides, floods, prevention, relational databases, teaching tools, internet, Slovenia

## 1 UVOD

Komuniciranje z javnostmi postaja nujen in vse bolj pomemben del varstva pred naravnimi nesrečami. Posameznik ali potencialno prizadeta skupnost sta v primeru nastopa naravne nesreče močno zainteresirana za vse podrobnosti o tveganjih, ki sta jim izpostavljena. Ker se obenem v teoriji in praksi varstva pred naravnimi nesrečami vse bolj izpostavlja pojem »zmanjševanja tveganja« (angl. *risk reduction*) in ne več »zagotavljanja varnosti« (angl. *assuring safety*), je javnost in predvsem njeno zavedanje (angl. *public awareness*) o t. i. preostalem tveganju (angl. *residual risk*), ki so mu izpostavljeni, pomemben del modernega pristopa k obvladovanju tveganj (angl. *risk governance*).

Seznanjanje in informiranje javnosti o naravnih nevarnostih lahko poteka na različne načine. V postmodernejši informacijski družbi elektronski mediji izpodrivajo klasično pisano besedo in klasična predavanja »v živo«. Čeprav je osebni kontakt tudi v takšni družbi pomemben, se mnoge razvite družbe odločajo za elektronske učne pripomočke, ki so namenjene javnostim za njihovo seznanjanje in učenje o nevarnih naravnih pojavih.

Tudi Slovenija, ki se približuje najbolj razvitim gospodarstvom in družbam, je podvržena delovanju naravnih procesov, ki se v močnejši obliki lahko sprevržejo v naravne nesreče: poplave, zemeljske plazove, snežne plazove, požare, potrese ipd. (Ušeničnik 2002). V izobraževanju imajo univerze posebno mesto in tako je tudi na področju varstva pred naravnimi nesrečami. Na univerzitetnem nivoju v Sloveniji ni posebnega študijskega programa, ki bi bil izključno usmerjen v varstvo pred naravnimi nesrečami (npr. na univerzi BOKU na Dunaju izvajajo drugostopenjski magistrski program *Mountain Risk Engineering*). Ta vsebina se v taki ali drugačni obliki pojavi le v sklopu različnih študijskih programov (npr. na Fakulteti za humanistične študije v Kopru v okviru predmeta Geografija naravnih nesreč, na Filozofski fakulteti Univerze v Ljubljani pa v okviru predmeta Izbrana poglavja iz geografije). Na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani smo tako v okviru bolonjske prenovе študijskih programov v tri stopnje (prva bolonjska stopnja, druga bolonjska stopnja (magisterij), doktorat) vsebine varstva pred naravnimi nesrečami vnesli v predmete kot so: Urejanje vodotokov, Urejanje hudournikov in povirij, Pobočni procesi, Varstvo pred naravnimi nesrečami (vse na magistrski drugi stopnji) ter Hidrotehnično in geotehnično raziskovanje zemeljskih plazov in Naravna tveganja v gorskem okolju (vse na doktorski tretji stopnji).

Za podporo izvajanja tovrstnih predmetov na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo pripravljamo učne pripomočke v elektronski obliki. Podobni pripomočki s sorodnih področij (npr. hidrologije) so že na voljo študentom v računalniškem okolju *Moodle* (Šraj in Brilly 2007). Posebej za področje varstva pred naravnimi nesrečami smo v letu 2008 v okviru diplomskega dela (Lah 2008) na univerzitetnem študijskem programu gradbeništva – hidrotehnična smer, izdelali zasnovo spletnega učnega pripomočka in ga poimenovali NIT (Naravne nesreče in tveganje).

V nadaljevanju podajamo opis razvoja in vsebine tega učnega pripomočka, ki je bil zasnovan kot kompendij (priročnik, ki na kratko in na pregleden način prikazuje snov neke stroke). Zasnova učnega pripomočka je temeljila na študiju treh podobnih spletnih strani, ki že obstajajo na svetovnem spletu. Predstavljamo izdelavo in uporabo slovenske dinamične spletne strani. Postopek izdelave je zajemal zasnovo in izdelavo spletne strani, izdelavo relacijske podatkovne zbirke ter izdelavo uporabniškega vmesnika, preko katerega je mogoče obnavljati in dopolnjevati vsebine, objavljene na spletni strani. Trenutno si je v zbirki in s tem na spletni strani mogoče ogledati izbrane vsebine s področja zemeljskih plazov in drobirskih

tokov. V letu 2009 pa smo nadaljevali z nadgradnjo obstoječih vsebin in dodali nove vsebine s področja snežnih plazov (Perko 2009).

## 2 PREGLED PODOBNIH PRIPOMOČKOV V TUJINI

Glede na to, da je na svetovnem spletu objavljenih kar nekaj odličnih spletnih strani, ki zajemajo tematiko varstva pred naravnimi nesrečami, smo sprva pregledali tri izmed njih in jih analizirali s strukturnega, vsebinskega, tehničnega in oblikovnega vidika. Namen pregleda je bilo pridobiti ustrezno znanje, kako so zasnovane in v kakšnem okolju so bile izdelane obravnavane spletne strani, da bi pri zasnovi in izdelavi lastnih spletnih strani izbrali najbolj ustrezne rešitve.

Najprej smo pregledali spletno strani Zvezne agencije za krizni menedžment (FEMA) v Združenih državah Amerike (slika 1). Spletna stran je izdelana v jeziku HTML, ki vključuje skriptni jezik *JavaScript* (izvaja se na računalniku uporabnika), za predvajanje animacij in video posnetkov uporablja tehnologijo *Shockwave flash*.



The screenshot shows the FEMA website interface. At the top, there is a navigation bar with links for 'Contact Us', 'Site Map', 'Frequently Asked Questions', and 'Español'. Below this is a search bar with a 'Go' button. A secondary navigation bar contains links for 'Home', 'Get Disaster Info', 'Plan Ahead', 'Apply for Assistance', 'Recover & Rebuild', 'See All Audiences', and 'About Us'. The main content area is titled 'Get Disaster Information' and features three columns of disaster-related information: 'California Wildfires', 'Disaster declaration maps', and 'Flood insurance & info'. Below these are sections for 'Find Information on Declared Disasters & Emergencies', 'Learn About the Different Types of Disasters and Hazards' (listing various disaster types like Chemical, Earthquake, Flood, etc.), and 'Maps' (listing various map services and archives).

Slika 1: Podatki o nesrečah na spletni strani ameriške Federal Emergency Management Agency (Medmrežje 1).

V evropskem prostoru smo izbrali dve spletni strani, ki sta nastali v Švici; to sta spletna stran Nacionalne platforme za naravne nesreče (PLANAT; slika 2) in spletna stran Naravne nesreče in tveganje (NAHRIS; slika 3).



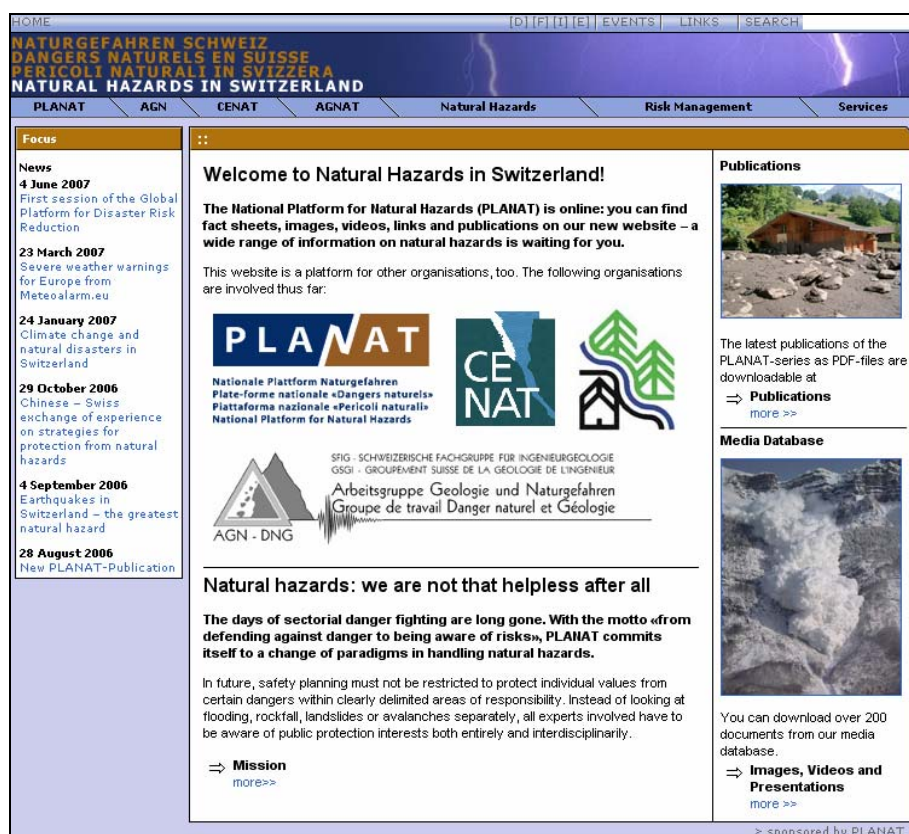
PLANAT je švicarska nacionalna platforma za naravne nesreče, ustanovljena 1997, ki z informiranjem javnosti uresničuje tri cilje (Medmrežje 2):

varovanje prebivalstva, okolja in premoženja;

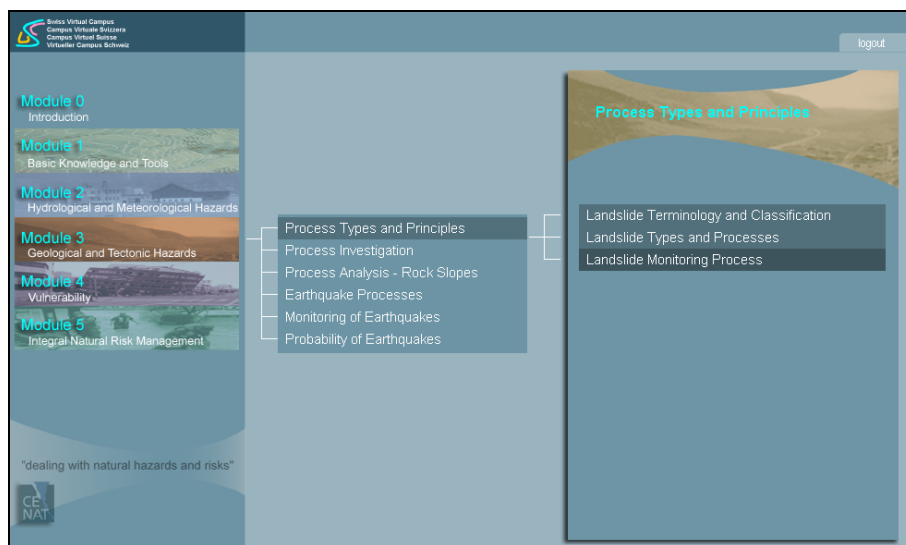
prehod iz ravni, ki temelji izključno na preprečevanju katastrofalnih pojavov, na raven zavedanja o nevarnostih, in

podpiranje izmenjave znanja oziroma povezovanje s tujimi organizacijami.

Tehnično spletna stran PLANAT vključuje dinamične vsebine, ki se izvajajo na odjemalčevi strani, na strežniku pa so uporabili jezik PHP in odprtokodno podatkovno zbirko MySQL.



Slika 2: Domača spletna stran PLANAT (Švica) (Medmrežje 2).



Slika 3: Domača spletna stran NAHRIS (Švica) (Medmrežje 3).

NAHRIS je sodobno učno orodje, ki nudi možnost pridobivanja informacij s področja naravnih nesreč. V bistvu gre za leta 2005 izveden projekt Švicarskega navideznega univerzitetnega središča, ki je dosedaj razvil in objavil preko 50 spletnih učnih programov. Namenjen je predvsem študentom in raziskovalcem, primeren pa je tudi za uporabo širše javnosti, pa tudi dijakov in učencev. Vhodna spletna stran je vsebinsko razdeljena na šest modulov (slika 3). Za urejanje vsebine vsakega modula je zadolžena skupina strokovnjakov, ki delujejo pod okriljem različnih švicarskih univerz in tehničnih ustanov. Sestavlja ga 90 poglavij o naravnih nesrečah in kriznem upravljanju. Razlog za nastanek strani NAHRIS je bil dvigniti zavedanje ljudi o naravnih nesrečah.

Tehnično je tudi spletna stran NAHRIS izdelana v jeziku HTML, ki vsebuje skriptni jezik *JavaScript* (poteka na računalniku uporabnika), dodatno pa so za skriptni jezik, ki poteka na strežniku, uporabili jezik PHP. Spletna stran za vsebine uporablja podatkovno zbirko MySQL.

Strukturiranost vseh treh spletišč je podobna, vsa imajo vsebine razvrščene v podpoglavja. Podpoglavja, ki zajemajo isto tematiko, so zbrana v isto poglavje. Pri strani NAHRIS so poglavja umeščena še v module, ki se hierarhično nahajajo nad poglavji. Tristopenjska hierarhična ureditev strani NAHRIS se je zdela najprimernejša pri izdelavi slovenskih spletnih strani. Tudi glede vsebine strani, je za slovenske razmere najprimernejša spletna stran NAHRIS. V celoti je namreč namenjena učenju o naravnih nesrečah in kriznem upravljanju. Tudi strani FEME in PLANAT-a vsebujeta podobno vsebino, vendar so na teh straneh še druge vsebine (predstavitev partnerskih organizacij, ponudbe o zaposlitvi, itd.). Spletnim stranem NAHRIS smo posvetili največ pozornosti. Zaradi svoje zasnove ponujajo zelo učinkovito možnost spletnega izobraževanja.

### 3 RAZVOJ UČNEGA PRIPOMOČKA

Pri izdelavi učnega pripomočka smo uporabili pristop UML (angl. *Unified Modelling Language*) in informacijsko arhitekturo za splet. Sistem smo zasnovali v treh glavnih delih:

*Zasnova sistema.* Zasnova sistema temelji na jeziku za objektno modeliranje UML (Medmrežje 4). Celoten proces zasnove je bil voden s primeri uporabe in pripadajočimi zahtevami, ki pogojujejo razvoj komponent sistema. Bistveni primeri uporabe so: izbira in priprava gradiva, objava pripravljenih vsebin na spletnem portalu ter uporaba na spletu.

*Razvoj spletnega uporabniškega vmesnika.* Izdelava uporabniškega vmesnika spletne strani je namenjena predstavitvi vsebin, ki bodo namenjene tudi laičnim uporabnikom.

*Razvoj avtorskega okolja.* Izdelava avtorskega okolja, ki je namenjena avtorjem gradiv, ki omogoča lažji in konsistenten vnos virov ter urejanje izbranih multimedijskih vsebin.

Celotna rešitev temelji na uporabi standardnih relacijskih zbirk, ki podpirajo SQL (Access ali MS SQL za avtorsko okolje ter MySQL ali ODBC vmesnik za dinamično spletno predstavitev). Za ločen razvoj avtorskega okolja in uporabniškega vmesnika smo se odločili na osnovi izkušnj pri razvoju učnega pripomočka za področje potresnega inženirstva – EASY. Pri izvedbi spletnega mesta in avtorskega okolja sistema NIT smo ločeno obravnavali: (i) strukturo, (ii) organizacijo vsebin na uporabniškem vmesniku in (iii) grafično podobo predstavitve vsebin.

Spletna aplikacija je bila izdelana z orodjem *Macromedia Dreamweaver MX 2004*. To je spletno razvojno orodje za izdelavo dinamičnih spletnih strani in urejevalnik HTML. Program se je odlično izkazal pri hitrem izdelovanju obrazcev, okvirjev, tabel in drugih komponent spletnih strani. Prav tako se odlikuje po enostavni izdelavi dinamičnih strani tako na strežniški strani, kot na odjemalčevi strani. Smiselno so integrirani gradniki za dinamični HTML (DHTML), FLASH in podpora jezikom na strežniški strani (npr. PHP, ASP, JSP). Gre za spletno tehnologijo, ki omogoča izdelavo ogrodja za dinamično vstavljanje vsebin ter kodiranje skriptov, ki skrbijo za prilagojeno delovanje spletnih strani. Lastna tehnična rešitev je izdelana v obliki, da se zlahka uporabi v portalih in sistemih za upravljanje vsebin (angl. *Web Content Management Systems*).

Uporabniški vmesnik smo zasnovali s štirimi moduli (slika 4). Struktura modulov je sledeča: 'Uvod', ki služi le za predstavitev projekta in obiskovalca spletnega portala seznaniti z uporabo. Sledijo trije tematski moduli: 'Hidrološki in meteorološki pojavi', 'Geološki in tektonski pojavi' ter 'Ogroženost in ranljivost'. Vsak modul je nadalje razčlenjen na poglavja in podpoglavja (slika 5). Organizacija spletnega vmesnika omogoča enostavno dodajanje novih modulov, ki se lahko poljubno razširijo z novimi vsebinami.



Slika 4: Domača spletna stran učnega pripomočka NIT.



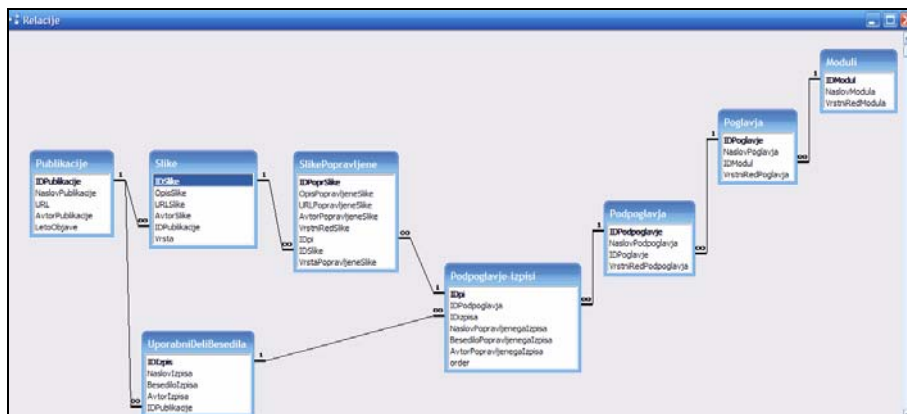
Slika 5: Spletna stran za pregledovanje podpoglavja o zemeljskih plazovih.

Avtorsko okolje smo izdelali s programom *Microsoft Access*, ki se uporablja za izdelavo relacijskih zbirk podatkov. Zasnovana podatkovna zbirka sistema NIT (preglednica 1) omogoča urejanje podatkov z relacijskimi povezami (slika 6). Celotno podatkovno zbirko avtorskega okolja tvori 30 elementov za shranjevanje in dosledno urejanje vsebin učnega gradiva. Avtorsko okolje teče v okolju *Windows*, kar omogoča urejanje multimedijskih vsebin v različnih izvornih oblikah. S podatkovno zbirko zbiramo in urejamo metapodatke virov in iz njih izbrane vsebine, ki jih lahko ponovno uporabimo ob upoštevanju avtorstva vira.

Jedro zbirke so relacijske strukture (slika 6). Relacijsko zbirko smo zasnovali tako, da se podatki ne podvajajo in ohranjajo podatke o izvoru. Med 19 elementi z uporabniškim vmesnikom je najpomembnejši obrazec za 'Vnos virov in pripadajočih vsebin' (slika 8), v katerem lahko dodajamo, popravljamo in pregledujemo vire in iz njih pridobivamo besedilo, slike, video in zvočno gradivo, tehnične risbe in modele. Lahko tudi vnesemo vir brez izluščenih vsebin. Ne moremo pa vnašati vsebin, ki ne pripadajo nobenemu viru. Za obstoječi vir lahko dodajamo nove vsebine. Vse vnesene vsebine lahko kasneje tudi dopolnujemo in pripravljamo za objavo na spletu v obrazcu za 'Vnos in urejanje vsebin' (slika 7).

Preglednica 1: Komponente podatkovne zbirke sistema NIT

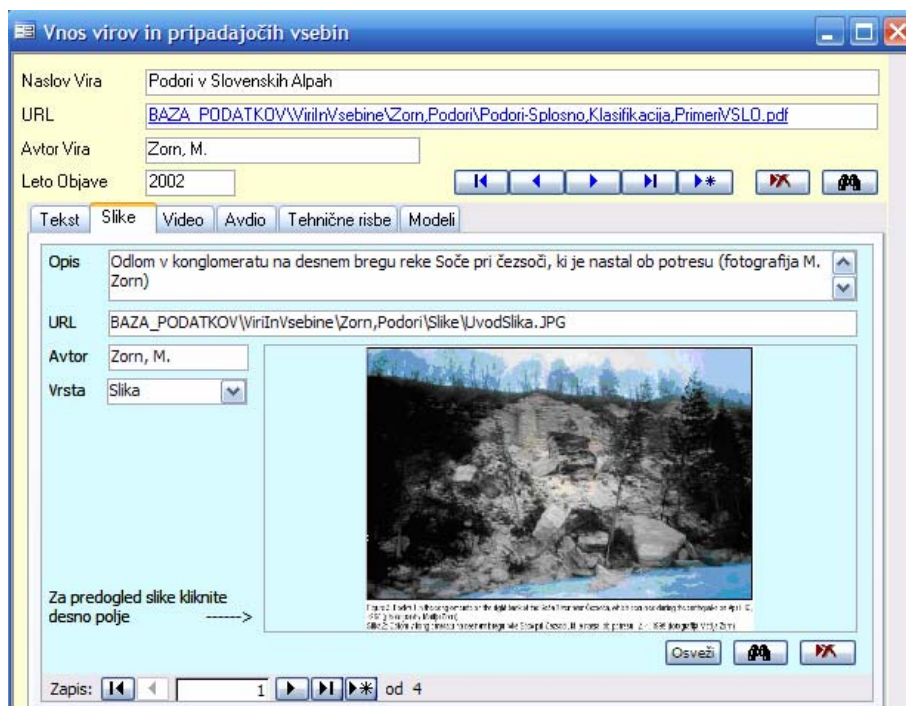
Preglednice (glej sliko 6)	Obrazci (glej sliko 7 in 8)	Obrazci
1. Moduli	1. Domača stran	11. Video za objavo
2. Poglavlja	2. Glavna stran	12. Avdio
3. Podpoglavja	3. Poglavlja	13. Avdio za objavo
4. Podpoglavje-izpisi	4. Podpoglavja	14. Tehnične risbe
5. Uporabni deli besedila	5. Vnos virov in vsebin	15. Tehnične risbe za objavo
6. Publikacije	6. Teksti	16. Modeli
7. Slike popravljene	7. Vsebine za objavo	17. Modeli za objavo
8. Slike	8. Slike	18. Viri
<b>Makro</b>	9. Slike za objavo	19. Viri za objavo
1. Uredi hiperpovezavo	10. Video	



Slika 6: Shema povezav med preglednicami.

Slika 7: Obrazec »Vnos in urejanje vsebin«.

Uporabniški vmesnik omogoča poizvedovanje (posredno tudi po multimedijskih vsebinah), razvrščanje modulov, poglavij, podpoglavij in izbranih vsebin virov ter pregledovanje strukture in vsebin modulov. Vnos novih digitalnih vsebin v sistem je dokaj enostaven in v najmanjšem potrebnem obsegu, ne glede na to, kje in kolikokrat to vsebino na spletni strani objavimo.



Slika 8: Obrazec »Vnos virov in pripadajočih vsebin«.

#### 4 SKLEP

Na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani smo razvili spletni učni pripomoček NIT za učenje na področju varstva pred naravnimi nesrečami in pripravili računalniško okolje, ki omogoča enostavno urejanje in sledljivost uporabljenih virov. Pri razvoju pripomočka smo se zgledovali po tovrstnih izdelkih v tujini. Kot osnovo smo privzeli spletno aplikacijo NAHRIS iz Švice in jo prilagodili slovenskim razmeram. Trenutno je pripomoček izdelan v svoji osnovni različici, ki pa zaradi svoje zasnove omogoča kakovostno in hitro širitev z novimi vsebinami brez podvajanja pri vnašanju novih virov oziroma vsebin. V tej obliki je učni pripomoček NIT trenutno namenjen študentom Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani. Ob doslednem spoštovanju avtorskih pravic uporabljenega gradiva in dodatnih spremembah pa bi bila možna tudi javna uporaba. Na primer kot podpora vseživljenskemu izobraževanju javnosti na področju varstva pred naravnimi nesrečami, kar pa presega poslanstvo univerze in že posega na področje vloge države in njenih drugih ustanov, ki naj bi na tem področju kmalu postorile več za dvig zavedanja javnosti o naravnih nesrečah.

#### 5 VIRI IN LITERATURA

- Lah, M. 2008: Razvoj kompendija o upravljanju tveganj. Diplomsko delo. Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Medmrežje 1: <http://www.fema.gov> (27. 11. 2007).
- Medmrežje 2: <http://www.planat.ch> (27. 11. 2007).
- Medmrežje 3: <http://www.nahris.ch> (27. 11. 2007).
- Medmrežje 4: <http://www.uml-forum.com> (13. 5. 2009).
- Perko, A. 2009: Snežni plazovi v Sloveniji. Diplomsko delo. Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Šraj, M., Brilly, M. 2007: E-learning in Hydrology. Proceedings of the INTED 2007 Conference. Valencia.
- Ušeničnik, B. (ur.) 2002: Nesreče in varstvo pred njimi. Ljubljana.



## KAKO ZMANJŠATI POPLAVNE ŠKODE V SLOVENIJI

Matjaž MIKOŠ

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

### IZVLEČEK

Med različnimi naravnimi nesrečami imajo poplave v Sloveniji posebno mesto - so pogostejše kakor potresi ter prizadenejo tako ruralna kot tudi urbana področja Slovenije. Iz celotnega kroga upravljanja s tveganji (rizičnega menedžmenta) je treba enakovredno obravnavati tako krizni menedžment ob nastopu naravnih nesreč, kakor tudi preventivno delovanje v času med njihovim nastopom. Sodobni koncept varstva pred poplavami ne poudarja toliko klasične vloge gradbeno-tehniškega varstva do finančno in tehnično sprejemljive meje (povratne dobe poplave), kakor preventivo in ustrezno pripravo na preostalo tveganje v primeru ekstremnejših poplav. V Sloveniji moramo v obdobju po sprejetju Zakona o vodah (2002) in na osnovi izkušenj o poplavah septembra 2007 pospešeno izboljšati sistema zgodnjega opozarjanja na poplavne dogodke na osnovi meteoroloških in hidroloških napovedi za primere hitrih hudourniških poplav. Prav tako je pred nami naloga uresničevanja evropske poplavne direktive (2007) in uveljavljanje že sprejetega slovenskega Pravilnika o metodologiji za določanje poplavnih območij (2007) in Uredbe o pogojih in omejitvah za izvajanje dejavnosti in posegov v prostor na poplavnih območjih (2008). V preventivnem smislu je pomembna tudi podrobna analiza poplavnih dogodkov, iz katere se lahko in moramo učiti in dočakati nove poplave boljše pripravljene. Le s skupnimi naporimi posameznika in države bomo dosegli višjo raven zavedanja o nevarnosti poplav.

Ključne besede: naravne nesreče, poplave, poplavne škode, preventiva, Slovenija, upravljanje tveganj, zakonodaja

### How to Reduce Flood Damages in Slovenia

#### ABSTRACT

Between different natural disasters in Slovenia, floods have a special place – they are more frequent than earthquakes, and they devastate rural as well urban areas in Slovenia. From the entire circle of risk management, we should equally treat crisis management during natural disaster events as well as preventive activities in the meantime. The modern concept of flood defence does not stress very the classical role of structural measures up to a financially and technically acceptable limit (flood return period), as much as prevention and adequate preparations to a residual risk in the case of extreme floods. In Slovenia, after the acceptance of the new Water Act (2002) and on the basis of experiences gained during the floods in September 2007, we must quickly improve early warning system for flood events on the basis of meteorological and hydrological forecasts for flash floods. We should also implement the European Flood Initiative Directive (2007) and the already accepted Slovenian Regulations on the methodology for the determination of flood-prone areas (2007) and the Order on conditions and limitations for executing activities and interventions in the space in the flood-prone areas (2008). With regard to prevention, a detailed analysis of flood events is also important, from which we may and should learn, and to live to see new floods better prepared. Only with joint efforts of individuals and the state we will reach a higher level of flood risk awareness.

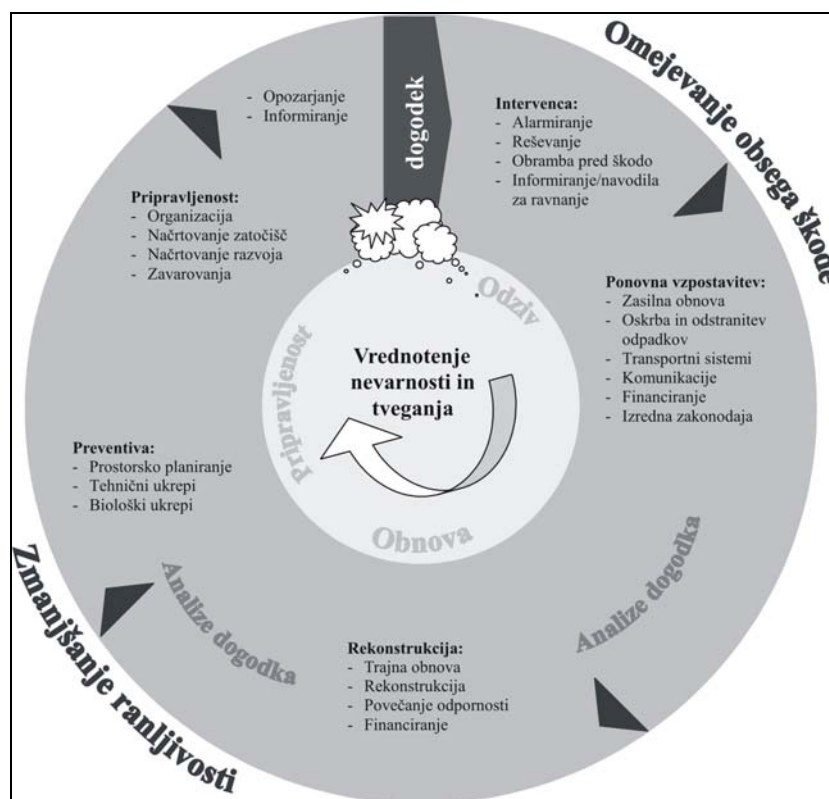
Key words: floods, flood damages, legislative, natural disasters, prevention, risk management, Slovenia



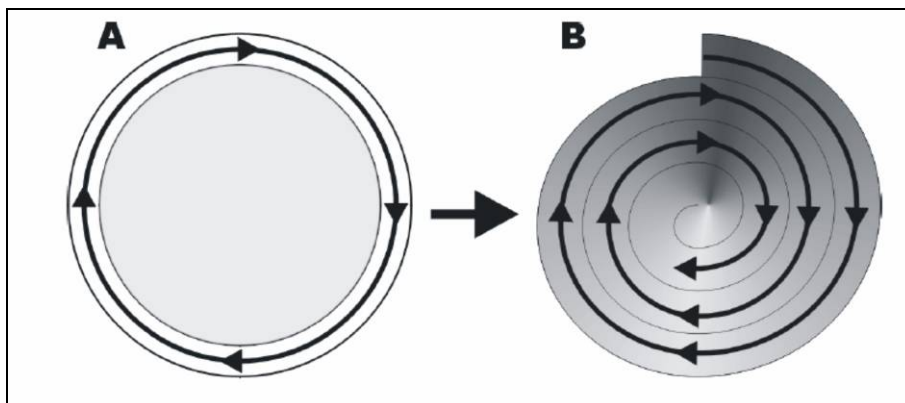
## 1 UVOD

Poplave morja v obalnem pasu in ob rečnih ustjih ter rečne poplave ogrožajo milijone prebivalcev Evrope. Evropska komisija je ugotovila, da je v zadnjih desetih letih bilo v Evropi zabeleženih preko 100 večjih poplavnih dogodkov. Ti dogodki so zahtevali preko 700 smrtnih žrtev in povzročili preko 25 milijard evrov ekonomske zavarovane škode. K takšnemu zaostrovanju poplavnih razmer je prispevalo reguliranje rek, urbanizacija in spremembe v rabi prostora. K temu je svoje dodal še hiter socialni in gospodarski razvoj, ki je povečal poplavni škodni potencial v porečjih in v ravninskem obalnem pasu s koncentracijo škodnega potenciala v ogroženih območjih. K zaostrovanju razmer prispevajo še klimatske spremembe, ki povečujejo število ekstremnih dogodkov.

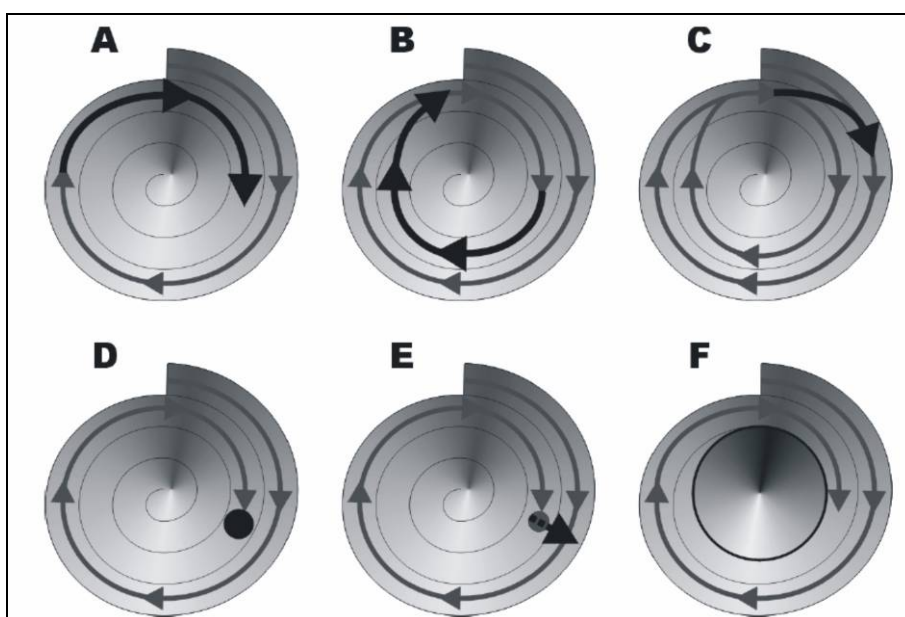
V preteklih letih se je težišče premaknilo stran od varstva (obrambe, zaščite) pred poplavami (angl. *flood defence*) k upravljanju s poplavnimi tveganji (angl. *flood risk management*). Novi pristop je interdisciplinaren in presega klasični inženirski pristop, saj priznava spoznanje, da ne moremo preprečiti nastanka vseh poplav in obravnava tudi upravljanje s poplavnimi posledicami (angl. *consequences of flooding*). Ta celostni pristop vsebuje vrsto regulatornih, socialnih in ekonomskih odzivov (angl. *responses*). Mednje lahko uvrstimo strogo in natančno kontroliranje načrtovanja na poplavnih ravninah, vlogo zavarovalništva pri razprševanju tveganj, izboljšanje informacij in kart poplavnega tveganja za obveščanje javnosti in njihovo pritegnitev k soodločanju, kakor tudi boljše pripravljenost v sili (angl. *emergency preparedness*) in krizno upravljanje (angl. *crisis management*). V tem duhu se vse bolj uporablja tudi izraz odpornost (angl. *resilience*), ki predstavlja novi način razmišljanja o upravljanju tveganj. Odpornost je pri tem mišljena kot sposobnost (zmožnost) sistema (družbe) ali posameznika, da nadaljuje in se razvija na socialno sprejemljiv način, kadar je podvržen stresnim razmeram ali nezgodam.



Slika 1: Celostno upravljanje s tveganji (Medmrežje 1).



Slika 2: Tridimenzijski prikaz v obliki stožca (B) kroga celostnega upravljanja s tveganji (A) (Kipfer in ostali 2006). Nadaljnji razvoj shematskega prikaza upravljanja tveganj v obliki kroga (A) v tridimenzijski stožec upravljanja tveganj (B) – čas teče v sourni krožni smeri.



Slika 3: Možni razvoj stopnje tveganja določenega območja v času. (Kipfer in ostali 2006). Gibanje po površini stožca upravljanja tveganj. Izboljšave ravni varstva pred naravnimi tveganji vodijo v spiralno gibanje proti vrhu stožca (A). Če ostane raven varstva v nekem obdobju med dogodki na enaki stopnji, se spiralno gibanje spremeni v krožno gibanje (B) – kakor je to znano v primeru kroga upravljanja tveganj (A na sliki 2). Poslabšanje ravni varstva pred naravnimi tveganji vodi v spiralno gibanje k osnovi stožca (C). Zato je za zadržanje doseženega položaja na nagnjeni površini stožca upravljanja tveganj nujno vložiti delo/energijo/finance (D). Če temu ni tako, se zgodi padec proti osnovi stožca (E). Površina stožca nad trenutnim položajem varstva na stožcu simbolizira preostalo tveganje (F), pred katerim se z obstoječim načinom varstva ne varujemo.

Kot del upravljanja s poplavnim tveganjem ima posebno mesto odziv javnosti na poplavno tveganje in poplavne dogodke, kadar gre za odpravljanje posledic poplav. Tako je ena glavnih nalog upravljalcev s poplavnim tveganjem, kakor to izhaja iz poplavne direktive, da na ustrezen način komunicirajo (sporočijo) poplavno tveganje ljudem, ki so potencialno prizadeti. Poplavna direktiva kot ustrezno orodje za takšno komuniciranje zahteva javno objavo kart poplavne nevarnosti in kart poplavnega tveganja in v zadnji fazi tudi načrtov protipoplavnega upravljanja. Za vse deležnike pri upravljanju s poplavnim tveganjem je zelo pomembno izboljšati razumevanja in sposobnosti za posredovanje poplavnega tveganja javnosti v celotnem sistemu upravljanja. Poseben izziv za državne ustanove in uprave vodnih

območij je izboljšanje sodelovanja javnosti pri izoblikovanju prihodnjih načinov upravljanja s poplavnim tveganjem (Direktiva 2007, čl. 10). Spodbujanje javnega sodelovanja je lahko ključni element dobrega obvladovanja tveganja (angl. *risk governance*). Pričakujemo lahko, da bo tako izboljšani način posredovanja tveganj javnosti, če ga bomo dosledno izvajali, imel velik vpliv na zaznavanje tveganj (angl. *risk perception*). To bo v nadaljevanju procesa vodilo k spreminjanju stopnje pripravljenosti posameznika (angl. *individual preparedness*) in lahko v daljšem obdobju tudi vpliva na procese kot sta prostorski razvoj in ekonomska rast na poplavnih območjih. Take potencialne spremembe so posebej zanimive za lokalne in regionalne ukrepe s področja upravljanja s poplavnim tveganjem, še posebej na gosto poseljenih območjih, kjer je tudi koncentracija poplavnega škodnega potenciala. Svojo vlogo pri zmanjševanju poplavnega škodnega potenciala na takih območjih ima nedvomno tudi zavarovalništvo (Ferlan in Mikoš 2002). Obe vsem tem pa moramo imeti pred očmi seveda tudi zahtevo po celostnem upravljanju porečij (Direktiva 2000).

Iz celotnega kroga upravljanja s tveganji (rizičnega menedžmenta, slika 1) je treba enakovredno obravnavati tako krizni menedžment ob nastopu naravnih nesreč, kakor tudi preventivno delovanje v času med njihovim nastopom.

## 2 SLOVENSKA ZAKONODAJA

Zakon o vodah (Zakon 2002, čl. 12) določa, da »Varstvo pred škodljivim delovanjem voda obsega izvajanje ukrepov, s katerimi se zmanjšuje ali preprečuje ogroženost pred škodljivim delovanjem voda in odpravlja posledice njihovega škodljivega delovanja. Varstvo pred škodljivim delovanjem voda je varstvo pred:

poplavami,  
površinsko, globinsko in bočno erozijo celinskih voda,  
erozijo morja,  
zemeljskimi in hribinskimi plazovi,  
delovanjem snežnih plazov,  
ledom na celinskih vodah.«

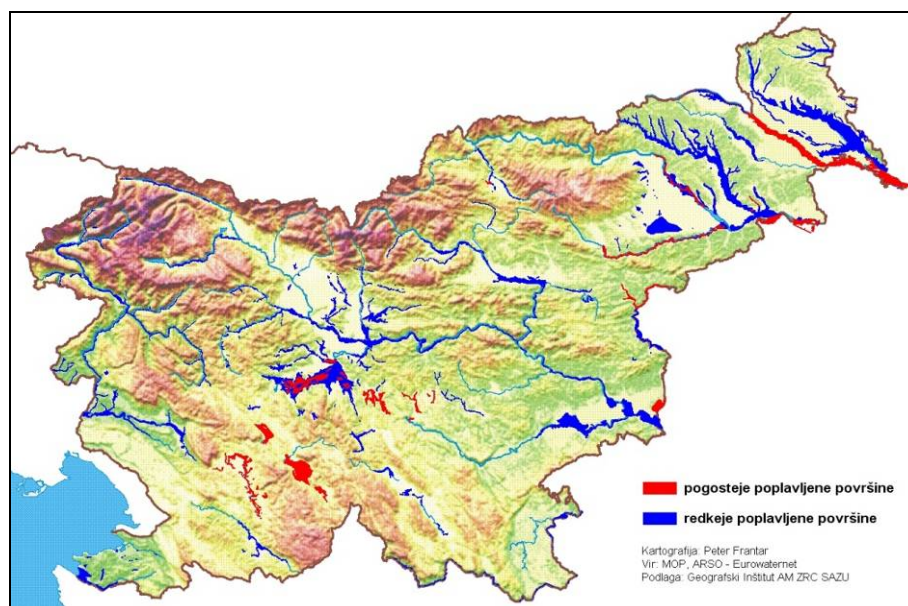
Zakon o vodah (Zakon 2002, čl. 83) nadalje določa, da se »zaradi zagotavljanja varstva pred škodljivim delovanjem voda določi območje, ki je ogroženo zaradi:

poplav (poplavno območje),  
erozije celinskih voda in morja (erozijsko območje),  
zemeljskih in hribinskih plazov (plazljivo območje) in  
snežnih plazov (plazovito območje).

Območje iz prejšnjega odstavka (ogroženo območje) določi vlada, ob upoštevanju naravnih možnosti, da pride do škodljivega delovanja voda, števila potencialno ogroženih prebivalcev in velikosti možne škode na objektih, zemljiščih in premoženju.«

Med različnimi naravnimi nesrečami imajo poplave v Sloveniji posebno mesto – so pogostejše kakor potresi ter prizadenejo tako ruralna kot tudi urbana področja Slovenije (Anzeljc in ostali 1995; Mikoš in ostali 2004; slika 4). Zato je zanimiva primerjava med potresno in poplavno nevarnostjo. Zaradi potresne nevarnosti, ki je različna v različnih delih Slovenije, je po gradbeni zakonodaji nujno novozgrajene objekte preventivno dimenzionirati na predpisane vrednosti pospeška tal, ki ga lahko povzroči potres v določenem območju in s tem dodatno obremeni objekt (Medmrežje 3). Tak računski projektni pospešek tal je izražen v deležu zemeljskega težnostnega pospeška  $g$  ( $9,81 \text{ m/s}^2$ ) in je določen za povratno dobo dogodka (potresa) 475 let ( $P_{475}$ , Medmrežje 2). Gradbeniki morajo objekte dimenzionirati

tako, da nosilna konstrukcija prenese potresno obtežbo in se ne poruši. Ob tem je treba upoštevati mikrolokacijo in lokalno sestavo tal, na katerih temeljimo objekt (Gosar 2010). Človek ima torej v protipotresno zgrajenem objektu dobro možnost preživetja, čeprav je objekt ob močnem potresu s povratno dobo 475 let zelo poškodovan (močno poškodovani ali porušeni so nenosilni deli objekta in objekt se mora praviloma nadomestiti). Objekte dimenzioniramo tudi na potres s povratno dobo 95 let ( $P_{95}$ ), pri čemer zahtevamo, da so objekti v tem primeru relativno nepoškodovani (škoda je omejena) in ponovno uporabni v kratkem času.



Slika 4: Poplavne površine v Sloveniji – še vedno je v Sloveniji ob pogostih poplavah ( $Q_{20}$ ) poplavljenih 19.990 ha zemljišč in ob redkih poplavah ( $Q_{100}$ ) skupaj 69.543 ha zemljišč, to je ~ 3,5 % ozemlja Slovenije (Medmrežje 2).

nevarni dogodek	1 leto	30 let	50 let	100 let	475 let
potres $P_{475}$	0,21 %	6,1 %	10,0 %	19,0 %	63,4 %
potres $P_{95}$	1,05 %	27,2 %	41,1 %	65,3 %	99,3 %
poplava $Q_{300}$	0,33 %	9,5 %	15,4 %	28,4 %	79,5 %
poplava $Q_{100}$	1,00 %	26,0 %	39,5 %	63,4 %	99,2 %

Preglednica 1: Verjetnost prekoračitve  $P_R$  (-) nastopa nevarnega dogodka (potres, poplava) z znano povratno dobo  $T_R$  (let) v izbranem daljšem časovnem obdobju  $T_L$  (let), izračunana po enačbi:  $P_R = 1 - (1 - 1/T_R)^{T_L}$ .

Poplavno nevarnost običajno v naseljenih območjih ocenjujemo z dogodkom (poplavo) s povratno dobo 100 let ( $Q_{100}$ ). Prikažimo podobnost med obravnavo obeh pojavov še z verjetnostjo, da v določenem obdobju nastopi dogodek, ki po svoji intenziteti preseže dogodek, na katerega dimenzioniramo objekte. V preglednici 1 je za različno dolga obdobja prikazana vsotna verjetnost prekoračitve dogodka, na katerega dimenzioniramo objekte.

Čeprav gre seveda za stohastične (slučajne) dogodke, lahko zaključimo, da smo v primeru pogostih poplav izpostavljeni manjšemu tveganju, predvsem če objekte gradimo izven dosega poplav s stoletno povratno dobo  $Q_{100}$ . Če ne upoštevamo priporočil prostorskega planiranja in vseeno gradimo v poplavnem območju stoletnih poplav in objektov ne dimenzionirano na poplavno obtežbo, lahko tvegamo v takih objektih tudi bolj kakor pri potresih. To še posebej velja za ekstremne (katastrofalne) poplave ( $> Q_{100}$ ), ki sežejo na območje, kjer objekti ne izpolnjujejo posebnih pogojev protipoplavne gradnje. V takih primerih je poplavno tveganje

večje od potresnega, saj protipotresna gradnja objektov zagotavlja relativno varnost v objektih do potresa  $P_{475}$ . Bistvena razlika je morda ta, da poplave vse bolj in bolj uspešno napovedujemo in da se je v večini primerov možno pred poplavo pravočasno umakniti iz objektov na varno in rešiti življenje, za razliko od potresov. Zato je tudi toliko pomembneje izpolniti zahteve protipotresne graditve objektov. Vendar vseeno velja razmisliti o prikazani razliki v protipotresni in protipoplavni gradnji in začeti s poplavami živeti in poplavno tveganje sprejeti in ga obvladovati, in to ne le s tehničnimi ukrepi, saj ti lahko odpovedo pri ekstremnih poplavah ( $> Q_{100}$ ) ter ob slabem vzdrževanju in napačnih predpostavljenih obtežbah in so škode toliko bolj katastrofalne (slika 5).



Slika 5: Hudourniške poplave so lahko zelo uničujoče – primer ceste ob Davči po ujmi 18. septembra 2007.

Zato tudi odločitev v nekaterih alpskih državah (npr. v Švici), da za oceno poplavne nevarnosti upoštevajo tudi poplave s povratno dobo 300 let ( $Q_{300}$ ), saj je preostalo tveganje ali verjetnost prekoračitve v 100 letih še vedno visokih 28,4 %. V to jih je ponovno prepričala zelo podrobna in kakovostna analiza po visokih vodah avgusta 2005, ki so v Švici terjale 6 smrtnih žrtev ter povzročile skupno škodo v višini 3 milijard švicarskih frankov (~ 2 milijardi evrov; Medmrežje 4) – največ, od kar po letu 1972 podrobneje beležijo škode zaradi naravnih dogodkov. Od tega sta nastali 2 milijardi frankov škode v privatnem sektorju in 1 milijarda na večinoma javni infrastrukturi (ceste, vodna infrastruktura, komunalna napeljava, železnice).

### 3 POPLAVNA DIREKTIVA

V alpskem svetu prevladuje pristop k varovanju pred delovanjem vodnih ujm (FNG 2004), pri katerem ukrepe po prioritetah razvrstimo v naslednjem vrstnem redu:

1. preventivna vloga prostorskega načrtovanja v smeri trajnostnega razvoja,
2. vzdrževanje obstoječih varovalnih objektov in ureditev,
3. nega varovalnih gozdov,
4. gradnja novih varovalnih objektov in naprav,
5. krepitev zaščite in reševanja za primere naravnih nesreč.

Po izrednih poplavah, ki so leta 2002 prizadele dele Evrope, se je leta 2004 začela pripravljati posebna direktiva o poplavnih tveganjih, tudi kot nadgradnja evropske direktive o vodah (Direktiva 2000) kot temelja evropske politike varstva voda. Nova direktiva Evropskega parlamenta in sveta o ocenjevanju in upravljanju poplavnih tveganj (Direktiva 2007) tako določa v postopkovnem smislu tri korake za svojo uveljavitev:

1. Predhodna ocena poplavnega tveganja (do 22. 12. 2011)
2. Karte poplavnega tveganja (do 22. 12. 2013)
3. Načrti upravljanja poplavnega tveganja (do 22. 12. 2015)

Vsi deležniki morajo dobiti možnost aktivnega sodelovanja pri razvoju in novelaciji načrtov upravljanja poplavnega tveganja. Ocene tveganja, karte in načrti morajo biti javno dostopni. Omenjeni trije koraki se po prvem sprejetju ponavljajo vsakih šest let, da bi s tem zagotovili upoštevanje dolgoročnih razvojnih sprememb. Načrti upravljanja poplavnega tveganja naj obsegajo ukrepe za zmanjšanje verjetnosti poplavljanja in njenih potencialnih posledic. Načrti bodo obravnavali vse faze krogotoka upravljanja poplavnega tveganja (slika 1), vendar se bodo posebej osredotočili na preventivo (tj. preprečevanje poplavnih škod z izogibanjem gradnji stanovanjskih stavb in industrije v današnjih in bodočih poplavno ogroženih območjih ali s prilagajanjem prihodnjega razvoja poplavnemu tveganju), varstvo (z ukrepanjem v določenih območjih za zmanjševanje verjetnosti poplav in/ali delovanja poplav, kot je z obnovitvijo poplavnih ravnin in mokrišč) in pripravljenost (npr. podajanje navodil javnosti, kako se obnašati v primeru poplave).

Podrobneje sta Pravilnik o metodologiji za določanje poplavnih območij (Pravilnik 2007) in Uredba o pogojih in omejitvah za izvajanje dejavnosti in posegov v prostor na poplavnih območjih (Uredba 2008) predstavljena v tej monografiji (Anzeljc in ostali 2010).

#### **4 SKLEP**

V Sloveniji moramo v obdobju po sprejetju Zakona o vodah (Zakon 2002) in na osnovi izkušenj o poplavah septembra 2007 pospešeno izboljšati sistema zgodnjega opozarjanja na poplavne dogodke na osnovi meteoroloških in hidroloških napovedi za primere hitrih hudourniških poplav.

Prav tako je pred nami naloga uresničevanja evropske poplavne direktive (Direktiva 2007) in uveljavljanje podzakonskih aktov, to je že sprejetega slovenskega Pravilnika o metodologiji za določanje poplavnih območij (Pravilnik 2007) in Uredbe o pogojih in omejitvah za izvajanje dejavnosti in posegov v prostor na poplavnih območjih (Uredba 2008).

V preventivnem smislu je pomembna tudi podrobna analiza poplavnih dogodkov, iz katere se lahko in moramo učiti in dočakati nove poplave bolje pripravljene. Način, kako je k temu pristopila Švica po ekstremnih poplavah avgusta 2005, je lahko primer in vzor obenem, kako resno in strokovno odgovorno pristopiti k taki analizi poplavnih dogodkov in se iz ekstremnih dogodkov tudi kaj naučiti za varnejšo prihodnost.

Nujna postaja ustanovitev slovenske platforme za naravne nesreče, da bi tudi na področju poplav dosegli višjo raven zavedanja o nevarnosti poplav in s časom zmanjšali poplavne škode na sprejemljivo raven. Na državnem (strateškem) nivoju se morajo torej različne sektorsko razdobljene aktivnosti medsebojno povezati, zato naj se s sklepom Vlade RS ustanovi posebna platforma za naravne nesreče (podobno, kot je Vlada RS 26. 9. 1997 ustanovila Slovenski komite za vprašanja spremembe podnebja), ki naj usklajuje delo in daje pobude, sestavljena pa naj bo iz predstavnikov državnih organov, univerze in raziskovalnih inštitutov ter drugih strokovnih ustanov in civilne družbe. Njena ustanovitev bi bila nadgradnja članstva RS v mednarodnem raziskovalnem združenju INTERPRAEVENT

(Medmrežje 5), kjer je Slovenija polnopravna članica od leta 1997, kakor tudi smiselna zaradi 22. 8. 1995 podpisane Alpske konvencije, ki je na 8. zasedanju Alpske konference leta 2004 ustanovila platformo o naravnih nesrečah (Medmrežje 6) in leta 2006 sprejela program dela platforme, imenovane PLANALP (Medmrežje 7). Švica je na strateškem nivoju tako platformo (Medmrežje 8) ustanovila že leta 1997. Slovenija mora storiti odločne korake v isto smer, če želi zmanjšati ranljivost in povečati varnost pred naravnimi ujmami, med katere uvrščamo tudi poplave morja, kraške poplave, nižinske in hudourniške poplave ter poplavljanje zalednih voda.

## 5 VIRI IN LITERATURA

- Anzeljc, D., Burja, D., Muck, P., Zupančič, B. 1995: Poplavna ogroženost Slovenije. Ujma 9. Ljubljana.
- Anzeljc, D., Đurovič, B., Grčar, G. 2010: Priprava načrtov obvladovanja poplavne ogroženosti. Od razumevanja do upravljanja. Naravne nesreče 1. Ljubljana.
- Direktiva 2000: Direktiva Evropskega parlamenta in Sveta 2000/60/ES z dne 23. oktobra 2000 o določitvi okvira za ukrepe Skupnosti na področju vodne politike 2000. Uradni list Evropske unije L327. Bruselj.
- Direktiva 2007: Direktiva 2007/60/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 23. oktobra 2007 o oceni in obvladovanju poplavne ogroženosti 2007: Uradni list Evropske unije L288. Bruselj.
- Ferlan, M., Mikoš, M. 2002: Naravne nesreče in premoženjsko zavarovalništvo. Naravne nesreče in varstvo pred njimi. Ljubljana.
- FNG 2004: Naturgefahren berücksichtigen im Rahmen von Baubewilligungen. Fachkommission Naturgefahren FNG, Amt für Wald und Energie. Kanton Nidwalden.
- Gosar, A. 2010: Raziskave vpliva ledeniško-rečnih sedimentov v Bovški kotlini na potresno nihanje tal in ranljivosti stavb z metodo mikrotremorjev. Od razumevanja do upravljanja. Naravne nesreče 1. Ljubljana.
- Kipfer, A., Kienholz, H., Perret, S. 2006: Risk management cone (RMC) - A three dimensional risk management concept. Disaster Mitigation of Debris Flows, Slope Failures and Landslides. Tokio.
- Medmrežje 1: <http://www.naturgefahren.ch> (19.12.2008).
- Medmrežje 2: [http://nfp-si.eionet.eu.int/Dokumenti/GIS/voda/index\\_eng.htm](http://nfp-si.eionet.eu.int/Dokumenti/GIS/voda/index_eng.htm) (19.12.2008).
- Medmrežje 3: [http://www.arso.gov.si/potresi/podatki/projektni\\_pospesek\\_tal.html](http://www.arso.gov.si/potresi/podatki/projektni_pospesek_tal.html) (19.12.2008).
- Medmrežje 4: <http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00819/index.html?lang=de> (19.12.2008).
- Medmrežje 5: <http://www.interpraevent.at/> (19.12.2008).
- Medmrežje 6: <http://www.alpenkonvention.org/> (19.12.2008).
- Medmrežje 7: <http://www.cenat.ch/> (19.12.2008).
- Medmrežje 8: <http://www.planat.ch/> (19.12.2008).
- Mikoš, M., Brilly, M., Ribičič, M. 2004: Poplave in zemeljski plazovi v Sloveniji. Acta hydrotechnica 22-37. Ljubljana.
- Mikoš, M. 2007: Upravljanje tveganj in nova evropska direktiva o poplavnih tveganjih. Gradbeni vestnik 56-11. Ljubljana.
- Mikoš, M. 2008: Mednarodna vpetost Slovenije v raziskovanje naravnih nesreč. Geografski obzornik 55-3. Ljubljana.
- Pravilnik 2007: 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. Uradni list Republike Slovenije 60/2007. Ljubljana.
- Uredba 2008: Uredba o pogojih in omejitvah za izvajanje dejavnosti in posegov v prostor na območjih, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja. Uradni list Republike Slovenije 89/2008. Ljubljana.
- Zakon 2002: Zakon o vodah. Uradni list RS 67/2002. Ljubljana.

## **VZPODBUJANJE PREVENTIVNIH ZNANJ IN DELOVANJA PREBIVALSTVA – NOV NAČIN FINANCIRANJA ZAŠČITE IN REŠEVANJA**

Branko NOVAK

Občina Ljutomer, Vrazova ulica 1, 9240 Ljutomer, e-pošta: branko.novak@ljutomer.si

### **IZVLEČEK**

Preventiva je z vidika posledic naravnih nesreč in zmanjševanja možnosti njihovega nastanka naša najpomembnejša dejavnost. Vzdržuje raven zavedanja o nevarnosti nesreč med prebivalci ter omogoča preventivno delovanje. Glede na vložena sredstva in pridobljene učinke na področju varstva pred nesrečami je preventiva ekonomsko najbolj učinkovita in sprejemljiva za vse udeležence, zato jo je treba obravnavati kot način življenja.

Nov model financiranja varstva pred nesrečami omogoča večje število reševalcev v primeru nesreč in sodobno opremljene intervencijske enote. Le pravilno oblikovane in financirane službe ter stimulirani prebivalci lahko delujejo preventivno. Zaradi učinkovitosti kadrovskega potenciala reševalcev se zmanjšujejo stroški intervencij ter stroški sanacij po nesrečah.

Ključne besede: model financiranja, nesreča, preventiva, stroški, učinkovitost, znanje, Slovenija

### **Stimulation of preventive knowledges and population activity – a new model of financing civil protection and disaster relief**

#### **ABSTRACT**

Prevention is the most important human activity in the field of disasters regarding their consequences, because it reduces possibility of accidents. It maintains the level of awareness about the existence of accidents among population and makes possible their preventive activity. With regard to invested means and acquired results in the field of protection against accidents, it is economically the most effective and acceptable to all participants, therefore it is to be treated as a way of life.

The new model of financing protection enables modern equipped intervention units and widespread activities. Properly formed and financed services as well as stimulated population act preventively. Efficient specialists decrease costs of intervention and sanitation after accidents.

Keywords: model of financing, accident, prevention, costs, effectiveness, knowledge, Slovenia



## 1 UVOD

Naravne nesreče negativno vplivajo na družbo. Zaradi širših neugodnih pojavov in različnih posledic ob nesreči sta družba in posameznik prisiljena razmišljati o preprečevanju nesreč, o intervencijah ob pojavu nesreč in o hitri odpravi posledic nesreč.

Nesreča prizadene naravo, živali, človeka ali poškoduje njegovo lastnino. Nesreče lahko usodno prizadenejo človekovo življenjsko okolje tako, da spremenijo življenjske razmere. Človeka nesreče najbolj prizadenejo, ko v nesreči izgubi življenje in preneha obstajati. Družbena škoda ob izgubi človeškega življenja je neizmerljiva. Merljivo družbeno škodo ob nesreči izražamo kot nepredvideni strošek, izpad dohodka, zmanjšanje dobička gospodarskih družb, izčrpavanje narodnega gospodarstva, zmanjšanje konkurenčnosti v primerjavi z gospodarstvi držav, kjer je tovrstnih nesreč manj. Zaradi tega nesreče zmanjšujejo družbeno bogastvo.

## 2 VPLIV FINANCIRANJA NA PREVENTIVO KOT NAČIN ŽIVLJENJA

### 2.1 Preventiva kot način življenja

Na načelo preventive se opirajo različni predpisi s področja varstva pred nesrečami tako v Sloveniji kot po svetu. Tako rekoč v vsaki družbi obstaja možnost nastanka nesreče z nepredvidljivim izidom. Posameznik se mora zaradi tega preventivno vesti, saj si ne želi nesreče, v kateri bi bil tudi sam udeležen ali celo poškodovan. Bojazen pred poškodbo ali nesrečo je veliko močnejše izražena pri posamezniku kot v družbi, predvsem zato, ker je sam odgovoren za lastno varnost, s tem pa tudi za preventivo. Ker je to težko, posameznik kot član družbe pogosto prevale breme odgovornosti, tudi tisto za lastno varnost, na nekoga drugega oziroma na družbo. Država, deloma tudi občine kljub spremenjenim družbenoekonomskim odnosom še vedno prevzemajo velik del odgovornosti fizičnih in pravnih oseb za varnostna tveganja, pred katerimi se je sicer mogoče zavarovati, in ob nesrečah pokrivajo s proračunskimi sredstvi njihovo škodo (Ušeničnik 2002, 464).

Preizkušanje lastnih sposobnosti posameznika ali družbe s skrajnimi dejanji lahko privede do meje, ko zaradi kratkega časovnega sosledja dogodkov in lastne šibkosti, kljub znanju in sposobnostim, človek ne more več vplivati na preprečitev, potek, delovanje ter posledice nesreče. Ob celovitosti posameznih dejavnikov, ki povzročijo nesrečo in hitrosti, s katero si sledijo, je ni možno preprečiti potem, ko je »akcijski splet« oziroma proces nesreče že stekel.

Za vse vrste nesreč je značilno podobno sosledje dogodkov, ki zahtevajo in hkrati omogočajo odzivnost ponesrečenih in reševalcev. Aktivnosti na področju varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami potekajo v krogu, ki ga označujejo ključne besede: nevarnost, grožnja, nesreča, prizadetost in obnova (Ušeničnik 1996, 18).

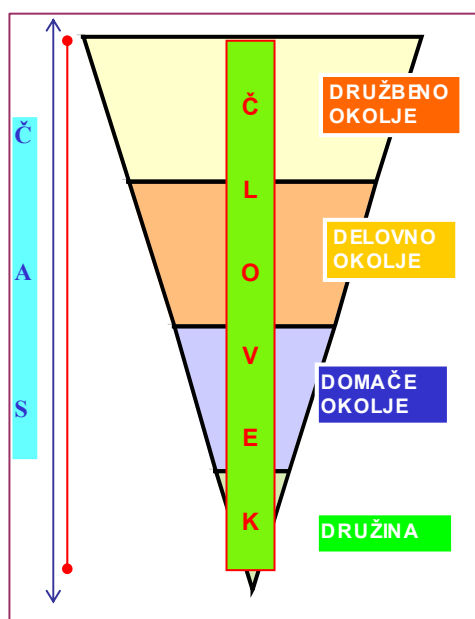
Osnovni cilj preventive je zavedanje o nevarnosti pojava nesreče. Preventivno zavedanje ter vedenje oziroma znanje posameznika in družbe preprečujeta nastanek nesreče ali preusmerita dogajanje ob posamezni nesreči.

Glede na okolja, v katerih se giblje človek, lahko preventivo razdelimo na:

- preventiva v družini,
- preventiva v domačem okolju,
- preventiva v delovnem okolju in
- preventiva v družbenem okolju.

Navedena okolja so med sabo močno povezana in vplivajo na aktivnosti človeka, prav tako pa nanje vpliva človek, saj so mu naloženi preventivni ukrepi kot so skrb za lastno varnost in varnost drugih. Človek se giblje in deluje s svojimi aktivnostmi v vseh okoljih. V okolju prevzema odgovornosti za storjena dejanja s posledicami vred, še posebej v primeru nesreč, ki jih zakrivi sam ali pa jih neodgovorno pospešuje. Vse aktivnosti posameznika, tudi preventivne, so vezane na čas njegovega življenja, in so omejene. Rezultati sedanjega preventivnega delovanja vplivajo tudi na preventivno delovanje v prihodnosti.

Preventiva zmanjšuje možnost nastanka nesreč na vseh področjih, vendar jih v tem okviru ne moremo preprečiti ali odpraviti, čeprav je končno želeno stanje idealizirano, torej brez nesreč.



Slika 1: Preventiva kot način življenja (Novak 2007, 7).

Preventiva ni vedno učinkovita in ne prepreči vseh nesreč. V primeru, ko preventiva kot temeljna prвина preprečevanja nesreče odpove, se pojavi nesreča.

Nesreča je celovit dogodek različnih elementov, ki povzroči nenormalno, nepričakovano in stresno stanje ponesrečencev ter reševalcev. Na pripravljenost pomagati sočloveku v nesreči vplivajo objektivne in subjektivne razmere ter medosebne razmere in kulturni dejavniki (Polič 1994, 59). V nesreči prizadetim, ko samopomoč več ne zadostuje, lahko zares učinkovito pomagajo samo poklicni ali prostovoljni reševalci različnih reševalnih služb, ki so strokovno usposobljeni in izurjeni za ukrepanje ob posameznih nesrečah ter razpolagajo s primerno in kvalitetno reševalno opremo.

Ob pojavu nesreče so reševalci zaradi časovnega in odločevalskega pritiska, omejenih razpoložljivih reševalnih sredstev in naravnosti h kratkoročnemu reševanju nastalega problema, prisiljeni uporabljati prilagojene metode dela ter premišljeno uporabljati razpoložljiva reševalna sredstva (Dubrovski 2004, 131).

Ob nesreči je ena najbolj odgovornih nalog vodenje reševanja in reševalcev ter stik s ponesrečenci, če je ta mogoč.

Naloge vodje intervencije in reševalcev v nesreči so predvsem:

- zaustavitev negativnih gibanj in obvladovanje kriznega položaja (preživetje);
- doseganje preobrata (preusmeritve) in

- zagotovitev temeljev za ponovno vzpostavitev stanja pred nesrečo (Dubrovski 2004, 132).

Zaradi narave dela reševalcev, zahtevnosti krizne situacije, predvsem pa zaradi časovne stiske, sta pomembna skupinski pristop k reševanju in skupinsko delo. Učinki in rezultati reševanja so odvisni od znanja in usposobljenosti reševalcev ter zadostnih količin kakovostne reševalne opreme. Nesreča zahteva odpravo posledic in čimprejšnjo vzpostavitev normalnega stanja pred nesrečo.

## 2.2 Davek za spodbujanje preventive

Zaščito, reševanje in pomoč ob različnih nesrečah zagotavljajo v Sloveniji s svojim preventivnim delom in reševalnimi aktivnostmi različne poklicne in prostovoljne, nepridobitne organizacije. Preventivne oblike varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami naj bi imele prednost pred vsemi drugimi oblikami. Dejansko pa ima preventiva zaradi stalnega pomanjkanja finančnih sredstev vse prej kot prednostni pomen (Ušeničnik 2002, 464).

Glede na ustanovitelja, način organiziranja in vodenje poslovanja se med sabo razlikujejo. Razlika je opazna tudi v načinu financiranja teh organizacij, saj nabava opreme, usposabljanje reševalcev, vzdrževanje opreme in obnavljanje znanj ter praktična usposabljanja članov nepridobitnih organizacij, ki izvajajo naloge zaščite in reševanja, zahtevajo zagotavljanje znatnih finančnih sredstev.

Viri financiranja nepridobitnih organizacij so lahko: državni proračun in proračun občin, članarine in prispevki članov, sponzorstva, darila in prostovoljni prispevki ter kreditiranje (Tavčar 2005, 251). Nepridobitne organizacije lahko svoje storitve tržijo, zato so odvisne tudi od tržnih zakonitosti in kakovosti storitev. Zaradi tega morajo nepridobitne nevladne organizacije kakovost lastnega delovanja obravnavati celovito, z vidika vseh njenih delov, dejavnosti in funkcij organizacije (Mrak 2001, 169).

Ker bi bilo zaradi obsežnosti področja financiranja organizacij zaščite in reševanja v članku nemogoče celovito predstaviti financiranje vseh teh organizacij, predstavljamo v nadaljevanju primer prostovoljnih gasilskih društev. Gre za nepridobitne humanitarne organizacije, ki delujejo v javnem interesu. Prostovoljna gasilska društva pridobivajo sredstva za svoje delovanje:

- s članarino,
- iz naslova materialnih pravic in dejavnosti društva,
- z darili in volili,
- s prispevki donatorjev,
- iz sredstev proračuna lokalne skupnosti, sredstev požarne takse in požarnega davka in
- iz drugih virov.

Pridobivanje finančnih sredstev pa zahteva veliko časa in aktivnosti, zaradi česar pogosto glavni poudarek ni usmerjen na operativno pripravljenost. V Sloveniji namreč ni v celoti urejeno sistemsko financiranje teh dejavnosti. Na tem področju sicer obstaja nekaj inštrumentov, med drugim: požarna taksa, namenski del dohodnine v višini 0,5 % ter razpis za sofinanciranje opreme pri Gasilski zvezi Slovenije. Kljub temu pa morajo gasilska društva zbrati večino sredstev za nakup zaščitne in reševalne opreme, gasilskih vozil, za izobraževanja ter usposabljanja in zavarovanja sama. Zdaj veljavni sistem financiranja tudi v družbi nikakor ne spodbuja preventive.

Zaradi narave dela in pravih predstavitev gasilskih aktivnosti v javnosti so prostovoljna gasilska društva sposobna privabiti mladino, jo strokovno usposobiti in uvesti v prostovoljno

delo na področju zaščite in reševanja. Ob tem je v pomoč tudi dejstvo, da društva delujejo v javnem interesu in imajo status humanitarnih organizacij.

Vlada bi lahko pripravila in sprejela ukrepe za stimulatívno davčno zakonodajo za financiranje neprofitnega sektorja (Jelovac 2002, 132).

V novem modelu financiranja bi moral biti glavni poudarek na finančnem sistemu, ki bi zagotavljal pritok finančnih sredstev z ugodnimi vplivi na preventivo, izobraževanje in intervencijsko sposobnost operativnih članov reševalnih enot. Takšen instrument je lahko samo namenski davek, ki ga lahko sprejme edino državni zbor z ustreznim pravnim aktom.

Zavezanci za davek morajo biti pravne in fizične osebe. Višina davka pa bi morala odražati različne dejavnike tveganja na primer oceno požarne ogroženosti za podjetja, gradnjo na poplavnem ali plazovitem območju, tveganje za nesreče pri »adrenalinskih« športih, vožnja motorjev in avtomobilov in drugo.

Pri zavarovalnicah sklenjena zavarovanja za primere nesreč sama po sebi niso dovolj učinkovita, saj v določeni meri vzbuja lažno varnost zavarovanca, kar se odraža v zmanjševanju preventivnega obnašanja posameznika in družbe. Plačilo zavarovanja je za zavarovanca predpisana dajatev, ki pokriva samo del že nastale škode in nima zveze s preventivo, razen nekaterih bonitet, če zavarovancu niso bili izplačani škodni zahtevki.

Davek bi moral biti dovolj visok, da bi bilo moč uvesti delno zmanjšanje plačila davka, na primer fizičnim osebam, če bi bile te vključene v sistem zaščite in reševanja (ZIR) oziroma bi delovale v društvih s področja ZIR, v skladu z Zakonom o varstvu pred naravnimi in drugimi nesrečami.

Sistem bi davčna uprava urejala na podoben način kot dohodninskega. Zaradi takšnega pristopa k obdavčevanju bi se gotovo povečalo zanimanje prebivalcev za vključevanje v sistem ZIR, kar bi pozitivno vplivalo na preventívno obnašanje vsakega posameznika, predvsem zaradi formalnega in neformalnega izobraževanja ter usposabljanja in spoznavanja dela v društvih.

Zavedanje, da je nesreča ali krízna situacija možna in dnevno prisotna, bi se dvignilo na višjo raven. Ob morebitni nesreči bi bilo moč računati na strokovno in hitro pomoč posameznika. Zagotovljena bi bila množičnost reševalcev, njihova višja usposobljenost ter ustrezna pripravljenost.

Podoben sistem bi bilo potrebno uvesti tudi za pravne osebe. Tako bi delodajalci, ki bi zaposlovali operativne gasilce, operativne člane enot in služb civilne zaščite ali ustanovili lastne enote ZIR ter s svojim delom aktivno sodelovali v sistemu ZIR, lahko uveljavljali znižanje dajatev.

zavezanci za davek	število zavezancev	povprečna višina pobranega davka v € (ocena)	znesek davka v €
prebivalci stari od 15 do 65 let (medmrežje 5)	1.374.900	20	27.498.000
poslovni subjekti (medmrežje 6)	171.750	150	25.762.500
<b>SKUPAJ:</b>			<b>53.260.500</b>

Preglednica 1: Primer izračuna davka.

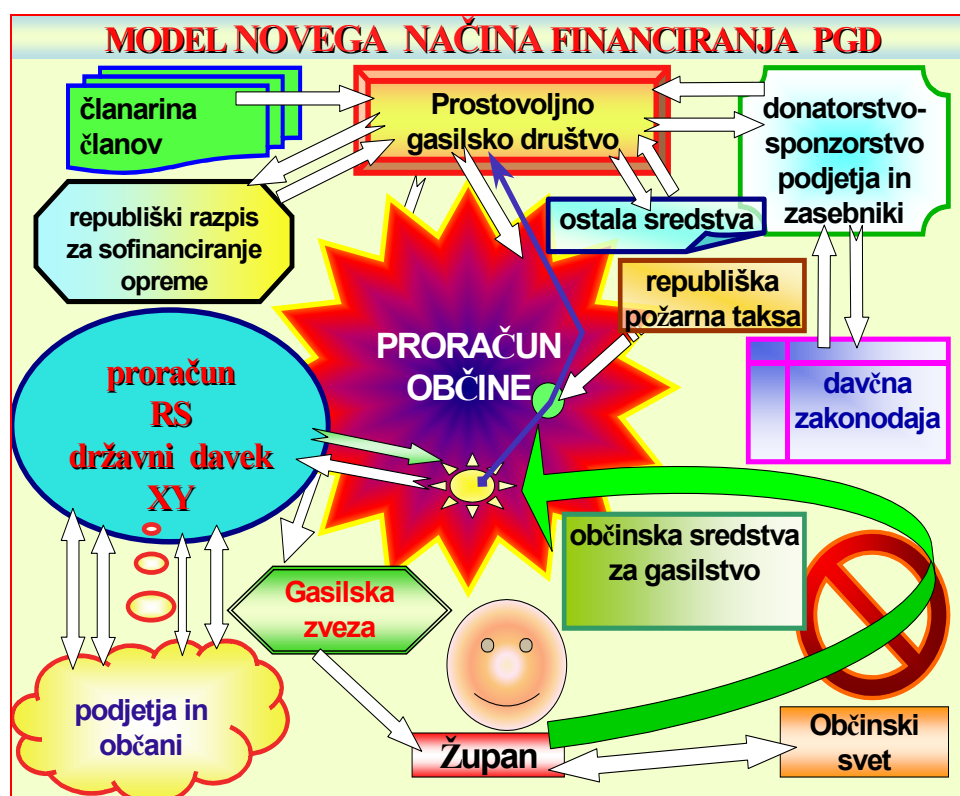
V primeru uvedbe predlaganega davka bi bilo potrebno upoštevati še morebitne dodatne olajšave, socialno stanje posameznikov in opraviti več različnih simulacij in izračunov.

V primeru zbranih sredstev v višini iz preglednice 1 bi bilo možno kupiti 690 manjših gasilskih vozil z vodo GV-V1, ki je osnovno intervencijsko vozilo prostovoljnega gasilskega društva I. kategorije (Medmrežje 7).

Z uvedbo takšnega davka bi pridobili veljavo področji donatorstva in sponzorstva, ki sta v tem trenutku prepuščeni odločitvam posameznikov ali podjetij, čeprav so mnoge dosedanje razprave bile usmerjene na vprašanja denarja in donatorskih sredstev, pravnih okvirjev in vprašanj davkov ter zakonskih okvirjev, ki jih določajo politiki (Jelovac 2002, 251).

Trenutna zakonodaja dopušča donatorstvo in sponzorstvo kot možnost financiranja nepridobitnih organizacij, vendar ju ne stimulira. Na predlagan način bi bilo lažje pridobiti sponzorje ali donatorje za danes manj zanimiva področja sistema ZIR, ki se ne pojavljajo v oglasih javnih medijev.

Z izvajanjem politike financiranja po novem modelu bi se povečali tudi prilivi iz notranjih virov organizacij, predvsem iz naslova članarin. Celoten sistem ZIR bi na tak način razpolagal z večjo kadrovsko zmogljivostjo za potrebe zaščite in reševanja.



Slika 2: Nov model financiranja ZIR na primeru Prostovoljnega gasilskega društva (Novak 2007, 42).

Nestvarno bi bilo pričakovati, da se bodo v delo s področja ZIR vključevali vsi za to sposobni državljani, vendar bi jih bilo zagotovo več, kot jih je sedaj. Državljeni in poslovni subjekti, ki ne bi želeli sodelovati, bi svoje nezanimanje in nesodelovanje morali plačati s polno višino davka.

### 3 POVEZAVA MED PREVENTIVO IN FINANCIRANJEM ZIR

Na pogled zelo različni področji, preventiva in financiranje delovanja sistema zašite in reševanja sta v sistemu ZIR močno povezani. Z razčlenitvijo njunih medsebojnih zvez in vzvodov delovanja lahko ugotovimo, da sta tudi močno soodvisni. Utemeljili smo, da bi bilo s

pravilnim pristopom oziroma z uvedbo davka, z davčnimi olajšavami za davčne zavezance možno dvigniti preventivno zavedanje in vedenje ljudi na višjo raven. To bi bilo predvsem posledica aktivnega vključevanja prebivalcev v sistem ZIR.

Preventiva temelji na posamezniku, ki je del družbene skupnosti. Človek je odgovoren za okolje v katerem živi, le da se tega premalo zaveda. Zaradi česar tudi ni pravilnega usmerjanja k vzrokom, ki povzročajo naravne ali druge nesreče ali je preslabo in ni pravih, odločnih potez v smeri preventivnega ozaveščanja človeka. Te namreč vodijo k preprečevanju in zmanjševanju naravnih in drugih nesreč.

Preventivno vedenje človeka je odsev njegovih osebnih zmožnosti, ki se izražajo tako pri delu kot pri prostočasnih aktivnostih. Opravilo, ki ga nekdo opravlja dnevno in je zanj samoumevno, je za drugega lahko smrtno nevarno. Oba pa lahko izzoveta nesrečo, ki zahteva intervencijo z negotovim izidom in velikimi finančnimi stroški.

#### **4 SKLEP**

Naravna ali druga nesreča povzroči splošno krizo. Prizadeto območje ne deluje po sicer veljavnih pravilih, pač pa se poskuša prilagoditi nastalim razmeram. Za obvladovanje »nenormalnega« stanja, ki ga povzročajo naravne ali druge nesreče pri ljudeh na premoženju ali pri živalih in v naravi, je treba vzpostaviti krizno vodenje. Kriznim razmeram moramo prilagoditi dela in naloge tako reševalcev kot ponesrečencev s poudarkom na odpravi posledic nesreče.

V članku predlagamo uvedbo davka, katerega poglobilni namen bi bil povečanje preventivne ozaveščenosti prebivalstva, zagotavljanje zadostne in kvalitetne reševalne opreme ter usposobljene reševalce. Samo eno rešeno človeško življenje ali preprečena nesreča zaradi znanja in sposobnosti udeležencev v nesreči mora odtehtati vložek posameznika v sistem ZIR v obliki davka.

Pozitivni učinki davka bi se odražali na več področjih kot:

- stalen in zadosten vir finančnih sredstev v organizacijah s področja zaščite in reševanja,
- povečanje kadrovskega potenciala različnih profilov v sistemu zaščite in reševanja,
- večji priliv finančnih sredstev z naslova članarin v društva s področja ZIR,
- večji priliv finančnih sredstev z naslova donacij in sponzorstva,
- dovolj finančnih sredstev za nabavo in vzdrževanje reševalne opreme,
- dovolj finančnih sredstev za izobraževanje na področju zaščite in reševanja.

Zlasti pa bi dosegli:

- večje zavedanje širše družbe, da nesreče obstajajo in so stalen vir nevarnosti,
- širša družbena skupnost bi začela zavestno sprejemati preventivo kot način življenja,
- manj nesreč, ki jih povzroči človek,
- manj izostankov z dela zaradi poškodb ob nesrečah,
- manj invalidov zaradi nesreč ter manjši pritisk na izplačilo invalidnin,
- bogatejša in varnejša država ter državljani Republike Slovenije.

Nesreče in njihove posledice lahko zmanjšamo samo z učinkovito preventivo. Višjo raven preventive lahko dosežemo z učinkovitimi, a preprostimi instrumenti, ki delujejo večplastno. Eden takih je zagotovo ustrezen davek, ki bi mu sledilo ustrezno organiziranje državnega sistema zaščite in reševanja.

## 5 VIRI IN LITERATURA

- Dubrovski, D. 2004: Krizni management in prenova podjetja. Koper.
- Jelovac, D. 2002: Jadranje po nemirnih vodah menedžmenta nevladnih organizacij. Koper.
- Medmrežje 1: [http://zakonodaja.gov.si/rpsi/r06/predpis\\_ZAKO4756.html](http://zakonodaja.gov.si/rpsi/r06/predpis_ZAKO4756.html) (10. 11. 2008).
- Medmrežje 2: <http://www.sos112.si/slo/index.php> (29. 11. 2008).
- Medmrežje 3: [http://zakonodaja.gov.si/rpsi/r04/predpis\\_ZAKO364.html](http://zakonodaja.gov.si/rpsi/r04/predpis_ZAKO364.html) (29. 4. 2009).
- Medmrežje 4: [http://zakonodaja.gov.si/rpsi/r06/predpis\\_URED4386.html](http://zakonodaja.gov.si/rpsi/r06/predpis_URED4386.html) (29.4. 2009).
- Medmrežje 5: [http://www.stat.si/popis2002/si/rezultati/rezultati\\_red.asp?ter=SLO&st=6](http://www.stat.si/popis2002/si/rezultati/rezultati_red.asp?ter=SLO&st=6) (29. 4. 2009).
- Medmrežje 6:  
[http://www.ajpes.si/DocDir/Statisticno\\_raziskovanje/PRS/Poslovni%20subjekti%20v%20PRS%20po%20skupinah%20-%201%20c%202009.pdf](http://www.ajpes.si/DocDir/Statisticno_raziskovanje/PRS/Poslovni%20subjekti%20v%20PRS%20po%20skupinah%20-%201%20c%202009.pdf) (29. 4. 2009).
- Medmrežje 7: [http://www.gasilec.net/ul-priloge/RAZPIS%202009\\_UL.RS\\_27.03.2009.pdf](http://www.gasilec.net/ul-priloge/RAZPIS%202009_UL.RS_27.03.2009.pdf) (30. 4. 2009).
- Mrak, B. 2001: Kakovostno delovanje nepridobitnih – nevladnih organizacij kot osnovni pogoj za obstanek in njihov nadaljnji razvoj: primer Taborniške organizacije v Sloveniji. Zbornik 2. strokovnega posveta Visoke šole za management v Kopru. Koper.
- Novak, B. 2007: Krizno vodenje ob pojavu naravne ali druge nesreče. Diplomsko delo. Fakulteta za management Univerze na Primorskem. Koper.
- Polič, M. (ur.) 1994: Psihološki vidiki nesreč. Ljubljana.
- Tavčar, M. I. 2005: Strateški management nepridobitnih organizacij. Koper.
- Ušeničnik, B. (ur.) 1996: Odpravljanje posledic naravnih in drugih nesreč. Ljubljana.
- Ušeničnik, B. (ur.) 2002: Nesreče in varstvo pred njimi. Ljubljana.

## **KARTA OGROŽENOSTI PRED SNEŽNIMI PLAZOVI - IZBOLJŠAVA OBVESTILA O NEVARNOSTI SNEŽNIH PLAZOV (LAVINSKEGA BILTENA)**

Dušan PETROVIČ

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Jamova 2, 1000 Ljubljana, e-pošta:  
dusan.petrovic@fgg.uni-lj.si

### **IZVLEČEK**

Snežni plazovi v Sloveniji v zadnjih letih ne predstavljajo tako velike grožnje in ne povzročajo tako usodnih posledic v primerjavi z drugimi naravnimi nesrečami, vendar nam primeri drugih držav, tako v Alpah kot drugod kažejo na njihovo veliko potencialno nevarnost. Opozorilo pred nevarnostjo snežnih plazov v Sloveniji pripravljajo na Uradu za meteorologijo Agencije RS za okolje. Obvestila pripravljajo le v pisni obliki, ki je uporabnikom manj nazorna oziroma predstavljiva, tujcem pa nerazumljiva. V prispevku predstavljamo predlog kartografske predstavitev, ki bi lahko dopolnila dosedanja obvestila in bi omogočala uporabnikom učinkovitejšo obveščanje o snežnih in lavinskih razmerah.

Ključne besede: snežni plaz, lavinsko poročilo, kartografska predstavitev, karta ogroženosti pred snežnimi plazovi, Slovenija

### **Avalanche Hazard Map – An Improvement of Avalanche Bulletin**

#### **ABSTRACT**

In last few years, avalanches haven't been such potential danger in Slovenia like some other natural disasters, but we are faced with many avalanche disasters in some Alpine and other countries. Avalanche bulletin for Slovenia is prepared by the Meteorology office of the Environmental Agency of the Republic of Slovenia (ARSO). Bulletin consists of written description of status and warning in Slovene only. Such bulletin is not very intuitive for users, while for foreigners without knowledge of Slovene it is even unusable. In the paper an example of avalanche hazard map, which could improve efficiency and usability of avalanche bulletin is presented.

Key words: avalanche, avalanche bulletin, cartographic presentation, avalanche hazard map, Slovenia



## 1 UVOD

Snežni plaz je gibajoči se del snežne odeje ali ledene gmote, ki drsi, teče ali, zvrtničen v zrak pada v globino, dokler se zaradi izgube gibalne količine ne ustavi (Šegula 1986). Snežni plazovi so v snežnih zimah povsem pogost naravni pojav, na območjih z obilnejšimi snežnimi padavinami in ustreznim naklonom terena. Njihova pojavnost je odvisna od topografskih značilnosti terena in meteoroloških pojavov. Večina snežnih plazov ne povzroči velike škode, posebej ne tisti, ki se obletijo v času sneženja na območjih, kjer so plazovi pogosti ali celo redni.

Prav vsak snežni plaz pa lahko predstavlja veliko nevarnost za osebe, ki so na območju plazu. Vse več ljudi se iz različnih razlogov podaja v potencialna plazovita območja. Največkrat so to turisti in športniki, turni smučarji, alpinisti, gorniki, smučarji izven urejenih prog in drugi. Sodoben čas in način dela spodbuja ljudi k vse bolj atraktivnim aktivnostim v naravi. Zima s svojo nedotakljivostjo in ekstremnimi razmerami predstavlja velik izziv. Ob široki dostopnosti opreme in pripomočkov za gibanje v zimski pokrajini ter neposredni bližini izhodišč se število obiskovalcev zimske narave veča. Vsak snežni plaz nastane kot posledica porušitve ravnovesja sil v snežni odeji, to porušitev pa največkrat povzroči zunanji vpliv. Med pogostimi zunanjimi vplivi so prav osebe, ki se gibajo v plazovitem območju. Statistike kažejo (Eckerstorfer 2007), da je kar 95 % vseh ponesrečencev v snežnih plazovih med povzročitelji njihove sprožitve. Posledice nesreč v snežnih plazovih (lavinskih nesreč) so pogosto tragične, saj je za učinkovito reševanje ponesrečenih potrebna ustrezna oprema in hitro ukrepanje oseb v bližini nesreče. Reševalne službe so pogosto prepozne.

Zaradi navedenega je zanesljivo obveščanje potencialnih obiskovalcev plazovitih območij o razmerah in stopnji plazovitosti zelo pomembno. Zato so v mnogih državah in deželah, kjer obstaja nevarnost snežnih plazov organizirane službe, ki skrbijo za spremljanje stanja in obveščanje uporabnikov o stanju nevarnosti pred snežnimi plazovi. Te službe, organizirane v okviru različnih inštitucij, pripravljajo obvestila o nevarnosti snežnih plazov, poimenovane tudi lavinski bilteni, ki so v zimski sezoni redno in ažurno dostopna vsem potencialnim obiskovalcem ogroženih (gorskih) območij.

## 2 OBVESTILA O NEVARNOSTI SNEŽNIH PLAZOV

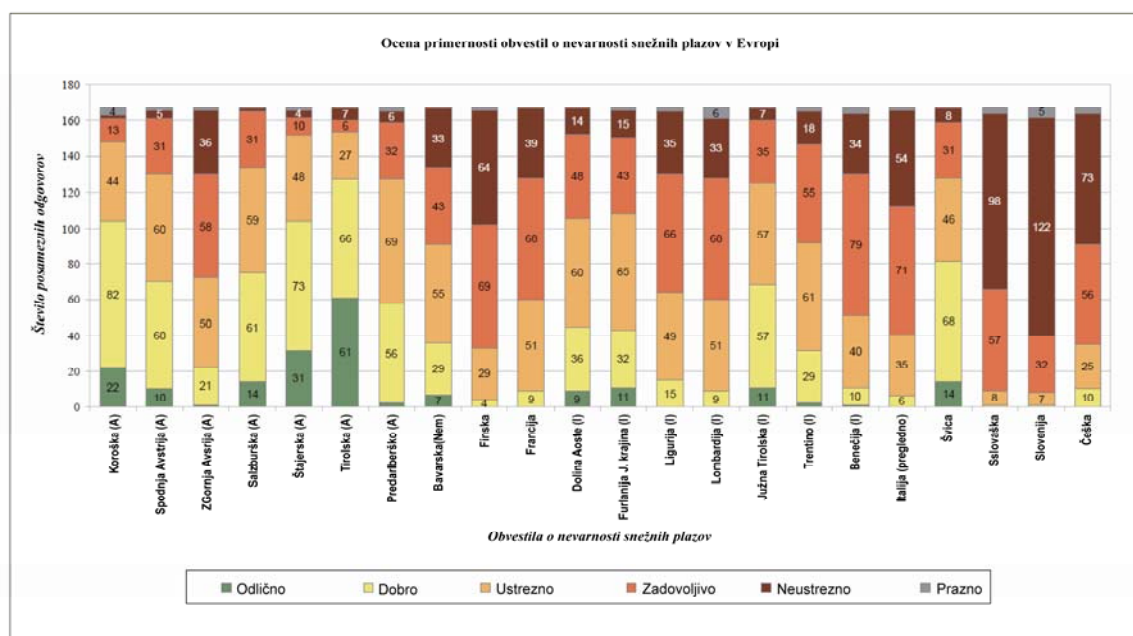
Obvestila o nevarnosti snežnih plazov (v nadaljevanju lavinski bilten oz. bilten, angl. *avalanche bulletin*) vsebujejo opis topografskih in meteoroloških dejavnikov, ki vplivajo na nevarnost proženja plazov. Med topografske dejavnike prištevamo nadmorsko višino, oblike površja ter usmerjenost pobočij glede na sončevo obsevanje in pogoste vetrove, pa tudi rabo tal, ključni meteorološki dejavniki pa so opis višine in stanja snežne odeje ter temperaturne in vetrovne razmere. Na osnovi naštetih dejavnikov je dobljena ocena ogroženosti glede na območje. Praviloma bilteni posplošeno opisujejo stanje širšega območja, brez podrobnih lokalnih opredelitev. Zaradi nekdanje raznolikosti biltenov je Konzorcij evropskih služb za spremljanje ogroženosti pred snežnimi plazovi (ARGE EAWS) predlagal enotno obliko biltena, ki naj bi ga upoštevale vse službe pri pripravi svojih biltenov (Eckerstorfer 2007). V skladu s predlogom so najpomembnejši podatki, kot je ocena ogroženosti z evropsko petstopenjsko lestvico ogroženosti, na vrhu biltena. Proti dnu sledijo manj pomembni podatki, kot opredelitev ogroženosti po manjših zaključenih območjih, podatki o količini in stanju snega, drugih meteoroloških parametrov, o ogroženosti glede na usmeritev pobočij in o pričakovanem trendu ogroženosti v naslednjih dneh. Obvestilo je največkrat pisno, lahko pa je dopolnjeno s kartografskimi ali drugimi grafičnimi upodobitvami. Navkljub predlogu ARGE

EAWS je bilten različnih služb zelo raznolik in omogoča uporabnikom bolj ali manj učinkovito pridobitev podatkov o ogroženosti pred snežnimi plazovi.

## 2.1 Primerjava obvestil za različna območja

Raziskovalci Oddelka za geografijo in regionalno planiranje Univerze na Dunaju so zato v letu 2007 izvedli primerjalno raziskavo o ustreznosti in informativnosti biltenov 26 različnih služb, ki pripravljajo tovrstna obvestila v 9 evropskih državah (Eckerstorfer 2007). 167 uporabnikov je v raziskavi ocenjevalo vse predložene biltene. Med drugim so z ocenami od 5 (odlično) do 1 (nezadostno) ocenjevali, v kolikšni meri lahko iz vseh primerjanih biltenov pridobivajo podatke o potencialni ogroženosti. V raziskavo vključeni uporabniki so bili zelo raznoliki, z različnim znanjem in sposobnostmi. 15 % med njimi se jih poklicno ukvarja z aktivnostmi v plazovitih območjih, drugi so pristočasni obiskovalci zimskega gorskega sveta.

Pomen biltena je potrdil odgovor anketirancev, da jih 65 % dnevno ali večkrat tedensko spremlja bilten, pred odhodom v potencialno ogroženo območje pa kar 96 % vseh. Podrobne ocene posameznih biltenov pa so razvidne iz preglednice 1.

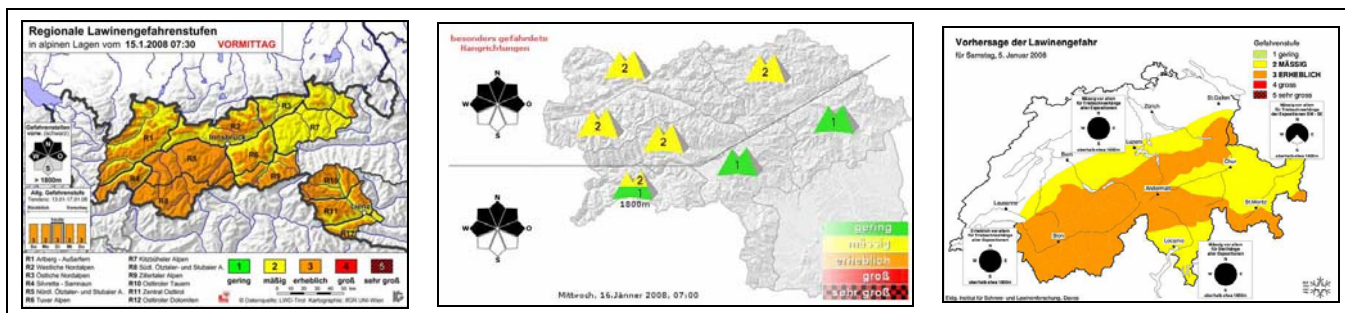


Vir: Eckerstorfer, M. 2008: Cartographic Analysis of Avalanche Hazard Maps, A Comparison of Relevant Cartographic Factors for the Visualization of the Avalanche Bulletin. 6th ICA Mountain Cartography Workshop Mountain Mapping and Visualisation. Lenk, Švica.  
 Preglednica 1: ocena ustreznosti 26 obvestil o nevarnosti snežnih plazov - biltenov (Eckerstorfer 2007).

Iz preglednice je razvidno, da so anketiranci posamezne biltene ocenjevali zelo različno. Tudi razlike med najvišjimi in najnižjimi ocenami so zelo velike. Bilten, ki ga za območje Slovenije pripravlja Urad za meteorologijo Agencije Republike Slovenije za okolje (ARSO), pa je bil ocenjen kot najslabši.

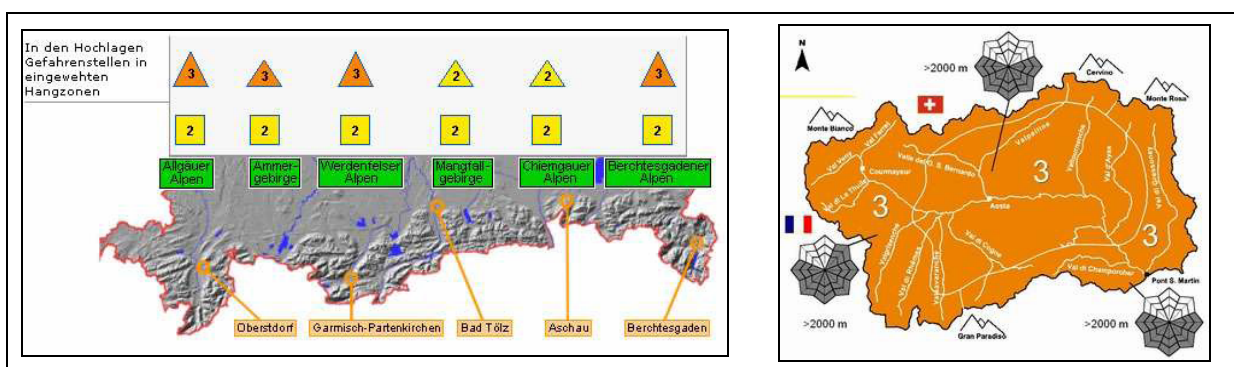
## 2.2 Primeri lavinskih biltenov

Za lažje razumevanje ustreznosti posameznih biltenov je v nadaljevanju predstavljenih nekaj značilnih primerov. Med najboljše ocenjene so anketiranci uvrstili biltene dveh avstrijskih zveznih dežel, Tirolske in (Avstrijske) Štajerske ter še švicarskega (slika 1).



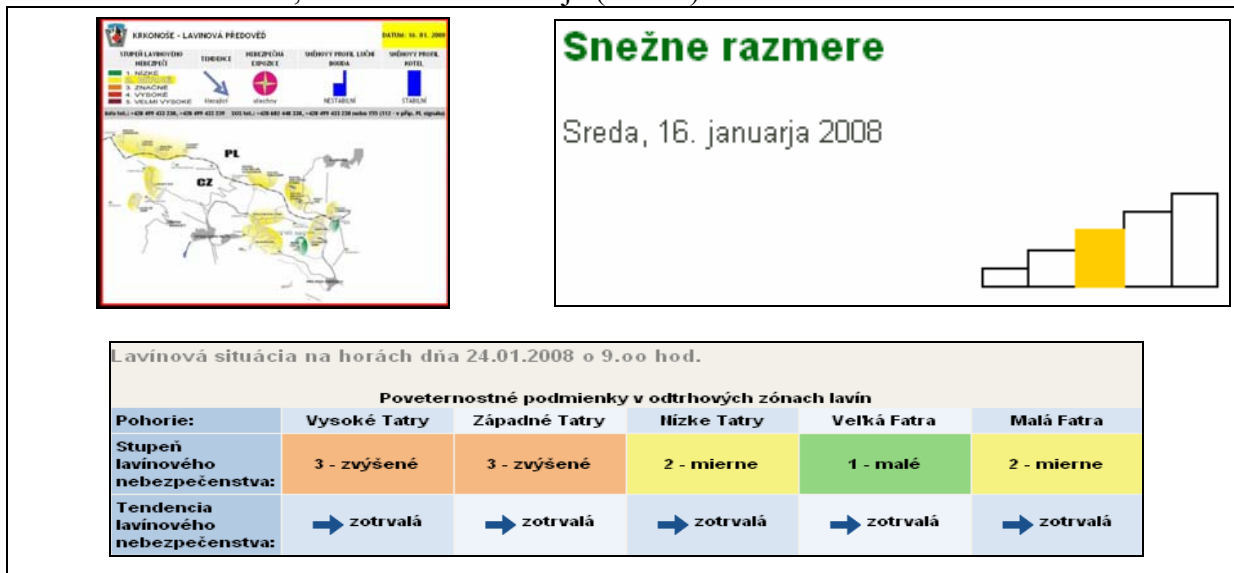
Slika 1: Primeri najboljše ocenjenih biltenov (Eckerstorfer 2007).

Vse tri biltene krasi jasnost kartografskega prikaza, ločitev na regije, hiter pregled in enostavna orientacija v prostoru. V sredini uvrščenih sta med drugimi tudi biltena nemške dežele Bavarske in italijanski za dolino Aosta (slika 2).



Slika 2: Primeri srednje ocenjenih biltenov (Eckerstorfer 2007).

Med najslabše in za uporabnike najmanj informativne oblike biltena pa so anketiranci uvrstili biltene Češke, Slovaške in Slovenije (slika 3).



Slika 3: Primeri najslabše ocenjenih biltenov (Eckerstorfer 2007).

Rezultat analize je jasno pokazal, da na informativnost biltenov v veliki meri vplivajo morebitni kartografski prikazi kot sestavni del obvestil. V splošnem so anketiranci zapisali, da karte za opredelitev ogroženosti manjših, znanih območij niti niso nujno potrebne, zato pa so

toliko bolj zaželeno pri biltenih, ki se nanašajo na širše območje. Prav tako je iz anket razvidno, da so najvišje uvrščeni bilteni tisti, ki imajo učinkovito in kakovostno oblikovane kartografske prikaze. Najslabše ocenjeni bilteni vsebujejo oblikovno manj ustrezne kartografske prikaze (Češka) ali pa kartografskih prikazov sploh ni (Slovaška, Slovenija). V primeru Slovenije je to tudi posledica nerazvite opazovalne mreže in pomanjkanja tovrstnih podatkov, ki so v biltenu sestavni del priprave kartografskega prikaza snežnih in lavinskih razmer.

### 2.3 Karte ogroženosti pred snežnimi plazovi

Karta je znakovna upodobitev zemljišča, poenostavljen model trirazsežnega okolja, prikazanega na dvorazsežnem nosilcu. Je komunikacijsko sredstvo, katerega glavni namen je učinkovito posredovanje prostorskih podatkov uporabniku v okviru kartografskega komunikacijskega procesa. Z uporabo znakovnega kartografskega jezika je karta neodvisna od jezikovnega znanja njenih uporabnikov.

V biltenih o nevarnosti snežnih plazov lahko ustrezno oblikovana karta, izdelana po načelih kartografskega oblikovanja, v veliki meri dopolnjuje, nadgrajuje ali nadomešča besedni opis razmer in ogroženosti. Omogoča mnogo hitrejšo, časovno ažurno in s tem učinkovito pridobitev ključnih podatkov o stanju in ogroženosti v primerjavi z branjem besednega opisa. Tovrstne karte imenujemo »Karte ogroženosti pred snežnimi plazovi« (angl. *avalanche hazard maps*). Spadajo v skupino tematskih kart, kjer predstavlja topografska vsebina kartografsko podlago in služi orientaciji prikazanega območja v prostor, med tem, ko tematski podatki opisujejo merjene meteorološke in sintezne podatke lavinske ogroženosti. Za izračun lavinske ogroženosti je potrebno upoštevati različne dinamične procese. Pomembno vlogo igrajo meteorološki dejavniki, kot so količina, slojevitost, vrsta in lastnosti snega, veter, temperatura, izpostavljenost soncu (trajanje in intenziteta sončnega obsevanja), naklon in usmerjenost terena ter posamezne značilnosti oblik površja (Kriz 2001).

Osnovna tematska vsebina karte ogroženosti je predstavitev ogroženosti skladno z evropsko petstopenjsko lestvico, katere stopnje so odvisne predvsem od količine novozapadlega snega (Golnar 2002). Poleg splošnega prikaza ogroženosti pred snežnimi plazovi lahko kartografski prikaz vključuje tudi predstavitev drugih kazalcev, ki obogatijo informativnost samega biltena:

- A. Nevarnost proženja plazov glede na območje/regijo. Tovrsten prikaz je smiselni in potreben, kadar se bilteni nanašajo na večje območje, v okviru katerega se posamezna manjša območja znatno razlikujejo v nekaterih meteoroloških kazalcih oziroma vremenskih tipih. Celotno območje razdelimo na manjša zaključena območja, pri čemer vsako obarvamo glede na ustrezno vsakokratno (aktualno) stopnjo ogroženosti.
- B. Nevarnost proženja plazov glede na nadmorsko višino je pomembna zaradi dveh pomembnih vplivov na ogroženost zaradi snežnih plazov. Prvi vidik je praviloma večja količina snega na višjih nadmorskih višinah. Drugi vidik pa se nanaša na vpliv vegetacijskih pasov. Z naraščanjem nadmorske višine imamo opravka s tako imenovanimi višinski pasovi. Gozdna meja je praviloma med 1500 m in 2000 m, snežna med 3000 m in 3500 m. Znotraj tega se izoblikujeta subalpinski pas ruševja z macesnom (1600–2000 m) in alpski pas gorskih travnikov (2000–2500 m). Nad gorskimi travniki je visokogorje z vegetacijo travnih razpok, alpskih melišč in prodišč. Razen nekaterih odpornih vrst, ki preživijo v takšnih razmerah, je takšno območje večinoma golo. Nastajanje melišč ali kupov skalnega drobirja pod vznožjem skalnih sten ali strmih pobočij je posledica krušenja kamnin. Kamnine se krušijo zaradi nenehnega menjavanja temperature ter pogoste temperature pod lediščem, ki s

pomočjo vode in ledu povzročata razpadanje vseh, tudi najodpornjših vrst kamenin (temperaturno in zmrzalno preperevanje). Vpliv hrapavosti tal na plazovitost je odvisna od tipa rastja. Ogroženost se z večjo razbrazdanostjo površja zmanjšuje, saj se s tem večja trenje med podlago in snežno odejo. Hrapavost plaznice na območju gibanja plazu ovira gibanje, zmanjšuje hitrost in gibalno energijo plazu. Tako so plazovi v gozdu redki, mnogo bolj pogosti pa na gorskih tratih ali na golem skalovju.

- C. Nevarnost proženja plazov glede na usmeritev pobočij oziroma njihovo izpostavljenost Soncu. Usmeritev ali ekspozicija je pomembna naravna pokrajinska lastnost, ki vpliva na količino sončne energije, ki jo prejme površje. Predstavlja orientacijo celice glede na smer neba oziroma azimut padnice terena. Izrazimo jo v stopinjah azimuta, pri čemer se vrednosti gibljejo med  $0^\circ$  in  $360^\circ$  ali s štirimi osnovnimi in štirimi stranskimi smermi neba. V splošnem glede na osončenost ločimo prisojna ali južna ter osojna ali severna pobočja. K prisojnim prištevamo južne, jugozahodne in jugovzhodne, k osojnim severne, severozahodne in severovzhodne ekspozicije. V tem primeru se vzhodna in zahodna pobočja prištejejo deloma k osojnim, deloma k prisojnim. Vpliv ekspozicije na lavinsko ogroženost se kaže prek izpostavljenosti Soncu oziroma osončenostjo terena. To lahko podamo z energijo globalnega in kvaziglobalnega obsevanja ali s trajanjem Sončevega obsevanja (Zakšek, Oštir in Podobnikar 2003). Energija kvaziglobalnega obsevanja je Sončeva energija, ki jo v določenem času prejme poljubno nagnjena ploskev. Za določitev Sončeve energije, ki je vsota energije neposrednega in difuznega obsevanja je potrebno upoštevati več dejavnikov (Zakšek, Oštir in Podobnikar 2003): vpadni kot Sončevih žarkov, izoblikovanost površja in podnebje. Vpadni kot je kot med normalo na površje in smerjo proti Soncu. Odvisen je od položaja Zemlje glede na Sonce, geografske lege, naklona in ekspozicije površja. Najlažje ga izračunamo iz normalnega vektorja na površje in vektorja proti Soncu. Na osončenost močno vpliva tudi izoblikovanost površja. Območja, obrnjena proti jugu so na severni polobli bolj izpostavljena Soncu kot severna pobočja že zaradi razlike v vpadnih kotih Sonca. Poleg tega lahko višje ležeči deli površja mečejo sence na nižja območja. Poleg navedenega pa vpliva na osončenost tudi podatek o številu dni v letu z oblačnostjo ali meglo. Ta dva vremenska pojava povečujeta sipanje svetlobe in predstavljata filter za neposredno osončenost. Za izračun osončenosti je najpomembnejši podatek trajanje Sončevega obsevanja. V splošnem je na prisojnih pobočjih preobrazba snega hitrejša, pobočja se prej otresejo novozapadlega snega, na njih pa nastane srepec, odlično smučljiv, uležan, debelozrnat sneg, ki se je večkrat tajal in zmrznil. Severna, severovzhodna in severozahodna pobočja pozimi prejmejo majhno količino sonca. Osojna pobočja so zato bistveno hladnejša, kar povzroči upočasnitev preobražanja snega in utrditve snežne odeje ter posledično daljšo izpostavljenost plazenju (Oman, 2008).
- D. Nevarnost proženja plazov glede na naklon. Alexander je v svojem delu *Natural Disasters* iz leta 1995 (povzeto po Eckerstorfer 2007) za proženje velikih plazov teren razdelil v šest naklonskih razredov:

<b>naklon pobočja</b>	<b>pogostost proženja plazov</b>
0–15°	se ne prožijo
15–25°	redko
25–50°	pogosto
50–70°	manj pogosto
70–80°	redko
nad 80°	zelo redko

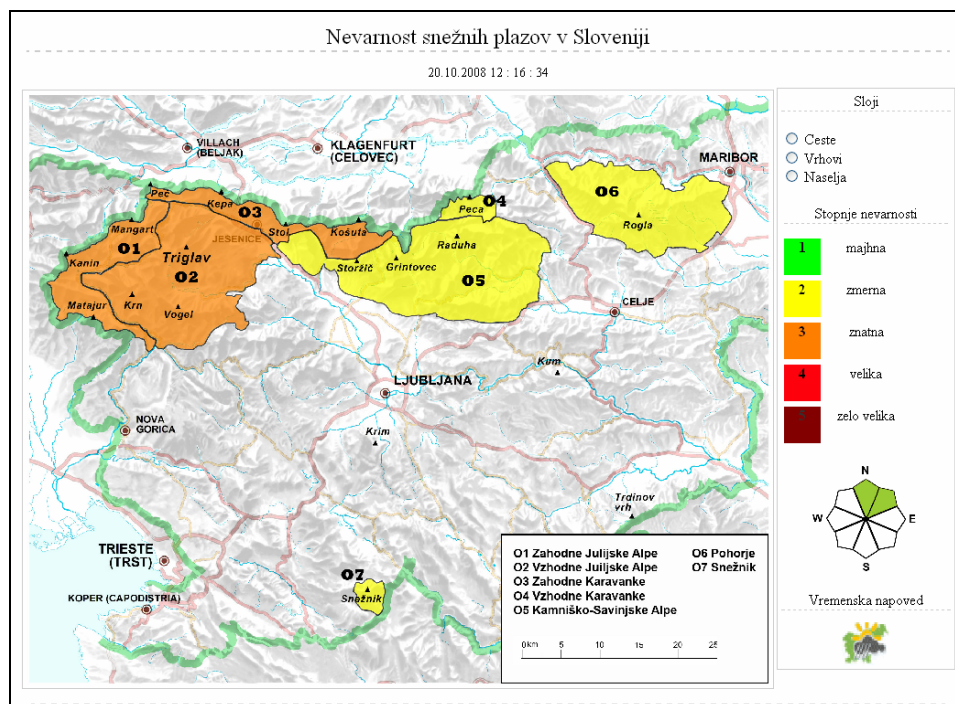
- E. Podatek o zgradbi in razmerah v snežni odeji. V primerjavi s predhodnimi štirimi kriteriji, ki so statični, je podatek o snegu dinamičen meteorološki podatek. Podatek o višini snežne odeje je treba izmeriti, medtem ko je za opis slojevitosti potrebno izdelati snežni profil. Med pomembne kazalce snega moramo prišteti tudi njegovo vlažnost. Po meteorološki opredelitvi je novo zapadel sneg tisti, ki je zapadel v zadnjih 24 urah. Debelejša kot je snežna odeja novega, nepredelanega in nesprijetega snega, večja je potencialna nevarnost proženja snežnih plazov.
- F. Pretekle in trenutne vremenske razmere ter njihov vpliv na stanje snežne odeje. Preobrazba snežne odeje je odvisna od dogajanja v snežni odeji. Temperatura, veter, vlažnost snega in količina prejetega Sončevega obsevanja vplivajo na hitrost preobrazbe snega, s tem pa tudi na stabilnost snežne odeje. V dneh, ko so temperaturne razlike zelo velike (spomladi) je smiselno podajati ogroženost plazov celo za različne ure (dele) dneva.
- G. Pričakovani razvoj stanja v naslednjih dneh. Načrtovanje aktivnosti v gorskem svetu se pogosto izvaja za nekaj dni vnaprej in v tem primeru je napoved razvoja stopnje ogroženosti na osnovi trenutnega stanja in predvidenega razvoja vremena zelo dobrodošla. Ob tem mora biti uporabnikom pojasnjeno, da lahko nepredvidene vremenske spremembe vplivajo tudi na zanesljivost te napovedi.

### **3 PREDLOG KARTE OGROŽENOSTI ZA SLOVENIJO**

Karte ogroženosti pred snežnimi plazovi morajo biti oblikovane tako, da so razumljive široki skupini uporabnikov, tako poznavalcem kart in prostorskih podatkov kot tudi laikom. Topografska vsebina je učinkovito prikazana s prikazom reliefa z metodo senčenja, dopolnjena z značilnimi gorskimi vrhovi. Po potrebi in s ciljem boljše orientacije v prostoru, lahko dodamo tudi druge topografske elemente kot so naselja, vodno ali cestno omrežje, dopolnjeno z zemljepisnimi imeni.

Zelo pomembna je hitra in enostavna dostopnost ter ažurnost kart. Zaradi tega je pri predstavitvi nujen jasno viden podatek o datumu in uri, kar uporabniku zagotovi, da spremlja ažurno stanje (Kriz 2001). Dostopnost širokemu krogu uporabnikov se v današnjem času najenostavneje zagotovi s postavitvijo karte in celotnega biltena na splet. Pri spletnih kartah je treba upoštevati določene omejitve in možnosti. Glavne omejitve spletnih kart so povezane s tehničnimi omejitvami, velikostjo zaslona in njegovo ločljivostjo, hitrostjo medmrežnega prenosa podatkov in omejeno barvno globino. Karta mora biti zato ustrezno poenostavljena in generalizirana, oblikovana z dovolj kontrastnimi barvami. Po drugi strani pa je vredno izkoristiti tudi ključne prednosti spletne tehnologije pri oblikovanju kart kot so enostavno posodabljanje karte, možnost uporabnikovega poseganja v vsebino karte - interaktivnost, široka in poceni dostopnost do karte ter možnost večpredstavnostnih dodatkov, kot je dodajanje besedil, fotografij ali drugih povezav. Učinkovita sodobna karta ogroženosti bi torej morala zagotavljati:

- možnost dostopa do karte prek klasičnega in mobilnega spleta,
- upoštevanje kartografskih načel oblikovanja s ciljem učinkovite, informativne upodobitve prostorskih podatkov,
- samodejno povezavo z ustreznimi dinamičnimi (predvsem meteorološkimi podatki) in
- na osnovi prejetih podatkov samodejno izdelavo vsakokratne ažurne karte.



Slika 4: Predlog oblikovanja karte ogroženosti pred snežnimi plazovi za Slovenijo.

Na osnovi načel smo s skupino študentov na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani pripravili predlog oblikovanja karte ogroženosti pred snežnimi plazovi za Slovenijo (slika 4). Karta je oblikovana kot spletna karta. Naslovu sledi datum in ura prikazanega stanja. Osrednji del zajema tematska karta. Kot topografska osnova je prikazan relief z metodo poltonskega senčenja. Uporabnik lahko topografsko osnovo po svoji izbiri dopolni s prikazom vodovja, vrhov ali naselij. Tematska vsebina je na karti prikazana ločeno za sedem značilnih gorskih območij Slovenije, v katerih se pojavlja ogroženost snežnih plazov, saj se območja med seboj znatno razlikujejo po meteoroloških vplivih. Imena sedmih območij so posebej navedena. Del Slovenije vzhodno od Maribora je izpuščen. Vzhodno od karte se nahaja legenda evropske petstopenjske lestvice ogroženosti, vetrovna roža, ki ponazarja odvisnost ogroženosti od usmerjenosti pobočja ter povezava na trenutne vremenske podatke.

#### 4 SKLEP

Predlog karte ogroženosti pred snežnimi plazovi za Slovenijo je bil zasnovan kot odziv na raziskavo, opravljeno na Univerzi na Dunaju, po kateri je Slovenija glede ustreznosti in informativnosti podajanja tovrstnih informacij zasedla najslabše mesto. Glede na to, da trenutno slovenski lavinski bilten oziroma obvestilo o nevarnosti snežnih plazov vsebuje le, sicer podroben in celovit besedni opis v slovenskem jeziku, je razumljivo, da je tujcu brez znanja slovenščine komaj uporaben. Predlagana oblika karte, ki bi bilten dopolnila in nadgradila je izdelana na osnovi izkušenj nekaterih drugih tovrstnih biltenov in na osnovi razpoložljivih topografskih podatkov. Kot vir podatkov je bila uporabljena Državna pregledna karta Slovenije v merilu 1 : 1.000.000 (DPK 1000).

Predstavljen predlog bomo skušali še oblikovno in vsebinsko nadgraditi, tudi v sodelovanju z Uradom za meteorologijo ARSO. Nato nameravamo karto zasnovati tako, da bo njena izdelava izvedena samodejno pri vsakokratnem ažuriranju meteoroloških podatkov.

Možne so tudi vsebinske nadgradnje. Ena izmed možnosti je, poleg pregledne karte ogroženosti za celotno Slovenije, priprava kart ogroženosti za manjša, pokrajinska območja. Pri njihovi pripravi bi lahko topografske in meteorološke podatke dopolnili še s podatki lavinskega katastra. Ta vsebuje podatke o znanih plazovih, njihovi pogostnosti in drugih lastnostih (Pavšek 2002).

## **5 VIRI IN LITERATURA**

- Eckerstorfer, M. 2008: Cartographic analysis of avalanche hazard maps. A comparison of relevant cartographic factors for the visualization of the avalanche bulletin. 6th ICA Mountain Cartography Workshop: Mountain Mapping and Visualisation. Lenk.
- Golnar, T. 2002: Turno smučanje – Priročnik za turne smučarje. Ljubljana.
- Kriz, K. 2001: Avalanche Cartography: Visualization of Dynamic-Temporal Phenomena in a Mountainous Environment. Cartographica 38, 1-2. Toronto.
- Oman, T. 2008: Analiza primernosti terena za turno smučanje. Diplomsko delo. Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Pavšek, M. 2002: Snežni plazovi v Sloveniji. Geografija Slovenije 6. Ljubljana.
- Šegula, P. 1986. Sneg, led, plazovi. Ljubljana.
- Zakšek, K., Oštir, K., Podobnikar, T. 2003. Osončenost površja Slovenije. Geodetski vestnik 47, 1-2. Ljubljana.



---

## NAPOVEDOVANJE VISOKIH VODA IN POPLAV

Mojca ROBIČ, Peter FRANTAR in Janez POLAJNAR

Agencija Republike Slovenije za okolje, Vojkova 1b, 1000 Ljubljana, e-pošta: mojca.robic@gov.si; peter.frantar@gov.si; janez.polajnar@gov.si

### IZVLEČEK

Prispevek obravnava napovedovanje visokih voda z vidika Gamsove (1973) klasifikacije poplav. Za hudourniške poplave je značilna ozka časovna in prostorska omejenost, njihova napoved je zato najtežja. Za njihovo napovedovanje je bistveno sprotno spremljanje vremenskih dogajanj, pokritost hribovitih območij s hidrološkimi in meteorološkimi postajami, poznavanje odtočnih značilnosti terena. Pri napovedovanju pretoka srednje velikih rek ima odločilno vlogo spremljanje padavin v povirju. Hidrološke postaje vzdolž toka omogočajo napovedovanje pretokov v spodnjem toku, ko visokovodni val prispe do ravnine in lahko povzroči poplave. Pri velikih mednarodnih rekah je pomembna mednarodna izmenjava podatkov, najpomembnejša pri napovedi pa je napredovanje visokovodnega vala. Posebne odtočne značilnosti imajo reke s kraškimi zaledjem, ob obali pa nekajkrat letno prihaja tudi do poplav zaradi visokega plimovanja morja.

Ključne besede: poplava, napovedovanje, hidrološki modeli, hidrološka napoved, Slovenija

### High Water Forecasting

### ABSTRACT

In the Article the flood forecasting from the point of flood classification by Ivan Gams (1973) is discussed. Flash floods occur in narrow time and space scale, therefore these are difficult to forecast. Nowcasting, a number of hydrological and meteorological stations in upper part of the river, and knowledge about water regime are essential for successful flash flood forecasting. In the field of flood forecasting for medium sized rivers it is important to have precipitation data for the spring part of the catchment area. Hydrological stations along the river enable monitoring of the high water wave towards the lower parts, towards the plain, where it can cause flooding. For the transboundary river forecasting the international exchange of data and knowledge are the most important issues, especially the exchange of flood wave propagation data. In Slovenia with over 40% of karstic surface the rivers there must be treated specially as these have unique flooding characteristics. Besides the rivers also the high tides occur several times per year and flood the lower parts of coast.

Key words: flood, forecasting, hydrological models, hydrological forecasting, Slovenia

## 1 UVOD

Nacionalna hidrološka prognostična služba, ki deluje na Agenciji za okolje, skrbi za stalno spremljanje in napovedovanje hidroloških razmer v Sloveniji ter opozarja na ekstremne hidrološke pojave kot so poplave in hidrološka suša. O tem obvešča javnost in strokovne službe z namenom priprave pravočasnih ukrepov za zaščito pred vodnimi ujmani. Zaradi hidrogeografskih značilnosti v Sloveniji beležimo med 40 in 80 visokovodnih primerov letno. To so hidrološke razmere, ko pretoki posameznih rek in višina morja presežejo statistično določene vrednosti (opozorilne vrednosti), pri katerih reke ali morje na posameznih območjih lahko poplavijo.

Poplava je naravni pojav, pri katerem narasle vode prestopijo svoje bregove in zalijejo bližnje kopno. Ob poplavi se voda razlije izven svojega normalnega območja vodnega telesa, to je struge ali obale.

Hidrologija ločuje dva osnovna pojma: poplava in povodenj. Oba sta povezana s pojavom visoke vode, ki pomeni sorazmerno visok vodostaj ali pretok vode (Mikoš in drugi 2002) in je opredeljen na podlagi statističnih podatkov (Frantar 2008). Ko visoka voda preseže prevodnost rečne struge, prihaja do razlitja visoke vode iz rečne struge in s tem do poplave. Poplava je pogost periodični pojav, medtem ko je povodenj ujma, ki se zgodi redkeje in ima katastrofalne posledice (Medmrežje 3). Za povodenj je značilno, da znatno presega obseg običajnih poplav. Povodenj pomeni tudi delovanje izredno naraslih voda znotraj vodnega toka, a s povzročitvijo velike škode zaradi trganja in odnašanja brežin, brvi, mostov, jezov in drugih vodnih objektov (Gams 1991). Take povodnji se dogajajo običajno v ozkih hribovitih dolinah in grapah.

Napovedovanje visokih voda in poplav je kljub tehničnemu napredku v zadnjih letih še vedno zahtevno, zlasti to velja za napoved hudourniških poplav. V zadnjih desetih letih je delež pravih opozoril pred poplavami rek in morja v Sloveniji 78 %.

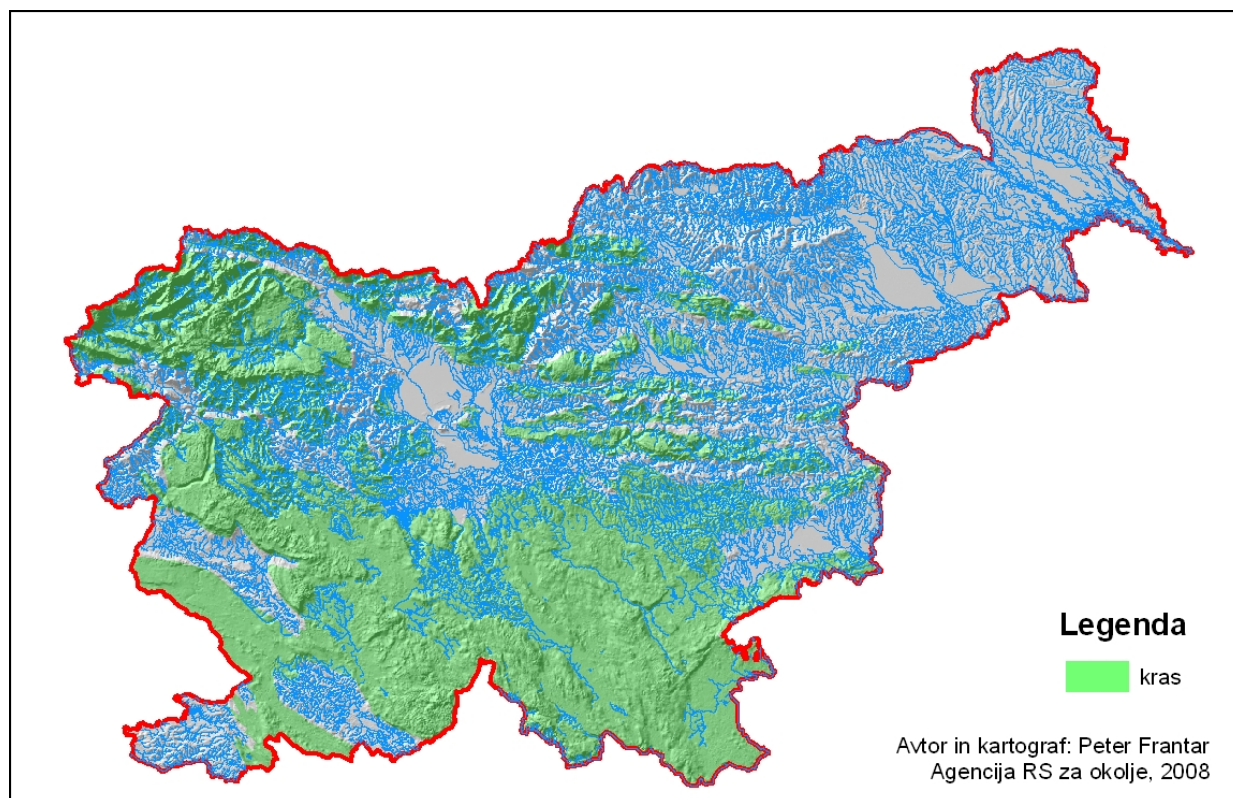
V prispevku je podan opis osnovnih tipov poplav, ki se pojavljajo v Sloveniji. Ob vsakem tipu poplav so opisane značilnosti, ki pomembno vplivajo na natančno in pravočasno napoved poplava, ter nekatera orodja in metode, ki jih pri tem uporabljamo.

## 2 POPLAVE

Po Gamsovi (1973) klasifikaciji poplav, ki jo je leta 2005 dopolnil Karel Natek, poznamo pet vrst poplav:

- hudourniške,
- nižinske,
- na kraških poljih,
- morske,
- mestne.

Oddelek za hidrološko prognozo Agencije Republike Slovenije za okolje (Sektor za hidrologijo in stanje okolja) obravnava vse poplave razen mestnih.

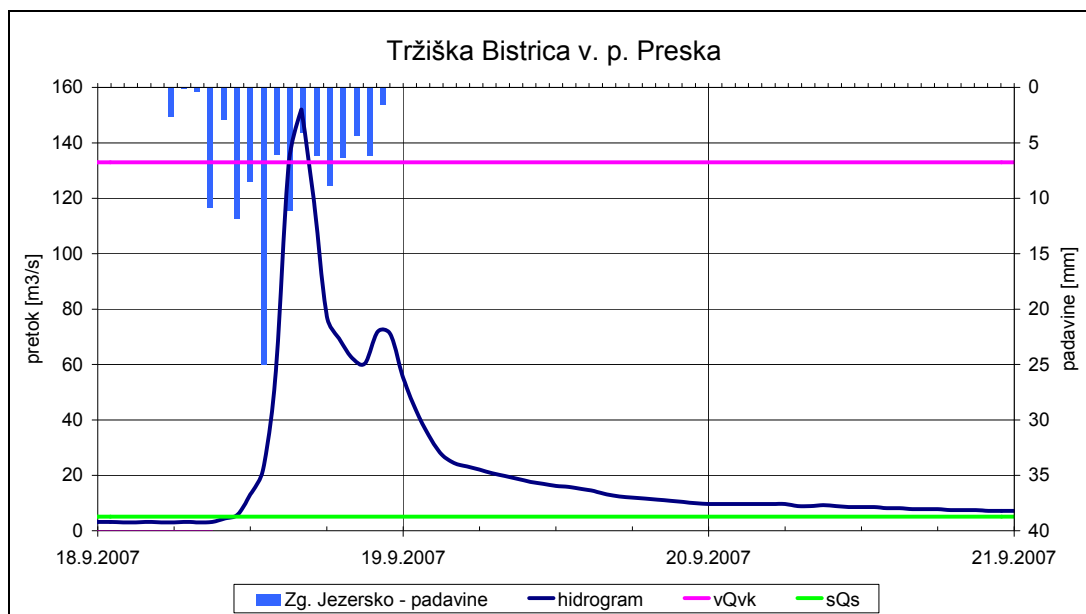


Slika 1: Rečna mreža in območje krasa v Sloveniji.

## 2.1 Hudourniške poplave

Hudourniške poplave so za Slovenijo posebej pomembne. To so poplave, ki se pojavijo v povirju rek, ob stotinah manjših hudournikov v gorskem svetu, hribovjih in gričevjih. Pojavijo se lahko v kateremkoli letnem času, ne glede na predhodno namočenost. So kratkotrajne in izjemno silovite (slika 2). Čas od začetka padavin do najvišjega pretoka je zares kratek, od nekaj minut do ure ali dveh. Ozka časovna in krajevna omejenost ter redkost pojavljanja hudourniških poplav je vzrok, da je ravno hudourniške poplave najtežje napovedati.

Za njihovo napovedovanje je poleg dobre napovedi padavin, bistvenega pomena zelo kratkoročna napoved (angl. *nowcasting*), to pomeni sprotno spremljanje vremenskih dogajanj in napoved do 2 uri vnaprej, pokritost hribovitih območij z avtomatskimi padavinskimi in hidrološkimi postajami, poznavanje odtočnih značilnosti terena, analiza radarskih in satelitskih posnetkov v realnem času, subjektivna presoja in izkušnje. V veliko pomoč so tudi opazovalci na terenu.

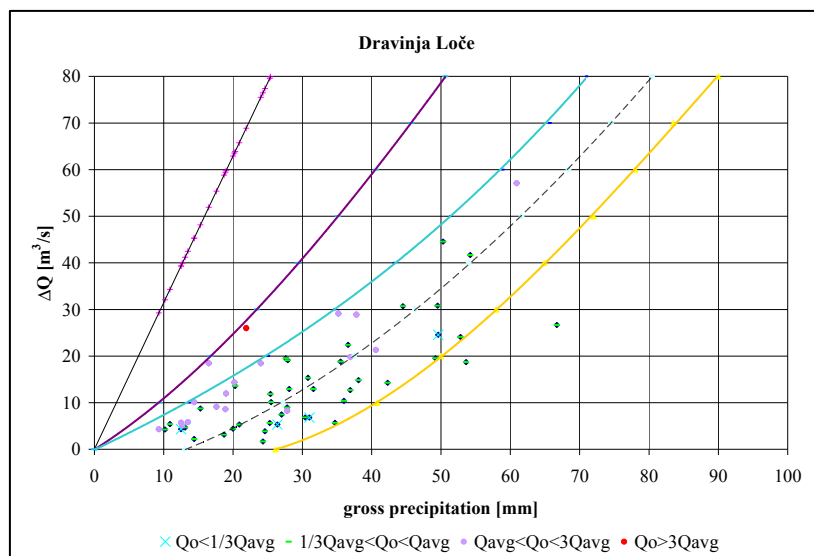


Slika 2: Poglavitna značilnost hidrograma hudourniške poplave je izjemno hiter porast pretoka in razmeroma hitro upadanje. Tržiška Bistrica je pri vodomerni postaji Preska v dveh urah narasla s 5 na 152 m<sup>3</sup>/s, to je od ravni srednje letne vode do visoke vode s 100-letno povratno dobo. S<sub>Qs</sub> je srednji obdobjni pretok, v<sub>Qvk</sub> pa najvišji izmerjeni pretok v dotedanjem opazovalnem obdobju.



Slika 3: Tržiška Bistrica ob nastopu najvišje vode v opazovalnem obdobju. (fotografija: Marko Burger, Mira Kobold). Največjo gmotno škodo povzročijo hudourniki zaradi hitrosti vode in gradiva, ki ga valijo ali nosijo s seboj.

Za vodotoke z merjenimi pretoki so izdelani regresijski modeli, ki ponazarjajo, kakšno spremembo pretoka povzroči določena količina padavin ob določeni poprejšnji namočenosti (slika 4).



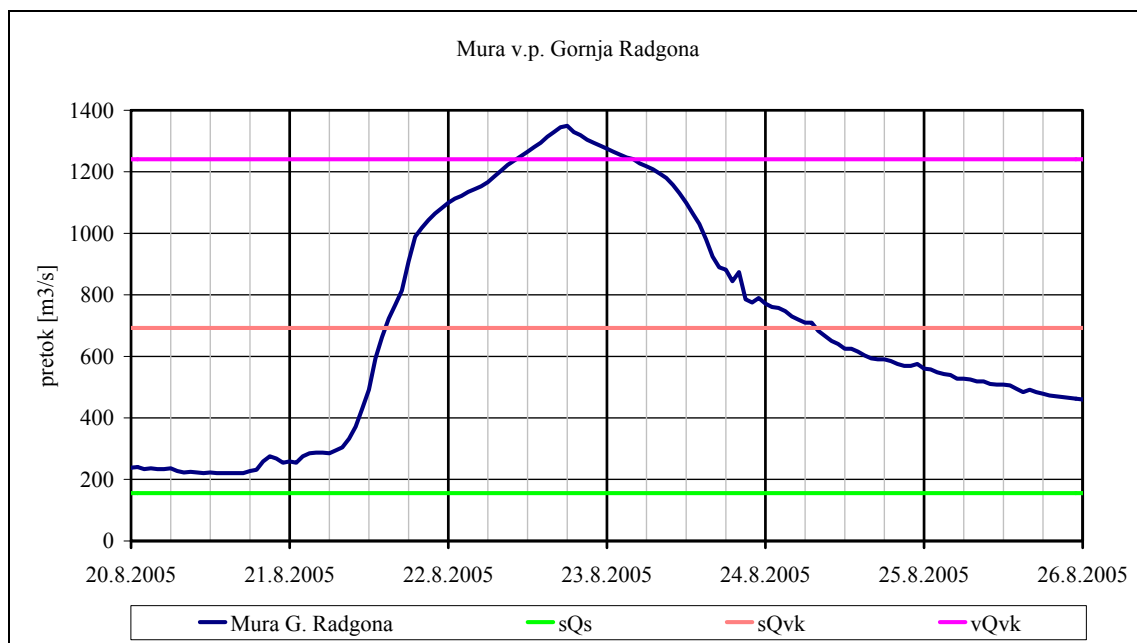
Slika 4: Regresijska krivulja za Dravinjo v Ločah. Na podlagi predvidenih padavin lahko sklepamo na spremembo (povečanje) pretoka. Regresijska krivulja je pravzaprav analiza dosedanjih visokovodnih situacij. Ker imajo rezultati širok razpon, je naloga hidrologa prognostika, da na podlagi ocene prejšnje namočenosti podlage in intenzivnosti padavin oceni, katera od krivulj je v danem primeru najverjetnejša.

## 2.2 Nižinske poplave in poplave velikih rek

Nižinske poplave so pogoste v spodnjem in srednjem toku večjih rek in nastanejo zaradi razlike v hitrosti odtoka vod iz povirja in pretočnih zmogljivosti rečnih strug. Vode hitro pritečejo iz višjega sveta in se razlijejo po ravnini, nato počasi odtečejo in za sabo pustijo peščeno-ilovnate naplavine.

Podobno sliko kot nižinske poplave imajo tudi poplave velikih rek. Gre za reke z velikimi porečji, ki povezujejo več držav, in imajo mnogokrat tudi povirja v drugih državah. Njihovi pretoki se merijo v stotinah  $\text{m}^3/\text{s}$ . Na njih je mnogo hidrotehničnih objektov in posledično je pretočni režim antropogeno spremenjen zaradi hidroelektrarn in akumulacij.

V Sloveniji so take reke Mura, Drava, Sava in Soča. Mura in Drava sta prehodni, tranzitni reki. Njunjo povirje in zgornji tok nista v Sloveniji, zato je zelo pomemben segment napovedi pretokov in mednarodna izmenjava podatkov. Mednarodna izmenjava podatkov omogoča vpogled v dogajanje v zgornjem toku reke, pomembni pa so tako hidrološki kot tudi meteorološki podatki in napovedi. Pri velikih rekah je odziv na padavine dovolj počasen (nekaj ur ali celo dni), da omogoča uspešno napovedovanje pretokov reke v srednjem in spodnjem toku. Poplave velikih rek lahko zaradi velike količine vode povzročijo veliko materialno škodo. Poplavne situacije trajajo dlje časa (povprečno dan do dan in pol) in omogočajo pravilnejše in boljše napovedovanje.

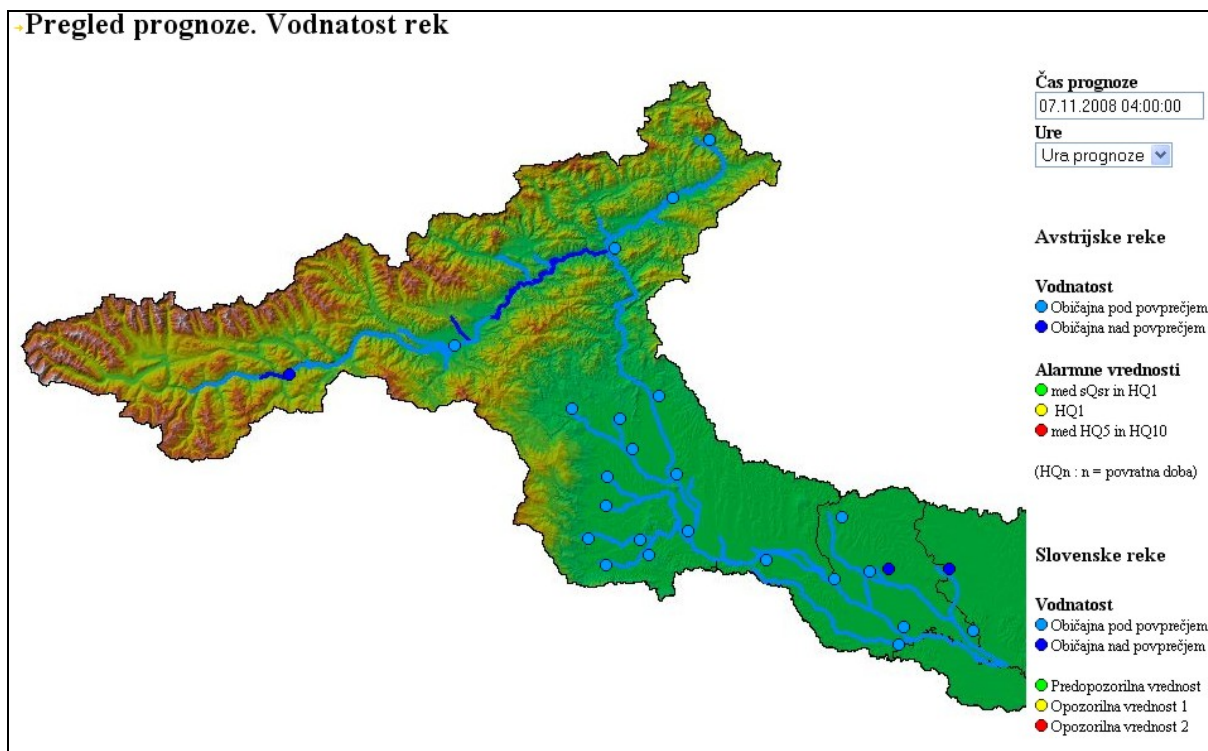


Slika 5: Hidrogram visokovodnih razmer, ko je Mura v Gornji Radgoni dosegla največji pretok v opazovalnem obdobju (vQvk). Naraščanje je zmerno hitro, visoka voda (sQvk je povprečje najvišjih letnih pretokov) je vztrajala dva dni in pol, upadanje je bilo počasno.



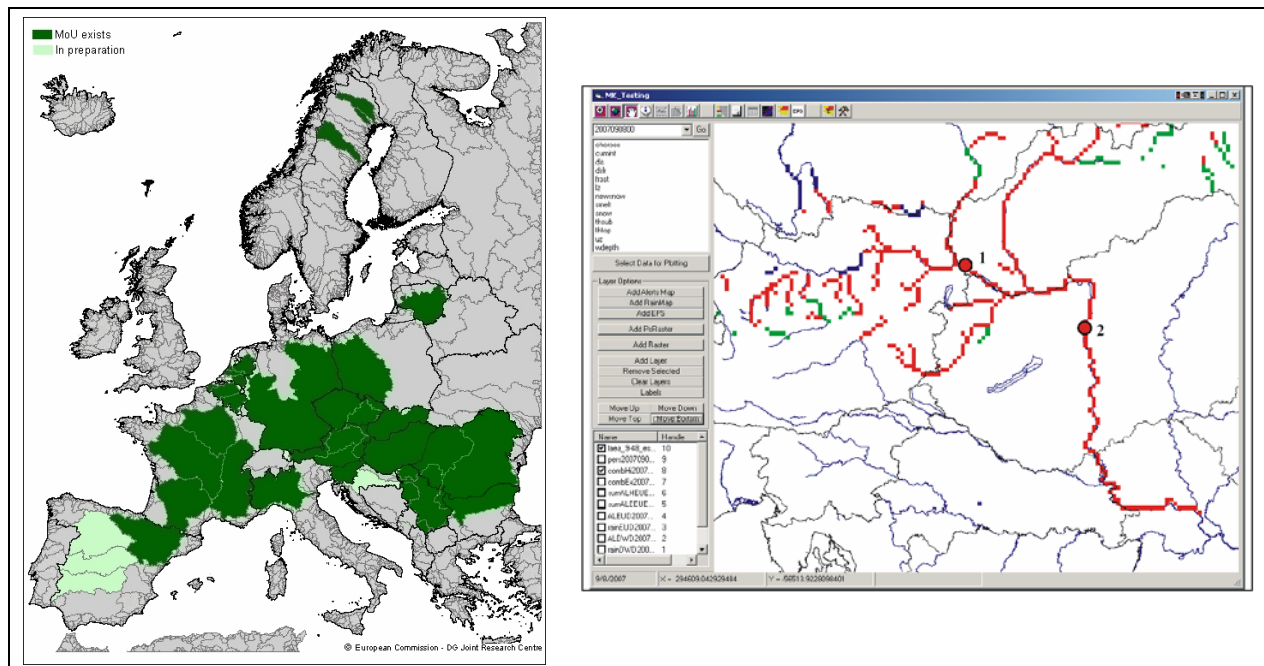
Slika 6: Velika količina vode lahko povzroči veliko gmotno škodo, ker poplavi velike površine. Mura iz situacije na sliki 5, že v upadanju (fotografija: Jože Herman). Čas od napovedi do nastopa visoke vode je pri večjih rekah daljši in omogoča izvedbo nekaterih zaščitnih ukrepov (fotografija: Mojca Sušnik).

Kot primer napovedovanja poplav velikih rek v Sloveniji lahko omenimo modelsko orodje za napovedovanje reke Mure (slika 7). Mednarodni hidrološki model združuje znanje in podatke avstrijskih in slovenskih hidroloških služb. Bistvena značilnost modela pri napovedovanju pretokov v srednjem in spodnjem delu je propagacija – informacija o napredovanju vodnega vala oziroma o času v katerem visokovodni val preteče določeno razdaljo. Model upošteva tudi pritoke ter hidrotehnične objekte in njihovo delovanje. V avstrijskem delu model Mure upošteva tudi taljenje snega. V načrtu nacionalne hidrološke prognostične službe sta podobna modela za Savo in Sočo v letu 2009 in 2010.



Slika 7: Kartografski prikaz hidrološke situacije v prognostičnem modelu za napovedovanje pretoka Mure.

Napovedovanje velikih rek zahteva mednarodno sodelovanje. V Evropi se zato vzpostavlja skupni prognostični sistem, ki teče v okviru Skupnega evropskega raziskovalnega centra v italijanski Ispri (*European Commission Joint Research Centre ISPRA*). Center vzdržuje evropski napovedni in opozorilni sistem EFAS, ki trenutno operativno deluje že v številnih evropskih porečjih (slika 8).



Slika 8: Države v Evropi, ki so pristopile k sistemu napovedovanja EFAS in primer opozorila v tem sistemu (vir: [http://efas.jrc.ec.europa.eu/efas\\_mou/index.html](http://efas.jrc.ec.europa.eu/efas_mou/index.html)).

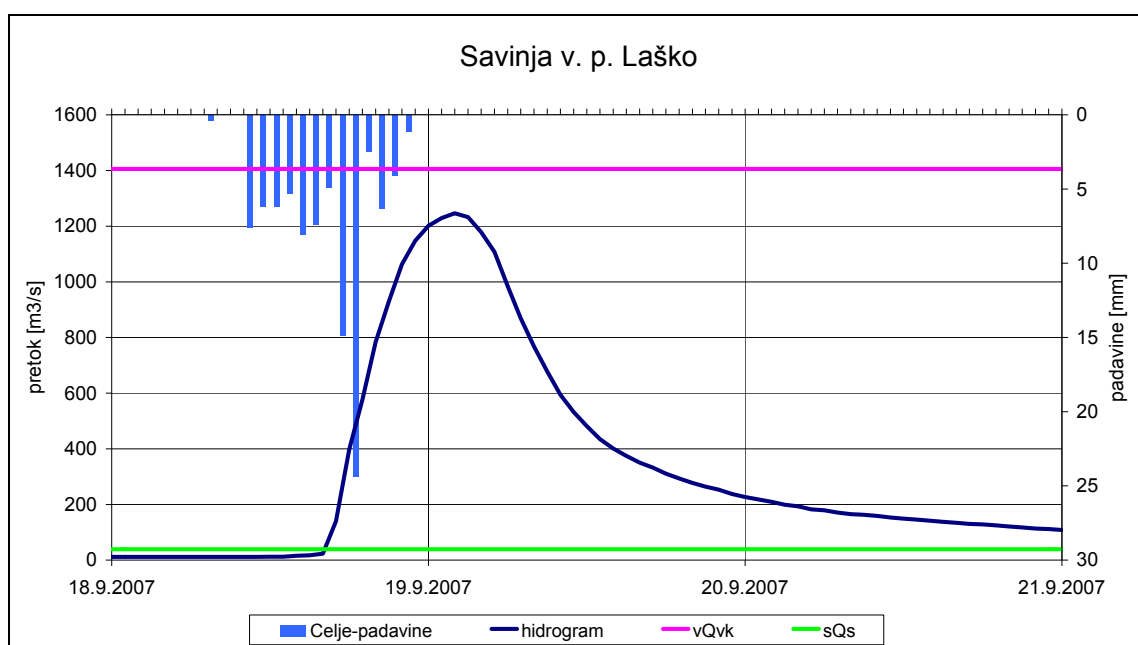


### 2.3 Nižinske poplave na srednje velikih rekah

Pojem srednje velikih rek je zelo relativen. Praviloma imajo te reke povirje znotraj države, dolžina toka in pretok sta manjša. V primeru Slovenije so srednji pretoki teh rek nekaj deset  $\text{m}^3/\text{s}$ . Slovenija ima mnogo rek te velikosti, ki občasno tudi poplavlajo. Razmejitev med hudourniškimi in »srednje velikimi« rekami je pogosto nemogoča.

Odzivni čas na padavine je krajši kot pri velikih rekah, a daljši kot pri hudournikih. Hidrogram v naraščanju ni tako strm kakor pri hudourniških tokovih, kar daje prognostiku nekaj časa za izračune in napoved. Odzivni čas, to je čas, ki preteče od pojava padavin do povečanja pretoka v reki, se v primerjavi s hudourniškimi tokovi podaljša na nekaj ur.

Velikega pomena pri napovedovanju visokih voda je spremljanje padavin v povirju. Pri srednje velikih rekah so nam v pomoč predvsem regresijski modeli, ki povzemajo pretekle primere visokih voda, se pa za srednje velike reke uporabljajo tudi konceptualni hidrološki modeli. Hidrološke postaje vzdolž celotnega toka in na pritokih omogočajo uspešno prognoziranje pretoka v spodnjem toku, ko visokovodni val prispe do ravnine in prihaja do poplav.



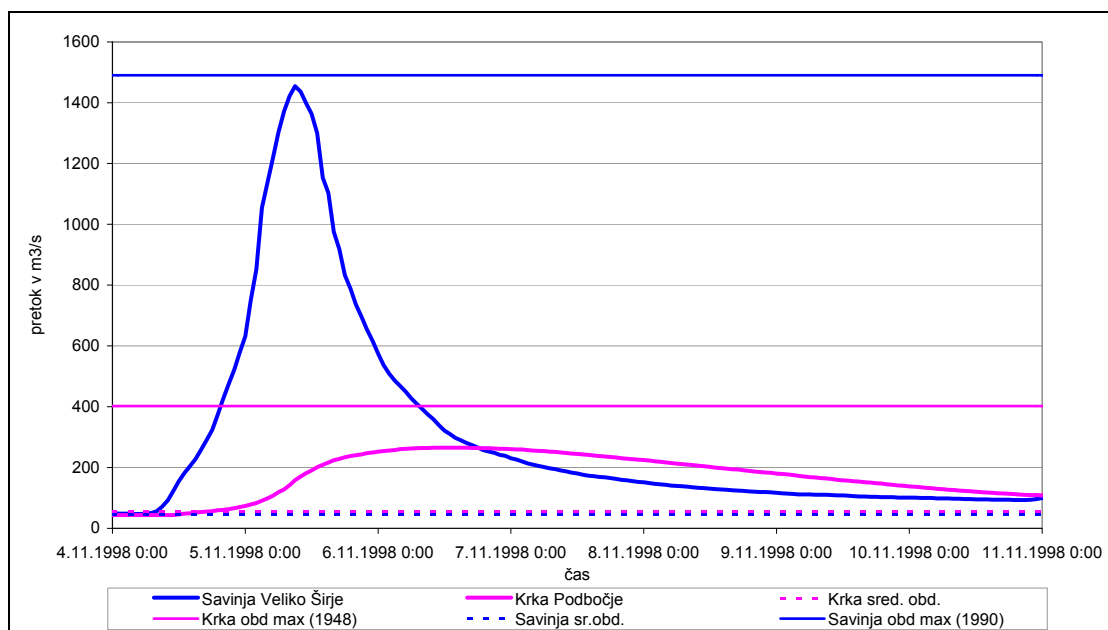
Slika 9: Naraščanje pretoka Savinje v Laškem ob visokovodni situaciji septembra 2007. Savinja v Solčavi je dosegla največji pretok  $29 \text{ m}^3/\text{s}$  18.9.2007 ob 21. uri in je imela srednji pretok. Do Nazarij se je visokovodni val okreplil predvsem zaradi močnega pritoka Drete in se povečal na skoraj  $500 \text{ m}^3/\text{s}$  (20-50 letna povratna doba) v Letušu je bila konica vala dosegla  $651 \text{ m}^3/\text{s}$  (50-100 letna povratna doba). Prav tako povratno dobo je imel največji pretok v Laškem  $1254 \text{ m}^3/\text{s}$ , ki je bil dosežen ob 3. uri naslednjega dne. Potovanje visokovodnega vala od Solčave do Laškega je trajalo približno 6 ur.

### 2.4 Reke s kraškim zaledjem, poplave kraških polj

Kras zajema dobro tretjino površja Slovenije. Kraške hidrološke značilnosti so v primerjavi z neprepustnim površjem drugačne, zato vodotoki na krasu terjajo drugačno obravnavo. Večina vode v krasu je pod površjem, površinsko tečejo le večje reke po zaglinjenih dolinah. Zaradi podzemnih pretakanj vode in bifurkacij težko določimo velikost prispevnega območja. Padavine na krasu se tako zadržijo v njem dalj časa, kar vpliva na zakasnitve v odtokih rek. Pri Krki je ta zakasnitev v namočenem obdobju nekaj ur, pri sušnem pa nekaj dni. Zaradi

omejene prepustnosti kraških izvirov ima drugačno obliko tudi poplavni val. Konica visokovodnega vala je nižja, zaradi kraškega zadržka pa je trajanje visoke vode časovno daljše. Hidrogram ima zelo značilno obliko počasnega upadanja pretoka (slika 10).

Značilnost poplav na krasu je njihova stalnost. Poplave na kraških poljih so najbolj redne poplave v Sloveniji. Življenje na teh območjih je prilagojeno sezonskemu poplavljanju, zato razen ob izjemnih razmerah ne povzročajo škode. So pa lahko kraške poplave predvsem dolgotrajnejše – leta 1851 je bilo Planinsko polje poplavljeno kar devet mesecev (Kolbezen 1991).



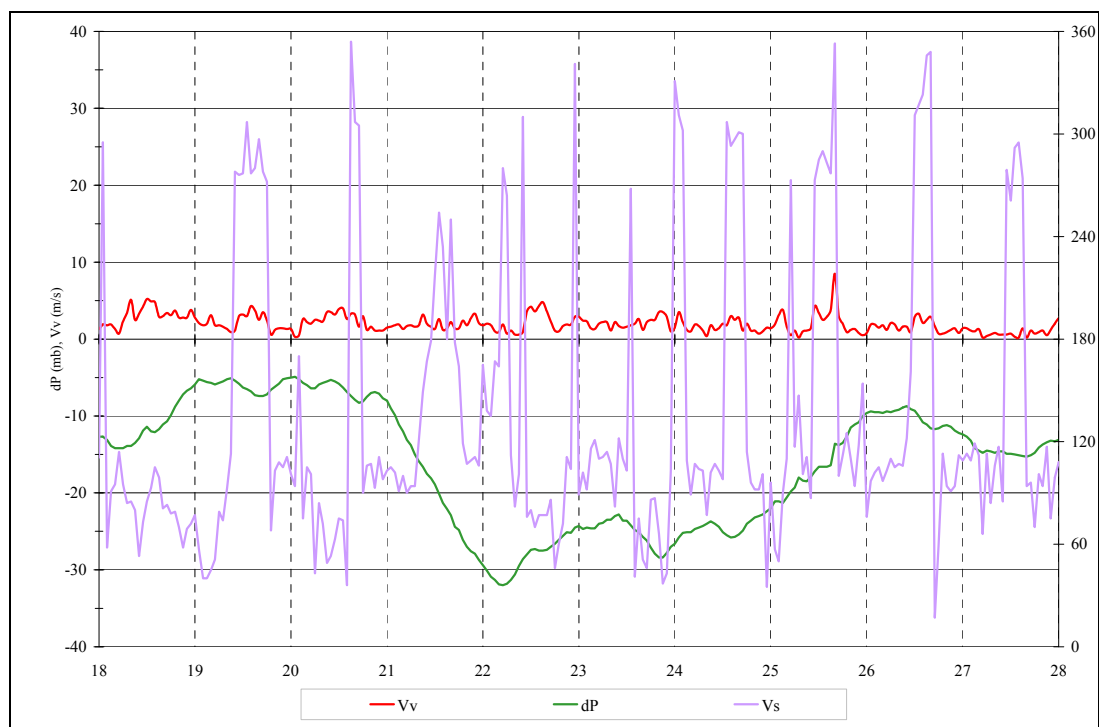
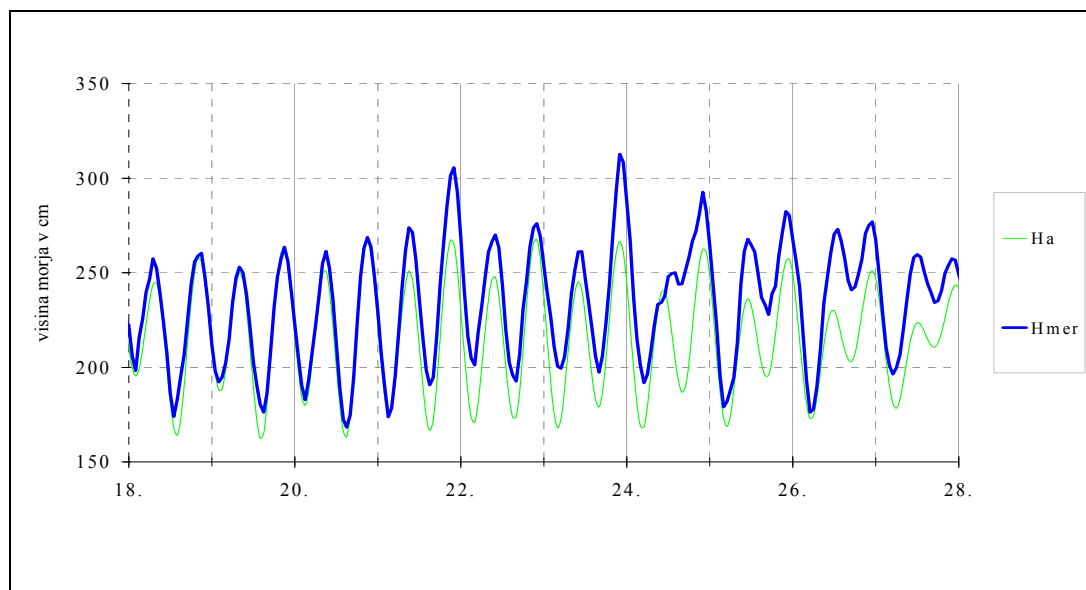
Slika 10: Hidrograma Savinje v Velikem Širju in Krke v Podbočju sta različne oblike. Opazimo lahko skoraj celodnevno zakasnitev (kraško retinenco ali zadržek) pri kraški Krki in večjo sploščenost vala v primerjavi z bolj hudourniško Savinjo.

## 2.5 Poplave morja

Poplave morja so redno ob visokih plimah ali kot posledica delovanja tektonskih sil – npr. cunamijski, ki so posledica premikov ob potresih. Ob pogostejših poplavih morja gre za poplavljanje nižje ležečih delov obale ob visokih plimah. Visoka plima je posledica astronomskih in meteoroloških dejavnikov ter lastnega nihanja morja. Na plimovanje v največji meri vpliva astronomska plima, ki je največja v času mlaja in ščipa. Druga dva dejavnika lahko astronomsko plimo okrepi ali oslabita.

Med meteorološkimi dejavniki sta pri nas najbolj vplivna veter in zračni pritisk. Z zniževanjem zračnega pritiska se gladina morja zviša. Južni ali jugovzhodni veter nariva vodne mase na obalo severnega Jadrana in prav tako povzroči zvišanje gladine. Obratno burja znižuje gladino, saj piha s kopnega proti odprtemu morju. Lastno nihanje morja se pojavi v zaprtih in delno zaprtih morjih. V Jadranu ima ob južnem vetru periodo okoli 21 ur, ob jugozahodniku pa le nekaj ur. Posledice poplav lahko še poveča visoko valovanje.

Pri napovedovanju poplav morja je treba poleg astronomske plime, ki jo izračunamo vnaprej, upoštevati tudi meteorološke napovedi: smer in moč vetra ter zračni tlak (slika 11).



Slika 11: Izračunana astronomska višina ( $H_a$ ) in dejansko izmerjena ( $H_{mer}$ ) višina morja v Kopru od 18. do 28.3.2008. Srednja obdobjna višina morja je 215 cm, opozorilna vrednost pa je 295 cm. Prve dni (18. do 21.) je bilo ujemanje astronomske in izmerjene plime dobro, saj je bila vremenska situacija umirjena. V naslednjih dveh dneh je bila opozorilna vrednost dvakrat presežena. Spodnja slika opisuje meteorološko situacijo. Na prvo visoko plimo (22.3.2008) je vplival predvsem močan padec zračnega pritiska ( $dP$  je razlika pritiska od srednje obdobjne vrednosti 1016 mb), veter ni bil močan. Drugo povišanje (24. 3. 2008) je bilo okrepljeno še z nekoliko močnejšim jugovzhodnikom. Morje je doseglo 314 cm. Velika razlika med astronomsko in izmerjeno višino morja se v naslednjih dneh še nadaljuje, vendar je astronomska plima že manjša in do izjemno visokih vrednosti ne pride.

### 3 SKLEP

Slovenija je povirna dežela, kjer največ preglavic povzroča napovedovanje hudourniških poplav in poplav srednje velikih rek. Zaradi daljšega trajanja poplav in posledično več časa, je manj težav z napovedovanjem večjih rek in vodotokov na krasu.

Težave z napovedovanjem hudourniških poplav po svetu rešujejo na različne načine. Eden od njih je modeliranje na zelo majhni ravni, v majhnih porečjih. Težava pa je v velikem številu majhnih porečij in v slabi pokritosti z vremenskimi in hidrološkimi postajami. Takšno modeliranje zahteva veliko dela, najbolj uspešno pa je ob sodelovanju lokalne skupnosti. Za uspešno in pravočasno napovedovanje »manjših« poplav je bistvenega pomena sprotno spremljanje vremenskega dogajanja (angl. *nowcasting*). Sprotno spremljanje pa pomeni čimveč podatkov v realnem času o vodostajih, pretokih rek in padavinah ter ustrezne kratkoročne vremenske in hidrološke modele.

Padavinski podatki v realnem času so v Sloveniji na voljo s prek 30 avtomatskih vremenskih postaj, intenziteto padavin pa poleg naprav v sosednjih državah zaznava tudi meteorološki radar na Lisci. Podatke o pretokih rek na avtomatskih postajah dobivamo z okrog 40 lokacij. V prihodnjih nekaj letih se bo število avtomatskih postaj bistveno povečalo.

Na Agenciji Republike Slovenije za okolje načrtujemo postavitev drugega meteorološkega radarja. V nekaj letih načrtujemo tudi večje število hidroloških postaj na hudourniških območjih. V prihodnjih dveh letih bosta postavljena hidrološka modela za Savo in Sočo. Velikega pomena pa je tudi razširitev znanja in prenos izkušenj na sodelavce, ter ozaveščanje javnosti, ne smemo pa prezreti velikega pomena pridobitve informacij od opazovalcev.

### 5 VIRI IN LITERATURA

- ARSO – Agencija RS za okolje: Baza hidroloških podatkov. 2008. Ljubljana.
- Frantar, P. 2008: Poplave - njihove značilnosti in poplavne razmere v Sloveniji. Geografski obzornik 55-3. Ljubljana.
- Gams, I. 1973: Prispevek k klasifikaciji poplav v Sloveniji. Geografski obzornik 20, 1-2. Ljubljana.
- Gams, I. 1991: Poplave – povodenj – ujma. Ujma 5. Ljubljana.
- Kolbezen, M. 1991: Velike poplave in povodnji na Slovenskem – I. Ujma 5. Ljubljana.
- Medmrežje 1: [http://efas.jrc.ec.europa.eu/efas\\_mou/index.html](http://efas.jrc.ec.europa.eu/efas_mou/index.html) (10.11.2008).
- Medmrežje 2: [http://giam.zrc-sazu.si/naravne\\_nesrece.htm](http://giam.zrc-sazu.si/naravne_nesrece.htm) (10.11.2008).
- Medmrežje 3: Wikipedia: Poplava. <http://sl.wikipedia.org/wiki/Poplava> (15/11/2008).
- Mikoš, M., Kranjc, A., Matičič, B., Müller, J., Rakovec, J., Roš, M., Brilly, M. 2002: Hidrološko izrazje. Acta hydrotechnica 20-32. Ljubljana.
- Natek, K. 2005: Poplavna območja v Sloveniji. Geografski obzornik 53-2. Ljubljana.
- Polajnar, J. 2002: Visoke vode. Nesreče in varstvo pred njimi. Ljubljana.
- Sušnik, M., Robič, M., Pogačnik, N., Ulaga, F., Kobold, M., Lalič, B., Vodenik, B., Štajdohar, M. 2007: Visoke vode in poplave v septembru 2007. Zbornik referatov: 18. Mišicev vodarski dan. Maribor.



## HIDRO-GEOMORFOLOŠKE NESREČE IN PROSTORSKO NAČRTOVANJE

Matija ZORN, Blaž KOMAC in Miha PAVŠEK

Znanstvenoraziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti, Geografski inštitut Antona Melika, Gosposka ulica 13, 1000 Ljubljana, e-pošta: matija.zorn@zrc-sazu.si; blaz.komac@zrc-sazu.si; miha.pavsek@zrc-sazu.si

### IZVLEČEK

V članku predstavljamo uporabnost geomorfološkega znanja za preventivo proti nekaterim naravnim nesrečam.

Uporaba geomorfološkega znanja in ustreznih kartografskih podlag je pri prostorskem načrtovanju v Sloveniji zakonsko opredeljena, a se ne izvaja dosledno. Znano je na primer, da je razmerja med sredstvi, vloženimi v sanacijo zemeljskih plazov in prihranki zaradi preventive, znašajo od 1 : 10 do celo 1 : 2000, zato naročnikom (občinam) in izvajalcem (izdelovalci planov) predlagamo, da pri načrtovanju prostora bolj upoštevajo hidro-geomorfne procese.

Ključne besede: geografija, geomorfologija, hidrogeografija, prostorsko načrtovanje, naravne nesreče, Vršič, Slovenija

### Hydrogeomorphic Hazards and Spatial Planning

### ABSTRACT

Applicability of geomorphological knowledge for prevention against some natural disasters is presented.

The use of geomorphological knowledge and corresponding cartographic works is in Slovene spatial planning legislation defined, but it is not carried out consistently. It is known that the ratio between means put into sanitation of, for example, landslides and savings with prevention measures, are from 1 : 10 to 1 : 2000. That's why we recommend municipalities and spatial planners that they should take more into account hydrogeomorphic processes.

Key words: geography, geomorphology, hydrogeography, spatial planning, natural disasters, Vršič pass, Slovenia

## 1 UVOD

V sodobnem svetu je izrazito prisotno gledanje na naravo kot oviro nadaljnjega razvoja, saj ga pogosto 'ovira' pomanjkanje surovin in ustreznega prostora za razvoj, 'težave' povzročajo tudi 'nepredvideni' vremenski in drugi 'neželeni' dogodki. Ob tem pozabljamo, da so tovrstni naravni dogodki sestavni del naravnega dogajanja, zato nas vsako malo večje odstopanje od subjektivno pojmovanih 'normalnih razmer' vedno znova preseneti bolj ali manj nepripravljene (Zorn, Komac in Natek 2009).

V članku izpostavljam pomen geomorfologije za pravilno vrednotenje naravnih pojavov. Uporaba geomorfološkega znanja in kartografskih podlag pri prostorskem načrtovanju je sicer opredeljena v zakonodaji, a se ne izvaja dosledno. Naročnikom (občinam) in izvajalcem (izdelovalci planov) predlagamo, da pri načrtovanju razvoja prostora bolj upoštevajo značilnosti reliefa in hidro-geomorfne procese (Komac, Pavšek in Zorn 2007). Na ta način bi se dolgoročno zmanjšala škoda zaradi naravnih nesreč, ki v Sloveniji povprečno obsega 2–3 % BDP, ob posameznih večjih dogodkih pa preseže desetino BDP. Ob furlanskem potresu leta 1976 je obsegala 7 %, ob poplavih leta 1990 pa več kot 20 % BDP (Orožen Adamič 2004; 2005).

## 2 POMEN GEOMORFOLOGIJE ZA PROSTORSKO NAČRTOVANJE

Za prostorsko načrtovanje so pomembne predvsem tri naravnogeografske prvine pokrajine: *»... tla, voda in zrak ...«* (Pogačnik 1980, 104). Vpliv podnebja na razvoj naselij se je z razvojem tehnologije v sodobni družbi močno zmanjšal. Vplivu hidro-geomorfni procesov pa se ne moremo vedno izogniti s pomočjo tehnologije.

Na geomorfološko znanje pozabljamo, saj daje geomorfologija videz teoretične znanosti, geomorfologi pa so pogosto počasni pri njeni aplikaciji (Alexander 1991, 57), poleg tega pa tudi investitorji pri pripravi projektov ne vidijo potrebe za vlaganje v takšne raziskave. Geomorfološko znanje je pomembno pri kratkoročnih gradbenih posegih in dolgoročnem načrtovanju. Geomorfologi so tisti, ki *»... lahko napovejo vrsto in obseg sprememb, ki bodo nastale, ko se bo družba odločila spremeniti naravno površje in geomorfne procese ...«* (Coates 1984, 130).

Zanimivo je, da se pomena takšnih raziskav pri nas slabo zavedajo na državni ravni: *»... Atlas ogroženosti Slovenije, z vidika naravnih in drugih nesreč, lahko predstavlja le posnetek nekega stanja v določenem času, ne more pa biti osnova za zagotavljanje pripravljenosti države na naravne in druge nesreče, ker se ocene ogroženosti spreminjajo, dopolnjujejo, kot se spreminjajo dejavniki, ki na ocene ogroženosti vplivajo ...«* (Ministrstvo 2004).

Premajhnega upoštevanja znanja geomorfologov pri preučevanju in preprečevanju naravnih nesreč se zaveda tudi Mednarodna geomorfološka zveza, ki je leta 2005 o tem sprejela deklaracijo. V njej pravi, da *»... mora biti geomorfološko raziskovanje, ki s pomočjo zemljevidov in modelov prepozna ogrožena območja, vedno ena od znanstvenih podlag za odločanje, da bi se zmanjšala ogroženost ter preprečevalo izgube človeških življenj in lastnine ...«* Poleg tega *»... morajo geomorfologi na vseh ravneh sodelovati pri odločanju, da bi preprečili geomorfološke nesreče in spodbudili organe odločanja, da posvetijo več pozornosti preventivi ...«* (Declaration 2005).

Znanje geomorfologov lahko uporabimo pri preučevanju:

- poplav (kartiranje poplavnih območij, prepoznavanje sedimentov, ki so se odložili ob poplavih v preteklosti, ugotavljanje sprememb rečne struge) in

- naravnih ali geomorfoloških nesreč (ugotavljanje plazovitih in podornih območij, preučevanje vršajev, ki so pogosto nastali z drobirskimi tokovi, preučevanje snežnih plazov, preučevanje erozije, potresov in udorov na krasu).

<b>izraz</b>	<b>pomen</b>
nevarnost	neželena, negativna danost, stanje, za katerega obstaja določena verjetnost, da se bo pripetilo
ogroženost	navzočnost v nevarnih razmerah
ogroženost zaradi nesreč	navzočnost v razmerah, ki so nevarne zaradi nesreč
ocena ogroženosti	mnenje, presoja o stanju ogroženosti
zemljevid ogroženosti	zemljevid, ki prikazuje navzočnost v nevarnih razmerah
povratna doba	verjetnost, da se lahko zgodi pojav določene velikosti, intenzivnosti, izražen z dolgoletnim povprečnim obdobjem ali številom let, ki ločuje dogodek določene velikosti in ponovitev dogodka enake ali večje velikosti
naravna nesreča	nesreča, ki jo povzročijo naravne okoliščine, npr. potres, zemeljski plaz, skalni podor, poplava, suša, vetrolom, toča, pozeba, žled, snegolom
geomorfologija	veja fizične geografije, ki proučuje reliefne oblike in geomorfološke procese
geomorfni procesi	procesi spreminjanja reliefa
hidrološki procesi	procesi povezani z delovanjem vode
hidro-geomorfni procesi	preplet geomorfni in hidroloških procesov
pobočni procesi	eksogeni procesi odnašanja gradiva na pobočjih, vzpetinah
geomorfološka nesreča	dogodek oziroma naravni pojav, ki povzroči veliko škodo, nastal z geomorfni procesi
hidro-geomorfološka nesreča	dogodek oziroma naravni pojav, ki povzroči veliko škodo, nastal s hidro-geomorfni procesi
zemeljski plaz	premikanje zemeljskih gnot s plazenjem
skalni podor	odkrušitev dela kamnine od strmega pobočja, pri čemer sproščeno gradivo pade v nižjo lego
drobirski tok	z vodo prepojena gmota drobirja, ki pomešana z blatom, prstjo in organskim gradivom, ki zaradi težnosti s hitrostjo več m na sekundo steče navzdol po pobočju ali strugi
poplava	redno ali obdobjno razlitje vode iz prenapolnjene rečne struge, jezerske kotanje, morja

*Preglednica 1: Razlaga nekaterih izrazov povezanih z hidro-geomorfološkimi nesrečami (prirejeno po: Kladnik, Lovrenčak in Orožen Adamič 2005; Zorn in Komac 2006, 67; Komac in Zorn 2007, 190–194).*

### 3 ZAKONODAJA

Slovenska zakonodaja določa, kateri so poglobitveni preventivni ukrepi ob naravnih nesrečah, toda kljub temu se nanje le odzivamo, za preventivo pa ni zagotovljenih dovolj sredstev.

Najpomembnejši akti, ki opredeljujejo razmerje slovenske družbe do naravnih nesreč, so:

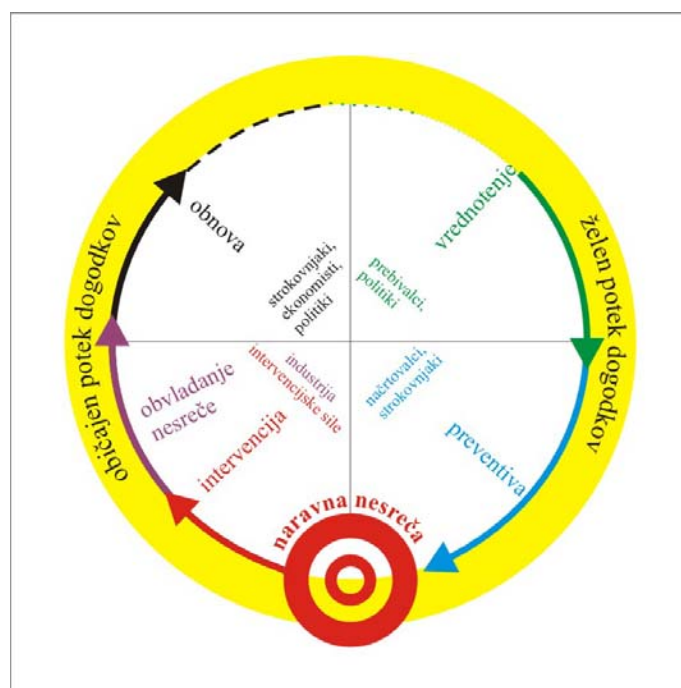
- Strategija prostorskega razvoja Slovenije,
- Nacionalni program varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami,
- Resolucija o nacionalnem programu varstva okolja,
- Zakon o vodah,
- Zakon o prostorskem načrtovanju,
- državni razvojni programi,
- regionalni razvojni programi.

V enem od temeljnih dokumentov za urejanje prostora, to je Strategiji prostorskega razvoja Slovenije (2004), je med cilji, povezanimi z zmanjševanjem ogroženosti zaradi naravnih in drugih nesreč, navedeno, naj se z ustreznim načrtovanjem zagotavljata racionalna raba



prostora in varnost prebivalstva, naj se prostorski razvoj usmerja zunaj ogroženih območij in naj se izboljša zaščita pred posledicami nesreč. Zato naj se prihodnji prostorski razvoj na ogroženih območjih prilagaja stopnji ogroženosti, v obstoječih ogroženih naseljih pa naj se z ustreznimi rešitvami urejanja prostora zmanjša posledice morebitnih prihodnjih dogodkov.

Preventivni ukrepi po vrstah nesreč so opredeljeni v Nacionalnem programu varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami (2002). Prostorski, urbanistični in gradbeni ukrepi prispevajo k večji varnosti, zato jih je treba upoštevati pri prostorskem načrtovanju ter projektiranju in gradnji objektov. Najpomembnejši so vodnogospodarsko soglasje, kataster naravnih nesreč, strategija in program varstva pred njimi ter program del za preprečevanje nesreč in njihovo sanacijo.



Slika 1: Aktivnosti po naravni nesreči se običajno začnejo z intervencijo, ki ji sledita obvladanje nesreče in obnova, šele nato pa pristopimo k vrednotenju vzrokov in posledic naravne nesreče ter preventivi. Pravilen pristop bi se moral začeti z vrednotenjem in preventivo, tako da smo na naravno nesrečo že pripravljeni, ko do nje pride. V tem primeru sta tudi intervencija in obnova učinkovitejši (Komac in Zorn 2005, 95; 2007, 174).

Pomen ukrepov je poudarjen tudi v Resoluciji o nacionalnem programu varstva okolja (2005). Prilagojenost poselitve poplavam in zemeljskim plazovom je izpostavljena kot pomemben negradbeni ukrep. Ker pa je človek s poselitvijo in dejavnostmi močno posegel v okolje, so gradbeni ukrepi potrebni, saj ohranjajo umetno spremenjene razmere.

Zakon, ki opredeljuje območja ogrožena zaradi hidro-geomorfnih procesov je Zakon o vodah (2002), saj v 82. členu pravi, da se varstvo pred škodljivim delovanjem voda »... nanaša na varstvo pred: 1. poplavami, 2. površinsko, globinsko in bočno erozijo celinskih voda, 3. erozijo morja, 4. zemeljskimi in hribinskimi plazovi, 5. delovanjem snežnih plazov, 6. ledom na celinskih vodah.« V 83. členu pa je zapisano, da resorni minister »... v soglasju z ministrom, pristojnim za varstvo pred naravnimi in drugimi nesrečami, podrobneje predpiše metodologijo za določanje ogroženih območij in način razvrščanja zemljišč v razrede ogroženosti.« To se na primer za geomorfne procese do sedaj še ni zgodilo, za poplave pa je leta 2007 izšel ustrezen pravilnik (Pravilnik 2007).

Zanimivo je, da preventivna funkcija prostorskega načrtovanja ni izrecno zapisana v Zakonu o prostorskem načrtovanju (2007). Sicer je med temeljnimi načeli zakona tudi načelo trajnostnega prostorskega razvoja (4. člen), ki zahteva od države in občin, da »... morata s prostorskim načrtovanjem omogočiti kakovostno življenjsko okolje s takšno rabo prostora, ki ob upoštevanju dolgoročnega varovanja okolja, ohranjanja narave in trajnostne rabe naravnih dobrin in drugih virov ter celostnega ohranjanja kulturne dediščine omogoča zadovoljevanje potreb sedanje generacije ter ne ogroža zadovoljevanja potreb prihodnjih generacij.«. Vendar pa težava nastopi že v naslednjem odstavku istega člena: »Trajnostni prostorski razvoj se zagotavlja z usklajevanjem razvojnih potreb z varstvenimi zahtevami v prostoru tako, da se ob upoštevanju obstoječih kakovosti naravnih, grajenih in drugače ustvarjenih sestavin prostora ter prepoznavnosti krajine, dosega racionalna raba prostora za posamezne dejavnosti.«

'Razvojne potrebe' in 'doseganje racionalne rabe prostora za posamezne dejavnosti' ne bi smele biti edino izhodišče prostorskega načrtovanja, temveč bi morali v smislu zgoraj omenjenih zakonskih in drugih dokumentov uveljaviti tako imenovano preventivno načrtovanje, s katerim bi določena območja bodisi povsem izločili iz procesa 'usklajevanja razvojnih potreb' (naravni rezervati, vodovarstvena območja) ali v prostorskem načrtu udejanjili njihovo primarno funkcijo daleč pred drugimi 'razvojnimi potrebami' (Zorn, Komac in Natek 2009).

Tudi v Državnem razvojnem programu 2007–2013 je pod točko povezovanja ukrepov za doseganje trajnostnega razvoja navedeno, da je potrebna »... celovita ureditev varstva pred sušo, poplavami, plazovi in drugimi naravnimi nesrečami z večnamenskimi in trajnostnimi pristopi, s trajnostno rabo naravnih in kulturnih potencialov in energetskih virov (poplavno upravljanje porečij, ostali vplivi voda, plazovi, ostale naravne nesreče, operativni ukrepi ...), s spremljanjem in napovedovanjem in z zaščito pred in sanacijo po naravnih nesrečah ...« (str. 43).

Pomen naravnih nesreč za celovito urejanje prostora omenjajo tudi regionalni razvojni programi, na primer za Pomurje, Zasavje, Gorenjsko in Goriško (Komac in Zorn 2005, 89).

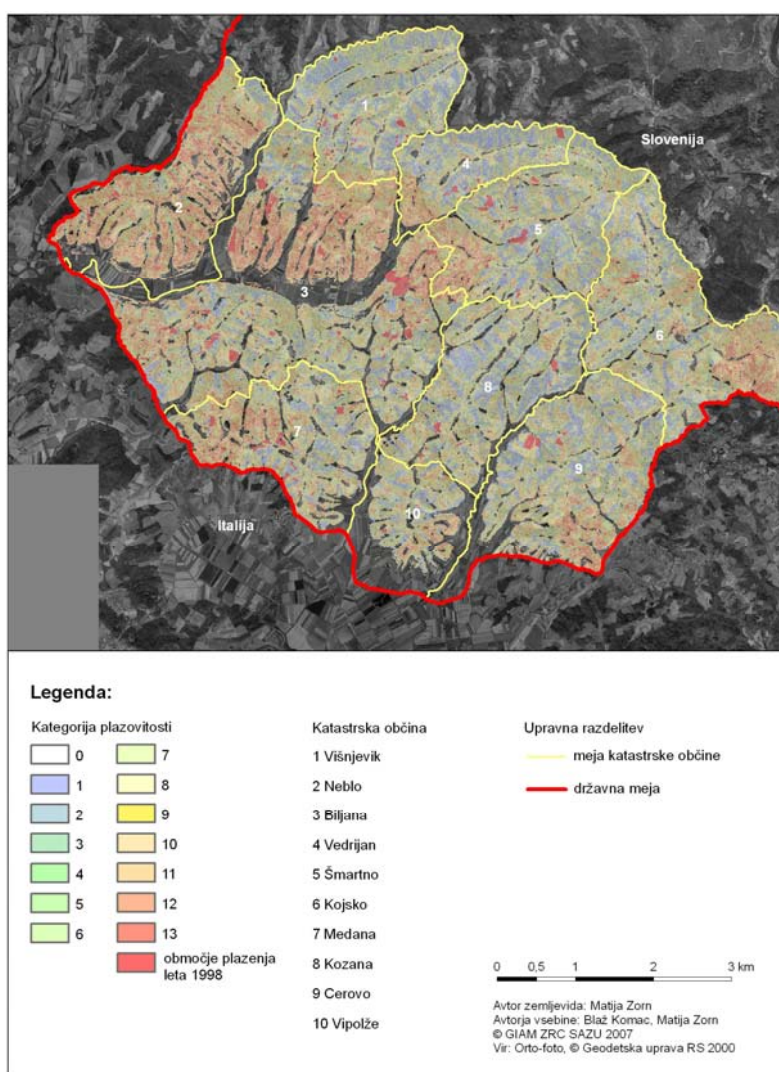
#### **4 PREVENTIVA**

Eden od preventivnih ukrepov zoper hidro-geomorfološke nesreče so zemljevidi hidro-geomorfni procesov (glej članek Komaca in Zorna o 'Statističnem modeliranju plazovitosti v državnem merilu' v tej publikaciji) oziroma zemljevidi ogroženosti zaradi hidro-geomorfoloških nesreč (Zorn in Komac 2005, 53). Z njihovo pomočjo lahko izberemo območja, ki so primerna za gradnjo oziroma določimo potrebne ukrepe. Izdelovanje takšnih zemljevidov je drago in časovno zahtevno. Obstaja tudi stopnja negotovosti, saj na podlagi zemljevidov ne vemo, kdaj se lahko sproži nek geomorfni proces (Alexander 1991, 63). Pri poplavah že lahko z določeno mero gotovosti izračunamo povratne dobe, pri zemeljskih plazovih pa nam pomanjkanje podatkov o dejanskih zemeljskih plazovih to večinoma ne omogoča, čeprav je že bil izdelan zemljevid plazovitosti za padavine z nekajdesetletno povratno dobo, na primer za Občino Brda (slika 2; Zorn in Komac 2007; 2008).

Geomorfologi lahko planerjem, kot pomoč za zagotavljanje preventive, pomagajo zlasti pri (Alexander 1991, 64; Glade 2005, 191):

- identifikaciji hidro-geomorfni procesov,
- ugotavljanju prostorske razporeditve in stopnje aktivnosti hidro-geomorfni procesov,
- detajlni karakterizaciji in kategorizaciji hidro-geomorfni procesov,

- razlagi reliefnih oblik oziroma ugotavljanju stabilnosti pobočij in identifikaciji nestabilnih reliefnih oblik,
- ugotavljanju preteklih hidro-geomorfni procesov, njihovi velikosti in času nastanka (povratna doba oziroma pogostost pojavljanja),
- ugotavljanju izvora sedimentov,
- opredelitvi območij, kjer lahko v prihodnosti še pride do geomorfni procesov,
- oceni količine mobilnega gradiva, ki ga hidro-geomorfni procesi lahko prenesejo v nižjo lego,
- modeliranju premikanja in opredelitvi območij usedanja (akumulacije) in
- umerjanju modelov oziroma primerjavi rezultatov modeliranja z meritvami in ocenami dejanske intenzivnosti geomorfni procesov.



Slika 2: Zemljevid plazovitosti južnih Goriških brd za padavine s približno petdesetletno povratno dobo (Zorn in Komac 2007; 2008).

Vloga geomorfologov je torej predvsem identifikacija potencialno nevarnih območij. Planerji naj se pri načrtovanju izognejo tem območjem, gradbeniki pa naj pri graditvi objektov uporabijo potrebne in primerne gradbene ukrepe (Alexander 1991, 65).

Za načrtovanje urejanja prostora na območjih, kjer sta hitra urbanizacija in pomanjkanje primerne prostora povzročila potrebo po gradnji na ogroženih območjih, priporočajo multidisciplinaren pristop, ki naj obsega pet korakov. Preizkušen je bil na primeru petih naselij v Andori v Pirenejih, ki jih ogrožajo drobirski tokovi (Hürlimann, Copons in Altimir 2006):

- geomorfološke in geološke analize so bile podlaga za izdelavo geomorfološko-geološkega zemljevida ter za določitev izvornih območij in količine razpoložljivega mobilnega gradiva v porečju; na podlagi tega so ugotovili možne scenarije in izdelali zemljevid nevarnosti;

- drugi korak je bila analiza scenarijev, nato pa so preučili kritične odseke, izračunali največji doseg drobirskih tokov in izdelali zemljevid intenzivnosti drobirskih tokov za vsak scenarij posebej;

- v tretjem koraku so združili rezultate prejšnjih dveh korakov in izdelali zemljevid ogroženosti, pri čemer so območje razdelili v cone in za posamezno cono določili stopnjo nevarnosti glede na pričakovano intenzivnost in verjetnost pojavljanja drobirskih tokov;

- v četrtem koraku so izdelali predloge ukrepov za zmanjšanje ogroženosti;

- v petem koraku so izdelali zemljevide ogroženosti v merilu 1 : 2000, ki so postali obvezna sestavina za načrtovalce rabe prostora na krajevni ravni. Območje so razdelili v razrede glede na nevarnost. Študija je tudi pokazala velik pomen sodelovanja med geologi, geomorfologi, arhitekti, gradbeniki, urbanisti, ekonomisti, organi zaščite in odločanja ter prebivalci.

## **5 PRAKSA – CESTA PREK VRŠIČA**

Značilen primer neupoštevanja naravnih procesov, nesistematičnih posegov in pomanjkanja dolgoročnih usmeritev prostorskega načrtovanja z vidika naravnih nesreč je zagotovo gorska cesta preko prelaza Vršič (1611 m) v Julijskih Alpah.

Vršiško cesto ogrožajo številni hidro-geomorfni procesi, zlasti pa hudourniške poplave in nanosi, skalni podori ter zemeljski in snežni plazovi, pa tudi močan veter (Pintar 1977). Pogoste so občasne kratkotrajne zapore, pozimi in spomladi pa je cesta zaprta. Znani so številni primeri o težavah na cesti zaradi naravnih nesreč. Do sedaj je bilo zgolj srečno naključje, da še ni prišlo do večje škode ali celo žrtev.



*Slika 3: Sprožilec za namerno proženje snežnih plazov nad smučiščem Kanin (fotografija: Blaž Komac).*

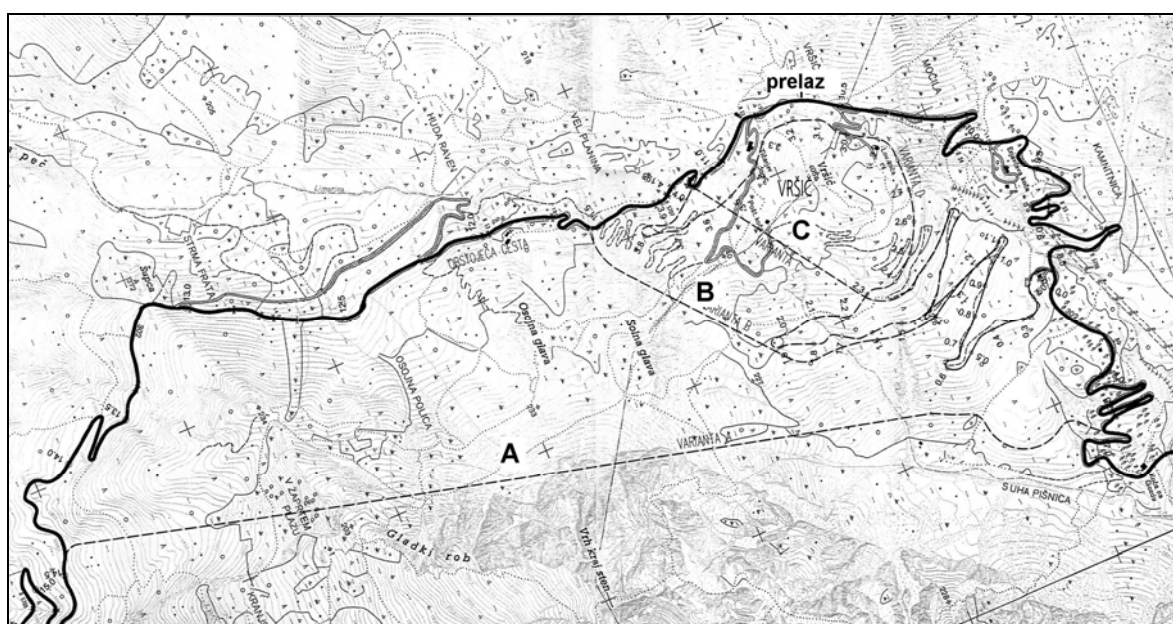
Z ustreznimi ukrepi in posegi bi lahko omogočili bolj ali manj celoletno povezanost Zgornjesavske doline in Zgornjega Posočja. Odločitev o tem bi morala temeljiti na strokovnih podlagah s predlogi in smernicami za rešitev problematike. Namesto tega ukrepamo le posamič, z delnimi posegi ter z netransparentno vizijo razvoja. Vse skupaj otežuje dejstvo, da poteka velik del ceste čez območje Triglavskega narodnega parka.

Za vršiško cesto so na razpolago podatki o erozijski (Horvat 1996; Kunaver 1990a; 1990b) kot tudi o lavinski ogroženosti (Bernot in ostali 1994; Pavšek in Velkavrh 2005). Izdelani sta bili tako analiza celoletne povezave Kranjske Gore in Bovca (Analiza 1990; Bernot in drugi 1994; Študija 1995) kot tudi študija najnujnejših ukrepov (Blaž in ostali 1996).

V slednji so predlagali tri različice (slika 4) predora pod prelazom, pri katerih bi bila skupna dolžina predorske cevi 636, 750 ali 2610 m. Direkcija Republike Slovenije za ceste je leta 2004 ponovno razpisala projektno nalogo za izdelavo zaščitnih ukrepov za cesto čez Vršič, na temelju katere so izdelali tudi predlog za rekonstrukcijo ceste s sanacijskimi posegi za zaščito pred snežnimi plazovi za zagotovitev njene celoletne prevoznosti (Projektna dokumentacija...2007). Med 16. serpentino (1334 m) in prelazom (1611 m) so načrtovani sprožilci za namerno proženje snežnih plazov (6 strelnih cevi), dve lavinski galeriji, štiri zastrušni plotovi, številne snežne mreže in usmerjevalni nasip.

Predvideni posegi upoštevajo le tehnične vidike ogroženosti zaradi snežnih plazov, ne pa tudi stopnje erozijske ogroženosti niti funkcije ceste in njenega strateškega pomena ter razvoja celotnega območja v njenem zaledju.

Z vidika celostnega pristopa je na Vršiču nesmiselna gradnja nove cestne trase. Glede dolgoročne ureditve razmer bi veljalo razmisliti o izgradnji predora pod prelazom. Popolna in celovita zaščita obravnavanega cestnega odseka ni možna, ker so snežni plazovi in drugi erozijski pojavi izjemno spremenljivi in so posledica številnih dejavnikov ter njihovega vsakokratnega součinkovanja. Kljub zmanjševanju pogostnosti in obsega snežnih plazov zaradi podnebnih sprememb lahko pričakujemo morebitne nove snežne plazove zunaj ustaljenih poti. Razčleniti je treba tudi vzdrževanje ceste v primeru rekonstrukcije in gradnje predora, saj bi morali biti v prvem primeru pregledi ceste pogostejši in temeljitejši. Vzdrževanje predora pa je dražje, premisliti pa bi morali tudi o morebitni uvedbi cestnine oziroma predornine.



Slika 4: Predlogi za rešitev celoletne prevoznosti prelaza Vršič (Blaž in ostali 1996).

Z gradnjo predora bi se izognili večini lavinsko ogroženih pobočij, zato je to dolgoročno edina sprejemljiva rešitev lavinskih težav. To bi bila najdražja, a dolgoročno gledano najprimernejša. Vse tri načrtovane različice predora (slika 4) so umeščene med kočo na Gozdu na gorenjski, in Šupco na primorski strani prelaza (Blaž in ostali 1996). Pri različici A se odcepi cesta na 12. serpentinu, pri drugih dveh (B in C) pa pri cestarski koči pod 17. serpentino. Protilavinsko in protierozijsko zaščito na obeh straneh prelaza bi bilo treba urediti le do predvidenih vhodov v predorsko cev. Območja med Erjavčevo kočo in vrhom prelaza, kjer so snežni plazovi najbolj pereči, ne bi urejali, kar je skladno z usmeritvami Triglavskega narodnega parka glede razvoja prometa na območju Vršiča.

Predor pa ne bi rešil le lavinskih težav, temveč tudi okoljske in prometne težave, ki so poleti še posebej pereče. Z izgradnjo predora in s trajno zaporo ceste čez prelaz za motorna vozila (izjema bi bila celoletna dostava za planinske kočje in javni promet med gorniško sezono) bi rešili več problemov hkrati, odpadli pa bi tudi v naravnem okolju najbolj moteči objekti, kot so strelne cevi in lavinski galeriji. Pri tem sta poleg ekoloških problemov nedvomno najpomembnejši varnost potnikov ter prometna povezanost Trente in Bovca z osrednjo Slovenijo.



*Slika 5: Največje težave na vršiški cesti povzročajo snežni plazovi, ki se prožijo nad 24. oziroma zadnjo serpentino na gorenjski strani ceste. To potrjuje plazovina na obeh straneh ceste ob koncu pomladi, ki skopni po povprečno snežni zimi šele na začetku poletja (fotografija: Miha Pavšek).*

## **6 SKLEP**

Glede na pogostost hidro-geomorfni in drugih naravnih nesreč v Sloveniji lahko rečemo, da niso nepričakovane. Ni pa še razvita t. i. kultura izogibanja nevarnostim (Alexander 1991, 75), saj večino sredstev porablamo za odpravljanje posledic in ne za preventivo. Prihranek družbe bi bil silno velik: za enak učinek v prostoru zadošča vložek v preventivo v višini le 3 % sredstev, ki so sicer vložena v sanacijo. Razmerje med prihranki zaradi preventive in sredstvi, vloženi v sanacijo zemeljskih plazov, ponekod znaša od 1 : 10 do celo 1 : 2000 (Siegel 1996, 12, 125).

V preteklosti so se morali zaradi pomanjkanja organiziranosti, politične volje ali sredstev prebivalci pogosto prilagoditi tudi (dokazano) zelo nevarnim razmeram (Alexander 1991, 77). Danes lahko z načrtovanjem usmerjamo prihodnjo (intenzivno) rabo prostora na območja, ki so varna pred naravnimi nesrečami, obstoječa naselja in infrastrukturo pa lahko zavarujemo z

ustreznimi ukrepi. Na ta način bi zmanjšali škodo in ogroženost ter obremenjenost celotne družbe.

## 6 VIRI IN LITERATURA

- Alexander, D. 1991: Applied Geomorphology and the Impact of Natural Hazards on the Built Environment. Natural Hazards 4-1. Dordrecht.
- Analiza možnosti celoletne povezave zgornjesoške in zgornjesavske doline z oceno soškega koridorja. 1990. OMEGA consult. Ljubljana.
- Bernot, F., Horvat, A., Pavšek, M., Šegula, P. 1994: Ogroženost Slovenije s snežnimi plazovi. Podjetje za urejanje hudournikov. Ljubljana.
- Blaž, T., Čargo, E., Pintar, J., Schrott, T. 1996: Študija najnujnejših ukrepov na cesti R 302 Kranjska Gora–Vršič–Trenta–Koritnica. Ljubljanski urbanistični zavod. Ljubljana.
- Coates, D. R. 1984: Geomorphology and public polity. Developments and Applications of Geomorphology. New York.
- Declaration 2005. Medmrežje: <http://www.geomorph.org/sp/arch/es05/Declaration2005.pdf> (1. 6. 2006).
- Državni razvojni program Republike Slovenije za obdobje 2007–2013. 2008. Ljubljana.
- Glade, T. 2005: Linking debris-flow hazard assessments with geomorphology. Geomorphology 66, 1-4. Amsterdam.
- Horvat, A. 1996: Ogroženost ceste R 302 Kranjska Gora–Vršič–Bovec zaradi erozije. Ujma 10. Ljubljana.
- Hürlimann M., Copons, R. Altimir, J. 2006: Detailed debris flow hazard assessment in Andorra: A multidisciplinary approach. Geomorphology 78, 3-4. Amsterdam.
- Kladnik, D., Lovrenčak, F., Orožen Adamič, M. (ur.) 2005: Geografski terminološki slovar. Ljubljana.
- 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., Zorn, M. 2005: Geomorfološke nesreče in trajnostni razvoj. IB revija 39-4. Ljubljana.
- Komac, B., Zorn, M. 2007: Pobočni procesi in človek. Geografija Slovenije 15. Ljubljana.
- Kunaver, J. 1990a: H geomorfologiji dolomitnega prevala Vršič v Julijskih Alpah. Geografski vestnik 62. Ljubljana.
- Kunaver, J. 1990b: Preval Vršič v Julijskih Alpah in denudacijsko-erozijski procesi v njegovem dolomitnem površju. Četrti skup geomorfologa Jugoslavije. Beograd.
- Mikoš, M., Batistič, P., Đurovič, B., Humar, N., Janža, M., Komac, M., Petje, U., Ribičič, M., Vilfan, M. 2004: Metodologija za določanje ogroženih območij in način razvrščanja zemljišč v razrede ogroženosti zaradi zemeljskih plazov. Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Mikoš, M., Bavec, M., Budkovič, T., Durjava, D., Hribernik, K., Jež, J., Klabus, A., Komac, M., Krivic, M., Kumelj, Š., Maček, M., Mahne, M., Novak, M., Otrin, J., Petje, U., Petkovšek, A., Ribičič, M., Sodnik, J., Šinigoj, J., Trajanova, M. 2008: Ocena ogroženosti zaradi delovanja drobirskih tokov. Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani, Geološki zavod Slovenije. Ljubljana.
- Ministrstvo za šolstvo, znanost in šport, 29. 10. 2004 (sklep številka 404-03-16/2004/389), Ministrstvo za obrambo, 10. 11. 2004 (sklep številka 808-00-1/2004-360). Ljubljana.
- Nacionalni program varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami. Uradni list Republike Slovenije 44/2002. Ljubljana.
- Orožen Adamič, M. 2004: Natural disasters. Slovenia: a Geographical Overview. Ljubljana.
- Orožen Adamič, M. 2005: Geografija in naravne nesreče. Geografski obzornik 52-1. Ljubljana.
- Pavšek, M., Velkavrh, A. 2005: Snežni plazovi vzdolž regionalne ceste (R1-206) Kranjska Gora–Vršič–Trenta: povzetek ugotovitev iz podatkovne baze lavinskega katastra in dejansko stanje z vidika celoletne prevoznosti ceste. Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU, Urad za meteorologijo Agencije za okolje republike Slovenije. Ljubljana.
- Pintar, J. 1977: Metodološka zasnova analize povirij voda s primerjalno presojo primernosti površin za smučišča v povirju Pišence. Podjetje za urejanje hudournikov. Ljubljana.
- Pogačnik, A. 1980: Urbanistično planiranje. Ljubljana.
- 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. Uradni list Republike Slovenije 60/2007. Ljubljana.
- Projektna dokumentacija za rekonstrukcijo regionalne ceste R1-206-206/1043 – ruska cesta (Erika–Vršič) s sanacijskimi posegi za zagotovitev celoletne prevoznosti od km 2+015 do km 9+085. 2007. Cestno podjetje Kranj. Kranj.

- Resolucija o nacionalnem programu varstva okolja. 2005. Medmrežje: <http://www.npvi.si> (5. 10. 2005).
- Siegel, F. R. 1996: Natural and Antropogenic Hazards in Developement Planning. San Diego.
- Strategija prostorskega razvoja Slovenije. 2004. Ministrstvo za okolje, prostor in energijo, Urad za prostorsko planiranje. Ljubljana.
- Študija ogroženosti ceste Vršič–Trenta–Koritnica. 1995. Podjetje za urejanje hudournikov. Ljubljana.
- Zakon o prostorskem načrtovanju. Uradni list Republike Slovenije 33/2007. Ljubljana.
- Zakon o vodah. Uradni list Republike Slovenije 67/2002. Ljubljana.
- Zorn, M., Komac, B. 2006: Geomorfologija in prostorsko planiranje. Urbani izziv 47, 1-2. Ljubljana.
- Zorn, M., Komac, B. 2007: Probability modelling of landslide hazard. Acta geographica Slovenica 47-2. Ljubljana.
- Zorn, M., Komac, B. 2008: Modeliranje plazovitosti s pomočjo Dempster-Shaferjevega algoritma. Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 2007–2008. Ljubljana.
- Zorn, M., Komac, B., Natek, K. 2009: Naravne nesreče kot omejitveni dejavnik razvoja. Razvojni izzivi Slovenije. Regionalni razvoj 2. Ljubljana.



---

## **UKREPANJE IN OBVLADOVANJE NARAVNIH NESREČ**

---

## NARAVNE NESREČE IN GRAJENE STRUKTURE

Živa DEU

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za arhitekturo, Zoisova 12, 1000 Ljubljana, e-pošta: ziva.deu@fa.uni-lj.si;  
ziva.deu@guest.arnes.si

### IZVLEČEK

Znanstveniki zaradi atmosferskih sprememb napovedujejo stopnjevanje naravnih pojavov, ki so pogosto usodni za ljudi, ki se znajdejo v okolju ali na poti njihovega uničujočega delovanja. Zato bodo pri strokovnem oblikovanju grajenih struktur poleg uporabnosti in likovnosti morale biti v ospredje postavljene tudi odlike kakovostne zaščite pred naravnimi ujmami. Med tovrstno zaščito spadajo preiščena izbira lokacije, oblikovanje stavbnih podrobnosti ter tehnična dovršenost in kakovost izvedbe.

Ključne besede: arhitektura, Slovenija, naravne nesreče, grajene strukture, kakovost gradnje

### Natural Disasters and Built Structures

#### ABSTRACT

The Nestor of Slovenian Psychology and Philosophy, Anton Trstenjak wrote in one of his numerous works that a man must not only rapidly begin to contemplate the survival of the species called homo sapiens, but will also have to become a member of said species. The same goes for the formation of the built environment. Consequentially, building planning as well as the planning of wider residential areas aiming to create living conditions of increasing quality will have to be done foremost with Man in mind. Especially as far as Man's original ties and dependence on natural conditions, renewable and non-renewable natural resources go. Consequentially we will have to take better care than we did until now, to design settlements and buildings which inflict as little damage as possible to the renewable and non-renewable natural resources and successfully defy constant changes in the natural environment including natural tempests. Since such tempests are a part of our natural environment, we can only expect them to intensify under the influence of the rapid changes of the natural habitat, especially climatic change. This is why in professional work – designing built structures – the virtues of quality protection against natural phenomena will receive a prominent place next to practical use and visual quality. Such virtues are: well weighed choice of location, design of building details and technical perfection and quality of execution.

Keywords: architecture, Slovenia, natural disasters, built structures, quality of construction

## 1 UVOD

Naravne ujme so nepredvidljiv oziroma težko predvidljiv del naravnih dogajanj. V našem geografsko razgibanem prostoru grajene strukture v rednih časovnih intervalih ogrožajo predvsem poplave, potresi, plazovi, požari in močni vetrovi.

Ker raziskovalci in znanstveniki zaradi velikih podnebnih sprememb napovedujejo stopnjevanje nezaželenih dogajanj, lahko v prihodnosti pogostejše naravne ujme pričakujemo tudi v slovenskem prostoru. Zato je potrebno s ciljem kakovostne in čim bolj uspešne zaščite grajenih struktur pri razvojnem načrtovanju upoštevati poleg urbanističnih in arhitekturnih načel tudi številna druga, z naravnimi ujmami povezana vedenja in znanja.

Nestor slovenske psihologije, filozofije in teologije Anton Trstenjak je v enem izmed svojih številnih del zapisal, da bo moral človek ne samo pospešeno razmišljati o preživetju vrste, ki se imenuje *homo sapiens*, ampak bo to moral tudi vedno bolj biti. Tudi v oblikovanju grajenega okolja. Kar pomeni, da bomo morali pri načrtovanju stavb in tudi širšega naselbinskega prostora, če hočemo zagotoviti bolj kakovostne bivalne razmere, ponovno izpostaviti človeka. Ne le njegovo merilo, ampak predvsem njegovo izvorno povezanost z naravnimi danostmi in njegovo odvisnost od obnovljivih in neobnovljivih naravnih virov. Likovno privlačne, uporabno popolne in z vrhunsko tehnologijo opremljene zgradbe ne bodo več merilo resnične kakovosti. V ospredje bodo bolj kot našete kakovosti postavljene naslednje odlike: zdrava okolju prijazna hiša in hiša, ki bo dovolj kakovostno ščitila človeka pred naravnimi ujmami. Za doseg slednjega pa bo potrebno ob interdisciplinarnem znanstveno-strokovnem delu razviti široko izobraževanje vseh v razvoj bivalnega okolja vpetih akterjev – od načrtovalcev in izvajalcev do investitorjev.

## 2 METODOLOGIJA

### 2.1 Pred naravnimi ujmami varna, zaščiten zgradba

Kljub temu, da so mnogi tehnično in umetnostno izobraženi posamezniki razvili raznovrstne zgradbe z etiketo 'pred ujmami varne', lahko na osnovi objavljenih podatkov o njihovem testiranju sklenemo, da zgradbe, ki bi zadostila vsem zahtevam sodobnega bivanja, okoljskim in likovnim kriterijem ter bila še popolnoma varna pred naravnimi ujmami, preprosto ni mogoče oblikovati. "... *Nobena zgradba, ki je zgrajena za še smiselno ceno, ne prestane brez poškodb divjanja vetra s hitrostjo 200 km/h in več. Preprost izračun pokaže, da je sila vetra na prečni profil tipične stanovanjske hiše kar hitro večja od teže srednje velikega tovornjaka. Pogled na posledice ne pušča nobenega dvoma o možnosti preživetja na prostem, ko naokoli letijo deli hiš in vse kar ni trdno privezano! Največje hitrosti vetra v orkanih najverjetneje niti niso izmerjene, saj tudi instrumenti odpovedo ...*" (Žagar 2006, 25).

Zapisano poleg normativnih dokumentov, ki odredajo dimenzioniranje in izvedbo gradbenih objektov v potresnih območjih, podpira tudi analiza (pisni in materialni viri) poškodb, ki so jih v slovenskem prostoru utrpele grajene strukture med naravnimi ujmami. Opravljene analize tudi kažejo, da so bile med manj poškodovanimi zgradbami tiste, ki so bile v prostor postavljene in oblikovane z upoštevanjem naravnih danosti (premišljena lokacija in oblikovanje stavbe, stavbnih podrobnosti) ter so bile načrtovane tehnično dovršeno (z upoštevanjem obstoječih predpisov in pravilnikov) in so bile tudi kakovostno izvedene (upoštevanje načrtov, tehničnega znanja in vedenja izvajalcev). Odstrti vzroki za manj poškodb na zgradbah so podani v nadaljevanju razprave kot izhodišče razvojnemu

načrtovanju grajenih struktur s ciljem, da bodo le-te naravne ujme prestale s kar najmanj poškodbami in, kar je najpomembneje, brez izgube človeških življenj.

### 3 REZULTATI IN RAZPRAVA

#### 3.1 Upoštevanje naravnih danosti

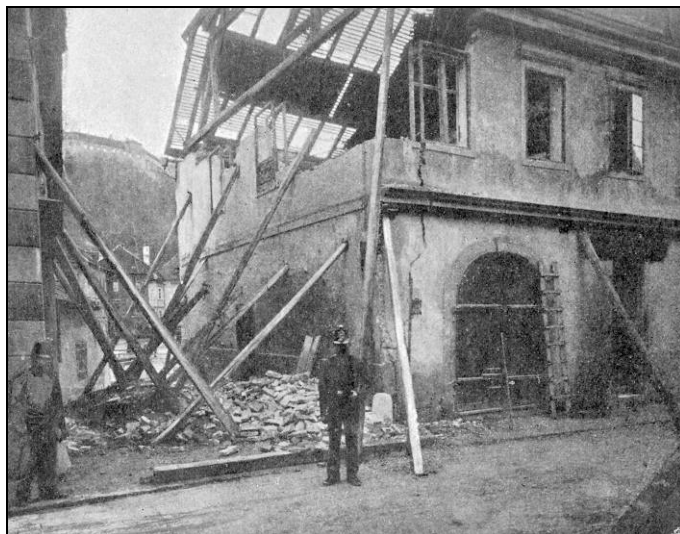
##### 3.1.1 Lokacija

Premišljeno izbrana lokacija predstavlja pomemben del uspešne zaščite pred naravnimi nesrečami. Obstajajo namreč predeli, ki so bolj izpostavljeni naravnim dejavnostim in uničujočim spremembam. V času pred dvajsetim stoletjem so graditelji okolja, ki jih pogosteje ogrožajo naravne spremembe, poznali na osnovi empiričnih izkušenj, ki so jih prenašali iz roda v rod. To nenazadnje potrjujejo na primer nedavne poplave v Železnikih. Stare stavbe so deroče vode bistveno manj uničile kot mnoge nove, v prostor postavljene nepremišljeno in brez poznavanja naravnih dejavnikov, kot so narasle vode.

Tudi raziskovalci uničujočih poškodb potresa v Ljubljani leta 1895 so ugotovili, da so bili potresni učinki na desnem bregu Ljubljanice bistveno manjši kot na levem. Večje poškodbe stavb na levem bregu Ljubljanice so pripisali slabši geološki podlagi. Tudi analiza poškodb, ki so jih na zgradbah povzročili premiki tal v Posočju leta 1976 in 1998, jasno kaže, kako pomembna je gradnja na izbranem zemljišču, ki se odlikuje po kakovostni sestavi tal, še posebej na potresno visoko ogroženih območjih. Tedaj so bile v Posočju najbolj poškodovane stavbe, ki so bile postavljene na slaba temeljna tla; na večplastne in po sestavi različne nanose rek in potokov ter na pobočne grušče. Najmanj ali skoraj nič pa niso bile poškodovane stavbe, ki so bile zgrajene ali na trdih apnenih tleh (kompakten apnenec) ali na izravnanih rečnih nanosih v enakomernem sestavu in veliki debelini. Potresni učinki se namreč povečajo na tleh, ki so sestavljena iz več plasti z različnimi seizmičnimi lastnostmi (plast gline, plast grušča, sestavljenega iz apnenca in laporja, plast gline in nato plast grušča, sestavljenega iz apnenca), ter prav tako na tleh rahlih zemljin (Ljubljansko barje). Potresni učinek na tleh, sestavljenih iz rahlih zemljin, ali na tleh, sestavljenih iz nanosov, povečajo tudi tokovi podtalne vode in dvig podtalnice. Izbira primerne lokacije za gradnjo na potresno nevarnih območjih je zato še posebej pomembna.



*Slika 1: Risba kaže, kako pomemben je vpliv lokalnih geoloških razmer na seizmološke učinke. V stanovanjski soseski, zgrajeni na tleh iz rahlih zemljin, so se zgradbe v pasu delovanja toka podtalne vode porušile; dobesedno so se v zemljino, napito z vodo, pogrezale. Druge hiše nedaleč stran so ostale nepoškodovane (Levy in Salvadori 2002, 101).*



Slika 2: Ob ljubljanskem potresu leta 1895 je bilo največ poškodb na stavbah, ki so bile postavljene na seizmološko neugodnih tleh na bregovih reke Ljubljanice (Neznani avtor 1895, 9).

### 3.1.2 Izbira gradiva

V skladu z usmeritvami varstva okolja v gradbeništvu priporočajo uporabo lokalnih, avtohtonih gradiv. V našem okolju so to les, kamen in glina. Že uvodoma smo zapisali, da pred naravnimi ujmami popolnoma varne zgradbe ni, prav tako tudi ni gradiva, ki bi vzdržalo raznovrstne obremenitve naravnih ujem. Vsako gradivo pri dovolj velikih obremenitvah odpove. Zato so za varnejšo gradnjo morda bolj kot izbira gradiva pomembni že naštetih drugi dejavniki: domišljenost lokacije, domišljenost oblike, tehnična dovršenost in kakovost izvedbe.

Na tem mestu moramo opozoriti na dvoje v pisnih virih zaznanih zapisov, povezanih z uporabo lokalnih, avtohtonih gradiv v potresno ogroženih krajinah. Prvič, ugotovitve seizmologov in gradbenikov, da je največ "... poškodb nastalo na starejših hišah, zgrajenih iz krajevnih materialov ..." (Vidrih 2004, 25), ne smemo razumeti kot napotila, da je uporaba naravnih in avtohtonih gradiv na potresno nevarnih območjih prepovedana. Zapisana trditev je splošna. S podrobnimi analizami potresno poškodovanih stavb leta 1998 v Posočju smo razkrili, da težkim in življenju nevarnim uničenjem grajenih struktur ni botrovalo le lokalno kamnito gradivo in v času gradnje domišljena konstrukcija, ampak v večini primerov izrazito slaba gradnja (neobdelani kamniti zidaki, mešano gradivo, slabo vezivo in slabo vzdrževanje) in tehnično nedomišljeno spreminjanje izvornih konstrukcij. Tu velja opozoriti, da je bila tehnično nedomišljena gradnja ali vsaj neupoštevanje tehnično domišljenih rešitev tudi vzrok za popolno porušitev skoraj novih stavb, zgrajenih iz okolju tujih, torej ne avtohtonih gradiv (opeka in železobetonski) v delu Bovca (Mala vas). Prav tako so hude poškodbe utrpele stare zgradbe, pri katerih so lastniki lesene stropne konstrukcije zamenjali z armiranobetonskimi ploščami, ki jih niso povezali z ostenjem v zvezno celoto.

Drugič pa je potrebno opozoriti, da ravno v zvezi s potresno nevarnostjo raziskovalci potresno stabilnih konstrukcij za gradnjo manjših objektov, predvsem družinskih hiš, priporočajo uporabo avtohtonega lesa. Dokazali so, da kakovostno grajene lesene stavbe dinamične obremenitve (potres, sunki vetra) zelo dobro prenašajo zaradi manjše teže in žilave izvedbe. Zato je po ocenah strokovnjakov za vzor novim zgradbam lahko naša starodobna brunarica.



Slika 3: Zaradi konstrukcijskih nepravilnosti je bila stavba, sicer zgrajena iz sodobnih in "okolju tujih" gradiv, močno poškodovana (Drežniške ravne, 1998; fotografija: Živa Deu).



Slika 4: Sodobna lesena brunarica, odličen primer kakovostne gradnje, ki uspešno kljubuje naravnim ujmam (Koroška, 2006; fotografija: Živa Deu).

### 3.1.3 Oblike zgradb in oblike stavbnih podrobnosti

Poleg pravilno izbrane lokacije je potrebno stavbe tudi primerno oblikovati. Gotovo bolj kot pri izbiri pravilne smeri za razvoj naselja ali pri izbiri pred naravnimi ujmami kar najbolj primerne lokacije za gradnjo, kjer nam sodobna tehnologija lahko veliko pripomore, se moramo pri iskanju primernih oblik, predvsem oblik stavbnih podrobnosti, nasloniti na stara znanja graditeljev, ki so stavbe tudi tehnično, seveda v okviru tedanjih vedenj in znanj, oblikovali tako, da so jim hitre in nenadne naravne nesreče povzročile kar najmanj škode. V potrditev navajamo malo poznano ugotovitev avstrijskega arhitekta Adolfa Loosa, da za kakovostno gradnjo v kulturnih krajinah ni dovolj samo opazovanje oblik podedovanih zgradb. Treba je raziskati tudi motive za razvite oblike, ker prav "... one izražajo modrost prednikov pretvorjeno v snov. Zato je modifikacija tradicionalne tehnologije sprejemljiva le, če je doseženo njeno izboljšanje. Sicer je bolje ohraniti tradicijo ..." (Loos 1999, 59).

Seveda je danes malo možnosti, da bi spoznali vse vzgibe, ki jih je nekoč narekovalo oblikovanje stavb, predvsem stanovanjskih hiš v slovenskih kulturnih krajinah, dejstvo pa je, da so bile glede na naravne danosti in vremenske pogoje bistveno bolj domišljene od sodobnih. Dolžine in oblike napuščev, nakloni streh, usmerjenost slemen, velikost in razmestitev okenskih odprtin – vse to je bilo povezano z lokalnimi, tudi ekstremnimi vremenskimi pogoji. Stoletna znanja in izkušnje, v katere so vpeta tudi kljubovanja naravnim ujmam, so skrita v oblikovanih podobnostih podedovanih stavb, zato jih je smiselno prepoznati in upoštevati pri snovanju novih arhitektur. Najbolj očiten primer je vsem poznana oblika kraške hiše, ki je v smeri pihanja močnih vetrov skoraj brez napuščev in popolnoma brez okenskih odprtin. Napušči pa so oblikovani tako, da se tok vetra vanje ne ujame, ampak ob njih zdrsne naprej.

Še beseda o ravni strehi, ki naj bi bila po mnenju nekaterih oblikovalcev priporočena oblika za varovanje zgradbe pred močnimi vetrovi. V premislek naslednje. Oblika strehe s strešinami v naklonu je oblika, ki je našemu okolju in vremenskim razmeram najbolj prilagojena. Tu se pridružujem v članku Nepotrebne konstrukcijske napake arhitektov zapisani ugotovitvi Branka Ozvalda, da se ravne strehe “... *obnesejo le v krajih, kjer je malo padavin, pa tudi temperaturne razlike med zimo in poletjem (pri nas znaša temperaturna razlika do 60° C) ali dnevom in nočjo niso tako velike. Znanih je več primerov, ko je bilo treba stavbe s projektirano in izvedeno ravno streho že nekaj let po dovršitvi pokriti z dodatno blago naklonjeno streho ...*” (Ozvald 2001, 54). In to sodobnim gradivom in brezhibni tehnični izvedbi navkljub.



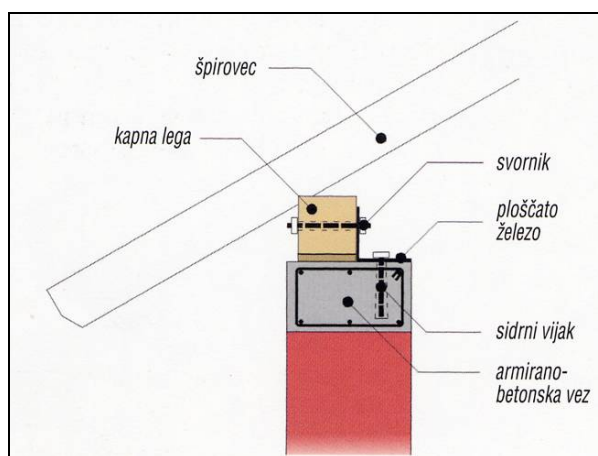
*Slika 5: Na obliko primorskih hiš je poleg uporabnosti in tehnike gradnje vplivalo tudi upoštevanje naravnih danosti, predvsem nuja po zaščiti pred nenadnimi vremenskimi spremembami, ki jih spremljajo močni vetrovi (burja) (Kras, 2008; fotografija: Živa Deu).*

### **3.2 Tehnična dovršenost in kakovost izvedbe**

Čeprav je načrtovanje zadovoljivo varnih zgradb zapleteno poglavje v konstrukcijski teoriji, lahko z vso gotovostjo zapišemo, da bodo naravnim ujmam uspešno kljubovale le hiše, ki bodo poleg pravilne lokacije ter pravilno domišljene oblike tudi kakovostno tehnično načrtovane in izvedene. Predvsem nekakovostna izvedba namreč predstavlja dokazano tveganje za velike in usodne poškodbe v primeru naravnih ujm.

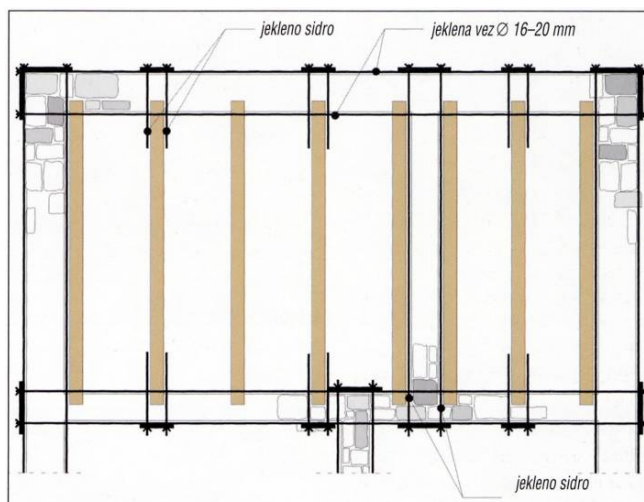
Zadnji rušilni potres v Posočju je jasno pokazal, kako pomembna je za okolje pogostih potresov tehnično dovršena gradnja in kakovostna izvedba. Stare oblikovno in tudi konstrukcijsko domišljene stavbe, zgrajene iz kamnitega ostenja, povezanega z dobro apneno malto, in utrjene z vogali, izdelanimi iz kamnitih klesancev, lesenega ostrešja in lesenih etažnih plošč, brez velikih okenskih odprtin in skoraj brez napuščev v smereh močnih vetrov, so bile manj poškodovane kot enake stavbe, ki so imele kamnite zidove in tudi hišne vogale izdelane iz lomljenega kamna v slabi apneni malti. Najtežje poškodbe pa so utrpeli nekakovostno prenovljene stare hiše. V območju potresov je bilo med (samo)prenovitelji starejših zgradb dolgo obdobje nepoznano pravilo, da lahko kakovostno potresno odpornost dosežemo le s sistematično okrepitevijo celote, s potresno sanacijo, ki je oprta na tehnične kriterije potresno varne zgradbe. Obstoječo konstrukcijo lahko kvalitetno potresno zavarujemo z izboljšanjem temeljnih tal, utrjevanjem temeljev, utrjevanjem nosilnih vertikalnih zidov hišnega podstavka in zidov v nadgradnji ter s povezovanjem zidov, kar je najpomembnejši poseg v procesu potresno varne sanacije.

Vendar med močno poškodovanimi niso bili samo stari objekti. Zaradi hudih poškodb je bilo potrebno podreti tudi mnoge nove zgradbe, narejene po načrtih, ki so upoštevali vse obstoječe pravilnike o potresno varni gradnji. Analize so pokazale glavni razlog: tehnično pomanjkljiva in nekakovostna izvedba. Tudi varčevanje z gradbenim materialom (recimo cementom in betonskim železom) se v primeru naravnih nesreč izkaže kot silno slaba naložba. Zadnji orkanski veter v Zgornji Savinjski dolini je najmočneje poškodoval tehnično nedovršene in nekakovostno zgrajene hiše. Dvignil je v ostenje slabo ali pa sploh ne sidrana ostrešja in odnašal na strešno konstrukcijo slabo ali pa sploh ne pritrjeno strešno kritino.



Slika 6: Tehnična dovršenost in kakovost gradnje je pogoj za čim manj škode pri morebitni naravni ujmi. Na sliki je prikazano pravilno sidranje strešne konstrukcije v ostenje (Deu 2004, 236).





Slika 7: Tudi pri prenovah starih stavb je pogoj za čim manj škode pri morebitni naravni ujmi tehnična dovršenost in kakovost izvedbe. Na sliki je prikazano pravilno sidranje lesenih stropnikov v kamnito ostenje (Deu 2004, 55).

#### 4 SKLEP

Naravnim nesrečam se tudi v bodoče ne bomo mogli izogniti. Po napovedih strokovnjakov utegnejo biti celo pogostejše in bolj uničujoče. Zato je pomembno, da hiše, v katerih živimo in delamo, v prostor postavimo, oblikujemo in izvedemo tako, da bodo morebitnim ujmam čim bolj uspešno kljubovale. Poleg upoštevanja dokumentov, ki pri nas vrednostno usmerjajo in normativno določajo razvoj grajenih struktur, je ključno tudi preučevanje in poznavanje načina gradnje obstoječih starih stavb. Prav tako tudi naročanje geoloških analiz temeljnih tal s strani investorjev in natančna tehnična izvedba nista zapravljanje časa in nepotreben strošek, ampak dolgoročna naložba, ki se bo v morebitni naravni ujmi zagotovo obrestovala.

#### 5 VIRI IN LITERATURA

- Deu, Ž. 2004: Prenova stavb na slovenskem podeželju. Ljubljana.
- Levy, M., Salvadori, M. 2004: Why Buildings Fall Down. New York.
- Loos, A. 1999: Nuove »regole« per costruire. Forme e colori del costruire in Val Badia. Bolzano.
- Neznan avtor 1895: Grozni dnevi potresa v Ljubljani. Maks Fischerjeva knjigarna na Kongresnem trgu. Ljubljana.
- Ozvald, B. 2001: Nepotrebne konstrukcijske napake arhitektov. Življenje in tehnika 52-1. Ljubljana.
- Trstenjak, A. 1991: Za človeka gre. Maribor.
- Vidrih, R., Jesenko, R. 2006: Potresi v letu 2005. Življenje in tehnika 57-1. Ljubljana.
- Vidrih, R. 2004: Potres 12. julija 2004 v zgornjem Posočju. Življenje in tehnika 55-9. Ljubljana.
- Vidrih, R. 2008: Potresna dejavnost zgornjega Posočja. Ljubljana.
- Žagar, M. 2006: Tropski cikloni in orkani. Življenje in tehnika 57-1. Ljubljana.

## VRSTE STANDARDOV INTERVENCIJSKEGA POKRIVANJA IN NJIHOVA UPORABA NA OBMOČJU MESTNE OBČINE LJUBLJANA

Mina DOBRAVC <sup>a)</sup>, Tomaž KUČIČ <sup>b)</sup> in Julij JERAJ <sup>c)</sup>

<sup>a)</sup> Zavod Republike Slovenije za varstvo narave, Dunajska cesta 22, 1000 Ljubljana, e-pošta: mina.dobravc@gmail.com

<sup>b)</sup> Gasilska brigada Ljubljana, Vojkova cesta 19, 1000 Ljubljana, e-pošta: tomaz@gb.ljubljana.si

<sup>c)</sup> Mestna občina Ljubljana, Mestna uprava, Oddelek za zaščito, reševanje in civilno obrambo, Zarnikova ulica 3, 1000 Ljubljana, e-pošta: julij.jeraj@ljubljana.si

### IZVLEČEK

Predstavljamo pregled nekaterih tujih standardov intervencijskega pokrivanja določenega upravnega območja in teoretično aplikacijo teh standardov na območje Mestne občine Ljubljana. Pri tem bomo prikazali podmene, na katerih so ti standardi utemeljeni, vrste podatkov, ki so potrebni, da je uporaba standardov sploh mogoča in način. Standarde intervencijskega pokrivanja je težko uporabiti brez treh stebrov: ustreznih podatkov o intervencijah, o geografskih značilnostih obravnavanega območja in ustreznega orodja GIS.

Ključne besede: javna gasilska služba, intervencijsko pokrivanje, požarno pokrivanje, reševalne službe, nesreče, urejanje prostora, urbanizem, Ljubljana

### Fire Cover Types and Their Application on the Territory of the City of Ljubljana

### ABSTRACT

We have collected some of the fire cover standards used in different countries and theoretically applied them to the City of Ljubljana. We are aiming at uncovering the foundations on which these standards are set in the USA (NFPA and ISO), Great Britain and The Netherlands, data types needed for the application of the standards, ways on which standards are supposed to be applied and consequences of the use of fire cover standards for the City of Ljubljana and its rescue services. Three pillars are needed to successfully apply fire cover: response data, geographical data of the area and GIS tool.

Key words: fire service, fire cover, rescue services, urban planning, Ljubljana

## 1 UVOD

Standardi intervencijskega pokrivanja opredeljujejo v kolikšnem času naj bi bila na voljo ustrezna (moštvo, usposobljenost, oprema) ekipa reševalcev (gasilcev, zdravstvenih reševalcev) na območju, ki ima določene značilnosti (število ljudi, višina objektov, vrsta nevarnosti). S temi standardi se opredeljuje raven zagotavljanja storitve ene od (lokalnih) javnih služb in mreža postaj gasilske in zdravstvene reševalne službe na območju določene, praviloma lokalne skupnosti.

Pri uporabi standardov intervencijskega pokrivanja imajo bistveno vlogo:

- upoštevanje velikega števila naravnih in družbenih dejavnikov: relief, vode, komunikacije, poseljenost, nevarnosti naravnih in drugih nesreč v obravnavanem prostoru,
- razpoložljivost podatkov gasilske in zdravstvene reševalne službe o intervencijah, zlasti časih za sprejem obvestila, časih izvoza, vožnje,
- uporaba Geografskega informacijskega sistema (GIS) za povezavo in analizo navedenih podatkov.

Pri tem imajo lahko pomembno vlogo geografi: po vsebini in tehnologiji obdelave obvladujejo tako prvo vrsto podatkov kot tudi uporabo GIS orodij. Poleg tega imajo široko paleto družbenih znanj, ki jim omogoča, da hitro zaznajo pomen standardov intervencijskega pokrivanja tako za izvajalce storitev – reševalne službe, kot za njihove uporabnike – ljudi v nesreči in tudi za tiste, ki so pristojni za organizacijo dela služb in načrtovanje rabe prostora – lokalne in državne organe oblasti.

## 2 METODE

Z opisno metodo bomo zajeli vsebino standardov intervencijskega pokrivanja v Združenih državah Amerike, Veliki Britaniji in na Nizozemskem in jih med seboj primerjali z uporabo orodij primerjalne analize. Vsakega od obravnavanih standardov intervencijskega pokrivanja bomo s pomočjo orodja GIS aplicirali na območje Mestne občine Ljubljana. Podatke o standardih, intervencijah, geografskih značilnostih Mestne občine Ljubljana smo pridobili in njihovo obdelavo v okolju GIS izvedli v okviru priprave Elaborata o organiziranosti in opremljenosti gasilskih enot v javni gasilski službi Mestne občine Ljubljana ter drugih sil za zaščito reševanje in pomoč, ki bo dokončan in objavljen v letu 2009.

## 3 REZULTATI INRAZPRAVA

### 3.1 NFPA 1710

V ZDA za pretežno poklicne lokalne javne gasilske službe uporabljajo nacionalni standard NFPA (*National Fire Protection Agency*) 1710 (International Association of Fire Chiefs 2001). Za pretežno poklicne štejejo tiste javne gasilske službe, kjer prostovoljni gasilci dopolnjujejo delo poklicnih in kjer večji del intervencij izvedejo poklicni gasilci. Za lokalne javne gasilske službe, ki so pretežno prostovoljne, se uporablja standard NFPA 1720. Standard se ne uporablja kot tog predpis, pač pa kot vodilo za oblikovanje in ocenjevanje ustreznosti in uspešnosti lokalne javne gasilske službe. Bistvo standarda je v naslednjih opredelitvah oziroma merilih:

- Čas od prejetja obvestila o nesreči do izvoza iz gasilske postaje je 60 sekund.
- Prvo gasilsko vozilo z vodo in osnovno ekipo gasilcev (najmanj štirje gasilci) pride na mesto intervencije v štirih minutah v 90 % vseh primerov v letu.
- Pri požarni intervenciji se osnovni napad prične v 8 minutah v 90 % vseh primerov v letu. Osnovni napad sestavlja 14 do 15 gasilcev, najmanj eno gasilsko vozilo z vodo, poveljniško vozilo, po potrebi avtolestev ali zgibna ploščad. Mogoče so vse variacije, ki zagotovijo uspešen osnovni napad: dve gasilski vozili z vodo, vozilo za tehnično reševanje, avtolestev, pri čemer ima vsako vozilo npr. štiri gasilce; štiri gasilska vozila z vodo s po tremi gasilci, poveljniško vozilo, zdravstveno reševalno vozilo z enim zdravstvenim reševalcem in dvema gasilcema (če gasilska služba izvaja tudi nujno zdravstveno pomoč)... Bistveno je, da so zasedene vse funkcije, ki omogočajo osnovni napad.
- Vsako leto se izvede ocena, kako lokalna javna gasilska služba izpolnjuje merila.
- Vsako četrletje javna gasilska služba pripravi poročilo.
- Območja ali razmere, kjer oziroma ko standardi ne bodo doseženi, je treba navesti.

Pomembno je poudariti značilnost in/ali opredelitev v NFPA 1710, ko obravnavamo zagotavljanje storitve javne gasilske službe: prvo gasilsko vozilo z vodo vozi na mesto intervencije do 4 minute in/ali osnovni napad v primeru požarne intervencije je razvit v času do vključno 8 minut. To pomeni, da je v skladu z NFPA 1710 tako primer, ko na mesto požarne intervencije pride prvo gasilsko vozilo z vodo in štirim gasilci v času do štirih minut (ali pa npr. trije gasilci z gasilskim vozilom z vodo in poveljujoči častnik s poveljniškim vozilom, ki pričnejo skupaj delati v času do vključno štirih minut), kot tudi primer, ko pride prvo gasilsko vozilo z vodo kasneje kot v štirih minutah, vendar se osnovni napad (14–15 gasilcev) prične v osmih minutah ali prej.

Prijavitelj kliče 112	Regijski center za obveščanje sprejme klic	Regijski center za obveščanje obdela klic obvesti/aktivira ustrezne enote (ali preveže klic v Gasilsko brigado Ljubljana, ki obdela klic in sprejme odločitev o aktiviranju – vrsta in število vozil in moštva )	Gasilska enota izvozi	Prvo gasilsko vozilo z vodo je na mestu intervencije
	30 sekund NFPA 1221	1 minuta NFPA 1221	1 minuta NFPA 1710	4 minute NFPA 1710

Slika 1: Vrste dejavnosti in pripadajoči čas po prvem merilu NFPA 1710 in NFPA 1221 za gasilsko službo.

Prijavitelj kliče 112	Regijski center za obveščanje sprejme klic	Regijski center za obveščanje obdela klic obvesti/aktivira ustrezne enote (ali preveže klic v Gasilsko brigado Ljubljana, ki obdela klic in sprejme odločitev o aktiviranju – vrsta in število vozil in moštva )	Gasilska/e postaje izvozijo z vozili in moštvom po odločitvi	Prvi izvoz (vlak, rendez-vous) gasilskih vozil za požarno intervencijo je na mestu intervencije
	30 sekund NFPA 1221	1 minuta NFPA 1221	1 minuta NFPA 1710	8 minut NFPA 1710

Slika 2: Vrste dejavnosti in pripadajoči čas po drugem merilu NFPA 1710 in NFPA 1221 za gasilsko službo.

Za službo, ki sprejema prijave dogodkov in izvaja dispečerske naloge, NFPA 1221 opredeljuje naslednja merila:

- Na območjih s 730 ali več prijavi dogodkov na leto naj bo v komunikacijskem centru stalno na voljo najmanj en operater.
- 95 % klicev naj bo sprejetih (dvig telefonske slušalke v komunikacijskem centru – centru za obveščanje) v času do 30 sekund.
- V nobenem primeru klic ne sme biti sprejet v več kot 60 sekundah.
- Obdelava klica in obveščanje oziroma aktiviranje ali razpošiljanje ekip naj bo izvedena v času do 60 sekund od pričetka sprejemanja prijave.

Za uporabo NFPA 1710 kot orodja za načrtovanje javne gasilske službe – predvsem v smislu prostorske razporeditve gasilskih postaj je treba opredeliti še hitrost vožnje gasilskih vozil, česar pa ta standard ne opredeljuje. Da bi določili ta čas, je potrebna statistična obdelava podatkov o intervencijah ali pa uporaba vodila *Insurance Services Office (ISO)*.

NFPA 1710 obravnava tudi zdravstveno reševalno službo in opredeljuje naslednje ravni nudenja zdravstvenega reševanja:

- prva, kjer je potrebna oprema in znanje prve pomoči in avtomatskega defibrilatorja (angl. *First Responder*);
- druga z opremo in znanjem temeljnih postopkov oživljanja (angl. *Basic Life Saving Response*);
- tretja z opremo in znanjem dokončnih postopkov oživljanja (angl. *Advanced Life Saving Response*).

Prevoz oskrbovane osebe je treba izvajati z vozilom, ki omogoča nemoteno nadaljevanje oskrbe na ustrezni ravni do prihoda v bolnišnico.

Kadar ni drugih meril (v zakonodaji posameznih držav ZDA), NFPA 1710 zahteva izvoz dveh usposobljenih oseb (z opremo) za temeljne postopke oživljanja in hkrati še dveh usposobljenih oseb (z opremo), za dokončne postopke oživljanja.

NFPA 1710 za zdravstveno reševanje opredeljuje naslednja merila:

Čas od prejete obvestila o nesreči do izvoza iz postaje je 60 sekund.

Prvo vozilo z reševalci, usposobljenimi za prvo oziroma drugo raven reševanja, pride na mesto intervencije v štirih minutah v 90 % vseh primerov v letu.

Prvo vozilo z reševalci, usposobljenimi za tretjo raven reševanja, pride na mesto intervencije v osmih minutah v 90 % vseh primerov v letu.

Prijavitelj kliče 112	Regijski center za obveščanje sprejme klic	Dispečerski centri obdelajo klic in sprejmejo odločitev o aktiviranju – vrsti in število vozil in moštva ter obvestijo/aktivirajo izbrane ekipe (Regijski center za obveščanje, Reševalna postaja Kliničnega centra Ljubljana, Nujna medicinska pomoč Zdravstvenega doma Ljubljana)	Izbrane ekipe izvozijo	Prvo vozilo s prvo ( <i>first responder</i> ) oziroma drugo (BLS) ravno nudenja zdravstvenega reševanja je na mestu intervencije
	30 sekund NFPA 1221	1 minuta NFPA 1221	1 minuta NFPA 1710	4 minute NFPA 1710

Slika 3: Vrste dejavnosti in pripadajoči časi po prvem kriteriju NFPA 1710 in NFPA 1221 za zdravstveno reševalno službo.

Prijavitelj kliče 112	Regijski center za obveščanje sprejme klic	Dispečerski centri obdelajo klic in sprejmejo odločitev o aktiviranju – vrsti in število vozil in moštva ter obvestijo/aktivirajo izbrane ekipe (Regijski center za obveščanje, Reševalna postaja Kliničnega centra Ljubljana, Nujna medicinska pomoč Zdravstvenega doma Ljubljana)	Izbrane ekipe za tretjo raven nudenja zdravstvenega reševanja izvozi	Izbrane ekipe za tretjo raven (ALS) nudenja zdravstvenega reševanja so ne mestu intervencije
	30 sekund NFPA 1221			

Slika 4: Vrste dejavnosti in pripadajoči časi po drugem kriteriju NFPA 1710 in NFPA 1221 za zdravstveno reševalno službo.

### 3.2 Insurance Services Office (ZDA)

*Insurance Services Office* je organizacija, ki analizira nevarnosti in ugotavlja tveganja ter predvsem za ameriško zavarovalniško industrijo pripravlja podatke o nevarnostih in ravneh tveganja (Medmrežje 1). Ena od njihovih storitev je tudi ugotavljanje stopnje požarne varnosti lokalnih skupnosti. Pri tem na podlagi nevarnosti (objekti in dejavnosti) ugotavljajo ustreznost oskrbe s požarno vodo v lokalni skupnosti ter ustreznost lokalne javne gasilske službe, in sicer prek njene opremljenosti, razporeditve postaj, usposobljenosti, načina alarmiranja in ustreznosti dispečerske službe (Medmrežje 2). Eno od orodij za ugotavljanje ustreznosti lokalne javne gasilske službe je tudi analiza ustreznosti razporeditve gasilskih enot oziroma vozil po prostoru lokalne skupnosti (Medmrežje 3, 4). Osnovo merilo je, da na poseljenem oziroma urbaniziranem območju lokalne skupnosti osnovno gasilsko vozilo z vodo pokriva območje, ki je od gasilske postaje oddaljeno do 2,41 km oziroma 3,2 minut vožnje. Gasilsko vozilo z lestvijo pa pokriva območje, ki je od gasilske postaje oddaljeno do 4,02 km oziroma 4,9 minut. Za hitrost vožnje uporabljajo 56,3 km/h. Časa izvoza ta merila ne obravnavajo neposredno.

### 3.3 Velika Britanija

Standarde požarnega pokrivanja so v Veliki Britaniji oblikovali že zelo zgodaj, pred drugo svetovno vojno, v splošno rabo pa so jih sprejeli leta 1947 in jih prilagodili leta 1958. Njihovo bistvo je v tem, da so za območja velikosti 0,5 km<sup>2</sup> ocenili tveganje za nastanek in širjenje požara in ogroženost človeških življenj ter premoženja v objektih in opredelili število gasilskih vozil ter njihov čas za prihod na mesto požara.

Ogroženost (obravnavajo se tveganje za nastanek in širjenje požara in ogroženost človeških življenj ter premoženja v objektih na območju, velikem 0,5 km <sup>2</sup> )	Število osnovnih gasilskih vozil v prvem izvozu	Okvirni časi za prihod na mesto intervencije (minute)		
		1. vozilo	2. vozilo	3. vozilo
A Območja v največjih mestih v državi, kjer je zelo velika koncentracija nakupovalnih, poslovnih, zabavišnih objektov oziroma industrijskih objektov.	3	5	5	8
B Območja v centrih največjih mest v državi, ki ne sodijo v kategorijo ogroženosti »A«.	2	5	8	-

		Okvirni časi za prihod na mesto intervencije (minute)		
C Manjša mesta ali predmestja največjih mest, ki lahko vključujejo tudi območja z višjo ravno ogroženosti.	1	8-10	-	-
D Vsa druga območja, ki jih ne moremo uvrstiti v kategorije A, B ali C. Gre za pretežno podeželsko območje s trgi in vasmi.	1	20	-	-
Oddaljena podeželska območja, redko poseljena območja s posameznimi kmetijami ali manjšimi vasmi z razpršeno gradnjo.	1	Čas ni določen.		
Posebna tveganja Manjša območja ali objekti znotraj prej navedenih kategorij, ki po ogroženosti izstopajo iz širšega okolja, kot na primer: bolnišnice, zelo visoki objekti med pretežno nizko gradnjo, zelo velike kemične tovarne itn.	Število in vrsta vozil ter čas prihoda prvega izvoza se določi za vsak primer posebej glede na njegove posebne značilnosti oziroma zahteve.	-	-	-
Število gasilcev (to število naj gasilska služba zagotovi v 75 % vseh izvozov na letni ravni)	-	5	4	4

Preglednica 1: Standard požarnega pokrivanja v Veliki Britaniji (prerejeno po medmrežju 5).

Hitrost vožnje gasilskih vozil, ki se je uporabljala in se še uporablja pri načrtovanju požarnega pokrivanja temelji na predpisanih hitrostih za posamezne vrste cest: 48 km/h (B razred cest), 64 km/h (A razred cest) in 96 km/h (avtoceste) (Tant 2007).

Hitrost izvoza (čas od prejetja prijave dogodka v poklicno gasilsko postajo do izvoza gasilskih vozil iz gasilske postaje oziroma čas od prejetja obvestila na pozivnik pogodbenih gasilcev do izvoza gasilskih vozil iz gasilske postaje) za gasilske postaje s stalno posadko (poklicni gasilci) je do 116 sekund, za postaje s pogodbeno posadko pa je ta čas do 4 minute (Tant 2008).

V Veliki Britaniji imajo štiri kategorije gasilcev: poklicne za poln delovni čas, pogodbene, pomožne in prostovoljne. Poklicni gasilci za poln delovni čas so na večjih gasilskih postajah v mestih, pogodbeni na ostalih gasilskih postajah, prostovoljni pa na manjših otokih in redkeje naseljenih območjih in manjših vaseh. Pomožni gasilci so lahko tisti prostovoljni gasilci, ki ima enako raven usposobljenosti in opremljenosti kot pogodbeni gasilci. Standardi veljajo tudi za tiste enote gasilske službe, ki niso poklicne za poln delovni čas. Ker pa so take enote na območjih kategorije D ali oddaljenih podeželskih območjih oziroma redko poseljenih območjih s posameznimi kmetijami ali manjšimi vasmi z razpršeno gradnjo, praviloma nimajo težav z doseganjem standardnih časov.

Standarde, ki so kot priporočila za požarno pokrivanje veljali v Veliki Britaniji od konca druge svetovne vojne, je vlada opustila kot predpis (ostali pa so kot vodilo), da bi gasilska služba lahko bolj prilagajala svoje organizacijo in delovanje ogroženosti. Vprašanja požarnega pokrivanja so strokovno-znanstveno začeli kritično obravnavati sredi 90. let prejšnjega stoletja, januarja 1999 pa so začeli s testiranjem možnih rešitev v 18 gasilskih enotah. Spremembe so začeli uvajati leta 2003 (Medmrežje 6). Zlasti gre za opuščanje območij nevarnosti in upoštevanje značilnosti posameznih objektov (in drugih nevarnosti) kot determinant gasilskega izvoza ter za povečano aktivnost gasilske službe na področju preventive (pregledi objektov, svetovanje za izboljšanje požarne varnosti, nameščanje javljalnikov itn.). Za prilagoditev meril požarnega pokrivanja ogroženosti so na državni ravni izoblikovali posebno metodologijo ocenjevanja ogroženosti in jo podatkovno in programsko

podprli in dali na voljo gasilskim službam. Londonska gasilska služba si je, na primer, na novi podlagi določila naslednje standarde:

- Prvo vozilo z vodo prispe na mesto nesreče v času do približno 5 minut v 65 % primerov v letu in v približno 8 minutah v 90 % primerov na leto, kar je enako kot je veljalo ob upoštevanju prej veljavnih standardov oziroma vladnih priporočil.
- Za vsak požar v objektu je standardni izvoz dve vozili z vodo, od katerih ima eno lestev (13,5 m, ročna postavitvev). To ne velja za izvoz na signal avtomatskega javljalnika v nestanovanjskem objektu, kjer je standardni izvoz eno vozilo z vodo.
- Na območje, ki je bilo po prej veljavnih standardih označeno kot območje tveganja A (najvišje tveganje), ne bodo več pošiljali tretjega vozila kot del standardnega izvoza.
- Drugo vozilo bo na mestu intervencije v približno 8 minutah v 75 % na letni ravni in v 10 minutah v 90 % intervencij v letu.

Dodatna vozila in posebna oprema se kot del prvega izvoza pošlje na mesto intervencije, če tako oceni poveljnik območja. Vodja intervencije lahko zahteva kakršnakoli dodatna sredstva in enote (Medmrežje 7).

### **3.4 Nizozemska**

Javna gasilska služba na Nizozemskem je v pristojnosti lokalnih skupnosti, ki s svojimi predpisi urejajo njeno organiziranost, vodenje in delovanje. Država ni predpisala obvezujočih meril za organiziranje gasilske službe, pač pa je sprejela priporočila, ki jih lokalne skupnosti uporabljajo po svoji presoji. Priporočila vsebujejo tipe zgradb oziroma njihovo funkcijo in za vsak tip zgradbe določajo vrsto in število gasilskih vozil, ki morajo sodelovati v prvem izvozu, in čas, v katerem morajo ta vozila prispeti na mesto nesreče (preglednica 2). V času, ki je naveden bi morale biti izvedene naslednje dejavnosti: odločitev o izvozu in prenos odločitve – aktiviranje ustrezne gasilske postaje (1 minuta), izvoz (1 minuta), preostali čas pa je na voljo za vožnjo gasilskih vozil. Pri prostovoljnih enotah bi morala biti čas od aktiviranja gasilcev (praviloma po pozivnikih) do izvoza prostovoljne enote 4 minute (Jeraj 2000). Hitrost vožnje, ki jo upoštevajo pri načrtovanju razmestitve gasilskih postaj, je 45 km/h (Hagen 2008). Moštvo v kombiniranih gasilskih vozilih šteje šest gasilcev, vozilo z lestvijo ali zgibno ploščadjo pa dva gasilca. Glede na objekte na območju lokalne skupnosti župan, s pomočjo priporočenih meril, določi organizacijo javne gasilske službe: kje morajo biti postavljene postaje gasilske službe, koliko in katera vozila morajo imeti in kolikšna mora biti posadka. Čas, v katerem morajo gasilci priti do mesta nesreče, je povprečen čas, ki ga ob intervencijah dosežejo med osmo in šestnajsto uro. Za uspešno štejejo, če na 90 % vseh intervencij pridejo v predvidenem času. V obravnavani čas šteje obdobje, ki preteče od trenutka, ko center za obveščanje preda obvestilo o nesreči gasilski službi, do prihoda na mesto nesreče. Kadar lokalna skupnost organizira gasilsko službo kot v celoti ali delno prostovoljno, mora postaviti gostejšo mrežo prostovoljnih postaj, saj je treba upoštevati, da prostovoljni gasilci pridejo v svojo postajo od doma ali z delovnega mesta, potem ko jih aktivirajo prek pozivnikov. Da bi nekdo lahko postal član prostovoljne gasilske enote, mora praviloma živeti in/ali delati tako blizu gasilske postaje, da po prejemu obvestila po pozivniku pride v prostore postaje v treh minutah (Artensen 2007).



Vrste objektov	Čas za prihod osnovnih gasilskih vozil in avtolestve/dvižne platforme			
	KV1	KV2	KV3	AL
<b>objekti za bivanje</b>				
domovi za starejše z evakuacijskimi potmi	5	7		
domovi za starejše brez javljalnikov požara	5	7	8	5
domovi za starejše s celovito požarno zaščito	8			
objekti za socialne skrbstvo	5	7		5
zapori	5	7		
starejši večstanovanjski objekti	5	7		5
večstanovanjski objekti z enim stopniščem	6			8
dvonadstropni večstanovanjski objekt	8			
samostojna hiša	8			
vrstne hiše	8			
večstanovanjski objekt z enim stopniščem in evakuacijsko potjo čez balkone	8			
stara večstanovanjska hiša z enim stopniščem	6	8		8
visoki stanovanjski objekti	8	8		
stanovanja nad trgovinami in gostinskimi objekti s slabo ognjeodpornostjo med njimi	5	7		5
posebni stanovanjski objekti	5	7		5
zgodovinski stanovanjski objekti	6			8
mobilni stanovanjski objekti	8			
<b>hoteli</b>				
hoteli brez javljalnikov požara	5	7		5
hoteli z javljalniki požara	8	8		
hoteli s celovito požarno zaščito	10			
<b>poslovni objekti</b>				
vladni objekti	8	8		
pisarne	10			
objekti za znanstveno raziskovanje	10			
verski objekti	8	8		
knjižnice	8	8		
<b>objekti za izobraževanje</b>				
šole z več nadstropji za mlajše učence	8	8		
šole z več nadstropji za starejše učence	8			
šole z dvema nadstropjema za mlajše učence	8			
šole z dvema nadstropjema za starejše učence	8			
<b>zdravstvo</b>				
bolnišnice s celovito staro požarno zaščito	8	8		
bolnišnice s celovito novo požarno zaščito	8			
bolnišnice z delno novo požarno zaščito	8	8		
bolnišnice z delno staro požarno zaščito	5	7	8	5

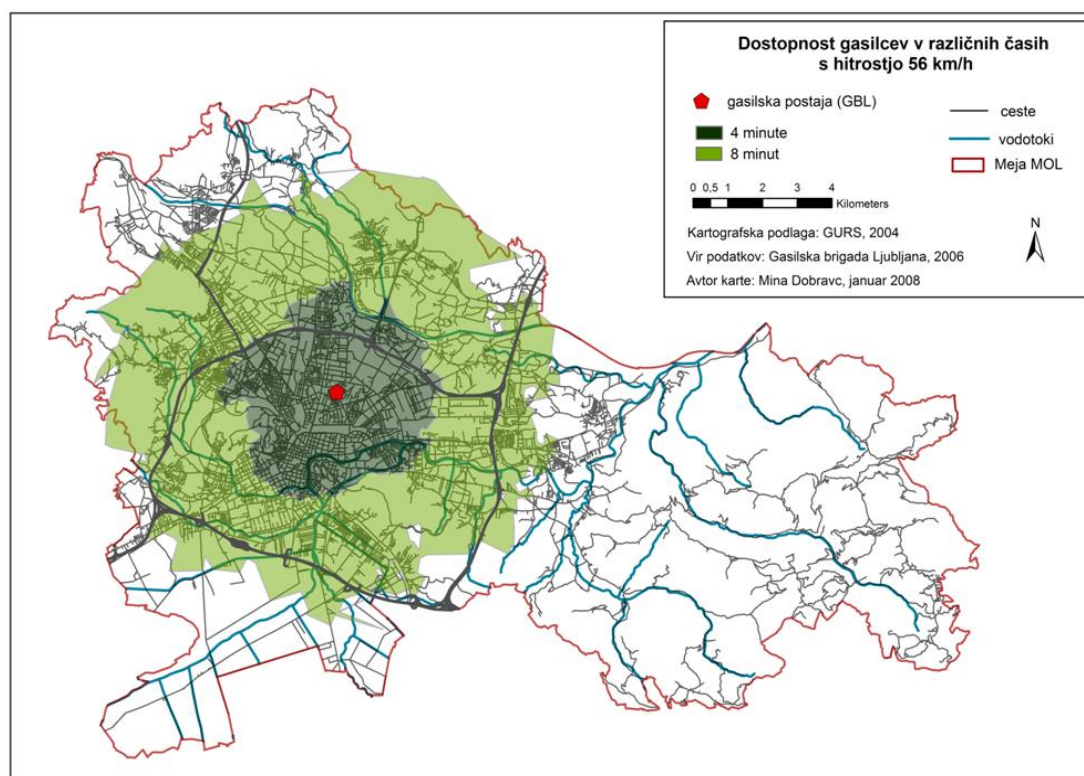
Vrste objektov	Čas za prihod osnovnih gasilskih vozil in avtolestve/dvižne platforme			
	KV1	KV2	KV3	AL
drugi zdravstveni objekti	5	7	8	5
veterina	10			
<b>industrija</b>				
rudarjenje, pridobivanje energije, komunikacije	10			
kmetijstvo	10			
tovarne	10			
tovarne s slabo požarno odpornostjo	8	10		
tovarne s požarnimi conami 1.500 do 2.000 m <sup>2</sup>	10	12		
skladišča	10			
skladišča s slabo požarno odpornostjo	8	10		
skladišča s požarnimi conami 1500 do 2.000 m <sup>2</sup>	10	12		
studii	8			
<b>objekti za promet</b>				
objekti za železniški promet, železniške postaje	10			
objekti za cestni promet, avtobusne postaje	8	8		
objekti za vodni promet, pristanišča	10			
objekti za zračni promet, letališča	8	8		
<b>objekti za zbiranje ljudi</b>				
blagovnice s celovito požarno zaščito	8	8		
blagovnice s slabšo požarno zaščito	8	8	10	8
trgovine	8			
trgovine s slabšo požarno zaščito	8	8		
starejši nakupovalni center	5	7		5
restavracije, kavarne, diskoteke, kinematografi, muzeji	8	8		
restavracije, kavarne v mestnih središčih z možnostjo hitrega širjenja požara	8	8		8
športni objekti	10			
cerkve	10			10
pokopališča	10			
univerze, visoke šole	8			
galerije, živalski vrtovi	8	8		
razstavišča	8	8		

Preglednica 2: Standard požarnega pokrivanja Nizozemske.

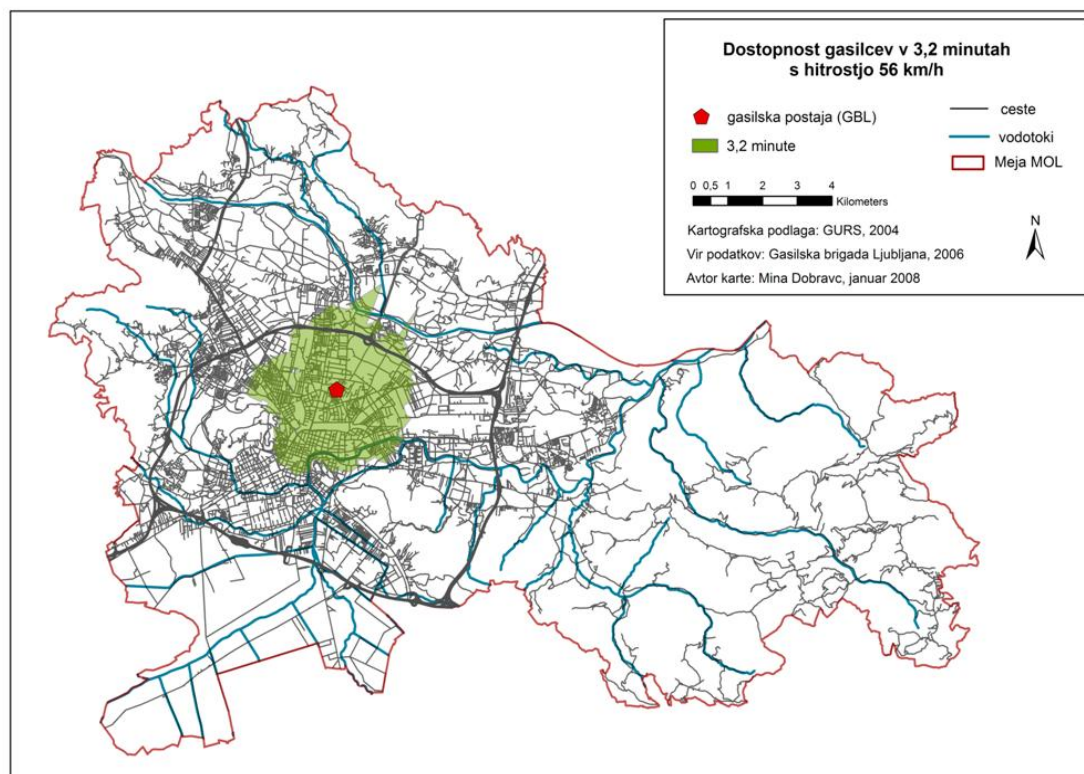
#### 4 SKLEP

Tuje standarde, skupaj so prikazani v preglednici 3, smo uporabili na območju Mestne občine Ljubljana. Pri prostorski obravnavi smo upoštevali standardne čase dostopa, da bi ugotovili, kaj ti časi pomenijo za intervencijsko pokritost posameznih območij. Pri tem smo upoštevali tudi značilnosti posameznih območij (relief, vode, ceste, poseljenost in nevarnosti naravnih in drugih nesreč v obravnavanem prostoru), da smo lahko ocenjevali skladnost s standardi. Ugotovili smo, da sedanje stanje v Mestni občini Ljubljana najbolj odstopa od standarda ISO (slika 6) in nizozemskega standarda (slika 8), najbolj pa se približuje merilom standarda v Veliki Britaniji in NFPA 1710, čeprav tudi v teh dveh primerih ne moremo trditi, da gre za ustrezno skladnost. Na ravni obravnave, do katere smo uspeli priti, se kaže, da Ljubljana potrebuje več kot eno lokacijo, iz katere bodo izvažale gasilske in zdravstvene intervencijske ekipe, kar pomeni tudi večje število poklicnih reševalcev.

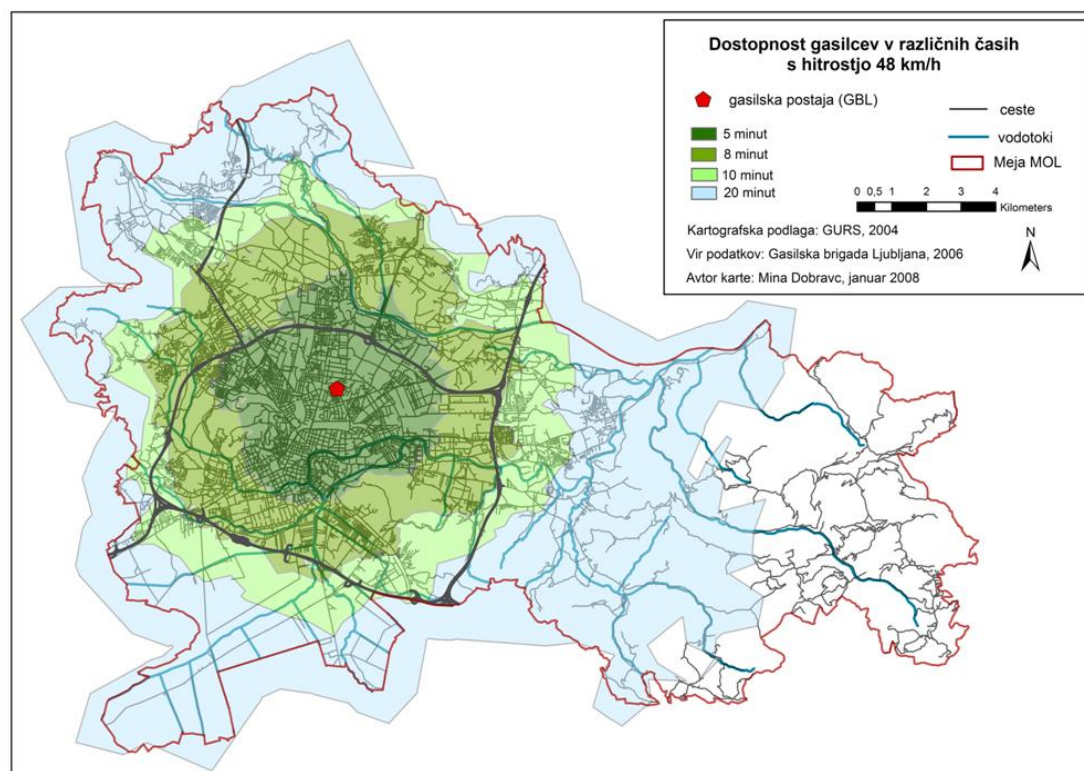
Predstavitev standardov in poskus njihove uporabe prinaša pripravljavcem zakonodaje, večjim lokalnim skupnostim in njihovim gasilskim službam možnost vpogleda v to, kaj pomeni uvedba standardov za izvajalce reševanja (reševalne enote), prejemnike storitve (ljudje v stiski) in pristojne za vzpostavitev in delovanje (financiranje) reševalnih služb (organi lokalne in državne oblasti).



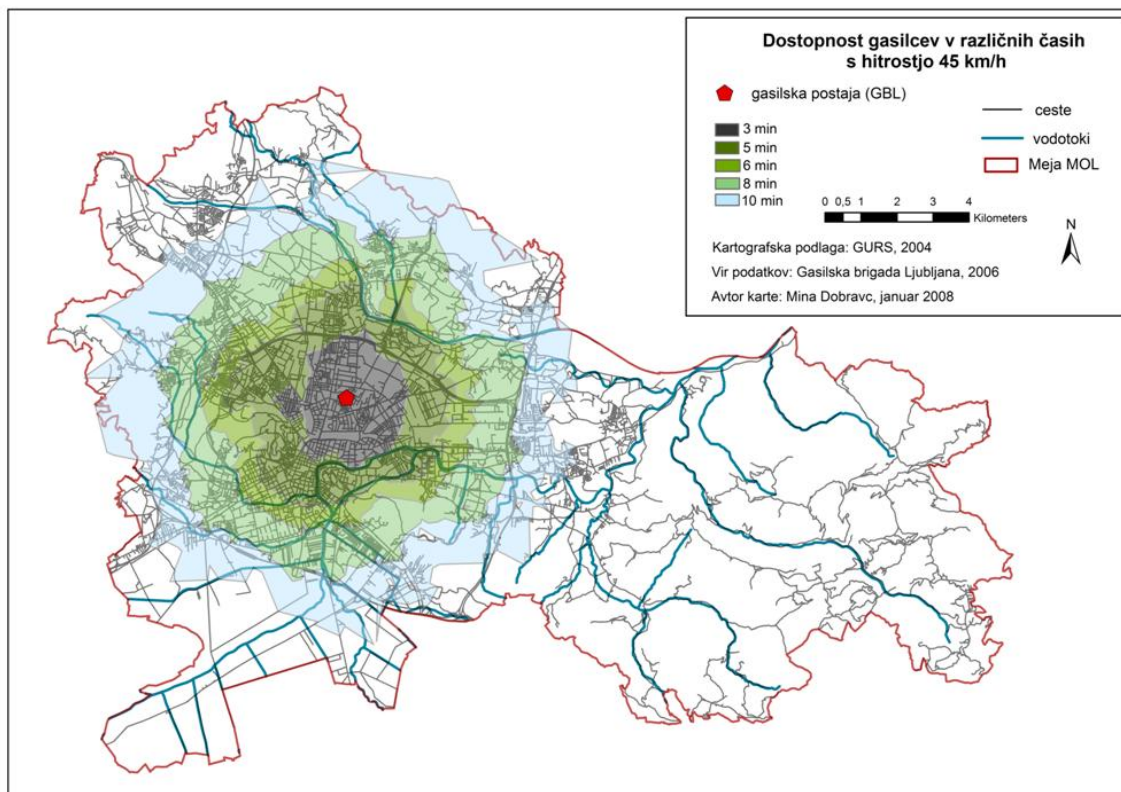
Slika 5: Območji pokrivanja iz lokacije Gasilske brigade Ljubljana v času 4 in 8 minut pri hitrosti vožnje 56 km/h – uporaba NFPA 1710 na primeru Mestne občine Ljubljana.



Slika 6: Območje pokrivanja iz lokacije Gasilske brigade Ljubljana v času 3,2 minute pri hitrosti vožnje 56 km/h – uporaba standarda Insurance Services Office na primeru Mestne občine Ljubljana.



Slika 7: Območja pokrivanja iz lokacije Gasilske brigade Ljubljana v času 5, 8, 10, 20 minut pri hitrosti vožnje 48 km/h – uporaba standardov Velike Britanije na primeru Mestne občine Ljubljana.



Slika 8: Območja pokrivanja iz lokacije Gasilske brigade Ljubljana v času 3, 5, 6, 8 in 10 minut pri hitrosti vožnje 45 km/h – uporaba standardov Nizozemske na primeru Mestne občine Ljubljana.

Stopnje tveganja oziroma vrste objektov	Velika Britanija (Standards of Fire Cover, 1958) – dostopni čas			NFPA 1710 (2001) (ZDA) – dostopni čas		Insurance Services office (ZDA) – čas vožnje	
	prvo gasilsko vozilo	drugo gasilsko vozilo	tretje gasilsko vozilo	prvo gasilsko vozilo	čas prihoda vseh enot prvega izvoza	prvo gasilsko vozilo	avtolestev oz. zgibna ploščad
A	7 min	7 min	10 min	5 min	8 min	3 min 12 sec	4 min 54 sec
B	7 min	10 min		5 min	8 min	3 min 12 sec	4 min 54 sec
C	12 min			5 min	8 min	3 min 12 sec	4 min 54 sec
D	22-24 min			5 min	8 min	3 min 12 sec	4 min 54 sec
podeželska območja z razpršeno gradnjo	se ne določa						
objekti s posebnim tveganjem	število in vrsta vozil se določi za vsak objekt posebej; čas za prvo vozilo ni krajši od 7 min						

Stopnje tveganja oziroma vrste objektov	Nizozemska – dostopni čas				Slovenija (gradivo za predpis o požarni pokritosti) – dostopni čas
	prvo gasilsko vozilo	drugo gasilsko vozilo	tretje gasilsko vozilo	avtolestev oz. zgibna ploščad	prvo gasilsko vozilo poklicna/prostovoljna gasilska enota
A	5 min	7 min	8 min	5 min	8/12 min
B	6 min	8 min	10 min	8 min	10/14 min
C	8 min	10 min	12 min	10 min	15/19 min
D	10 min	12 min			25/29 min
podeželska območja z razpršeno gradnjo					
objekti s posebnim tveganjem					

Preglednica 3: Tuji standardi požarnega pokrivanja in osnutek slovenskih standardov.

## 5 VIRI IN LITERATURA

Artensen, D. 2007: Intervju.

Hagen, R. 2008: Intervju.

International Association of Fire Chiefs 2001: NFPA 1710: A Decision Guide. Fairfax.

Jeraj, J. 2000: Javna gasilska služba na Nizozemskem. Ujma. Ljubljana.

Medmrežje 1: [http://www.iso.com/index.php?option=com\\_content&task=view&id=13&Itemid=1146](http://www.iso.com/index.php?option=com_content&task=view&id=13&Itemid=1146) (3. 12. 2007).

Medmrežje 2: <http://www.lmnc.org/pdfs/ISOFire.pdf> (3. 12. 2007).

Medmrežje 3: <http://www.isomitigation.com/ppc/3000/ppc3015.html> (3. 12. 2007).

Medmrežje 4: <http://www.isomitigation.com/ppc/3000/ppc3014.html> (3. 12. 2007).

Medmrežje 5: <http://www.scotland.gov.uk/Topics/Justice/Fire/15130/1025> (3. 1. 2008).

Medmrežje 6: <http://www.webace.com.au/~lowpress/The%20UK%20Fire%20Cover%20Review.htm> (3. 12. 2007).

Medmrežje 7: [http://www.london-fire.gov.uk/about\\_us/fire\\_cover.asp](http://www.london-fire.gov.uk/about_us/fire_cover.asp) (3. 12. 2007).

Tant, S. 2007: Intervju.

Tant, S. 2008: Intervju.

## PRIPRAVLJENOST JAVNE UPRAVE NA DELOVANJE OB NESREČI

Robert KUS

Mestna občina Ljubljana, Mestna uprava, Oddelek za zaščito, reševanje in civilno obrambo, Zarnikova 3, 1000 Ljubljana, e-pošta: robert.kus@ljubljan.si

### IZVLEČEK

Nesreče vedno prizadenejo posameznika ali skupino ljudi, vedno nastanejo v nekem okolju in so tako vedno povezane s temeljno družbeno skupnostjo. Zato lahko rečemo, da se z nesrečo vedno soočajo na lokalnem nivoju in je zato pomembno, da so lokalne skupnosti in njihove uprave dobro pripravljene na nesreče. Nesreče povzročijo drugačne pogoje za delo uslužbencev in za delovanje (javne) uprave. Mnogokrat morajo za razrešitev problemov uporabiti drugačne postopke in metode dela. Bistvena značilnost nesreč je tudi, da v njih nastanejo za nekatere dejavnosti povečane zahteve (zdravstvena oskrba, oskrba z vodo in elektriko, reševanje, psihosocialna oskrba), ki presegajo normalne zmožnosti skupnosti, ki te dejavnosti zagotavljajo. V prispevku poudarjamo pomen vključevanja celotne občinske uprave v upravljanje ob nesrečah, predstavim različne organizacijske strukture pri tem, predstavim naloge javne/občinske uprave z vidika posameznih faz upravljanja ob nesrečah.

Ključne besede: javna uprava, nesreča, upravljanje ob nesreči

### Disaster Management in Public Administration

#### ABSTRACT

Disasters are the permanent companion of human existence and always affect the environment. In this environment individuals and local communities are the basic level which must confront them. Therefore their preparedness is very important for efficient disaster management. Disasters bring about new conditions for management: shortage of time, with pressure to act quickly, insufficient and unclear information, changing priorities, stress, etc. Due of this, local authorities and administrations have to organise and prepare themselves for disaster management. Disaster management must be an integrated part of civic management. In case of disaster, it is necessary to include all of the local authorities in the resolution of the consequences of the disasters, as well as all of the structures and contractors of public works.

Key words: public administration, disaster, disaster management

## 1 UVOD

Nesreče so stalen spremljevalec človekovega obstoja. Nastanek poplav, požarov, plazov, neurij, potresov, onesnaženja okolja, podorov, cunamijev, prometnih nesreč, je vedno možen. Nesreče imajo poleg neposrednih posledic (poplavljenost, požar, porušitve) tudi drugotne posledice, ki lahko v »... visoko strukturiranem, kompleksnem urbanem okolju presegajo neposredne fizične posledice nesreče ...« (Jeraj 2003, 4). Tu gre za prekinitve pri oskrbi z javnimi storitvami (na primer: električno, vodo, odvajanjem odplak, odvozom komunalnih in drugih odpadkov, javnim prevozom, preskrbo s prehrabnimi potrebščinami). Nesreče praviloma ne povzročijo le enega problema. Ponavadi nastane »... učinek padajočih domin: odeja visokega in težkega snega omeji prevoznost cest, povzroča lomljenje drevja in streh, v snegu ostanejo avtomobili in skupaj z drevjem na cestah onemogočijo učinkovito pluzenje, ljudje ne morejo v službe in proizvodnja ter storitve delujejo v omejenem obsegu, ni mogoče odvažanje odpadkov, prekine se oskrba z električno energijo, zato ni več oskrbe z vodo, ne deluje prečrpavanje odplak, prav tako ne bankomati, ne delujejo blagajne v trgovinah, gasilci in zdravstvena reševalna služba potrebujejo več časa za interveniranje ...« (Jeraj 2003, 4).

Nesreče vedno prizadenejo posameznika ali skupino ljudi, vedno nastanejo v nekem okolju in so tako vedno povezane s temeljno družbeno skupnostjo. Zato lahko rečemo, da se z nesrečo vedno soočajo na lokalnem nivoju (Stallings 1971, 2) in zato je pomembno, da so lokalne skupnosti in njihove uprave dobro pripravljene na nesreče.

Nesreče, katere obseg in velikost sta res velika, lahko pomenijo za vodilne ljudi-odločevalce, pa tudi za uslužbence v javni upravi, krizo. Vsaka kriza ima svoje značilnosti, vse pa imajo tudi nekaj skupnega. V vsaki krizi so nosilci odločanja na raznih ravneh zaznali ogrožanje temeljnih vrednot ali pa ogrožanje njihovega položaja vodilnih javnih uslužbencev. Vsaka od kriz ponuja omejen čas za oblikovanje politike in sprejemanje odločitev. In nenazadnje, vsaka od kriz je postavila nosilce odločanja pod velik stres in jih prisilila, da sprejemajo odločitve v negotovih razmerah, v katerih dogodki prehitevajo eden drugega.

Ob velikih nesrečah se morajo v razreševanje posledic nesreče vključiti vse enote občinske uprave pa tudi predstavniški organi in izvajalci javnih služb. Vsi ti se z nesrečo soočajo zelo redko in takrat so podvrženi velikemu stresu, negotovim okoliščinam, kjer dogodki prehitevajo eden drugega, čas za oblikovanje politike in sprejemanje odločitev pa je omejen.

Nesreče povzročijo drugačne pogoje za delo uslužbencev in za delovanje (javne) uprave. Ti pogoji zahtevajo od uslužbencev, da postopajo »nerutinsko«. Mnogokrat morajo za razrešitev problemov uporabiti drugačne postopke in metode dela, pri tem pa morajo imeti vedno v mislih svoje temeljno poslanstvo, to je zadovoljevanje javnih potreb.

Bistvena značilnost nesreč je tudi ta, da v njih nastanejo za nekatere dejavnosti povečane zahteve (zdravstvena oskrba, oskrba z vodo in električno, reševanje, psihosocialna oskrba), ki presegajo normalne zmožnosti organizacij skupnosti, ki te dejavnosti zagotavljajo. Organizacije se prilagodijo spremembam s strukturo in z delovanjem, ki jim omogočijo uspešnejše izvajanje z nesrečo povezanih nalog.

## 2 UPRAVLJANJE OB NESREČI

Ljudje so že od nekdaj določali svoja ravnanja ob nesrečah in si skladno z njimi tudi določali naloge in oblike svojega organiziranja. Upravljanje ob nesrečah mora biti prepoznano kot integralni del upravljanja neke skupnosti.

Upravljanje v vsakdanjem času in ob nesrečah se razlikuje. Na to vplivajo predvsem razmere, ki v nesreči obstajajo. Za razmere upravljanja ob nesrečah je značilno (Alexander 2000, 165):

- pomanjkanje časa,
- pritiski, da se ukrepa hitro,
- omejitev in dvomljiv tok informacij,
- spreminjanje prioritete,
- potreba po uskladitvi prekrivajočih linij oblasti in odgovornosti.

Za upravljanje ob nesrečah je značilen tudi stres zaradi zgoraj navedenih razmer. Število komunikacij se v razmerah nesreče naglo poveča (več informacij prihaja v skupnost, upravo, več jih tudi gre iz nje), vendar pa je časa za odločitve manj. Za te odločitve je ponavadi pristojna tudi manjša skupina ljudi, ki jih mora sprejeti na podlagi trenutnih informacij, ki so mnogokrat nepopolne. Tako nesrečo čutimo kot bliskovit dogodek. Začne se s pritiski, celo na intimnem področju, in povzroči občutek neizbežnosti. Zdi se nam popolnoma nerazumljiva, nanjo gledamo, kot da je izven objektivne resničnosti. Take percepcije povzročijo močan stres, ki, pomešan z veliko utrujenostjo, negativno vpliva na zmožnost upravljanja ob nesreči. (Cerin 1998; Musek 1994a; 1994b; Pečjak 1994).

Cilj upravljanja ob nesrečah je ugotoviti vse vire nevarnosti, vire in organizacijske zmožnosti, zagotoviti upravljanje in z njim tudi koordinacijo v času trajanja nesreče ter hitro obnovo oziroma vzpostavitev normalnih razmer - razmer, ki so bile pred nesrečo (Britton 1996).

Alexander (2000, 2–3) deli cikel nesreče na cikel pred nesrečo in po nesreči, ta dva pa še podrobneje na že omenjene štiri faze. Te pa podrobneje razdeli na faze preoblikovanja-razvoja (*Reconstruction*), mirovanja (*Quiescence*), pred dogodkom (*Pre-impact*), stanje dogodka (*Emergency*) in obnove (*Restoration*).

Tudi upravljanje ob nesrečah zajema omenjene štiri faze (Godschalk 1991; Waught in Hy 1990a; Waught in Hy 1990b). Faza **Preventive**<sup>1</sup> zajema ukrepe za preprečitev nesreč ter njenih posledic, ukrepe za zmanjšanje verjetnosti, da nesreča nastane in ukrepe za omilitev njenih posledic. Ukrepi so »... namenjeni odpravi ali zmanjšanju stopnje ogroženosti ljudi in njihove lastnine pred nesrečami ...« (Godschalk 1991, 136), faza **pripravljenosti** zajema ukrepe priprav na nesreče in so »... namenjeni razvijanju operativnih sposobnosti in pospešitvi učinkovitega odziva na nesrečo, ko do nje pride ...« (Godschalk 1991, 136), faza **reševanja in najnujnejše pomoči** celoto usklajevanja, usmerjanja in strateškega odločanja o aktivnosti reševalnih in drugih služb ob reševanju ljudi, živali in premoženja, faza **obnove in razvoja** pa ukrepe obnove in razvoja po nesreči (nekaj že tudi ob nesreči), zagotovitev nujnih pogojev za življenje in aktivnosti, ki zahtevajo daljše časovno obdobje in pomenijo vrnitev v normalne razmere ali pa tudi razvoj.

Kot sem že zapisal je cilj upravljanja ob nesrečah »... hitra obnova oziroma vzpostavitev normalnih razmer, razmer, ki so bile pred nesrečo ...« (Kreps 1991, 33).

Učinkovito upravljanje pomeni zagotavljanje vseh teh aktivnosti oziroma učinkovito izvajanje vseh teh štirih faz, ki mora biti tudi pravočasno, saj, kot navaja Ouarantelli (1998, 247), »... organizacija, ki zavlačuje z ukrepanjem in oceno celotne situacije, je ponavadi bolj daleč od učinkovitosti in sposobnosti v krizi, kot pa tista, ki takoj poskuša ugotoviti, kaj je glavni problem, ki zahteva takojšnje ukrepanje ...«.

---

<sup>1</sup> Angleški jezik pozna dva izraza: *prevention* in *mitigation*. *Prevention* pomeni preprečitev nesreče in njenih posledic, *mitigation* pa zmanjšanje verjetnosti, da nesreča nastane in omilitev njenih posledic. V slovenščini za oboje uporabljamo izraz preventiva.



Učinkovito upravljanje ob nesreči torej mora »... omogočiti upravljanje ob manjši nesreči kot tudi v nesreči s katastrofalnimi posledicami. Temeljiti mora na že obstoječih postopkih, ki jih uporabljajo redne službe, organizacije, uprave, biti mora poceni, enostavno za naučiti, sposobno prilagajanja novim tehnologijam, ko se le te razvijejo, sposobno odzivanja na različne nesreče, vključujoč sekundarne in mnogovrstne nevarne vplive. Koncipirano mora biti tako, da se lahko uporablja pri delovanju posamezne službe, organizacije, uprave ali ob sodelovanju mnogih različnih služb, organizacij, uprav ...« (Alexander 2000, 164).

Vse faze upravljanja ob nesreči so med seboj povezane in se prepletajo. Tako se ob izvajanju ukrepov ene faze že lahko izvajajo ukrepi naslednje.

## 2.1 Preventiva

Gre za »... ukrepe, katerih namen je odpraviti ali zmanjšati stopnjo ogroženosti ljudi in njihove lastnine pred nesrečami ...« (Godschalk 1991, 136). Zvezna agencija za upravljanje ob nesrečah v ZDA (FEMA - *Federal Emergency Management Agency*) pa opredeljuje preventivo kot »... delovanje pred nesrečo, z namenom nenehne zaščite pred nesrečo oziroma z namenom preprečitve nesreče ali zmanjšanja njenih posledic ...« (Godschalk 1991, 131). Z učinkovito preventivo rešujemo življenja in zmanjšamo škodo na premoženju, zmanjšamo ekonomske izgube, izgube v kmetijstvu, obvarujemo objekte in naprave in drugo infrastrukturo, ki so pomembne za delovanje in življenje ljudi in zagotovimo njihovo delovanje tudi ob nesrečah, zaščitimo duševno zdravje, zmanjšamo pravno odgovornost vlade in javnih uslužbencev in izvajamo pozitivne politike vladnih ukrepov (Godshalk 1991, 131).

Preventivni ukrepi (ukrepi za preprečevanje nesreč ter njenih posledic, za zmanjševanje verjetnosti, da nesreča nastane in za omilitev njenih posledic) lahko potekajo tudi med obnovo (posledice pretekle nesreče) in med pripravami na možno nesrečo. V obeh primerih je cilj zmanjšati ogroženost z vnaprejšnjimi ukrepi. Le ti vključujejo pripravo okolice (zemljišč), razvijanje načrtov ukrepanj na ogroženih območjih, predstavitev objektov izven ogroženih območij, upoštevanje gradbenih predpisov, izobraževanje in osveščanje odgovornih ljudi in prebivalstva o ogroženosti in ukrepih ob nesrečah.

Preventivni ukrepi pomenijo dolgoročneje ukrepe, ki zahtevajo strateška znanja načrtovanja, oblikovanja politik in uvajanje ukrepov za zmanjševanje ogroženosti.

Tako na primer k splošnim preventivnim ukrepom spadajo: gradbeni predpisi, zavarovanje premoženja in oseb pred nesrečo, vzpostavitev informacijskega sistema o ogroženosti, priprava prostorskih načrtov, analize nesreč, pridobivanje zemljišč, izobraževanje ljudi, raziskave na temo ogroženosti in nesreč, preselitve ljudi in umik objektov iz ogroženih območij, izdelava zemljevidov ogroženosti, oblikovanje varnostnih predpisov, priprava in izvajanje davčne politike.

## 2.2 Pripravljenost

Pripravljenost pomeni soočanje s posameznimi problemi, ki bi nastali ob nesreči in potrebami, ki so le del širšega procesa, ki vključuje poznavanje in znanje (izkušnje, veščine), načrtovanje, usposabljanje in javno izobraževanje vseh, ki jih lahko nesreča prizadene. Pomeni postopke, še preden do nesreče sploh pride. Pomeni razmišljati o nesrečah, ki nam pretijo, jih proučiti, poskušati ugotoviti, kaj se ob nesreči dogaja. Pripravljenost je trajen proces in zmanjšuje stopnjo nepredvidljivosti pred nesrečo, saj je njen cilj »... seznanitev s problemi ter projekcija možnega scenarija in odgovora nanj ...« (Kreps 1991, 34). Pomeni tudi izboljšanje hitrosti ukrepanja ob nesreči. Pripravljenost temelji na znanju in poznavanju.

Ukrepi pripravljenosti potekajo pred nesrečo in zajemajo ukrepe, katerih namen je »... prehiteti nesreče in razviti operativne zmogljivosti ter pospešiti učinkovito ukrepanje, ko do nesreče pride ...« (Godschalk 1991, 136). Zajemajo naslednje splošne ukrepe: zagotavljanje nepretrganosti izvršne oblasti, zagotavljanje radijskega sistema, komunikacij, priprava informacij za prebivalstvo, priprava načrta ukrepanj ob nesreči (aktiviranje, naloge posameznih subjektov, podatki o virih, ki so na razpolago), oblikovanje sistema opozarjanja in obveščanja, pripravo pogodb o medsebojni pomoči in reševalni pomoči, upravljanje z viri, usposabljanje reševalnih enot in drugega osebja, ki bo moralo ob nesreči opravljati določene naloge, organiziranje vaj (Godschalk 1991; Waught in Hy 1990b). Ti ukrepi morajo imeti legitimnost in kontinuiteto, zato jih morajo sprejeti najvišji organi skupnosti, obenem pa morajo biti ukrepi pripravljenosti vključeni v vsakodnevne dejavnosti vlade in ministrstev, s čimer se zagotovi povezanost med odgovornimi za upravljanje ob nesrečah. Ti ukrepi se morajo graditi na podobnostih, hkrati pa se morajo upoštevati tudi razlike. Začeti je treba pri enostavnih do zapletenih, od manjših k večjim, od posameznih reševalnih služb do integralnega sistema le teh (Kreps 1991). Učinkovita pripravljenost zahteva načrtovanje, javno podporo in vključitev javnosti. Pri tem imajo pomembno vlogo mediji (osveščanje o ogroženosti, obveščanje o pripravah, o postopkih ukrepanja prebivalcev ob raznih nesrečah, o informiranju ljudi o načrtih) (Scanlon 1991; Alexander 2000).

### 2.3 Reševanje in najnujnejša pomoč

Poteka med in takoj po nesreči s ciljem reševanja življenj, zmanjševanja škode na lastnini in povečevanja učinkovitosti reševanja (Godschalk 1991, 134–137). Ob tem gre, na primer, za opozarjanje na nevarnost (Polič 1994a), evakuacijo (Perry 1991; Polič 1994b), za aktiviranje reševalnih sil in vseh drugih razpoložljivih virov, vzpostavitev radijskega sistema za komunikacijo, posredovanje navodil prebivalcem, izvajanje prve pomoči in nujne medicinske pomoči, sprejem in oskrba prizadetega prebivalstva, nastanitev le tega (v tej fazi gre za začasno nastanitev (nekaj dnevno/mesečno), daljša se zagotavlja skozi fazo obnove in razvoja), postopke iskanja in reševanja ljudi, vzpostavitev sistema opozarjanja. Ko pride do nesreče, je treba nanjo hitro reagirati. Ljudi je treba zaščititi v največji možni meri, poškodovane je potrebno oskrbeti, poskrbeti za žrtve. Prizadeta skupnost in z njo tudi vodstvo skupaj z upravo, morajo ukrepati takoj, aktivno in učinkovito. V nesrečah je hitro ukrepanje značilno za posameznike in skupine, le to pa ni vedno predvidljivo in učinkovito (Kreps 1991, 30–33). Predvidljivost in učinkovitost tega ukrepanja pa izboljšajo pripravljenost, katero sem opisal že v prejšnjem podpoglavju. Mnogi so tudi mnenja (Kreps 1991; Alexander 2000), da je ob pripravljenosti pomembna tudi sposobnost improvizacije, ker so »... le te vedno potrebne, saj nesreč in njihovih posledic ni možno v celoti predvideti, prav tako pa tudi ne vseh virov, ki jih bomo imeli na razpolago.« (Kreps 1991, 33). Brez improvizacije organi odločanja in upravljalci ob nesrečah (t. i. *Emergency Managers*) izgubijo prožnost glede na možne spremenjene okoliščine. Brez priprav pa »... izgubijo jasnost in učinkovitost soočanja z nujnimi potrebami ukrepanj ob nesrečah ...« (Kreps 1991, 33).

### 2.4 Obnova in razvoj

V tej fazi se začne skupnost vračati v normalno stanje, kakršno je bilo pred nesrečo. Vsi imajo željo obnoviti »vsakdanje« življenje, se vrniti v svoje domove, jih obnoviti. Vse to pa od skupnosti in njenih vodij zahteva sprejemanje pomembnih odločitev. Smiselno je, da pri tem tudi že upoštevajo preventivne ukrepe (ukrepe za blažitev posledic in preprečevanje nastanka nesreč). Seveda pa pri tem prihaja do različnih interesov. Velikokrat postane obnova

in razvoj glavna tema razprav, v katere se vključijo različne interesne skupine. Stari spori in politične ter druge razlike ponovno oživijo. Tako lahko, na primer, želijo lastniki objektov le te obnoviti na najhitrejši in najcenejši možni način, po drugi strani pa je smiselno, da skupnost - oblast zahteva ukrepanja v smislu povečanja odpornosti objektov na učinke nesreč (protipotresna, protipožarna gradnja, gradnja izven poplavnega območja).

Obnova in razvoj zajema ukrepe, katerih namen je »... *ponovna vzpostavitev najpomembnejših sistemov, ki omogočajo minimalne življenjske pogoje in dolgoročne ukrepe za povrnitev normalnih pogojev za življenje in za njihovo izboljšanje* ...« (Godschalk 1991, 136). Ti ukrepi zajemajo, na primer, ukrepe nudenja psihološke pomoči (Rubin 1991), ugotavljanja škode, čiščenja ruševin, dekontaminacijo, vzpostavitev centrov pomoči, plačilo zavarovalnin, posojila in podpore, pomoč brezposelnim, informiranje javnosti, analizo obstoječih načrtov reševanja in njihovo spreminjanje v skladu z ugotovitvami, obnovo in postavitev začasnih naselij (Rubin 1991; Godschalk 1991). Obnova in razvoj je proces, katerega začetek in konec je težko natančno določiti. Načeloma se lahko ti ukrepi pričnejo takoj, ko pride do nesreče, nadaljujejo pa se tudi po njej in lahko trajajo še mnogo let in desetletij. Poteka lahko sočasno s fazo reševanja in najnujnejše pomoči, ko istočasno s kratkoročnimi reševalnimi ukrepi že poteka dolgoročna obnova. Dejansko je težko jasno ločiti obe fazi oziroma kratkoročne (ki pomenijo nek začetek obnove, a še spadajo k postopkom reševanja in najnujnejše pomoči) in dolgoročne ukrepe obnove. Dolgoročna obnova je značilna pri obnovi zgradb in konstrukcij, pri vrednotenju gradbenih norm (*building code*) in prostorskih aktih ter za upoštevanje in izvedbo ukrepov preventive.

### 3 SKLEP

Nesreče so stalen spremljevalec človekovega obstoja. V tem okolju so posamezniki in lokalne skupnosti osnovni nivo, ki se mora soočiti z njimi. Zato je njihova pripravljenost temeljnega pomena za učinkovito soočanje z nesrečami. Zaradi tega se morajo občine in občinske uprave ustrezno organizirati in pripraviti na upravljanje ob nesrečah. Upravljanje ob nesrečah mora biti prepoznano kot integralni del upravljanja neke skupnosti, cilj upravljanja ob nesrečah pa ugotoviti vse vire nevarnosti, vire in organizacijske zmožnosti, zagotoviti upravljanje in z njim tudi koordinacijo v času trajanja nesreče ter hitro obnovo oziroma vzpostavitev normalnih razmer - razmer, kakršne so bile pred nesrečo.

### 4 VIRI IN LITERATURA

- Alexander, D. 2000: *Confronting Catastrophe: New Perspectives on Natural Disasters*. New York.
- Cerin, M. 1998: *Krizno upravljanje in krizno komuniciranje*. Diplomsko delo. Fakulteta za družbene vede Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Godschalk, R. D. 1991: *Disasters mitigation and hazard management. Emergency Management: Principles and Practice for Local Government*. Washington D.C.
- Jeraj, J. 2003: *Sistem zaščite in reševanja v Mestni občini Ljubljana*. Oddelek za zaščito, reševanje in civilno obrambo Mestne uprave. Ljubljana.
- Kreps, A. G. 1991: *Organizing for emergency management. Emergency Management: Principles and Practice for Local Government*. Washington D.C.
- Musek, J. 1994a: *Stresi, krize in osebna čvrstost. Psihološki vidiki nesreč*. Ljubljana.
- Musek, J. 1994b: *Potravmatska stresna motnja. Psihološki vidiki nesreč*. Ljubljana.
- Pečjak, V. 1994: *Vpliv stresa na spoznavanje. Psihološki vidiki nesreč*. Ljubljana.
- Perry, W. R. 1991: *Managing disaster respons operation. Emergency Management: Principles and Practice for Local Government*. Washington D.C.
- Polič, M. 1994a: *Obveščanje in opozarjanje na nevarnost. Psihološki vidiki nesreč*. Ljubljana.
- Polič, M. 1994b: *Evakuacija. Psihološki vidiki nesreč*. Ljubljana.

- Rubin, B. C. 1991: Recovery from disaster. Emergency Management: Principles and Practice for Local Government. Washington D.C.
- Scanlon, T. J. 1991: Reaching out: Getting the community involved in preparedness. Emergency Management: Principles and Practice for Local Government. Washington D.C.
- Stallings, A. R. 1971: A Comparative Study of Community as Crisis Management system. Doktorsko delo. University of Delaware. Newark.
- Waugh, L. W., Hy, J. R. 1990a: Introduction of emergency management. Handbook of Emergency Management. New York.
- Waugh, L. W., Hy, J. R. 1990b: The function of emergency management. Handbook of Emergency Management. New York

---

## TRENDI POJAVLJANJA SANITARNIH SEČENJ GOZDNEGA DREVJA ZARADI ŠKODLJIVIH ŽUŽELK V RAZLIČNIH SCENARIJIH PODNEBNIH SPREMEMB V SLOVENIJI

Nikica OGRIS

Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, e-pošta: nikica.ogris@gozdis.si

### IZVLEČEK

Razvili smo model, katerega namen je ocenjevanje potencialne sanitarne sečnje zaradi žuželk v gozdu. Z modelom smo izračunali trende pojavljanja sanitarnih sečenj gozdnega drevja zaradi žuželk za tri scenarije podnebnih sprememb do konca 21. stoletja. Model je M5P regresijsko drevo, katerega korelacijski koeficient je 0,67. Model je prostorski z ločljivostjo 1 km<sup>2</sup> in ga sestavlja več kot 20.000 celic, ki pokrivajo celotno površino Slovenije. Model vključuje 136 spremenljivk, ki opisujejo podnebje, relief, tla, gozd, krajino in trofično kapaciteto. Zagon modela v optimističnem scenariju kaže zmanjševanje, pri srednjem in pri pesimističnem scenariju pa večanje potencialno dovzetnih površin za poškodbe zaradi žuželk. Intenzivnost potencialnih poškodb zaradi žuželk se bo verjetno premaknila v smeri proti severu in v višje nadmorske lege.

Ključne besede: model, sanitarna sečnja, žuželke, podnebne spremembe

### Trends of sanitary felling due to insects in various climate change scenarios in Slovenia

### ABSTRACT

We developed the model which purpose is assessing the potential sanitary felling due to insects in forest. Trends of the sanitary felling due to insects were calculated for three climate change scenarios until the end of 21<sup>st</sup> century. The model is M5P regression tree, which correlation coefficient measures 0.67. The model is spatial with resolution of 1 km<sup>2</sup> and consists of over 20,000 cells that cover the whole area of Slovenia. The model incorporates 136 variables that describe climate, relief, soil, forest, landscape and trophic capacity. The results of the model show the decrease in optimistic scenario and the increase of potential susceptible areas to damages due to insects in mean and pessimistic scenario. The intensity of potential damages to forest due to insects would likely shift towards north and higher elevation.

Key words: model, sanitary felling, insects, climate change

## 1 UVOD

Sanitarni posek predstavlja posek bolnega, poškodovanega ali sušečega se drevja, ki je odstranjeno iz sestoja z namenom izboljšanja zdravstvenega stanja sestoja (Jurc in ostali 2003). Sanitarni posek beležijo revirni gozdarji glede na enajst možnih vzrokov v podatkovni zbirki Timber (2007). Posek se beleži na ravni gozdnega odseka, po drevesnih vrstah in prostornini.

V obdobju 1995–2005 se je sanitarni posek gibal med 500.000 in 1,2 milijonov m<sup>3</sup> na leto, kar je od 19,3 % do 45,6 % celotnega poseka na leto (preglednica 1). Tolikšne količine posekanega lesa zaradi varstveno-sanitarnih razlogov pomenijo ogromno gospodarsko škodo in se že štejejo za naravno nesrečo. Naravna nesreča je namreč nesreča, ki jo povzročijo potres, udor, poplava, zemeljski in snežni plaz ter nesreča v kmetijstvu ali gozdarstvu, ki jo povzročijo neugodne vremenske razmere kot so žled, pozeba, suša, neurje in toča ali množičen izbruh rastlinskih škodljivih organizmov in živalskih bolezni (Zakon o varstvu pred... 1994; Zakon o odpravi posledic... 2005).

Iz sanitarnega poseka je razvidno, da največ škode povzročijo škodljivci, predvsem smrekovi podlubniki (30,3 % sanitarnega poseka - preglednica 1). V kontekstu podnebnih sprememb bo obravnavanje škod, ki jo povzročijo podlubniki, še pridobilo na pomenu. Raziskave predvidevajo, da se bodo že v naslednjih desetletjih poškodbe zaradi njih drastično povečale (Lange, Bjørn in Krokane 2006).

Model je lahko koristen pripomoček, s katerim lahko predvidimo pojavljanje določenega pojava v drugačnih razmerah, saj se tako lahko tudi bolje pripravimo na prihajajoče spremembe ter omilimo njihov škodljiv vpliv. V prispevku predstavljamo model, katerega namen je ocenjevanje potencialne sanitarne sečnje zaradi žuželk v Sloveniji. Model lahko uvrstimo v razred korelacijskih modelov (Malström in Raffa 2000). Za korelacijske modele je značilno, da poskušajo ugotoviti vzroke in posledice gradacij žuželk na veliki površini s pomočjo proučitve povezave med spremenljivkami, ki opisujejo okolje ter intenziteto poškodb, ki jo povzročajo žuželke.

leto	žuželke	bolezni, glive	žled	snež	drugo	veter	delo v gozdu	emisija	divjad	plaz, usad	požar	skupaj s. p. *	cel posek	delež s. p. * (%)
1995	169	120	1	16	108	88	39	34	3	2	7	589	2094	28,1
1996	88	102	231	461	83	29	43	16	2	3	5	1063	2331	45,6
1997	81	109	623	102	74	57	50	15	5	3	1	1120	2570	43,6
1998	172	125	215	46	78	42	63	13	7	7	1	768	2472	31,0
1999	103	105	65	164	78	55	68	7	5	6	1	657	2399	27,4
2000	119	130	43	38	83	47	76	7	6	4	1	553	2612	21,2
2001	133	124	23	19	80	34	72	6	7	5	1	505	2619	19,3
2002	169	126	12	13	95	64	66	7	8	2	5	566	2651	21,3
2003	407	125	9	112	86	166	57	4	6	3	3	976	3013	32,4
2004	550	131	4	38	85	159	51	5	4	2	3	1031	2935	35,1
2005	747	123	3	14	84	173	54	4	4	2	2	1212	3242	37,4
skupaj	2737	1319	1226	1022	934	915	639	119	56	39	31	9039	28.938	31,2
s. p. * (%)	30,3	14,6	13,6	11,3	10,3	10,1	7,1	1,3	0,6	0,4	0,3	100,0		

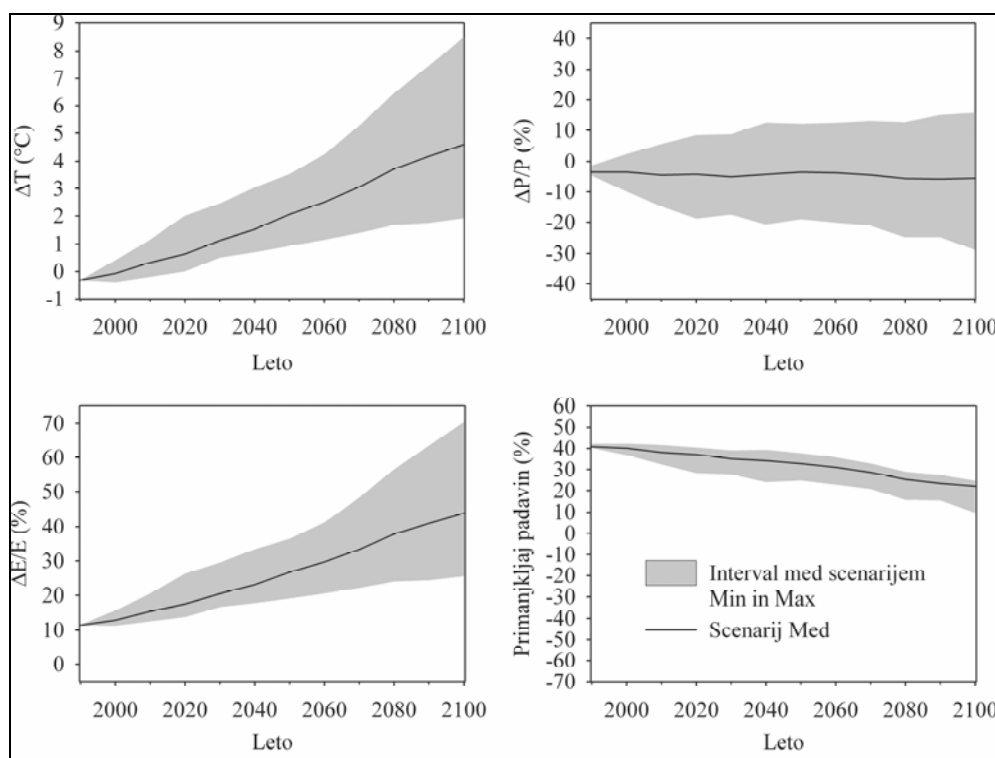
\* s. p. = sanitarni posek

Preglednica 1: Količina poseka po različnih vrstah sanitarnega poseka v obdobju 1995–2005 v Sloveniji v 1000 m<sup>3</sup> (TIMBER 2006).

## 2 SCENARIJI PODNEBNIH SPREMEMB

Scenarije podnebnih sprememb za Slovenijo je izdelal Bergant (2006; 2007). Pripravljene so projekcije za temperaturo, padavine in evapotranspiracijo. Scenariji so sestavljeni kot mesečna povprečja tridesetletnih obdobj z razmikom desetih let v obdobju 1961–2100, za devet krajev v Sloveniji: Ljubljana, Novo mesto, Maribor, Murska Sobota, Rateče, Postojna, Slap pri Vipavi, Bilje in Portorož. Temperature (2 m nad tlemi) so v °C, evapotranspiracija in padavine pa v mm na dan. Scenariji posameznih podnebnih spremenljivk nosijo oznake Min, Med in Max. Scenarij Med pomeni mediano vseh projekcij vseh modelov in scenarijev emisij, Max pomeni maksimum in Min minimum.

Na sliki 1 prikazujemo predvidene podnebne spremembe v Ljubljani. Povprečna letna temperatura se bo v obdobju 2071–2100 po scenariju Med povečala za 4,6 °C, po scenariju Max pa celo za 8,5 °C glede na referenčno obdobje 1961–1990. Povprečnih letnih padavin bo po scenariju Min več za 15,6 %, po scenariju Med za 5,5 % manj in po scenariju Max manj za 29,8 %, glede na obdobje 1961–1990. Ker se bo povprečna temperatura načeloma poviševala, je pričakovati višjo evapotranspiracijo. Po scenariju Med lahko pričakujemo v Ljubljani za 43,9 % višjo evapotranspiracijo, po scenariju Max pa celo za 70,3 %. Razlika med potencialno količino padavin in potencialno evapotranspiracijo predstavlja potencialni primanjkljaj padavin oziroma na nekakšen način verjetnost za nastanek meteorološke suše. Iz zadnjega grafikona na sliki 1 je razvidno, da v Ljubljani do konca 21. stoletja na splošno verjetno ne bo primanjkovalo padavin. Obstaja pa velika verjetnost za nastanek meteorološke suše v sredozemskem in subpanonskem tipu podnebja. Tako bo morda v Portorožu v obdobju 2071–2100 po scenariju Med primanjkovalo 30 % padavin, v Murski Soboti 35 % in Mariboru 5 %.



Slika 1: Predvidena sprememba temperature zraka ( $\Delta T$ ) pri tleh (2 m), količine padavin ( $\Delta P/P$ ), evapotranspiracije ( $\Delta E/E$ ) in predvideni primanjkljaj padavin zaradi podnebnih sprememb v Ljubljani do leta 2100 (Bergant 2006).



### 3 METODE

#### 3.1 Model

Namen modela je oceniti potencialno sanitarno sečnjo zaradi žuželk za različne scenarije podnebnih sprememb. Prostorski okvir je celotno območje Slovenije v ločljivosti 1 km<sup>2</sup>, časovna ločljivost pa eno leto. Model je M5P regresijsko drevo (Quinlan 1992; Wang in Witten 1997). Model smo zgradili s programom Weka (Witten in Frank 2005). Validacijo modela smo izvedli z desetkratnim prečnim preverjanjem. Model ima Pearsonov korelacijski koeficient 0,67.

Pri izračunu modela za različne scenarije podnebnih sprememb smo spreminjali le podnebne spremenljivke. Vse ostale spremenljivke so obravnavane kot konstante. Glede na scenarije podnebnih sprememb za Slovenijo (Bergant 2006), je možno izbrati različne kombinacije scenarijev podnebnih spremenljivk. V prispevku uporabljamo tri scenarije podnebnih sprememb z oznakami A, B in C. Scenarij A je optimistični scenarij in upošteva kombinacijo Min temperature, Min evapotranspiracije in Max padavin. Scenarij B je srednji scenarij, pri katerem smo upoštevali kombinacijo Med temperature, Med padavin in Med evapotranspiracije. Scenarij C je pesimistični scenarij, ki je sestavljen iz kombinacije Max temperature, Max evapotranspiracije in Min padavin.

#### 3.2 Spremenljivke

Ovisna spremenljivka modela je delež sanitarne sečnje zaradi žuželk v lesni zalogi celice modela v obdobju 1995–2005. V modelu je 136 neodvisnih spremenljivk. Podrobni opis spremenljivk podaja Ogris (2007), v tem prispevku navajamo le povzetek. Spremenljivke lahko razdelimo v več skupin: podnebje, relief, tla, gozd, krajina in trofična kapaciteta. Spremenljivke, ki opisujejo podnebje so v modelu zastopane v največjem številu (47): temperatura zraka, temperaturne vsote z različnim pragom, padavine, referenčna evapotranspiracija, kvaziglobalno obsevanje ter indeks sušnosti, ki je izražen kot kvocient med padavinami in evapotranspiracijo. Relief je opisan s šestimi spremenljivkami: nadmorska višina, naklon, ekspozicija. Tla opisuje 34 spremenljivk: različne kemične in fizične lastnosti tal, vrsta tal, idr. Gozd je opisan z drevesno sestavo in rastiščnim koeficientom (30 spremenljivk). Krajina je opisana s petimi spremenljivkami: gostota gozdnih robov ter štiri spremenljivke poglavitnih rab tal. Trofična kapaciteta je podana s sanitarno sečnjo in odmrlo lesno biomaso (14 spremenljivk).

#### 3.3 Hipoteze in omejitve modela

Model za ocenjevanje potencialne sanitarne sečnje zaradi žuželk temelji na mnogih domnevah, kar omejuje njegovo uporabo. Poglavitna hipoteza je, da se pravila, povezave in odvisnosti med spremenljivkami, ki so bili ugotovljeni z algoritmom M5P, ne bodo spremenili v spremenjenih razmerah kot jih prinašajo podnebne spremembe, ampak bodo ostali enaki. Zaradi kompleksnosti sistema kot je populacijska dinamika žuželk, se predvidoma lahko povezave med spremenljivkami spremenijo zaradi vpliva drugega dejavnika.

Korelacijski koeficient modela za ocenjevanje potencialne sanitarne sečnje zaradi žuželk je 0,67. To je srednja vrednost korelacijskega koeficienta, ki pomeni relativno velike napake v izračunih, zato moramo biti pri razlagi zelo previdni. Zaradi velikega tveganja prenosa napak v rezultate smo se odločili, da ne bomo napovedovali eksplicitnih vrednosti poškodb zaradi

žuželk, ampak bomo iz njih poskušali izluščiti relativna razmerja jakosti poškodb glede na razmere v obdobju 1995–2005.

Pri izračunih modela za različne scenarije podnebnih sprememb smo domnevali, da se bodo spremenile le podnebne spremenljivke. Za preostale spremenljivke smo privzeli domnevo, da bodo ostale konstantne, čeprav se bodo z veliko gotovostjo spremenile. Take spremenljivke so: drevesna sestava, delež gozdnatih površin v celici modela, gostota gozdnih robov, povprečni delež organske snovi v tleh, količina odmrle lesne biomase in drugo.

Scenariji podnebnih sprememb so precej negotovi. Bolj verjetne so projekcije za bližnjo prihodnost. Negotovost smo v modelu zmanjšali tako, da smo vključili več scenarijev, ki obsegajo celoten interval možnih sprememb v temperaturi, količini padavin in evapotranspiraciji. Model se lahko ponovno zažene s podatki drugačnega scenarija ali s podatki z večjo prostorsko ločljivostjo. Predvsem se bodo lahko izboljšale ocene, ko bodo izdelani scenariji podnebnih sprememb za celotno območje Slovenije z večjo ločljivostjo, ne pa samo za devet krajev.

Zgradba modela temelji na podatkih o sanitarnem poseku v obdobju 1995–2005. Časovni niz enajstih let je prekratek, da bi lahko iz njega z večjo zanesljivostjo ugotavljali povezave med atributi za pojasnjevanje proučevanega dejavnika. Zadovoljiv bi bil tridesetleten časovni niz. Obdobje 1995–2005 ni dober referenčni niz tudi zato, ker lahko v tem obdobju že opazimo vpliv podnebnih sprememb (Walther in ostali 2002).

Če prekrivamo vhodne podatke različnih virov in ločljivosti, se pojavi napaka, ki vpliva tudi na rezultate. Ta vpliv se lahko zmanjša z večjo celico modela. V našem primeru je bila celica velika 1 km<sup>2</sup>, kar se ujema z najmanjšo ločljivostjo spremenljivk, to je podnebnimi spremenljivkami. Druge spremenljivke imajo v izhodišču večjo ločljivost.

#### **4 REZULTATI IN RAZPRAVA**

Model za ocenjevanje potencialne sanitarne sečnje zaradi žuželk je odločitveno drevo, ki ima 435 listov. Porezano regresijsko drevo je predstavljeno v Ogris, 2007. V modelu so najpomembnejše spremenljivke tiste, ki opisujejo trofično kapaciteto gozda. Na drugem mestu pomembnosti so spremenljivke, ki podajajo drevesno sestavo – od teh je najpomembnejši delež smreke v celici modela. To je razumljivo, saj večino poškodb v sanitarni sečnji zaradi žuželk povzročajo smrekovi in jelovi podlubniki (Jurc in ostali 2003). Pomembne so tudi spremenljivke, ki opisujejo talne tipe. To lahko razložimo z zgodovinskim dejstvom, da je bila smreka pospeševana po celem območju Slovenije, tudi na neavtohtonih rastiščih. Talni tipi so eden najpomembnejših rastiščnih dejavnikov. Rezultati modela morda dokazujejo, da je prav talni tip, to je neustrezno rastišče, eden od pogojev za izločanje smreke in jelke zaradi podlubnikov na nekem območju. Med pomembnejšimi spremenljivkami v modelu za žuželke sta še količina dušika in fosforja v tleh. Visoko korelacijo napadov smrekovih podlubnikov z vsebnostjo dušika in fosforja v tleh so ugotavljali že Dutilleul in ostali (2000).

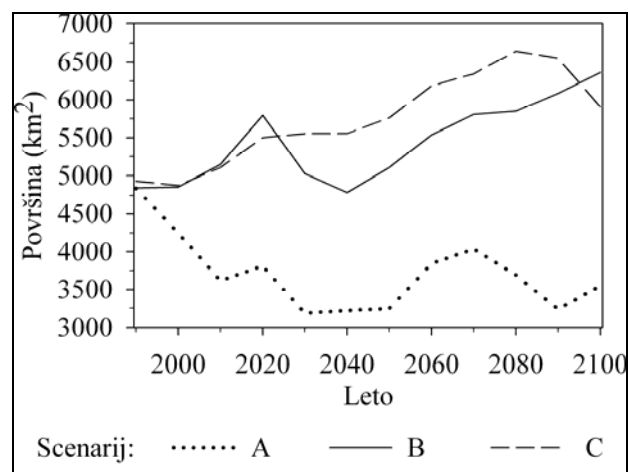
Splošne trende potencialne sanitarne sečnje zaradi žuželk smo ugotavljali s pomočjo koeficienta linearne regresije. Izvedli smo linearno regresijo na rezultatih modela, za tri scenarije podnebnih sprememb, kjer je bila odvisna spremenljivka povprečni delež sanitarne sečnje v lesni zalogi v obdobju desetih let, neodvisna spremenljivka pa desetletno obdobje na intervalu 1981–2100 (dvanajst obdobj). Koeficient neodvisne spremenljivke v linearni funkciji, ki ga izračunamo z linearno regresijo, pove naklon premice. Če ima koeficient pozitiven predznak pomeni to, da ima potencialna sanitarna sečnja zaradi podlubnikov v izbranem scenariju podnebnih sprememb trend večanja, medtem ko pomeni negativni

predznak koeficienta splošni trend zmanjševanja. Vrednost koeficienta pove, za koliko največ (v % lesne zaloge) se bo povprečno spremenila potencialna sanitarna sečnja v desetih letih na območju celotne Slovenije.

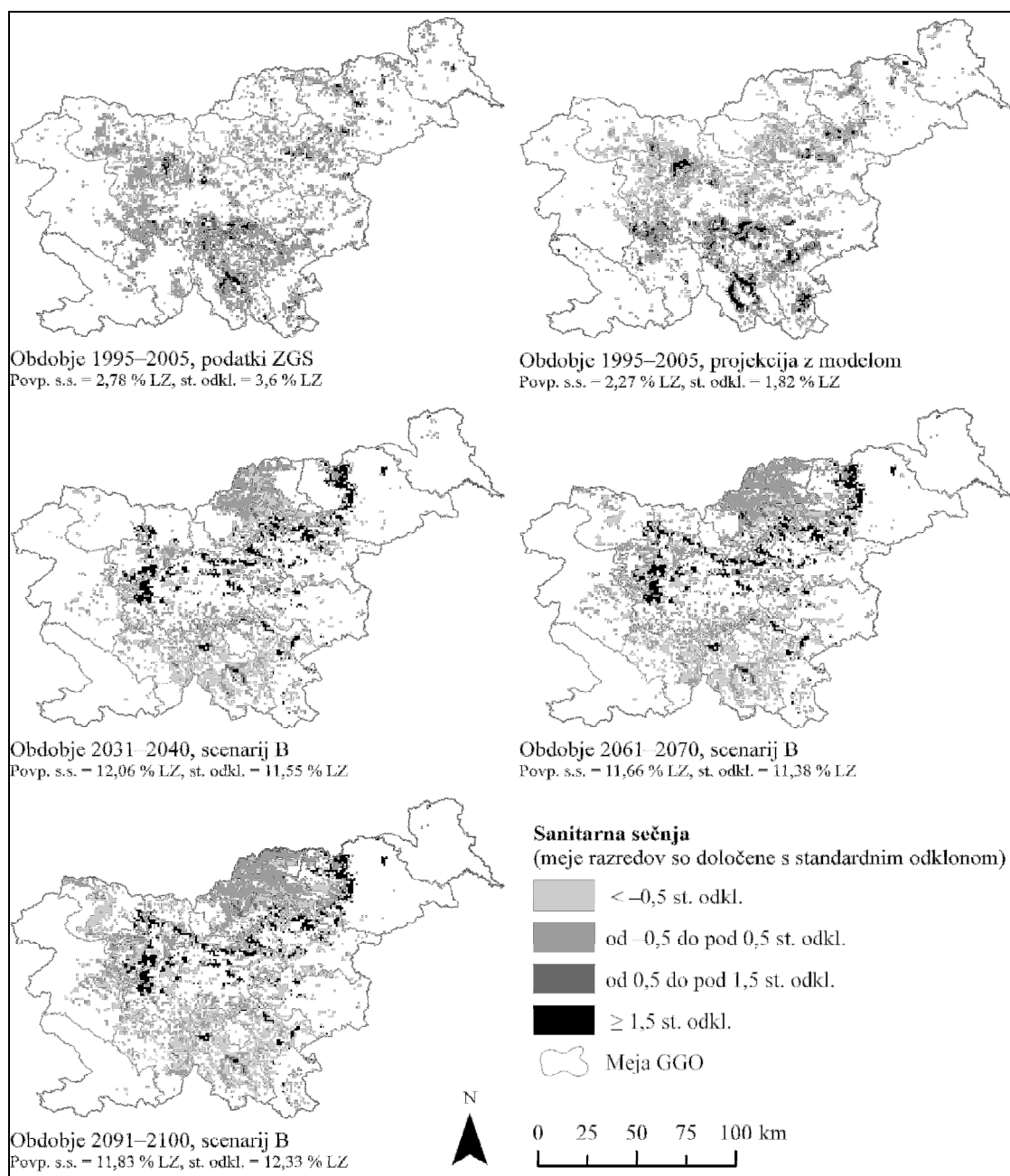
Rezultati modela za ocenjevanje potencialnih sanitarnih sečenj zaradi žuželk kažejo na to, da se bo intenzivnost poškodb zaradi žuželk najbolj povečala v scenariju C, manj v scenariju B in najmanj v scenariju A podnebnih sprememb. V scenariju A je projekcija povečanje povprečnih potencialnih poškodb zaradi žuželk, in sicer za 0,025 % v lesni zalogi na desetletje oziroma 3,2 % več poškodb na desetletje glede na povprečni podatek iz referenčnega obdobja 1995–2005. Po scenariju B se bo potencialni sanitarni posek zaradi žuželk povprečno povečeval za 4,1 %, po scenariju C pa za 7,9 % na desetletje glede na referenčno obdobje.

Analiza rezultatov modela po površini je prav tako pokazala trend splošnega naraščanja potencialno dovzetnih površin za poškodbe zaradi žuželk in sicer v scenariju B 121 km<sup>2</sup> na desetletje in v scenariju C 150 km<sup>2</sup> na desetletje (slika 2). V scenariju A pa model v povprečju predvideva zmanjševanje potencialno dovzetnih površin za poškodbe zaradi žuželk in sicer 69 km<sup>2</sup> manj na vsako desetletje.

Na prvih dveh kartah iz prostorskega razporeda sanitarne sečnje zaradi žuželk v Sloveniji (slika 3), vidimo dejanski razpored sanitarne sečnje v obdobju 1995–2005 in modelskega za isto obdobje. Iz primerjave prvih dveh kart lahko ugotovimo, da model dovolj dobro posnema dejanske razmere v naravi. Glede površin pa v nekaterih primerih posplošuje, precenjuje ali podcenjuje intenzivnost poškodb. Primerjava projekcije sanitarne sečnje zaradi žuželk, za podnebne spremembe po scenariju B za obdobje 2031–2040 s prostorsko razporeditvijo sanitarnih sečenj zaradi žuželk v obdobju 1995–2005 (referenčno obdobje), pokaže precejšnje spremembe. Spremembe, do katerih pride že v prvem predstavljenem obdobju, se v poznejših obdobjih 2061–2070 in 2091–2100 samo še stopnjujejo v nakazano smer iz prvega obravnavanega obdobja 2031–2040. Površina potencialnih sanitarnih sečenj zaradi žuželk se bo predvidoma najbolj povečala v gozdnogospodarskih območjih (GGO) Slovenj Gradec, Tolmin, Nazarje in Postojna. V GGO Murska Sobota in Sežana se bo površina s potencialno sanitarno sečnjo zaradi žuželk verjetno precej zmanjšala. Iz prostorskega prikaza projekcij je mogoče ugotoviti, da se bodo potencialne poškodbe zaradi žuželk povečale na severu države. Na splošno se bo verjetno intenzivnost potencialnih poškodb zaradi žuželk premaknila v smeri proti severu in v višje nadmorske lege.



Slika 2: Projekcije gibanja potencialnih površin za sanitarno sečnjo zaradi žuželk v Sloveniji za tri scenarije podnebnih sprememb in obdobje 1981–2100.



Slika 3: Prostorski razpored sanitarne sečnje zaradi žuželk v Sloveniji; dejanski posek in posek kot ga oceni model za obdobje 1995–2005; za scenarij B podnebnih sprememb v treh obdobjih, t. j. 2031–2040, 2061–2070, 2091–2100 (LZ = lesna zaloga, s. s. = sanitarna sečnja).

Raziskave, ki se ukvarjajo z vplivom podnebnih sprememb na rastlinojede žuželke, napovedujejo (Jurc 2007):

1. povečanje biološke aktivnosti ter s tem povezan večji vpliv floemofagov in defoliorjev na gozdove, kar se že dogaja v evropskih in slovenskih gozdovih,
2. spremembo v razširjenosti posameznih domačih rastlinojedih žuželk in njihovo pojavljanje v višjih nadmorskih legah,
3. naselitev in udomačitev novih, eksotičnih rastlinojedih žuželk, ki bodo povzročale dodatno škodo na gozdnem drevju.

Rezultati modela za ocenjevanje potencialnih sanitarnih sečenj zaradi žuželk, prispevajo k dokazovanju vseh slednjih domnev. Že v naslednjih desetletjih lahko pričakujemo drastično povečanje poškodb gozdov zaradi žuželk (slika 2 in 3), kar je tudi v skladu z ugotovitvami drugih raziskav (Lange, Bjørn in Krokane 2006).

## 5 VIRI IN LITERATURA

- Bergant, K. 2006: Projekcije mesečnih povprečij temperature zraka, padavin in evapotranspiracije za devet krajev v Sloveniji za obdobje 1961–2100. Osebni vir. Center za raziskave atmosfere Univerze v Novi Gorici. Nova Gorica.
- Bergant, K. 2007: Projekcije podnebnih sprememb za Slovenijo. Podnebne spremembe - vpliv na gozd in gozdarstvo. Ljubljana.
- Dutilleul, P., Nef, L., Frigon, D. 2000: Assessment of site characteristics as predictors of the vulnerability of Norway spruce (*Picea abies* Karst.) stands to attack by *Ips typographus* L. (Col., Scolytidae). *Journal of Applied Entomology* 124. Hamburg.
- Jurc, D. 2007: Patogeni drevja in spremembe podnebja v Sloveniji. Podnebne spremembe - vpliv na gozd in gozdarstvo. Ljubljana.
- Jurc, D., Jakša, J., Jurc, M., Mavsar, R., Matijašič, D., Jonozovič, M. 2003: Zdravje gozdov - Slovenija 2002. Ljubljana.
- Lange, H., Bjørn, Ø., Krokane, P. 2006: Thresholds in the life cycle of the spruce bark beetle under climate change. *Complex Systems* 1648. Champaign.
- Malström, C. M., Raffa, K. F. 2000: Biotic disturbance agents in the boreal forest: considerations for vegetation change models. *Global Change Biology* 6. Oxford.
- Ogris, N. 2007: Model zdravja gozdov v Sloveniji. Doktorsko delo. Oddelek za gozdarstvo in obnovljive vire Biotehniške fakulteta Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Quinlan, J. R. 1992: Learning with continuous classes. 5th Australian Joint Conference on Artificial Intelligence. Hobart. Tasmania.
- Zakon o varstvu pred naravnimi in drugimi nesrečami (ZVNDN). Uradni list Republike Slovenije 64/1994. Ljubljana.
- Zakon o odpravi posledic naravnih nesreč (uradno prečiščeno besedilo) (ZOPNN-UPB1). Uradni list Republike Slovenije 5041/2005. Ljubljana.
- TIMBER 2006: Timber, podatkovna zbirka o poseku gozdnega drevja. Zavod za gozdove Slovenije. Ljubljana.
- Walther, G.-R., Post, E., Convey, P., Menzel, A., Parmesan, C., Beebee, T. J. C., Fromentin, J.-M., Hoegh-Guldberg, O., Bairlein, F. 2002: Ecological responses to recent climate change. *Nature* 416. London.
- Wang, Y., Witten, I. H. 1997: Inducing model trees for continuous classes. 9th European Conference on Machine Learning. Praga.
- Witten, I. H., Frank, E. 2005: Data Mining, Practical Machine Learning Tools and Techniques. San Francisco.

## SANACIJA V UJMAH POŠKODOVANIH GOZDOV

Aleš POLJANEC <sup>a)</sup>, Andrej GARTNER <sup>b)</sup>, Vida PAPLER-LAMPE <sup>b)</sup> in Andrej BONČINA <sup>a)</sup>

<sup>a)</sup> Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Večna pot 83, 1000 Ljubljana, e-pošta: ales.poljanec@bf.uni-lj.si; andrej.boncina@bf.uni-lj.si

<sup>b)</sup> Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Bled, Ljubljanska 19, 4260 Bled, e-pošta: andrej.gartner@zgs.gov.si; vida.papler-lampe@zgs.gov.si

### IZVLEČEK

Naravne ujme so eden od najpomembnejših dejavnikov sprememb drevesne sestave in zgradbe gozdov. Z vidika upravljanja z gozdovi so problematične predvsem vremenske ujme večjih jakosti. Najpogostejše vrste ujm v Sloveniji so snegolomi, žledolomi, vetrolomi, požari in gradacije podlubnikov. Njihov pomen je v različnih delih Slovenije različen, vse pa zahtevajo posebno obravnavo pri načrtovanju in gospodarjenju. Sanacije posledic ujm v gozdovih so zaradi dolgih razvojnih ciklov ekosistema, pogosto težkih terenskih razmer in omejenih virov v primerjavi z ujmami na ostalih površinah, specifične. V prispevku je na primeru petih večjih ujm, ki so v zadnjih treh letih prizadele gozdove v različnih delih Slovenije, opisan in utemeljen postopek pri sanaciji posledic v gozdovih. Predstavljene so dejavnosti, ki so bile izvedene pri sanacijah. Podane so pobude za izboljšanje sanacij ujm v gozdovih.

Ključne besede: gozd, sanitarni posek, ujma, sanacija, škode, krizno odzivanje

### Sanitation of Damaged Forests Caused by Storms

### ABSTRACT

Disturbances are one of the crucial driving forces accounting for changes in tree species composition and stand structure of the forest. Disturbances with fierce intensity are most problematic from point of forest management. The most frequent events are wind-throws, snow and ice breakages, forest fires and insect outbreaks; their importance is different in different parts of Slovenia. They should be considerate in forest planning and management. Sanitations of damaged forest are, due to long development cycles of forest ecosystems, unfavorable relief conditions and limited resources, specific in comparison with events in other areas. Concept of decision-making is described and all activities within the sanitation are evaluated on the case of selected events that affected forests over the last three years in different parts of Slovenia. The planning process for the case of sanitation is described and changes for improvements of sanitation procedure are suggested.

Key words: forest, salvage cut, storms, sanitation, damages, crisis responding

## 1 UVOD

Gozdovi pokrivajo kar 58 % celotne površine Slovenije (Poročilo... 2007) in so pomemben naravni vir, ki hkrati zagotavljajo številne ekološke in socialne učinke. Na stabilnost delovanja gozdnih ekosistemov poleg sestave in zgradbe gozdnih sestojev vplivajo različni dejavniki, ki povzročajo »motnje«. Te so lahko različnih jakosti, pogostosti, prizadenejo lahko različno veliko površino, lahko so kratkotrajne ali pa trajajo daljše obdobje. Nekatere motnje so posledica neposrednih ali posrednih človeških vplivov, druge so rezultat okoljskih in biotskih dejavnikov.

Pri gospodarjenju z gozdovi posledice motenj spremljamo z evidentiranjem sanitarnih sečenj (Pravilnik... 2006). Najpogostejši vzroki za sanitarne sečnje so sneg, žled, veter, požar in gradacije podlubnikov (Jakša in Kolšek 2009). Njihov pomen je v različnih delih Slovenije različen: vetrolomi gozdove največkrat prizadenejo v alpskem svetu, sneg in žled ogrožata predvsem tanjše sestoje v nadmorskih višinah med 600 in 1000 m, požari so značilni za pionirsko vegetacijo na Krasu, podlubniki se večinoma pojavljajo kot sekundarne motnje, ki sledijo abiotiskim ujmam, in ogrožajo predvsem smrekove gozdove v osrednji in vzhodni Sloveniji.

Za gospodarjenje z gozdovi so problematične motnje večjih jakosti – ujme, saj zahtevajo posebno obravnavo pri gozdnogospodarskem načrtovanju. Ob tem se postavljajo tri poglobljena vprašanja:

kako z ustreznim usmerjanjem razvoja gozdov povečati odpornost gozdnih ekosistemov in s tem zmanjšati tveganje pri gospodarjenju z gozdovi;

kako načrtovati na gozdnih območjih, kjer obstaja velika nevarnost pojavljanja ujme, in kakšna naj bo učinkovita priprava načrtov in drugih podlag za gospodarjenje z gozdovi po katastrofah;

kako učinkovito izdelati in izvesti sanacijski načrt za prizadete površine.

V tem prispevku smo na podlagi študije izbranih primerov sanacij prizadetih gozdov obdelali predvsem zadnje vprašanje.

## 2 METODE DELA

### 2.1 Viri podatkov in območje raziskave

Raziskava zajema pet večjih ujme, ki so v zadnjih treh letih prizadele gozdove v različnih delih Slovenije (Slika 1):

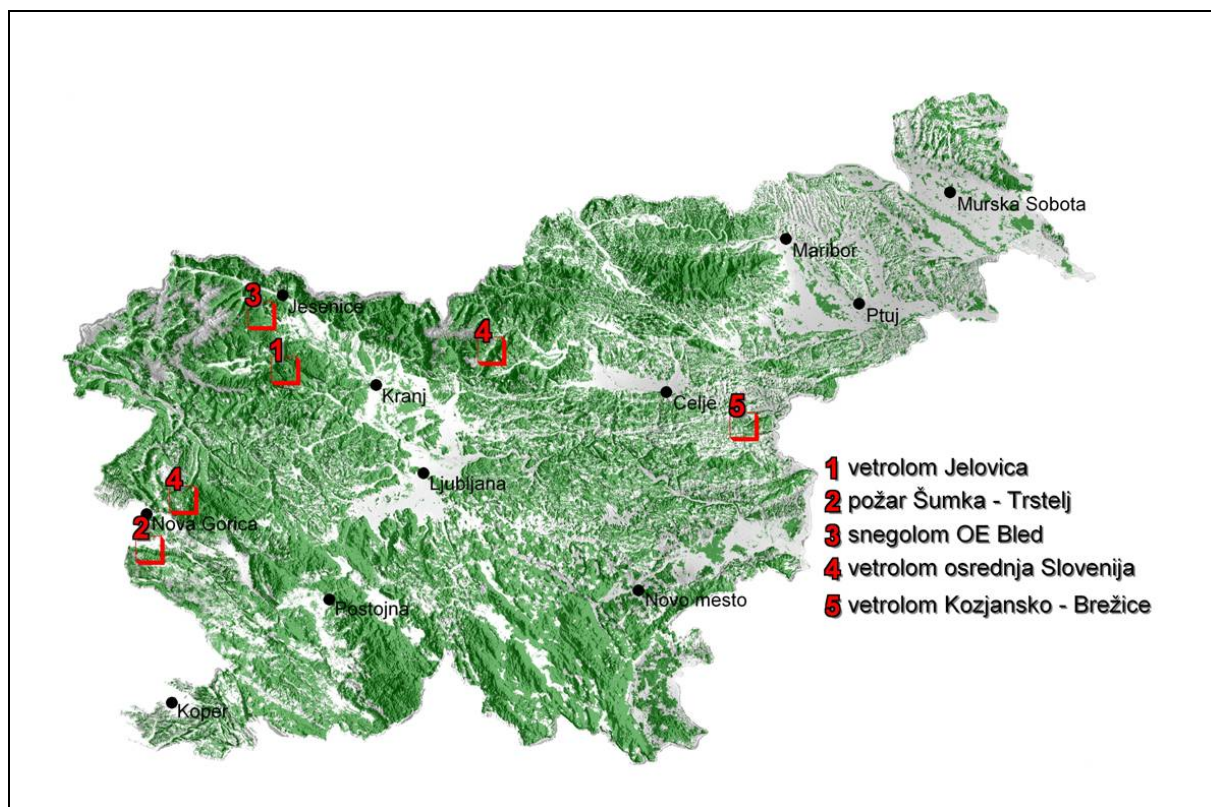
1. Vetrolom Jelovica, ki je 29. junija 2006 prizadel 160 ha (85.000 m<sup>3</sup> lesne mase) odraslih smrekovih sestojev. Povzročena škoda je bila ocenjena na 1.270.000 € (Gartner in sod. 2006; Sanacijski... 2006a);

2. Požar Šumka-Trstelj, kjer je med 21. in 26. julijem 2006 pogorelo 950 ha večinoma listnatega gozda na kraškem terenu. Uničenih je bilo 80.000 m<sup>3</sup> lesne mase. Poleg ekonomske škode, ki je bila ocenjena na 900.000 €, je območje zaradi občutljivega kraškega terena in zaostrenih rastnih razmer tudi močno ekološko prizadeto (Sanacijski... 2006b; Košir in Jež 2008);

3. Snegolom, ki je januarja 2007 prizadel kar 20.000 ha gozdov na Zgornjem Gorenjskem, predvsem na planotah Mežaklja, Pokljuka in Jelovica. Poškodbe so bile večinoma razpršene, polomljenega je bilo 150.000 m<sup>3</sup> tanjšega lesa. Ekonomska škoda je bila ocenjena na 2.100.000 € (Sanacijski... 2007; Papler-Lampe 2008);

4. Vetrolom, ki je 6. in 13. julija 2008 prizadel Trnovski gozd ter pas med Komendo, Črničcem in Gornjim Gradom. Prizadeto območje je veliko 14.400 ha, uničenega je bilo 400.000 m<sup>3</sup> lesa, ocenjena ekonomska škoda pa je bila 4.650.000 € (Kolšek 2008; Načrt... 2008a);

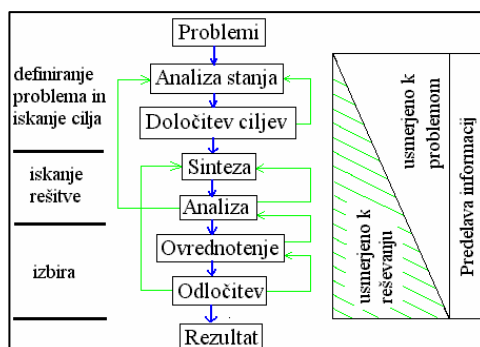
5. Vetrolom Kozjansko-Brežice, ki je 15. avgusta 2008 prizadel 5.440 ha mešanih gozdov na Kozjanskem in Bohorju. Uničeno je bilo 94.000 m<sup>3</sup> lesa, ekonomska škoda je bila ocenjena na 570.000 € (Kolšek 2008; Načrt... 2008b).



Slika 1: Lokacije raziskanih objektov.

## 2.1 Presoja odločanja pri sanacijah nekaterih večjih ujm v Sloveniji

Analizirali smo odločitve, zapisane v sanacijskih načrtih. Dodatne informacije smo zbrali s pregledom objav v strokovni in znanstveni periodiki. Območnim enotam, ki teritorialno pokrivajo prizadeta območja, smo posredovali vprašalnik, s katerim smo pridobili dodatna pojasnila o sanacijah prizadetih gozdov.



Slika 2: Prikaz procesa odločanja (prirejeno po Bachmann 2002; Bončina 2008).



Potek sanacij poškodovanih gozdov na izbranih objektih smo presojali po splošnem modelu odločanja (slika 2); model je uporaben pri načrtovanju, lahko pa ga smiselno uporabimo tudi pri sanaciji ujm. Pri predstavljenem postopku je pomembno, da čim bolj jasno odgovarjamo na navidez enostavna vprašanja, kot: kakšno je problemsko stanje, kaj želimo doseči (določitev ciljev), kakšne so možnosti (variante) ukrepanja, kar je na sliki prikazano kot »iskanje rešitve«. Po določitvi variant sledi presoja – ovrednotenje variant in izbira končne odločitve, ki jo je treba pripraviti za izvedbo, kar je pravzaprav načrt. Opisan model sili v razmislek in omogoča izbiro pretehtanih odločitev. Z opisanim modelom smo zatem presojali in ovrednotili ključne odločitve pri izpeljanih sanacijah.

### **3 POTEK SANACIJE IN PRESOJA ODLOČITEV**

Sanacije ujm v gozdovih so specifične. Zaradi dolgih razvojnih ciklov je sanacija ujm v gozdovih dolgotrajnejša kot v urbanem okolju. Težke terenske razmere in omejeni finančni ter človeški viri pogosto otežujejo hitro in učinkovito ukrepanje. Zaradi različnih naravnih, gozdnogospodarskih in socialnoekonomskih razmer ter različnih ujm so sanacije prizadetih gozdov raznovrstne. Ne glede na razlike pa lahko potek sanacije razdelimo na značilne upravljalvske stopnje: 1) inventura, 2) odločanje in načrtovanje, 3) izvedba in 4) kontrola.

#### **3.1 Inventura prizadetih površin**

Izredni dogodki v gozdovih zahtevajo hiter in koordiniran odziv. V začetni fazi je treba pridobiti čim boljše informacije v čim krajšem času za sprejemljivo ceno, pri tem pa izbrana inventurna metoda ne sme upočasniti izvedbe sanacijskih del. Ugotovitve o prizadetih površinah gozdov in količinah poškodovanega drevja so osnova za odločanje o poteku sanacije, organizaciji in izvedbi del na terenu ter za informiranje javnosti in lastnikov gozdov.

V analiziranih primerih je bila najpogostejša okularna ocena prizadetih površin in količin drevja. Prednost okularne ocene pred drugimi inventurnimi metodami je v tem, da je hitra in relativno poceni. Slabost pa je nezanesljivost, saj se pogosto izkaže, da so okularne ocene poškodb zelo podcenjene. Kljub slabosti je okularna ocena delno upravičena na območjih, ki so zaradi ujm nedostopni in/ali je gibanje po terenu nevarno ter tam, kjer so poškodbe gozdnih sestojev razpršene po veliki površini (na primer snegolomi, gradacije podlubnikov). Okularno oceno pogosto uporabljamo za prvo oceno poškodovanih sestojev. Pomembno je, da to oceno pozneje dopolnjujemo z drugimi inventurnimi metodami. Zavod za gozdove Slovenije vzdržuje informacijskih sistem za vse gozdove v Sloveniji. Inventure za posamezno gozdnogospodarsko enoto izvajamo vsakih deset let tako, da vsako leto posodobimo informacije za desetino celotne površine gozdov. Pomemben vir podatkov so stalne vzorčne ploskve in sestojne karte, ki v kombinaciji z letalskimi posnetki omogočajo kvalitetnejše ocene poškodovanih sestojev – natančno določitev poškodovanih površin ter količino in strukturo poškodovanega drevja. Velika pomanjkljivost je, da v primeru katastrof v gozdovih na nacionalni ravni ni na voljo sistemskih sredstev za zbiranje informacij ter za hitro in verodostojno oceno poškodb. V nekaterih primerih so izvedli letalsko snemanje (na primer požar Šumka-Trstelj, vetrolom na Jelovici, vetrolom v osrednji Sloveniji). V teh primerih so zagotovili finančna sredstva iz različnih virov. Zbiranje podatkov za oceno poškodovanosti gozdov lahko pomeni znaten strošek; v primeru pomanjkanja finančnih sredstev imamo za odločanje manj zanesljive podatke, kar se lahko odrazi v slabših odločitvah (Gartner in sod., 2007).

### 3.2 Odločanje in načrtovanje

V fazi odločanja in načrtovanja je koristno oblikovati projektno skupino (krizni štab), ki jo sestavljajo predstavniki lastnikov gozdov, izvajalcev, javne gozdarske službe in po potrebi tudi predstavniki drugih skupin (na primer lokalne skupnosti, gasilci, vojska), ki sodelujejo pri sanaciji. Projektna skupina na podlagi razpoložljivih informacij pripravi variantne rešitve, jih presoja, izbrane rešitve pa vgradi v sanacijski načrt, ki je podlaga za izvedbo in kontrolo sanacije. Skupina skrbi za koordinacijo vseh dejavnosti – ne samo pri načrtovanju, ampak tudi pri urejanju lastniških in pravnih razmer, izvedbi, kontroli izvedenih ukrepov in obveščanju.

### 3.3 Izvedba

Izvedbo lahko razdelimo v dva dela, in sicer:

- 1) posek in transport poškodovanega lesa, in
- 2) obnovo prizadete površine.

Sanacija poškodovanega drevja in transport poškodovanega lesa je zahtevno in nevarno delo. Pomembno je, da je izvedba hitra in koordinirana, saj s tem preprečimo pojav sekundarnih motenj (na primer gradacije podlubnikov), ki lahko povzročijo veliko dodatno škodo. Tudi ekonomski izkoristek lesa je praviloma boljši, če je les odstranjen v kratkem času. Pred začetkom del je potrebno vzpostaviti posestne meje in razmejiti količine lesa. Neurejene posestne meje so lahko resna ovira za začetek del in pravočasen zaključek sanacije. To je še posebej problematično v drobni zasebni posesti in pri poškodbah na večjih površinah, kjer bi bilo iskanje posestnih meja izjemno nevarno. Pri sanaciji večjih poškodovanih površin je smiselno ukrepati po naslednjem prednostnem vrstnem redu:

čiščenje cest,

spravilo poškodovanega drevja, kjer je potencialno ogroženo premoženje ljudi,

spravilo poškodovanega drevja na erozijskih področjih in pospravilo iglavcev v sestojih, ogroženih zaradi gradacije podlubnikov,

sanacija območij s poudarjenimi ekološkimi in socialnimi vlogami gozda.

Ker je delo v gozdu nevarno, je priporočljivo čim večji del sečnje in spravila opraviti s sodobnimi stroji in opremo. Pomembno je, da delo opravljajo usposobljene ekipe gozdnih delavcev. V obravnavanih ujmah je bilo s strojno sečnjo saniranega 70 % poškodovanega drevja. Strojna sečnja ima v primerjavi s klasično proizvodnjo nekatere prednosti: delo je varnejše, bolj ergonomsko, pospravilo škod pa zaradi večjih učinkov hitreje. Omejitve za strojno sečnjo pri sanaciji ujm so predvsem: prestrmi tereni, erozija, ki jih ta tehnologija povzroča na zakraselih tleh, zmanjšana nosilnost tal na razmočenih terenih in ob dolgotrajnih deževnih obdobjih.

Država za sanacijo lastnikom gozdov namenja neposredne subvencije. Poleg tega so v okviru programa razvoja podeželja razpisane subvencije za graditev prometnic in nakup sodobne tehnologije za izvajalce gozdarskih del. Pri sanaciji ujm, kjer so poškodovane velike količine lesa, se kažejo prednosti članstva v Evropski uniji – večja ponudba izvajalcev s sodobnimi tehnologijami ter širše lesno tržišče, ki lahko odkupi velike količine lesa.

Pri sanaciji poškodovanih gozdov zasebnih lastnikov kljub stimulativnim ukrepom pogosto prihaja do težav. Te so povezane s pomanjkanjem ustrezne opreme, znanja za delo v gozdu in razdrobljenimi parcelami (Medved 2000; Mertelj in sod. 2005). V takšnih primerih je pomembno zaupanje med gozdnimi posestniki, izvajalci in javno gozdarsko službo ter koordinirano delovanje kriznega štaba, ki organizira, nadzira in prevzema dela.

Ko je poškodovano drevje pospravljeno, je potrebno prizadete površine ponovno pogozditi. Obnova je ponavadi veliko daljša od sečnje in spravila; traja lahko tudi nekaj let ali celo

desetletij. Je strokovno zahtevna, v primerjavi z odstranjevanjem poškodovanega lesa manj velikopotezna, bolj postopna in za laično javnost pogosto nezanimiva. Oblike in lokacije posameznih vrst obnove predhodno opredelimo v sanacijskem načrtu, pri čemer je potrebno določiti prioritete glede na ekstremnost rastiščnih razmer, njihovo proizvodno sposobnost in stopnjo poškodovanosti sestojev.

Najpomembnejša odločitev je, ali bomo ogolelo površino pomladili umetno (na primer s sadnjo gozdnega drevja) ali naravno. V preteklosti je bila umetna obnova s smreko najpogostejši način obnove prizadetih površin (Diaci 2006). Zdaj se pogosto odločamo za naravno obnovo, ki je ekonomsko ugodnejša in omogoča oblikovanje naravnejših sestojev. Na območjih, kjer je naravna obnova otežena ali pa hitra obnova zaradi erozijskih procesov nujna, naravno obnovo kombiniramo s sadnjo ali setvijo rastišču primernih drevesnih in grmovnih vrst. Naravna obnova je lahko uspešnejša, če na ogoleli površini ostane nekaj poškodovanega drevja. Zato moramo določiti, kje je moč odstraniti vso poškodovano lesno maso in kje je treba pustiti posamezna stoječa poškodovana drevesa ali kupe poškodovanega lesa za uspešnejšo naravno obnovo, pospeševanje ekoloških funkcij ali preprečevanje poškodb tal zaradi spravila. Po uspešni obnovi ogolele površine je potrebna nega mladja. Z gozdnogojitvenimi ukrepi vplivamo na drevesno sestavo in strukturo bodočih gozdnih sestojev; s tem povečujemo odpornost sestojev proti ujmam.

### **3.4 Kontrola**

Kontrola izvedenih ukrepov je pomembna faza celotne sanacije. V tej fazi presojujamo, ali smo z izvedenimi ukrepi dosegli spremembe, skladne z opredeljenimi cilji. Pri presoji ukrepov se ne smemo omejiti zgolj na količinski vidik, temveč je treba izvedena dela presojati tudi po kakovosti. Lahko se celo zgodi, da smo načrtovane ukrepe izpeljali, njihovi učinki pa so manjši od pričakovanih in zelenih. V takšnih primerih je treba ukrepe dopolniti ali spremeniti.

### **3.5 Obveščanje javnosti in lastnikov gozdov**

V celotnem procesu je pomembno obveščanje, ki mora biti učinkovito in verodostojno. Lahko se pojavi dilema, kdaj in kako obvestiti javnost o ujmi v gozdovih; prve informacije so pomembne, hkrati pa lahko obvestilo sproži nenadzorovan obisk območja. V analiziranih primerih je bil potek obveščanja zelo podoben; takoj po dogodku je javna gozdarska služba posredovala informacije za različne medije. Vse informacije so bile preverjene na terenu in posredovane koordinirano. Javna gozdarska služba je obveščala prebivalstvo preko medijev (tisk, radio, TV, internet), na prizadetih območjih je postavila tudi opozorilno-informacijske table, območje pa je po potrebi zavarovala z zaporami gozdnih cest. Informacijske table posredujejo osnovne informacije o ujmi in pomembno prispevajo k zagotavljanju splošne varnosti.

Za učinkovito sanacijo je pomembno obveščanje, svetovanje in izobraževanje lastnikov gozdov. Za obveščanje lastnikov gozdov so bili poleg medijev v vseh primerih organizirani tako zbori lastnikov kot tudi individualno svetovanje s strani revirnih gozdarjev javne gozdarske službe. Kljub velikim prizadevanjem javne gozdarske službe je v primeru razdrobljene gozdne posesti težko zagotoviti nemoten potek sanacije. Revirni gozdarji zato poleg osnovnih informacij o poškodovanih gozdovih, lastnikom gozdov svetovali tudi glede izbire izvajalcev del. Pri sanacijah posledic ujm so bile organizirane delavnice o varnem delu, nudena pa je bila tudi pomoč pri združevanju.

## 4 SKLEP

Sanitarni posek v Sloveniji obsega znaten del celotnega poseka. V večji meri je posledica ujm, ki so zaradi napovedanih klimatskih sprememb (Kajfež-Bogataj 2007) lahko vse pogostejše. V prihodnosti bo zato treba zmanjševati tveganje gospodarjenja z gozdovi z ustreznim usmerjanjem razvoja gozdov (Diaci 2007). Dejavnike tveganja, kot so spremenjena drevesna sestava gozdov, zmanjšana mehanska in biološka stabilnost gozdnih sestojev zaradi neizvajanja nege in preventivnih varstvenih del ter neustrezne sestojne zgradbe lahko v precejšnji meri zmanjšamo z ustreznim izvajanjem gojitvenih, varstvenih in drugih ukrepov.

Ujm kljub učinkoviti izvedbi preventivnih ukrepov ni mogoče preprečiti. V primerih ujm je zato treba zagotoviti hitro in koordinirano sanacijo prizadetih gozdov. Sanacije zahtevajo sodelovanje različnih strok. Formalizem in nejasne pristojnosti lahko preprečijo ustrezno sanacijo. Pomembna ovira za sanacijo poškodovanih gozdov so posestne razmere, dolgi administrativni postopki in pomanjkanje sistemskih rešitev za hitro ukrepanje. Za učinkovite sanacije prizadetih gozdov je treba zato zagotoviti ustrezne pravne in organizacijske možnosti.

## 5 VIRI IN LITERATURA

- Bončina, A. 2008: Urejanje gozdov – upravljanje gozdnih ekosistemov. Študijsko gradivo. Oddelek za gozdarstvo in obnovljive vire Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Diaci, J. 2006: Gojenje gozdov – učbenik za študente univerzitetnega študija gozdarstva. Ljubljana.
- Diaci, J. 2007: Prilagajanje gojenja gozdov podnebnim spremembam. Podnebne spremembe. *Studia forestalia Slovenica* 130. Ljubljana.
- Gartner, A., Papler-Lampe, V., Poljanec, A., Bončina, A. 2007. Upoštevanje katastrof pri načrtovanju in gospodarjenju z gozdovi na primeru vetroloma na Jelovici. Podnebne spremembe. *Studia forestalia Slovenica* 130. Ljubljana.
- Jakša, J., Kolšek, M. 2008: Naravne ujme v slovenskih gozdovih. *Ujma* 23. Ljubljana.
- Kajfež-Bogataj, L., 2007: Spreminjanje podnebja – zdaj in v prihodnje. Podnebne spremembe. *Studia forestalia Slovenica* 130. Ljubljana.
- Kolšek, M. 2008: Poškodovanost gozdov v poletnih neurjih 2008 in potek sanacije. *Gozdarski vestnik* 66, 7-8. Ljubljana.
- Košir, B., Jež, P. 2008: Sanacija sestojev po požaru na območju Komna. *Gozdarski vestnik* 66-4. Ljubljana.
- Medved M. 2000: Gozdnogospodarske posledice posestne sestave slovenskih zasebnih gozdov. Doktorsko delo. Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Mertelj J., Papler-Lampe V., Poljanec A. 2005: Analiza posestnega stanja in predlogi za učinkovitejše zagotavljanje načrtovanih ukrepov v zasebnih gozdovih na gozdnogospodarskem območju Bled. *Studia forestalia Slovenica* 123. Ljubljana.
- Načrt sanacije gozdov poškodovanih v vetrolomih avgusta 2008. 2008b. Zavod za gozdove Slovenije. Ljubljana.
- Načrt sanacije gozdov poškodovanih v vetrolomih julija 2008. 2008a. Zavod za gozdove Slovenije. Ljubljana.
- Papler-Lampe, V. 2008: Snegolom, ki je januarja 2007 prizadel blejske Gozdove. *Gozdarski vestnik* 66, 5-6. Ljubljana.
- Poročilo o delu zavoda za gozdove Slovenije za leto 2007. 2007. Zavod za gozdove Slovenije. Ljubljana.
- Pravilnik o spremembah in dopolnitvah Pravilnika o gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtih. Uradni list Republike Slovenije 70/2006. Ljubljana.
- Sanacijski načrt vetroloma na Jelovici - 29. junij 2006. 2006a. Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Bled. Bled.
- Sanacijski načrt pogorišča Šumka - Železna vrata - Trstelj. 2006b. Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Sežana. Sežana.
- Sanacijski načrt pospravila snegoloma - januar 2007. 2007. Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Bled. Bled.



## **SOCIALNO DELO V PRIMERU NARAVNIH IN DRUGIH NESREČ**

Nino RODE, Romana ZIDAR, Vili LAMOVŠEK, Jelka ŠKERJANC in Mojca UREK

Fakulteta za socialno delo, Topniška 31, 1000 Ljubljana, e-pošta: nino.rode@fsd.uni-lj.si; romana.zidar@fsd.uni-lj.si; vili.lamovsek@fsd.uni-lj.si; jelka.skerjanc@fsd.uni-lj.si; mojca.urek@fsd.uni-lj.si

### **IZVLEČEK**

Socialno delo v primeru naravnih ali drugih nesreč se je v slovenskem prostoru razvijalo sočasno s samim razvojem stroke socialnega dela. Na Fakulteti za socialno delo smo v letih 2007–2009 po naročilu Mestne občine Ljubljana izvedli z raziskavo, v kateri analiziramo obstoječe načine ravnanja posameznikov in različnih organizacij oziroma skupin v primeru nesreč. V raziskavi izhajamo iz več vidikov; osebnostnega, skupnostnega, organizacijskega in sistemskega, pri čemer je poseben poudarek na potrebah in posebnosti ranljivih skupin. V raziskavo je bilo do sedaj ob uporabi metodologije intervjuja časovnega sosledja, pristopa, ki ga je razvila Brenda Dervin, zajetih 28 posameznikov, ki so v naravni ali drugi nesreči bili ali oškodovani ali vanjo vstopali skozi različne formalne sisteme.

Ključne besede: socialno delo, naravne in druge nesreče, potrebe ranljivih skupin, senzibilnost, sistem pomoči, psihosocialna pomoč, urbano okolje, terensko delo, Slovenija

### **Social Work in Case of Natural and Other Disasters**

#### **ABSTRACT**

The profession of social work as a whole was developing simultaneously with the expertise of social work in case of natural or other disasters here in Slovenia. For this reason Faculty of Social Work applied for research at the Municipality of Ljubljana in 2007–2009, which focused on behavior and reactions to the disaster events from individuals to professionals and professional organizations. Special attention was paid to the individual, community, organizational and political issues concerning vulnerable groups in the case of natural and other disasters. So far research involved 28 in-depth interviews, using methodological approach developed by Brenda Dervin (micro moment time line interview).

Key words: social work, natural and other disasters, needs of vulnerable groups, sensibility, system of rescue and help, psychosocial support, urban environment, field work, Slovenia

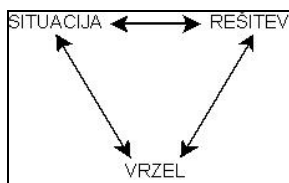
## 1 UVOD

Raziskavo Analiza in ocena potreb po socialnih storitvah v primeru naravnih ali drugih nesreč na območju Mestne občine Ljubljana, ki jo predstavljamo v pričujočem prispevku, je naročila Mestna občina Ljubljana. Izvaja jo Fakulteta za socialno delo v Ljubljani in je trajala od septembra 2007 do februarja 2009. Eden pglavitnih ciljev raziskave je analiza pripravljenosti različnih organizacij, še zlasti socialnovarstvenih, ki se srečujejo s posledicami naravnih ali drugih nesreč, iz perspektiv prebivalcev, ki so to nesrečo doživeli in posameznikov, ki so bili aktivno vključeni v procese reševanja in pomoči prizadetim prebivalcem. Socialno delo se v primeru naravnih in drugih nesreč ukvarja predvsem z ranljivostjo posameznikov in skupin, ki so v primeru nesreč najbolj ogroženi, pa naj bo to zaradi demografskih, kulturnih, historičnih, ekonomskih, socialnih ali ekoloških značilnosti (Zakour 2008).

V raziskavi smo tako v prvi vrsti želeli dati možnost ljudem, ki so bili v naravni ali drugi nesreči neposredno prizadeti, da opišejo svoje izkušnje in definirajo pomanjkljivosti in prednosti v procesu reševanja. Prav tako pa smo želeli raziskati izkušnje posameznikov, katerih vloga je formalno in sistemsko opredeljena v procesih reševanja (civilna zaščita, reševalci, gasilci, prostovoljni gasilci, humanitarne in druge organizacije). Glede na to, da socialno delo ni formalno umeščeno v sistem varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami, nas je zanimalo ravnanje socialnovarstvenih organizacij, predvsem iz vidika organizacije in izvedbe pomoči prizadetemu prebivalstvu ali posameznikom, njihovi vlogi in njihovim izkušnjam. Ob pripovedovanju zgodb o izrednih dogodkih smo beležili vrzeli in prednosti korakov in rešitev, za katere so se ob reševanju odločali, jih analizirali, kar nam je postopoma omogočilo sestaviti sliko, kje so močne in kje ranljive točke obstoječega sistema in kako to občutijo na svoji koži prizadeti prebivalci. Končni cilj raziskave je predstaviti poglede, izkušnje, potrebe in še zlasti predloge prebivalcev, ki imajo izkušnjo nekega izrednega kritičnega dogodka z večjimi posledicami.

### 1.1 Metodologija

Metoda osmišljanja ali metoda ustvarjanja smisla (angl. *sense-making method*), ki jo od leta 1972 razvija Brenda Dervin (Dervin in sod. 2003), zagotavlja refleksijo dejanskih izkušenj posameznikov, ki so doživeli naravno ali drugo nesrečo, ne glede na njihovo vlogo. S tem se zagotovi fokus na sam dogodek in ne na formalne strukture ali vloge, v katerih posameznik deluje. Metodologijo smo aplicirali skozi tehniko intervjuja časovnega sosledja (angl. *micro-moment time line*). Tak intervju je organiziran na podlagi modela sprotnega ustvarjanja smisla. Po tem modelu lahko na vsako dogajanje gledamo kot na sosledje situacij, med katerimi prehajamo, ko se nekaj spremeni, ko nekaj naredimo mi ali drugi, ko pride do določene odločitve. Prehod med dvema situacijama je včasih gladek, marsikdaj pa obstaja med dano situacijo in tistim, kar želimo, določena ovira ali vrzel. To oviro premoščamo s tem, da si osmislimo, kaj je problem ali vprašanje, ki ga moramo rešiti, in najdemo primerno rešitev za ta problem. Ta proces lahko ponazorimo s trikotnikom med situacijo, vrzeljo/oviro in rešitvijo/želenim stanjem:



Slika 1: Analiza dogodkov po metodologiji Brende Dervin (2003).

Pojmovanje, razumevanje vrzeli/ovire/težave je povezano tako z razumevanjem situacije, kot z nameravano rešitvijo ali s stvarmi/dogodki, ki bi pomagali v dani situaciji. Prav tako je rešitev odvisna od situacije in ovire, pred katero se v tej situaciji nahajamo. Končno je situacija, v kateri smo, povezana in ima svoj pomen le v povezavi s problemi, na katere smo naleteli in z rešitvami, ki bi jih hoteli doseči. Bolj ali manj vsako dogajanje ali delovanje lahko opišemo s sosledjem korakov, od katerih vsak vsebuje takšen trikotnik »situacija–vrzel–rešitev«. Respondente smo prosili, da si izberejo primerne izseke dogajanja, ki bi jih bilo možno opisati na takšen način. Na terenu smo do 20. 12. 2008 opravili 28 intervjujev, in sicer udeležencev različnih tipov naravnih nesreč (neurja, potres, požar, nesreča na reki, prometna nesreča) iz cele Slovenije.

številka	dogodek	kraj	intervjuvanec/ka oziroma organizacija
1	brezdomci v Ljubljani	Ljubljana	Civilna zaščita
2	HE Blanca	Sevnica	Center za socialno delo
3	HE Blanca	Brežice	Civilna zaščita
4	HE Blanca	Krško	Policijska postaja
5	humanitarna pomoč	Ljubljana	Karitas
6	neurje	Nova gorica	Prostovoljno gasilsko društvo
7	neurje	Murska sobota	anonimna krajanka
8	neurje	Kamnik	Civilna zaščita
9	neurje	Kamnik	Center za socialno delo
10	neurje	Ptuj	Center za socialno delo
11	neurje	Ptuj	anonimni krajanka
12	neurje	Ptuj	anonimna družina
13	neurje	Ptuj	anonimna družina
14	neurje	Ptuj	anonimni krajan
15	neurje	Ptuj	gasilec
16	neurje	Murska sobota	Rdeči križ
17	neurje	Murska sobota	anonimna krajanka
18	neurje	Murska sobota	Center za socialno delo
19	neurje	Murska sobota	anonimni krajan
20	neurje	Murska sobota	Civilna zaščita
21	neurje	Ljubljana	Rdeči križ
22	potres	Tolmin	Center za socialno delo
23	potres	Čezsoča	anonimni krajan
24	potres	Čezsoča (Bovec)	zdravstveni dom
25	potres	Čezsoča (Bovec)	Center za socialno delo
26	potres	Čezsoča	krajanka
27	potres	Čezsoča	anonimna krajanka
28	požar	Ljubljana	Center za socialno delo

Preglednica 1: Podatki o intervjujih po različnih nesrečah.

Sogovorniki so prihajali tako iz vrst organizacij, ki so nudile pomoč, kot iz vrst prizadetega prebivalstva. Analiza njihovih odgovorov naj bi pokazala na vrzeli in prednosti obstoječih praks in odzivov na izredne razmere s strani odgovornih institucij.



Respondente in situacije smo izbirali delno načrtovano, delno naključno. Eno od vodil pri izbiri je bilo, da bi zajeli različne tipe nesreč in različne tipe udeležencev v njih (prizadeto prebivalstvo in različne tipe služb in organizacij, ki so bile v vlogi reševanja). Med terenskim delom raziskave pa se je zgodilo še nekaj pomembnih večjih dogodkov, ki smo jih potem nenačrtovano vključili v raziskavo (Blanca, neurja poleti 2008). Tako smo imeli možnost pridobiti izkušnje udeležencev neposredno po nekem dogodku, kot tudi tiste, ki so nam jih udeleženci zaupali po nekem daljšem časovnem odmiku od dogodka (Posočje 2004). Zbrane pripovedi o različnih dogodkih smo vnesli v obrazec in obdelali s pomočjo kvalitativne tematske analize. Izjave udeležencev različnih nesreč smo potem uredili glede na sorodnost izkušenj po večjih vsebinskih sklopih, ki smo jih prepoznali kot relevantne večje teme, skupne več udeležencem dogodkov.

Število intervjuvancev je omejeno, zato je vsaka generalizacija problematična. Na eni strani nas je zanimala frekventnost določenih izkušenj vrzeli in prednosti sistema iz strani različnih udeležencev nesreč, ki nam je pokazala, kje so sistemske rešitve šibke ali dobre za več ljudi, na drugi strani pa smo bili pozorni tudi na posamične, singularne, kontekstualne izkušnje udeležencev, ki so za načrtovanje služb pomembne. V našem fokusu pa je bil tudi razkorak, ki smo ga ponekod opazali, in sicer med pogledi in doživljanji učinkovitosti pomoči različnih tipov udeležencev (zlasti razlike v percepciji med prebivalstvom in službami).

## 2 REZULTATI IN RAZPRAVA

Preliminarna analiza odgovorov je pokazala, kakšne so obstoječe prakse in kje se pojavljajo vrzeli. Ne glede na tip nesreče so akterji ugotavljali podobno, namreč, da je temeljna vrzel sistemska formalna izključenost socialnega dela in psihosocialne pomoči iz sistema reševanja in zaščite. Posledica tega so nekatere pomanjkljivosti služb, kot so jih občutili in v svojih pripovedih izrazili različni akterji v nesrečah, in ki smo jih strnili v nekaj skupin, ki jih v kratkih podglavjih predstavljamo v nadaljevanju.

### 2.1 Predolg odzivni čas

*»Neurje se je zgodilo v nedeljo, v ponedeljek ob 10-ih smo bili že na terenu.«* (sogovornici iz dveh različnih centrov za socialno delo).

Percepcija socialnih služb je, da so bili na terenu kmalu potem, ko se je zgodila nesreča,. To je z vidika služb, ki nimajo formalizirane vloge v procesu reševanja gotovo res, vendar pa je iz vidika prizadetega občana ta odzivni čas še zmeraj predolg. Če se nesreča zgodi čez vikend, ni nikogar iz socialnih služb, ki bi lahko bil na terenu takoj: *»Tako kot imam v kriznih situacijah rdeči gumb za gasilce..., druge službe, bi morala tudi samo pritisniti na gumb za nek center, ki bi se aktiviral (tako kot druge službe) in koordiniral vse, kar je potrebno glede psihosocialne pomoči. Ne da se ukvarjamo s koordinacijo, iskanjem svetovalk ... To velja za katerekoli vrste nesreč.«* (koordinatorka reševanja v večji nesreči). Ustrezen odzivni čas je v primeru naravnih in drugih nesreč ključen, odzivnost pa je neposredno povezana z organizacijo dela, delitvijo nalog in pripravami. Sistemska ureditev psihosocialne pomoči, ki bi bila del obstoječe mreže, bi pripomogla k odstranitvi vrzeli, ki se pojavlja.

### 2.2 Neuskklajenost delovanja organizacij in neinformiranost ljudi

Neumeščenost psihosocialne pomoči in humanitarnih organizacij v sistem zaščite in reševanja pogosto pomeni, da je usklajeno delovanje na terenu bolj posledica slučajev, poznanstev med akterji, in ne sistemsko zagotovljena: *»Skupna strategija je manjkala na*

lokalni ravni občine. Sodelovanje vseh teh različnih institucij. Je vsak po svoji pristojnosti nekako reagiral. Eno družino jih je lahko tako več obiskalo, nekoga pa morda nihče» (sogovornica na centru za socialno delo). Prebivalci so pogosto pričali o tem, da je bilo nemogoče dobiti jasne informacije o tem, kaj lahko od različnih organizacij pričakujejo.

### **2.3 Pomanjkanje razpoložljivega kadra ali ključne osebe v ustanovi**

Pomanjkanje kadra se je pojavilo kot resen problem, ki ovira nemoteno delovanje služb, vključenih v sistem reševanja in zaščite pa tudi služb, ki so se v proces reševanja in zaščite vključevale glede na nastale potrebe. Naravne nesreče se lahko zgodijo ob času dopustov, ko je okrnjena kadrovska zasedba služb. Še en problem je predstavljalo pomanjkanje ključne osebe, ki bi skrbela za ustrezen pretok informacij, hkrati pa bi bila referenčna oseba za oškodovane.

### **2.4 Pomanjkanje jasnih protokolov**

Zadrego zaradi pomanjkanja smernic, protokolov in metod dela je takole ubesedila naša sogovornica iz centra za socialno delo: *»Drugi dan smo imeli sestanek. Pa smo se spraševali, za kaj smo v taki situaciji pristojni, kaj zdaj center mora narediti? Spraševali smo se, kdo vse bo pri tem sodeloval? Kdo je za kaj zadolžen, ki bo poleg svojega ostalega dela vse to opravil?«* (sogovornica iz centra za socialno delo). Kot smo opazili na terenu, se prakse služb (na občini, centrov za socialno delo) po občinah zelo razlikujejo. Ponekod centre za socialno delo avtomatično vključijo, ponekod pa se to zgodi pozneje ali sploh ne. Prvi izsledki kažejo, da v občinah, kjer so poskrbeli, da so socialne službe in humanitarne organizacije vključene v krizne občinske time že od začetka, tudi večja odzivnost in učinkovitost pomoči.

### **2.5 Netransparentnost in pomanjkanje kriterijev za dodeljevanje pomoči**

Pomanjkanje kriterijev za dodeljevanje pomoči ni le problem socialnih ali humanitarnih delavk, na svoji koži ga občutijo predvsem prebivalci, med katerimi lahko tako stanje zaneti sumničavost in slabe občutke. Kot je poročala sogovornica iz centra za socialno delo: *»Potem se je tudi dogajalo, da je en že dobil pomoč, drugi pa še ne, zato so jih (na CSD; op. a.) začeli spraševati, zakaj pa on sam ni dobil. Zamerili so županu, saj ta ni imel posluha za te ljudi; to sem tudi sama opazila – ljudje so želeli, da bi prišel pogledat, a je bil raje na dopustu.«* Pripravit in uveljaviti je treba enoten sistem organizacije, odgovornost in obveznosti pri odpravljanju posledic naravnih in drugih nesreč, ki bo zasnovan na enotni metodologiji za ocenjevanje škode in enotnih merilih za zagotavljanje sredstev državne pomoči, ki bodo oblikovana na načelih socialne pravičnosti in solidarnosti ter upoštevala potrebe ranljivih skupin prebivalstva. V ta namen je treba v sistem vključiti socialne službe in predstavnike prebivalcev, ki bodo prispevali k oblikovanju meril.

### **2.6 Nesorazmerja moči in porazdelitev virov in pomoči med prebivalstvom**

Pomanjkanje jasnih in transparentnih kriterijev, ki bi bili utemeljeni na strokovnih temeljih, praviloma vpliva na to, da začnejo v praksi dodeljevanja virov in pomoči prevladovati kriteriji, utemeljeni na *»zakonu močnejšega«*: *»Nekdo, ki je bolj vpliven je dobil dva bivalna zabojnika samo (zato; op. a.), da pospravi stvari na varno, stara ženska na sosednjem dvorišču, ki v razpokani hiši ni spala že vrsto noči, pa ni dobila niti enega, da bi se lahko naspala, saj je nekdo ocenil, da škoda ni bila dovolj velika«* (pričevanje udeleženca tabora Posočje 2004). Pomoč lahko postane odvisna od poznanstev ali aktualnih političnih

dogajanj. Pomoč, ki je nestrokovna, izvedena *ad hoc*, nepazljivo načrtovana, politično in/ali medijsko motivirana, bo tako le še poglobila nesorazmerja moči v skupnosti, ki jo je prizadela nesreča. Nekatere, manj vplivne skupine prebivalstva tako postanejo dvojne žrtve.

## 2.7 Diskriminacije in kršitve človekovih pravic

V času nesreč in kaotičnih razmer lahko postanejo družbene skupine ljudi, ki so tudi sicer predmet diskriminacij in socialnih izključevanj, podvržene eksplicitnemu kršenju človekovih pravic: »*Karitas je nakazoval po 1000 evrov na hišo. Razen v romskem naselju. Tam so nakazovali po 500 EUR na hišo. Človek bi pričakoval obratno, saj so tam večinoma nezaposleni in nihče nima hiše zavarovane...*« (sogovornica na centru za socialno delo). V tem primeru ne govorimo več o zakriti diskriminaciji, ampak o eksplicitni, odkriti diskriminaciji, s katero bi se morale ukvarjati organizacije za varstvo človekovih pravic in sodne institucije.

## 2.8 Spregledovanje ranljivih in revnih skupin prebivalstva

Neindividualiziran pristop zgreši specifične potrebe ljudi in je neobčutljiv za ranljive skupine prebivalstva, ki nimajo moči ali kompetenc, da bi same zahtevale pomoč ali so prepričane, da jim ta sploh ne pripada. Gre za ljudi, ki težko najdejo sami pot do služb in ki so v hierarhiji družbene moči v skupnosti na dnu. Strokovni prispevek socialnega dela v izrednih razmerah je, da z znanjem in občutljivostjo »poišče« prav te skupine, ki jih ne bomo našli pri virih pomoči ali pred televizijskimi kamerami, razen v primerih, ko se njihova revščina in ranljivost uporabljata ali zlorabljata v medijske namene – donacije se namreč pogosto pogojujejo s pojavljanjem v časopisih ali drugih medijih.

## 2.9 Odsotnost strokovnjakov na terenu

Kontinuirana prisotnost strokovnih delavk na terenu je ključna za učinkovito podporo, informiranost in večanje gotovosti ljudi, prizadetih v nesrečah. Pomembna je, kot se je izrazil naš v neurju prizadeti sogovornik, »*da se ljudje ne bi počutili kot, da so na njih pozabili*«. Prisotnost na terenu je nujna, da bi lahko zmanjšali škodo in odgovorili na nujne potrebe ljudi, ki so jih obšle druge službe.

## 2.10 Pomanjkanje psihosocialne podpore in pomoči reševalcem

Skorajda v vseh pripovedih o reševanju v nesrečah so nam sogovorniki iz vrst reševalcev, gasilcev, civilne zaščite, pripovedovali o čustvenih bremenih in psihičnih pritiskih, ki jih povzroči reševanje, še zlasti v primerih smrtnih žrtev. Zagotavljanje strokovne psihosocialne pomoči reševalcem, »*nekoga, ki bo znal postavljati prava vprašanja*«, med in po nesreči mora postati nujno sistemsko zagotovljena.

## 3 SKLEP

Rezultati so pokazali, da je pripravljenost ustanov na področju socialnega varstva za naravne in druge nesreče prešibka, njihov odziv je *ad hoc*, se pravi, ko se nesreča že pripeti, kar ima veliko slabosti, kot so predolg odzivni čas, pomanjkanje razpoložljivega kadra ali ključne osebe v ustanovi ali neprimerna porazdelitev virov in pomoči med prebivalstvom. Zanimanje politike, humanitarnih organizacij, medijev, »*ljudi dobre volje*«, ponavadi čez čas, ko se intenzivna čustva okoli nesreče pomirijo, zlagoma zbledi. Za prebivalce se morda še

takrat začne mukotrpa pot. Nekatera območja, ki jih naravne nesreče (potresi, ujme, poplave) pogosto prizadenejo, postanejo neperspektivna in manj razvita, prebivalce pesti revščina, pomanjkanje dela, zaradi česar zlasti mlajši ljudje odhajajo drugam. Kontinuirana podpora razvoju skupnostim, ki jih pogosteje zadenejo naravne nesreče, je zato ena od prioritarnih nalog, v katerih prepoznamo vlogo socialnega dela. Zato je nujno zagotoviti širši pristop in v Nacionalnem programu varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami ter v ostalih strateških dokumentih upoštevati kompleksnost tovrstnih nesreč.

#### **4 VIRI IN LITERATURA**

- Dervin, B., Foreman-Wernet, L., Lauterbach, E. 2003: Sense-making Methodology Reader: Selected Writings of Brenda Dervin. Cresskill.
- Norris, F. H. 1992: Epidemiology of trauma: Frequency and impact of different potentially traumatic events on different demographic groups. *Journal of Consulting and Clinical Psychology* 60. Arlington.
- Zakour, M. J., 2008: Social Work and Disaster. Medmrežje:  
<http://training.fema.gov/EMIWeb/downloads/edu/Socialworkanddisasters4.doc> (20. 12. 2008).



## **SOCIALNO DELO ZA POMOČ PREBIVALCEM PO POTRESU NA BOVŠKEM LETA 2004**

Jelka ŠKERJANC in Vili LAMOVŠEK

Fakulteta za socialno delo, Topniška 31, Ljubljana e-pošta: jelks.akerjanc@fsd.uni-lj.si; vili.lamovsek@fsd.uni-lj.si

### **IZVLEČEK**

Po potresu julija 2004 na Bovškem je bil organiziran tabor prostovoljnega dela socialnih delavcev za pomoč prebivalcem po naravni nesreči. V desetih tednih je bilo opravljenih 335 delovnih dni pomoči prebivalcem in skupnosti za organiziranje življenja po že tretjem potresu v teh krajih v zadnjih 28 letih. Vsebine dela pri zagotavljanju pomoči prebivalstvu so bile zlasti: 1) preskrba in oskrba prebivalstva ter skupnostne akcije, 2) podpora krajanom pri obnovi, 3) povezovanje ključnih deležnikov v skupnosti, ter 4) raziskovalno spremljanje dela Tabora. Delo pri zagotavljanju pomoči je potekalo po načelih krepitve moči posameznika v skupnosti z individualiziranim pristopom, pri čemer je posameznik imel vpliv in zadnjo besedo pri prejeti pomoči. Beleženje opravljenega dela je prineslo nabor podatkov o tem, katere oblike pomoči izbirajo krajan, kadar imajo vpliv nad prejeto pomočjo. Kvalitativna obdelava različnih podatkov je pokazala na ovire, s katerimi se krajan spoprijemajo pri organiziranju življenja po naravni nesreči in kaj jih pri tem spravlja v stisko. Ugotovitve raziskave kažejo, da je preživetje potresa eden izmed več virov travme. Naslednji opazen vir predstavljajo neustrezni pristopi k oblikovanju ukrepov za zmanjšanje posledic naravne nesreče.

Ključne besede: pomoč krajanom po potresu, potrebe v skupnosti, stiske krajanov, informacije, zagovorništvo, čustvena podpora, ojačati glas krajanov

### **Social Work in Organising Support for Citizen in the Upper Soča Valley after Earthquake 2004 in Slovenia**

#### **ABSTRACT**

After the earthquake in July 2004 occurred at the Bovec area, a social workers' volunteer campus was organised in support for citizen after natural disaster. In ten weeks time, 335 working days of support were delivered for citizen to organise their lives after third earthquake in last 28 years. Support was mainly focused on: 1) provision and community actions, 2) support in reconstruction of homes, 3) connecting the key stakeholders in community, and 4) recording and research. Work was organised on principles of individualised approach to citizen and on ensured control of citizen on support they got. The qualitative analysis of data gathered from diversity of resources pointed out a number of obstacles that citizen meet when organising their lives after earthquake. The findings also show that experiencing earthquake is one among many generators of trauma. The next noticeable generator of trauma lies in the inadequate measures and practices provided in support for citizen after natural disaster.

Key words: help for citizen after earthquake, needs in the community, citizen in distress, information, emotional support, giving voice to citizen

## 1 UVOD

V prispevku obravnavamo vlogo socialnega dela pri zagotavljanju pomoči prebivalcem po naravni nesreči. Z analizo zbranega gradiva ugotavljamo, katere oblike pomoči so krajan izbrali za pomoč pri organiziranju življenja po potresu. S prispevkom želimo ojačati glas tistih, katerim je bila pomoč namenjena in ostajajo v okoliščinah, ki zahtevajo hitro ukrepanje, pogosto preslišani. Pojem »obnova« je na Bovškem stalnica, saj je potres leta 2004 našel nekatere krajan še v nadomestni namestitvi iz potresa leta 1998.

Projekt Tabor Posočje 2004 je izpeljala Fakulteta za socialno delo (FSD) s prostovoljnim delom. V obdobju od 23. 7. 2004 do 23. 9. 2004 je 42 prostovoljk in prostovoljcev opravilo 335 delovnih dni. Pred uradnim pričetkom del sta Taboru izrekla dobrodošlico predsednik KS vasi Čezsoča in župan občine Bovec.

Temeljne izkušnje prebivalcev na Bovškem z zagotavljanjem pomoči po potresih so zbrane v naslednjih treh ugotovitvah: *»Programi pomoči so se iztekli v dveh mesecih po potresu. Potem pa so vsi odšli in smo ostali sami s problemi. Tu bi potrebovali programe, ki trajajo vsaj eno leto«* (Tatjana Pretnar, načelnica Oddelka za družbene dejavnosti Občine Bovec). *»Potres je naplaval na površje stiske in težave, s katerimi so se krajan spopadali tudi pred potresom, a so jih zadrževali znotraj zidov svojega doma«* (Nuša Pogačnik, klinična psihologinja v Čezsoči, Slovenska vojska). *»Po potresu se vsi ukvarjajo z razpokami v hišah. Veliko hujše pa so razpoke v dušah ljudi, ki so vse to doživeli«* (Marjan Bevk, režiser in krajan Čezsoče).

Navedke treh sogovornikov bi lahko strnili v naslednjo trditev: ponujena pomoč prebivalcem po potresu je bila »kratkotrajna«, bilo je »premalo«, usmerjena je bila zlasti na zagotavljanje »materialnih pogojev« za življenje in »skoraj nič« v pomoč prebivalcem pri prebolevanju travm.

Tabor Posočje 2004 (Tabor) je nastal z namenom zagotoviti prebivalcem pomoč po potresu 12. julija 2004 na Bovškem. Naročnika dela sta bila Ministrstvo za obrambo (MO) ter Ministrstvo za delo, družino in socialne zadeve (MDDSZ). Prvi naročnik je kril stroške nastanitve in prehrane, drugi pa materialne stroške za delo tabora in delo logistike Tabora. Delo ostalih udeležencev v Taboru je bilo prostovoljno. En del programa Tabora se je navezal na program za pomoč krajanom po potresu, preko Centra za socialno delo (CSD) Tolmin.

V sistemu varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami (Torkar 2006) se delo Tabora vmešča v področje odpravljanje posledic do zagotovitve osnovnih pogojev za življenje.

Za zagotavljanje pomoči prebivalcem po potresu so nastale na FSD zasnove projekta, zbrane v naslednjih vsebinskih sklopih:

- (1) preskrba in oskrba prebivalstva ter skupnostne akcije,
- (2) podpora krajanom pri obnovi,
- (3) povezovanje ključnih deležnikov v skupnosti ter
- (4) raziskovalno spremljanje dela.

Vse štiri vsebine dela Tabora je povezovala rdeča nit in sicer oblikovanje takšnega sodelovanja Tabora s posameznikom in skupnostjo, ki bo prispevalo »k slišnosti ljudi v stiski«, za katere so programi pomoči za obnovo po naravni nesreči tudi oblikovani. Sodelovanje poteka zato, da bi nastopile spremembe in izboljšave za posameznega krajana in za skupnost. To je temeljna naloga socialnega dela kot vede in kot delovanja (Mesec 1998).

## 2 METODE

Paradigma v socialnem delu je krepitev moči posameznika (Flaker 2007) in je veljala tudi v delu na Taboru. Delo s posameznikom je potekalo po načelu individualiziranega pristopa (Škerjanc 2006). To predvideva sodelovanje posameznika in strokovnega delavca pri oblikovanju podpore in pomoči. Posamezni krajan je bil izhodišče za opredelitve težave in načrtovanje pomoči ter pri izvedbi pomoči. Delo s posameznikom je potekalo po načelih analize upravljanja z močjo, kot jo predvideva Foucault (1991) in sicer iz posameznika, »od spodaj navzgor« iz najšibkejšega člana v sistemu razporejanja moči v družbi. Temeljni namen individualiziranega pristopa je bil oblikovanje pomoči po izbiri posameznega krajana. Zagotavljanje pomoči Tabora je potekalo tako, da je imel krajan vpliv in zadnjo besedo pri oblikovanju in izvedbi prejete pomoči.

Pri načrtovanju dela s posameznikom in pri delu s skupnostjo smo izhajali iz Freirovega načela (1996) generativne dialoščnosti ter cikličnega delovanja. Cikličnost pomeni izmenično ponavljanje načrtovanja, delovanja in kritičnega razmisleka vsake skupne aktivnosti med krajanom in prostovoljcem Tabora, ki poteka v sodelovanju posameznikov za izboljšanje življenja v skupnosti.

### 2.1 Pridobivanje in obdelava podatkov

Prvi stik smo s krajanom vzpostavili v naključnih srečanjih v vasi, z obvestili, oddanimi v poštne nabiralnike in z obiskovanjem »od hiše do hiše«, kjer so se udeleženke Tabora predstavile in se dogovorile za obisk, če so krajan izrazili to željo. Med dogovorjenim obiskom so udeleženci predstavili namena Tabora, način dela in razpoložljivost, dostopnost krajanom. Na obisku smo spoznali zgodbe krajanov, stiske. Tolažili smo jih, bodrili in ponudili podporo po svojih zmožnostih. Opravljeno delo na Taboru smo beležili v storitvah in v dnevniških zapisih. Vsebino dela so Taboru narekemale potrebe krajanov in trenutne razmere na terenu. Največji obseg storitev je Tabor opravil v vasi Čezsoča.

Prvi pregled potreb krajanov je nastal s spoznavnim intervjujem krajanov, ki so povabili prostovoljca Tabora in je prinesel vpogled v njihove najbolj pereče skrbi. Ta vir podatkov je nastajal s sprotnim beleženjem poteka vsakega sodelovanja med posameznikom in prostovoljcem.

Na ravni dela s posameznikom je nastal nabor storitev, ki so neposredni odgovori na stisko krajanov. Beleženje podatkov je potekalo sproti, po opravljeni pomoči, ali v obliki zapisa: iz dnevniških zapisov po poročanju prostovoljcev ob zaključku vsakega delovnega dne na večernem delovnem sestanku, z anekdotičnimi zapisi dogodkov in izjav, iz zapisov o poteku sodelovanja med prostovoljcem in krajanom pri izvedbi posamezne pomoči, v neformalnih druženjih med krajanom in prostovoljci, med obiski krajanov na sedežu Tabora, na družabnih prireditvah, v intervjujih z vidnejšimi predstavniki skupnosti, v delavnicah in na delovnih sestankih, z obiskom ključnih institucij družbenih dejavnosti v občini. Tabor se je povezal s ključnimi deležniki v občini in zbral ocene stanja in potreb prebivalstva na Bovškem iz različnih zornih kotov: Oddelek za družbene dejavnosti Občine Bovec, Osnovna šola Bovec, Zdravstveni dom Bovec, bovško župnišče, patronažna služba, Center za socialno delo, Rdeči križ, krajevne skupnosti ter posamezniki, ki uživajo med krajanom ugled in zaupanje.

Podatke smo obdelali kvalitativno in kvantitativno. Kvalitativna obdelava podatkov je zajemala urejanje, kodiranje, uskupinjanje in je prinesla ugotovitve o značilnostih in potrebah skupnosti. Kvantitativna obdelava podatkov je zajemala: urejanje podatkov o opravljenih storitvah, preštevanje in organiziranje opravljenih pomoči po tednih. Tako urejeni podatki



omogočijo vpogled v vsebine pomoči, opravljene po izbiri posameznega krajana in v obseg prejete pomoči ter čas, ki je bil potreben za posamezno storitev oziroma obliko pomoči.

### 3 REZULTATI

#### 3.1 Pregled opravljenih storitev po izbiri posameznega krajana po tednih

Podatki o pomoči po izbiri posameznika, ki jih je opravil Tabor, so urejene v preglednici 1.

tedni/storitve	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	skupaj	trajanje
spoznavni pogovor	16	7	1	1	1	3	7	5	41	1 ura
čustvena podpora	9	10	11	15	21	8	10	3	87	0,30–2 uri
informiranje	10	7	10		16	6	4	8	61	0,10–2 uri
zagovorništvo	2	1	1		2	1	2	4	13	0,30–2 uri
proslavljanje	1		1		1	1	2	1	7	1–2 uri
selitev	1	10	2	2	4	3			22	1–12 ur
prevoz	2	8		6	2	4	3	6	31	1–5 ur
druženje	7	21	26	29	35	22	27	23	190	0,10–2 uri
asistenca	1	3	5	1	4	3	2	2	21	0,10–8 ur
dostava	3	9	5		1	2	2	3	25	0,30–1 ura
popravila		3	1	2	3		1	2	12	0,30–4 ure
spravilo drv		2			2		2	2	8	2–12 ur
spravilo pridelkov						2	2	7	11	1–6 ur

Preglednica 1: Storitve po tednih (Škerjanc 2004).

Kot izhaja iz preglednice 1, so prostovoljci po izbiri posameznika opravili najpogosteje pomoč v obliki druženja, pri nujenju čustvene podpore in pri zbiranju in posredovanju informacij. Pri postavki »druženje« so izpostavili kot pomembno delo Tabora prisotnost v kraju in zavedanje, da bodo prostovoljci priskočili na pomoč, ko bodo to potrebovali. Tovrstna razpoložljivost je pomenila čustveno oporo krajanom, ki so stari in živijo sami, hendikepiranim krajanom in družinam, kjer so imeli enega ali več članov, ki potrebujejo spremljanje in pomoč, kot na primer stara mama z demenco ali starejši krajan z učnimi težavami.

Dinamika opravljenih storitev tudi pokaže, da se obseg potreb po pomoči, ki jo je zagotavljal Tabor krajanom, s časom ni manjšala. To pomeni, da so te potrebe prisotne v skupnosti in da jih je potres naplaval na površje. Temeljno spoznanje, ki velja tudi sicer za državo blaginje je, da sam obstoj potreb ni ključen za oblikovanje odgovorov nanje. Odgovori se oblikujejo šele potem, ko so določene potrebe prebivalstva prepoznane in se pojavi zahteva po storitvah ali ukrepih. V primeru dela Tabora so se potrebe izoblikovale v individualiziranem sodelovanju posameznika in prostovoljca, v delovnem odnosu, kjer je posameznik imel vpliv nad opredelitvijo svoje situacije in nad usmerjanjem odgovorov za izboljšanje svojega življenjskega položaja. To je primer oblikovanja odgovorov po meri posameznega uporabnika v sodelovanju, kjer ima vpliv in zadnjo besedo nad prejeto pomočjo.

### 3.2 Povzročitelji stisk krajanom pri odpravljanju posledic potresa in obnovi

Ob začetku Tabora so imeli krajanji Čezsoče naslednje potrebe:

Krajane *skrbi*, kako bodo zmogli tokratno obnovo, in sicer zaradi pogojev, ki jih je država postavljala, zaradi nasprotujočih si informacij o finančni pomoči države krajanom pri obnovi in zaradi nejasnih kriterijev pri dodeljevanju donacij.

Pojem 'obnova' na Bovškem zaznamujejo naslednje značilnosti: jeza krajanov nad pravili in ukrepi države pri obnovi hiš po potresu iz leta 1998, ko pri obnovi svoje hiše niso imeli nikakršne besede, kredite zanjo pa plačujejo sami, denarne stiske zaradi neugodnih kreditov in *strah* pred ponovno kalvarijo potresne obnove.

Bojijo se, da bi bili izigrani. Najtežje je starejšim krajanom, bolnim in tistim, ki živijo sami. V vasi Čezsoča je ob prihodu Tabora ljudi najbolj skrbelo, kako bodo psihično, finančno in fizično vzdržali tokratno obnovo, saj je potres leta 2004 našel nekatere krajanje še v nadomestni namestitvi iz potresa leta 1998.

Pri načrtovanju storitev je dogovarjanje s krajanji zahtevalo veliko časa, saj so se težko zbrali ali osredotočili na prihodnost, kar je krajanica pojasnila z naslednjimi besedami: »*Mi smo od potresa prav tumpasti, nič se ne zapomnimo, nam je treba vse desetkrat povedat*«.

S kvalitativno obdelavo podatkov smo prepoznali naslednje povzročitelje stisk krajanom po potresu leta 2004:

#### 1) Kriteriji upravičenosti do pomoči:

Spreminjajoča pravila pri določanju upravičenosti do državne pomoči so povzročila različen obseg dostopa do pomoči posameznim skupinam krajanov. Primerjava položaja treh skupin upravičencev do pomoči pri obnovi pokaže sledeče: najbolje so jo odnesli krajanji, ki so imeli prvič poškodovano hišo in so se uvrstili v skupino donirancev še pravočasno, dokler so donacije še dotekale. Nekoliko slabše so jo odnesli tisti krajanji, ki so imeli v prejšnjem potresu poškodovano hišo, zanjo odplačujejo kredit in je bila v tokratnem potresu hiša toliko poškodovana, da jo je bilo treba zrušiti. Tem bo država pokrila stroške nadomestne gradnje v izmeri, kot jim pripada glede na število prijavljenih stanovalcev na objektu na dan potresa (v največ primerih bodo hiše manjše, kot so bile prejšnje). Najslabše jo bodo odnesli krajanji, ki so imeli v prejšnjem potresu poškodovane hiše in jih je država obnovila brez upoštevanja volje lastnika, a po oceni komisij niso poškodovani v obsegu, ki je nevaren za bivanje. Ta skupina krajanov je trikratno oškodovana: prvič, ker odplačujejo neugoden kredit za obnovo po prejšnjem potresu, pri kateri niso imeli nobene besede, drugič, ker imajo sedaj ponovno poškodovano hišo in tretjič, ker niso imeli dostopa do donacijskih hiš.

Vztrajanje pri zgolj tehničnih kriterijih do bivalnikov povzroči, da nekateri nimajo dostopa do te oblike pomoči, ker se tehnični kriteriji omejujejo na stopnjo poškodovanosti objekta. S tem se prezre psihološke in druge potrebe krajanov. Nadalje lahko lokalni interesi preglasijo dejansko stisko ljudi in ustvarijo prostor za uveljavljanje moči, ocen in interesov posameznikov in struktur. Tu je šlo zlasti za odločitev, da bo nameščanje kontejnerjev v vasi odvrnilo iz vasi turiste. Sklicevanje na predpise in pravila je močno upočasnilo postopek dodeljevanja denarnih pomoči. Dostop do te socialnovarstvene dajatve je namreč temeljil na oceni poškodovanosti objekta, kar je potekalo počasi, s spreminjajočimi se in krajanom nejasnimi pravili.

Krajanom nepoznani kriteriji pri dodeljevanju hiš iz donacij so povzročili razveljavitev seznama donirancev. Donatorji so tudi sami izbirali donirance po svoji presoji, pri čemer so se zgodile javno podeljene krivične donacije ljudem, ki so utrpeli sorazmerno zanemarljivo škodo pri potresu. Z eno izjemo so izpadli iz vrst donirancev revni in stari, ki imajo močno

poškodovane hiše in živijo sami. Po navodilih, ki jih je pripravila Državna tehnična pisarna (DTP), naj bi krajan oddajali vloge za popravilo porušenih dimnikov. Pomoč krajanom pri izpolnjevanju teh obrazcev je bila tudi ena izmed prvih nalog Tabora. Vendar se je kmalu pokazalo, da oddaja vlog nima smisla preden ni bila opravljena ocena poškodovanosti objekta, iz katere je bilo šele ugotovljeno ali se bo hiša obnavljala ali bo porušena. Zato je bilo do začetka kurilne sezone, ki se v Čezsoči začne konec septembra, na novo obnovljenih zanemarljivo število dimnikov. Naknadno smo izvedeli, da je pozimi potekala akcija zbiranja donacij za električne peči, za ogrevanje v vasi, kjer se kuri deset mesecev v letu in je glavno gorivo les.

Nepripravljenost za oblikovanje enotnih kriterijev za razdeljevanje denarnih sredstev zbranih pri humanitarnih organizacijah in na računih lokalnih skupnosti namensko za pomoč prebivalcem po potresu.

## 2) Informacije:

Obveščanje prebivalstva in dostop do informacij sta povzročala prebivalcem negotovost, stiske, zmedo med krajan in občutek, da bodo izigrani.

Nedostopnost informacij se je odražala v tem, da v prvem mesecu in pol ni bil vzpostavljen nikakršen sistem rednega in izčrpnega obveščanja krajanov. Po mesecu in pol je DTP imenovala predstavnico za stike z javnostmi, ki se je s krajan srečevala individualno in prinašala informacije o ukrepih za reševanje njihove individualne situacije obnove. Izšlo je tudi nekaj števil pisnih informacij s pojasnili o najpogostejših vprašanjih, s katerimi so se krajan srečevali pri obnovi.

Neodzivnost predstavnikov oblasti se je odražala tako, da se po izreku dobrodošlice Taboru, v vasi Čezsoča v naslednjih dveh mesecih ni za pogovor s krajan oglasil noben predstavnik oblasti. Uradni ogledi in obiski, vključno z obiskom predsednika države en mesec po potresu, so potekali tako, da krajan niso imeli možnosti spregovoriti o svoji situaciji. Zgoraj omenjena služba za stike z javnostmi je omogočila posredovanje med krajan in različnimi strukturami, vključno z ministrstvi in vlado. Politiki in visoki funkcionarji so informirali krajane preko medijev, v najbolj odmevnih in udarnih informativnih oddajah.

Zavajajoče in nasprotujoče si izjave so povzročile žalost, jezo in ogorčenje krajanov. Takšen je bil primer informiranja krajanov v osrednjem TV dnevniku o sklepu vlade, da bo krajanom ukinila obresti na obroke kredita za obnovo hiš po potresu leta 1998. To naj bi bil ukrep neposredne pomoči krajanom. Naslednji teden so prejeli krajan položnice za omenjeni kredit z nespremenjeno višino obroka, ki se niti kasneje ni znižal. Podobno so potekala tudi obveščanja o donacijah in o spremembah pri ugotavljanju poškodovanosti hiš. Pravila so se spreminjala praktično vsak teden in nazadnje je iz napovedanih štirih ocenitev hiše, obveljala zgolj prva ocena poškodovanosti objekta za vse namene, četudi je bila zastavljena zgolj za ugotavljanje stanja objekta zato, da bi se vedelo ali je objekt varen za bivanje ali ne.

Prezrtje krajanov pri obveščanju so izkusili krajan tudi pri delu komisij za ocenjevanje stopnje poškodovanosti objektov. Nekateri krajan so njihove obiske doživeli takole: *»A kdo so bili? Ne vem, nič niso rekli. Kaj so ugotovili? Tudi tega niso povedali. Kar šli so.«*

## 3) Zlorabe moči politikov in državnih uslužbencev:

Tovrstne zlorabe so se odrazile z: nerealnimi obljubami posameznim krajanom, s postavljanjem posameznih krajanov v privilegiran položaj, s pogojevanjem dostopa krajanom do donacij, z grožnjami krajanom, če bodo javno govorili o svojem nezadovoljstvu, z upravljanjem s časom krajanov, s prezrtjem potreb krajanov, ki so doživeli travmo, z nespoštljivim komuniciranjem s krajan (*»So mi rekli, da naj hitro pridem, da je komisija, sem pritekla s polja, sem jih našla v hiši, sredi spalnice so stali.«*), s spornimi in krivičnimi dodelitvami donacij; z neracionalnim zbiranjem donacij na stroške krajanov.

#### 4) Posledice v skupnosti:

Zgoraj opisane značilnosti delovanja sistema in njegovih predstavnikov je vplivala na osebne odnose v skupnosti in v družinah. Zbrane podatke smo organizirali v naslednje ugotovitve:

- krajanji nimajo dostopa do informacij, te so pomanjkljive, včasih zavajajoče, kar povzroča v skupnosti zmedo, negotovost, in jezo krajanov do državnih ukrepov,
  - krajanji nosijo različno težo obnove, odvisno od finančnega stanja gospodinjstev - revnejši krajanji bodo zelo težko plačali stroške popravila hiš, saj imajo kredite še za obnovo po prejšnjem potresu,
  - pomoč prezre potrebe starih ljudi, hendikepiranih in revnih ljudi, zato dobijo najšibkejši člani skupnosti vtis, da je njihova stiska prezrta,
  - moč posameznikov in struktur ter posamičnih interesi preglasijo stisko in potrebe ljudi.
- Kljub vsemu opisanemu, pa duh skupnosti živi še naprej.

### 3.3 Opravljene naloge in vloge prostovoljcev na Taboru

Prostovoljci so na Taboru predvsem prevzemali naslednje vloge in naloge:

1) informiranje je zajemalo: pridobivanje informacij in posredovanje informacij med krajanji in CSD, DTP, CZ, Nastanitvenim centrom, zdravstvenim domom, bolnico, USJDTP, županom, predsednikom KS, RK, krovcem; obveščanje DTP o težavah, ki jih povzročajo krajanom komisije; usmerjanje PR DTP in predloge za izboljšanje teh storitev,

2) preskrba in oskrba prebivalstva je zajemala: pomoč pri gospodinjstvu, selitvah, spravilo drv, pridelkov, prevoze oseb; dostavo živil in drugih potrebščin, spremljanje in osebna asistenca, spremljanje otrok na letovanje, manjša popravila, pospravljanje ohišnice in spravilo pridelkov,

3) čustvena podpora je zajemala razbremenilne pogovore, spodbujanje in bodrenje, pripravo na hospitalizacijo, opogumljanje, vzdržati žalost, strah, trpljenje, jezo, ter motivacijski pogovor.

4) zagovorništvo in posredovanje med krajanji in institucijami/organizacijami je zajemalo: zahtevo za javno objavo kriterijev za donacije hiš na lokalni TV, zagovorništvo za pospešitev dostave kontejnerjev, pri namestitvi v apartma, posredovanje in urejanje stikov USJDTP s krajanji in obiskov na njihovem domu, na CSD za dodelitev enkratne denarne pomoči, pri patronažni službi, pri koordinatoriki CSD, pri županu, pri predsedniku KS, pri RK, pri krovcih, strokovno pomoč krajanom pri izpolnjevanju obrazcev DTP za dimnike in pri pisanju prošenj, pomoč USJDTP pri zasnovi Novic, glasila DTP za informiranje prebivalstva o obnovi.

5) strokovna podpora programom, civilnim pobudam in institucijam je zajemala: oblikovanje navodil za delo tehničnih služb s prebivalci, ki so doživeli travmo, usposabljanje statikov za delo s krajanji, tedenski nadzor izvajalk javnih del, vzpostavitev programa usposabljanja za vodenje skupin za samopomoč starih, za strokovne delavke CSD in laične prostovoljke tudi iz Čezsoče, izvedbo programa usposabljanja za socialne oskrbovalke, ki je odprt tudi za krajanke Čezsoče, oblikovanje utemeljitve za MDDSZ o odobritvi dodatnih zaposlitvi treh strokovnih delavk na področju socialnega varstva na bovškem, povezovanje zainteresiranih akterjev pri oblikovanju besedila za dopolnitev zakona o potresni obnovi in trajnostni razvoj Posočja, organiziranje prejemnikov donatorskih sredstev za oblikovanje enotnih kriterijev za dodeljevanje donacijske pomoči (RK, Karitas, občina, KS), podpora samoorganiziranju krajanov za ustanovitev društva za trajnostni razvoj Posočja; povezovanje

z Uradom za droge za vzpostavitev nizkopražnega programa namenjenega zasvojenim s trdimi drogami v bovški občini.

### 3.4 Ugotovljene potrebe prebivalstva in odgovori nanje

V analizi o opravljenih vlogah in nalogah predstavljamo oblike pomoči, ki so jih opravili prostovoljci na Taboru v sodelovanju s krajanji.

Socialno delo na Taboru je zajemalo: pomoč pri preselitvah in spravilu pridelkov, posredovanje in zagovorništvo pri komuniciranju krajanov z Državno tehnično pisarno, povezovanje akterjev in podpora civilnim pobudam, zagotavljanje supervizije delavkam CSD, povezavo z organizacijami, ki zbirajo donacije za pomoč po potresu in pobudo za koordiniran, enoten pristop pri razdeljevanju donacij, doseg javne objave kriterijev za donacijske hiše; prispeva k spremenjenemu načinu dela in spoštljivejšemu odnosu komisij do krajanov, povezuje lokalnih pobudnikov, Fakultete za socialno delo in Urada za droge za izdelavo ocene stanja na področju zlorabe drog v Severnoprimerški regiji, ki bo izhodišče za nastanek učinkovitih in trajnih programov za mlade zasvojene s trdimi drogami na tem območju.

Po zaključku Tabora je na ostalo še veliko neopravljene pomoči, predvsem pri starejših, hendikepiranih in bolnih. V preglednici 2 smo uredili opravljeno pomoč po izbiri posameznega krajana in ugotavljali, kateri izvajalci v Občini Bovec imajo v svojih programih vključene odgovore na te potrebe posameznika v skupnosti.

<b>povpraševanje krajanov po podpori in storitvah</b>	<b>obstoječi programi</b>	<b>nepokrito</b>
pomoč na domu in dostava	CSD pomoč na domu	
prevozi, manjša popravila in pospravljanje ohišnice, selitve, spravilo drv, pridelkov		prevozi, manjša popravila in pospravljanje ohišnice, selitve, spravilo drv, pridelkov
pogovori, spodbuda, priprava na hospitalizacijo, opogumljanje, vzdržati žalost, strah, trpljenje, jezo motivacijski pogovor,		pogovori, spodbuda, priprava na hospitalizacijo, opogumljanje, vzdržati žalost, strah, trpljenje, jezo motivacijski pogovor,
postavljanje zahtev, zagovorništvo posredovanje strokovna pomoč		postavljanje zahtev, zagovorništvo, posredovanje, strokovna pomoč
oblikovanje navodil usposabljanje, supervizija oblikovanje programa ali utemeljitve, povezovanje zainteresiranih akterjev		oblikovanje navodil usposabljanje, supervizija oblikovanje programa ali utemeljitve, povezovanje zainteresiranih akterjev
pridobivanje informacij in posredovanje informacij, obveščanje, usmerjanje in oblikovanja predlogov za izboljšanje komunikacije med prebivalstvom in institucijami		pridobivanje informacij in posredovanje informacij, obveščanje, usmerjanje in oblikovanja predlogov za izboljšanje komunikacije med prebivalstvom in institucijami

*Preglednica 2: Oblike pomoči po izbiri krajanov in njihova pokritost s programi v skupnosti.*

Na podlagi preglednice 2 ugotavljamo, da je po koncu Tabora ostala nepokrita velika večina potreb krajanov po pomoči, ki jo je zagotavljal Tabor.

Ob zaključku dela je Tabor naročnikoma posredoval priporočila in predloge ukrepov za izboljšanje življenjskih pogojev prebivalcev na Bovškem pri njihovem spoprijemanju s

posledicami potresa. Med njimi so tudi priporočila za okrepljen program pomoči na domu za starejše in invalide, ki bi lahko delno pokrili zgoraj naštetе potrebe po storitvah.

#### **4 SKLEP**

Iz ugotovitev o opravljeni pomoči krajanom izhaja, da se ob zaključku dela Tabora obseg potreb krajanov po pomoči ni bistveno zmanjšal, kar navaja na sklepanje, da so potrebe po tovrstni pomoči prisotne daljše obdobje in ne le deset tednov po naravni nesreči, kolikor je trajalo nudenje pomoči na Taboru.

Rezultati tudi kažejo, da je izkušnja naravne nesreče za mnoge krajanе sama zase vir travme in kot taka zahteva ustrezno strokovno obravnavo, sicer posameznik utrpi trajne posledice v duševnem zdravju. Vendar potres sam ni edini vir stresa in travm, ki jih doživijo posamezniki po naravni nesreči. Krajanі v Čezsoči namreč trdijo, da je zanje kalvarija obnove bolj travmatična, kot sam potres in porušena hiša.

Vir stisk krajanov so bili neustrezni ukrepi in pristopi državnih organov, ki so jih obravnavali v nesorazmerju vpliva in moči. Usmerjali so se na razpoke v zidovih in niso bili dovolj pozorni na ljudi, ki za temi zidovi živijo. Prezrli so izkušnje krajanov in njihovo vednost o tem, kako se spoprijeti s posledicami potresa in organizirati življenje na novo.

Ugotovitve in zbrani podatki navajajo k sklepu, da ima socialno delo pri organiziranju pomoči prebivalcem po naravni nesreči svoje pomembno mesto in nalogo. Ta je zlasti prispevati k temu, da bo posamezni prebivalec slišan in bo organizirana pomoč v čim večji meri odgovor na njegove dejanske potrebe. Hkrati lahko prinesejo ugotovitve o manjkajočih oblikah pomoči prebivalstvu tudi spodbudo za nastajanje novih, izvernih odgovorov pri oblikovanju ukrepov za pomoč prebivalstvu po naravni nesreči. Vedenje o tem je treba iskati pri krajanih samih, ki so izvedenci za svoje življenje in izvedenci v prejemanju pomoči po naravni nesreči.

#### **5 VIRI IN LITERATURA**

- Flaker, V., Cuder, M., Nagode, M., Podbevšek, K., Podgornik, N., Rode, N., Škerjanc, J., Zidar, R. 2007: Vzpostavlanje osebnih paketov storitev. Poročilo o pilotskem projektu »Individualiziranje financiranja storitev socialnega varstva«. Fakulteta za socialno delo Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Foucault, M. 1991: Vednost - oblast - subjekt. Ljubljana.
- Freire, P. 1996: Pedagogy of the Oppressed. London.
- Mesec, B. 1998: Uvod v kvalitativno raziskovanje v socialnem delu. Ljubljana.
- Škerjanc, J. 2006: Individualno načrtovanje z udejanjanjem ciljev. Pomen uporabniškega vpliva pri zagotavljanju socialnovarstvene storitve. Center RS za poklicno izobraževanje Ljubljana. Ljubljana.
- Torkar, D. 2006: Faze v sistemu varstva pred naravnimi nesrečami. Predavanje. Fakulteta za socialno delo Univerze v Ljubljani. Ljubljana.



## UKREPANJE IN VODENJE UKREPANJA PO NEURJU 13. JULIJA 2008 V OBČINI KAMNIK V LUČI UPORABE *INCIDENT COMMAND SISTEMA*

Brigita VAVPETIČ<sup>a)</sup> in Julij JERAJ<sup>b)</sup>

<sup>a)</sup> Občina Kamnik, Občinska uprava, Urad župana, Glavni trg 24, 1240 Kamnik, e-pošta: cz.kamnik@siol.net

<sup>b)</sup> Mestna občina Ljubljana, Mestna uprava, Oddelek za zaščito, reševanje in civilno obrambo, Zarnikova ulica 3, 1000 Ljubljana, e-pošta: julij.jeraj@ljubljan.si

### IZVLEČEK

Neurje z močnim vetrom, ki je v nedeljo, 13. julija 2008, prizadelo občino Kamnik, je odkrivalo strehe stavb, ruvalo drevesa; pretrgane so bile električne in telekomunikacijske napeljave ter cestne povezave. Veter je po oceni Agencije Republike Slovenije za okolje v sunkih dosegel hitrost tudi do 120 kilometrov na uro. Na območju vasi Gozd je prišlo do pojava nevihtnega piša, ki je pustil hude posledice na objektih in gozdu. Ukrepanje kamniškega občinskega sistema zaščite in reševanja se je kazalo kot učinkovito in poznejša primerjava je pokazala, da je imela organizacija ukrepanja mnoge elemente tako imenovanega »*incident command sistema*«.

Ključne besede: naravna nesreča, močan veter, intervencija, javna gasilska služba, upravljanje z nesrečo, *incident command system*

### **Kamnik Municipality Response to the Storm (June 13<sup>th</sup> 2008) in the Light of the Incident Command System**

### ABSTRACT

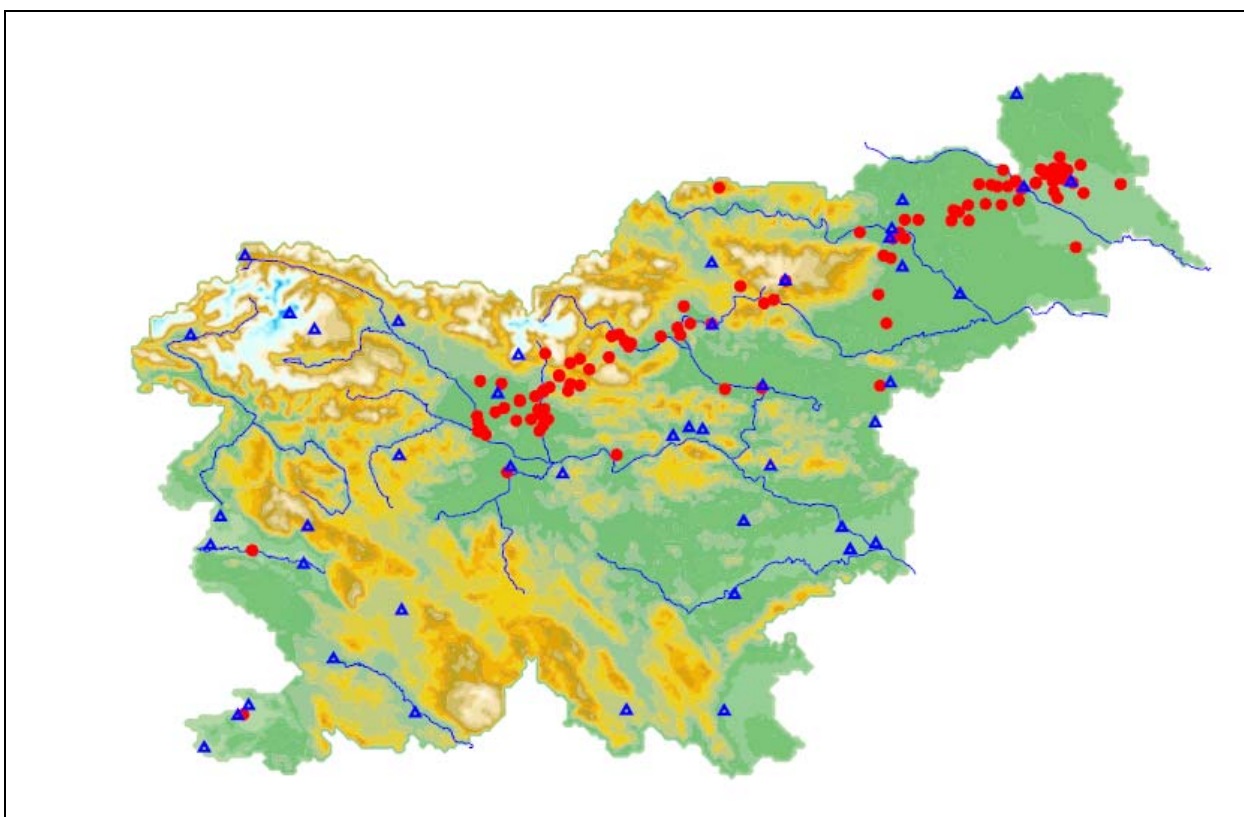
Storm carrying strong winds and heavy rain fell on the territory of the Kamnik municipality on June 13<sup>th</sup> 2008. Strong wind blew off many roofs, broke trees, telephone and electricity lines, blocked roads etc. Official data on the wind speed is 120 km/h. Response of the Kamnik municipality's rescue and public services appears to be efficient and comparative analysis reveals that there were many aspects of the incident command system used in response management.

Key words: natural hazard, strong winds, fire service, incident response, incident management, incident command system

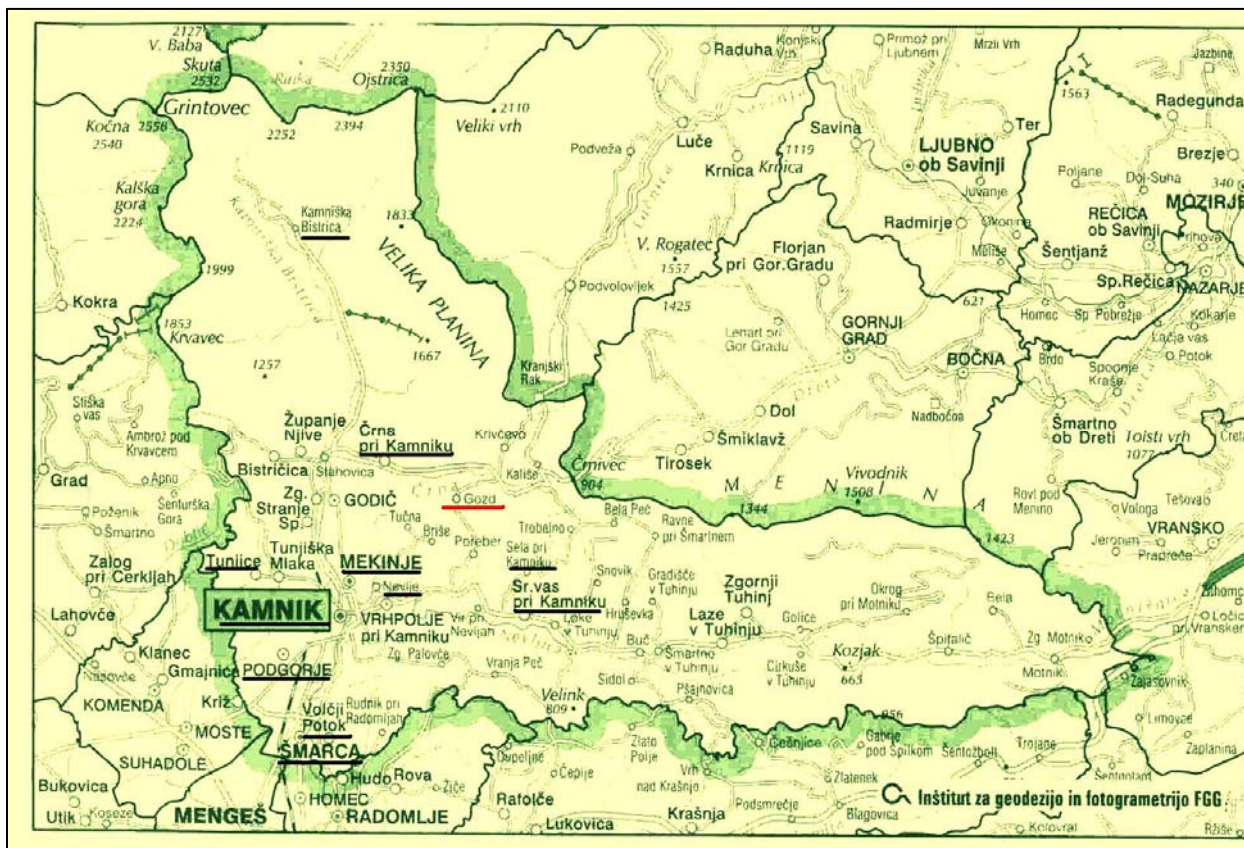


## 1 UVOD

Dne 13.7.2008 je v popoldanskem času, od okoli 14. ure dalje, hudo neurje z močnim vetrom, ponekod tudi točo, zajelo najprej severni del Ljubljanske regije, nato pa se je začelo pomikati proti severovzhodu in zajelo severni del Vzhodne Štajerske, Zahodno Štajersko, Koroško in Pomurje (ARSO 2008). Slika 1 kaže kraje, kjer je veter povzročil škodo. Nevihtno neurje je tako zajelo tudi precejšen del občine Kamnik. Posledice so bile na objektih in infrastrukturi v krajevnih skupnostih Šmarca, Duplica, Volčji potok, Perovo, Novi trg, Zaprice, Podgorje, Kamnik-Center, Mekinje, Nevlje, Sela pri Kamniku, Srednja vas, Kamniška Bistrica, Črna in Tunjice; skupno v 15 od 22 krajevnih skupnosti. Najhuje poškodovani stanovanjski objekti in največji delež poškodovanih objektov ter najdlje trajajoče ukrepanje po nesreči je bilo v kraju Gozd v krajevni skupnosti Črna pri Kamniku (na sliki 2 podčrtano rdeče).



Slika 1: Kraji, kjer je veter povzročil škodo (rdeči krožci) in merilna mesta ARSO (modri trikotniki) (ARSO 2008)



Slika 2: Pregledni zemljevid občine Kamnik (medmrežje 1).

## 2 METODE

Opisali bomo aktivnosti sistema zaščite in reševanja občine Kamnik in deloma aktivnosti občinske uprave, ki so jih izvajali, da bi vzpostavili pregled nad razmerami, sprostili cestne komunikacije, odstranili preteče nevarnosti, pomagali ljudem pri zaščiti premoženja in zadovoljitvi osnovnih življenjskih potreb. S prijemi teorije organizacij bomo opredelili uporabljeni organizacijski model, predvsem v smislu organizacijske strukture, deloma pa tudi organizacijskega procesa in oblike (Ivanko 2005) ter ga primerjali z modelom intervencijsko poveljniškega sistema (angl. *incident command system*; Deal in ostali 2006) oziroma *sistema incident command*, kot je v uporabi v Združenih državah Amerike. Uporabo angleškega imena si dovoljujemo zaradi nelagodja pri uporabi izraza »intervencijsko poveljniški sistem«, ki je ponujen v do sedaj edinem v slovenščino prevedenem besedilu (Verbič 2008).

## 3 REZULTATI/RAZPRAVA

### 3.1 Neurje in ukrepanje

V nedeljo, 13. 7. 2008, okoli 14. ure, je območje občine Kamnik zajelo nevihtno neurje. Sunki vetra so po podatkih državne mreže meteoroloških postaj dosegali hitrost okoli 90 kilometrov na uro, glede na učinke pa državna meteorološka služba ocenjuje, da je veter predvsem kot nevihtni piš lokalno presegal hitrost 120 km/h. Na omejenih območjih, kjer je bil nevihtni piš še dodatno okrepljen zaradi reliefa in stekanja zraka, je povzročil največjo škodo (ARSO 2008). Močan veter je lomil in ruval drevesa, odkrival strehe, ceste so bile

neprevozne, električna in telefonska napeljava potrgana. Objekti s poškodovano streho so bili zaliti, na sosednjih objektih in vozilih so poškodbe povzročili naokoli leteči deli odtrganih streh.

Po prvih prejetih sporočilih o nesreči, prek Regijskega centra za obveščanje Ljubljana (telefonska številka 112), se je aktiviral štab Civilne zaščite (CZ) občine Kamnik v operativni sestavi, ki je deloval od nedelje, 13. 7. 2008, od 15 ure do nedelje, 20. 7. 2008, do 13 ure. Poleg štaba CZ so bile 13. 7. 2008 popoldan aktivirane tudi enote javne gasilske službe ter pogodbeno podjetja (Komunalno podjetje Kamnik, Žurbi team Kamnik) ter vzpostavljene povezave z drugimi intervencijskimi službami (policija, Zdravstveni dom Kamnik, Cestno podjetje Ljubljana). Stalna dežurna služba na sedežu štaba CZ v Prostovoljnem gasilskem društvu (PGD) Kamnik je bila okrepljena takoj, od prejema prvih obvestil o nastali nesreči, pa vse do nedelje, 20. 7. 2008. Aktivirani sta bili ekipa za logistiko ter ekipa za podporo in administrativno delo, sestavljena iz članov PGD Kamnik. Stalna dežurna služba na sedežu štaba CZ v PGD Kamnik je bila okrepljena neposredno po prejemu prvih obvestil o nastali nesreči, pa vse do nedelje, 20. 7. 2008. Skupaj je v nedeljo, 13. 7. 2008, na intervenciji sodelovalo 105 kamniških gasilcev in štirje člani štaba CZ.

V ponedeljek, 14. 7. 2008, zjutraj je štab CZ vključil v delo tudi Center za socialno delo Kamnik za nudenje prve psihološke pomoči in Rdeči križ Kamnik za humanitarno pomoč.

V ponedeljek, 14. 7. 2008, so ekipe nadaljevale z odstranjevanjem podrtih dreves, ki so ogrožala objekte ali onemogočala prevoz po cestah in pomagali krajanom pri pokrivanju streh z gradbeno folijo. Malo po 14. uri so vse sile za zaščito, reševanje in pomoč usmerili na pomoč prizadetim krajanom v vasi Gozd. Na intervenciji je ta dan sodelovalo prek 200 gasilcev in 4 člani občinskega štaba CZ; za pomoč pa so bili, v skladu z občinskim načrtom zaščite in reševanja ob naravnih nesrečah, najprej zaproseni gasilci iz sosednjih občin (Komenda, Mengeš in Domžale).

V ponedeljek, 14. 7. 2008, je steklo usklajevanje med Ministrstvom za okolje in prostor, občino in izvajalcem občinske javne službe za odvoz in deponiranje komunalnih odpadkov (Publikus) glede odvoza strešne kritine, ki vsebuje azbest ter drugih gradbenih (npr. izolacija, ostanki žlebov, leseni deli ostrešij) in komunalnih odpadkov. Organizacijo ravnanja z odpadki je župan naložil rednim občinskim službam. Za tiste salonitne plošče, ki so jih odpeljali oškodovanci sami, so na sedežu podjetja Publikus prejeli tehtalni list, ki so ga kasneje prinesli na Občino Kamnik, kjer so vodili evidenco odvoza.

Od torika, 15. 7. 2008, od 7 ure zjutraj je bil organiziran krajevni štab CZ na sedežu PGD Gozd. Tam se je vse dni do nedelje, 20. 7. 2008, vodila evidenca poškodovanih in nepokritih objektov, evidenca prihoda ekip gasilcev, reševalcev GRS Kamnik ter pripadnikov drugih prostovoljnih ekip (npr. skavti). Vodstvo krajevnega štaba je v sodelovanju z vodjem intervencije kot celote usklajevalo delo na terenu. Vodja štaba je večkrat dnevno pregledal območje Gozda in popisal potrebe po ekipah in drugi pomoči. Usklajeval je prispele ekipe, za katere smo bili dogovorjeni že vnaprej, ter ostale prostovoljne ekipe, ki so prišle na pomoč krajanom Gozda. Vodil je evidenco nudene pomoči oziroma opravljenih del po hišnih številkah. Hkrati je izdelal tudi načrt potreb po pomoči za naslednje dni. Dnevno so na sestankih krajevnega štaba obravnavali že izvedene aktivnosti, število sodelujočih gasilcev in prostovoljcev. Obravnavali so probleme, dogovorili so se tudi za odvoz azbestne kritine ter drugega odpadnega materiala ter glede potreb po določeni mehanizaciji. Veliko materiala na Gozdu so odpeljali tudi domačini s svojo mehanizacijo.

Občinski štab CZ v zoženi sestavi je ves teden med 13. 7. in 20. 7. 2008 usklajeval izvajanje nalog tudi na ostalih prizadetih območjih v občini Kamnik. Gasilci in prostovoljci so pomagali pri pokrivanju streh ter odstranjevanju podrtih dreves, za kar so bile aktivirane ekipe

sekačev iz posameznih društev. Na pomoč gasilcem so že v nedeljo, 13. 7. 2008, priskočili delavci Komunalnega podjetja Kamnik. Vodil in usmerjal jih je član občinskega štaba CZ odgovoren za tehnično reševanje. Pri odstranjevanju dreves in podrtega drevja so v dneh po nesreči pomagali tudi krajan in drugi prostovoljci, ki so s svojo mehanizacijo pomagali pri odstranjevanju porušenih delov objektov, streh in dreves.

Za najbolj prizadeto družino, ki je ob neurju utrpela ogromno škodo na stanovanjski hiši, je že v ponedeljek, 14. 7. 2008, stekla akcija dostave bivalnega zabojnika iz državnega skladišča za zaščito in reševanje v Rojah pri Ljubljani. Bivanje v hiši je bilo za družino (4 odrasli in otrok) zaradi poškodovane celotne etaže hiše na naslovu Gozd 11 nemogoče. Zabojujnik je bil prizadeti družini pripeljan skupaj z agregatom v torek, 15. 7. 2008.

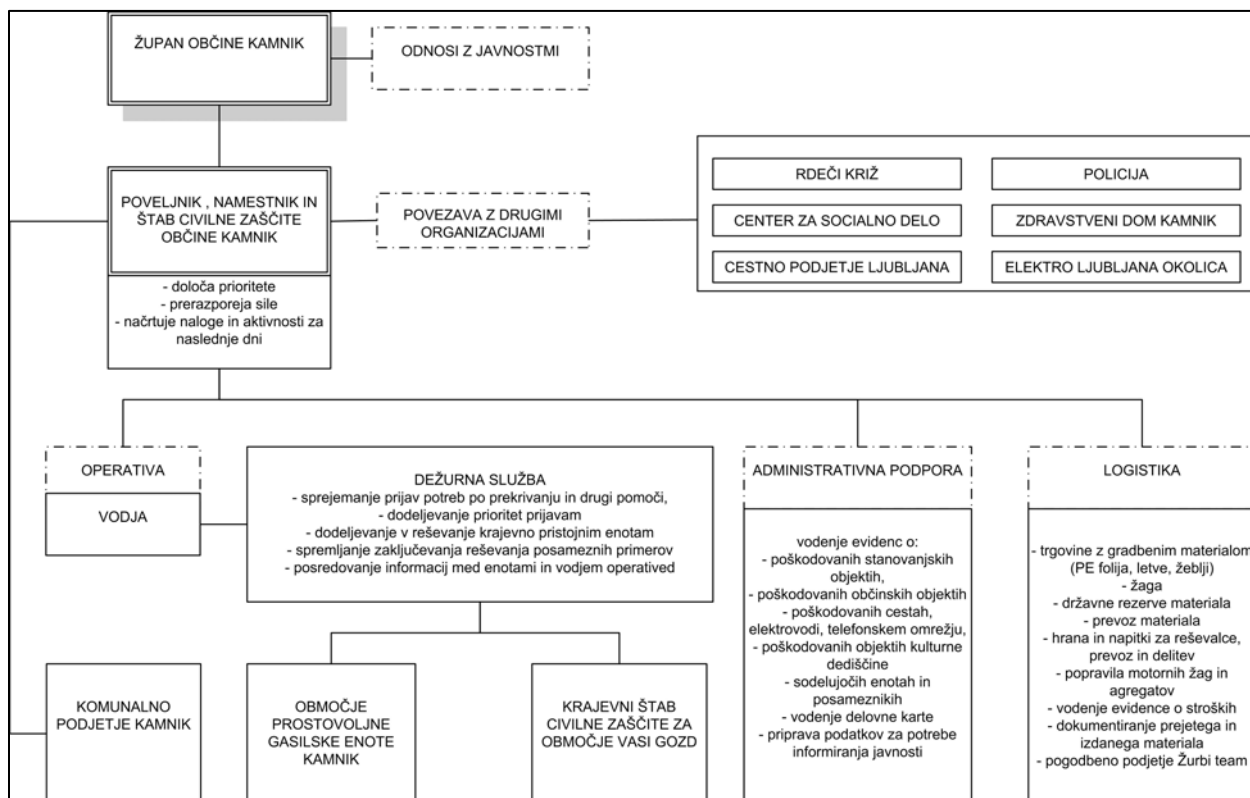
Skupaj je v tednu dni, kolikor je bil tudi organiziran sedež krajevnega štaba na Gozdu, v intervenciji in pri odpravljanju posledic naravnih nesreč sodelovalo približno 1200 gasilcev in pripadnikov drugih enot in služb.

Materialna sredstva (gradbena folija, žebli, deske), ki so bila kupljena za pokrivanje odkritih stavb, deske ter stroški logistike za teden dni intervencije so znašali skupaj s stroški refundacij okoli 20.000,00 €.

### 3.2 Uporabljen organizacijski model za vodenje ukrepanja

Pri vzpostavitvi organizacije ukrepanja je treba opredeliti naloge, jih dodeliti organizacijskim in/ali funkcionalnim elementom, ki jih bodo izvajali, te elemente povezati v organsko celoto, vzpostaviti nadzor nad izvedbo nalog oziroma spremljanje njihovega izvajanja. V sodelovanju z družbenim okoljem je treba tudi ugotavljati ali so bile izbrane ustrezne naloge, določene ustrezne prioritete in ali je način izvedbe nalog sprejemljiv s strokovnega stališča ter stališča javnosti. To je deloma mogoče izvesti v fazi priprav na nesrečo, ko ocenjujemo možnost nastanka nesreč, ranljivost naravnega in družbenega okolja ter njegovo ogroženost. Prek tega ocenjevanja, zlasti, če uporabljamo metodo kvantificiranih scenarijev nesreč (Muhič 2008), dokaj uspešno predvidimo potencialne naloge. V procesu načrtovanja oziroma izdelave načrtov zaščite in reševanja potencialnim nalogam določamo naslovnika oziroma določimo en ali več elementov, ki bodo nalogo izvedli. Tudi določitev prioritete soočanja s posameznimi nalogami ali njihovimi sklopi je v precejšnji meri mogoča že na tej stopnji priprav na nesreče. Tudi povezovanje elementov v delujoč sistem oziroma organsko celoto je del procesa načrtovanja. Pri tem določimo, kateri element(i) povezuje(jo) določene ostale elemente med seboj, mehanizem tega povezovanja oziroma sodelovanja, kdo daje navodila in kdo jih sprejema in izvaja, informacijski tok in obdelava informacij itn. Vsega vnaprej ni mogoče opredeliti, zato je treba v pripravah na nesreče ohraniti dovolj prožnosti za zaznavanje in prilagajanje nenačrtovanemu. V Sloveniji se z navedeno problematiko soočamo tako, da je kodificirana (predvsem) v Zakonu o varstvu pred naravnimi in drugimi nesrečami (2006) ter njegovih podzakonskih aktih. Značilnost slovenskega organizacijskega modela za vodenje ukrepanja ob nesrečah je po našem mnenju v tem, da se v konkretizacijo organizacije ne spušča. Ostaja na ravni navedbe štabov CZ in vodij intervencij, ki jim dodeli tudi pristojnosti, ter vodij enot. Načinov njihovega delovanja, metodah dela in drugih »pripomočnikih« uspešnega delovanja organizacije pa ne opredeli.

Na sliki 3 skušamo opredeliti organizacijsko-funkcionalne elemente ukrepanja po neurju v občini Kamnik, njihovo povezanost in deloma njihove naloge. Slika bo služila za osnovo za primerjavo z modelom sistema *incident command*.



Slika 3: Organizacijsko-funkcionalni elementi, njihova povezanost in naloge.

### 3.3 Sistem incident command v Združenih državah Amerike

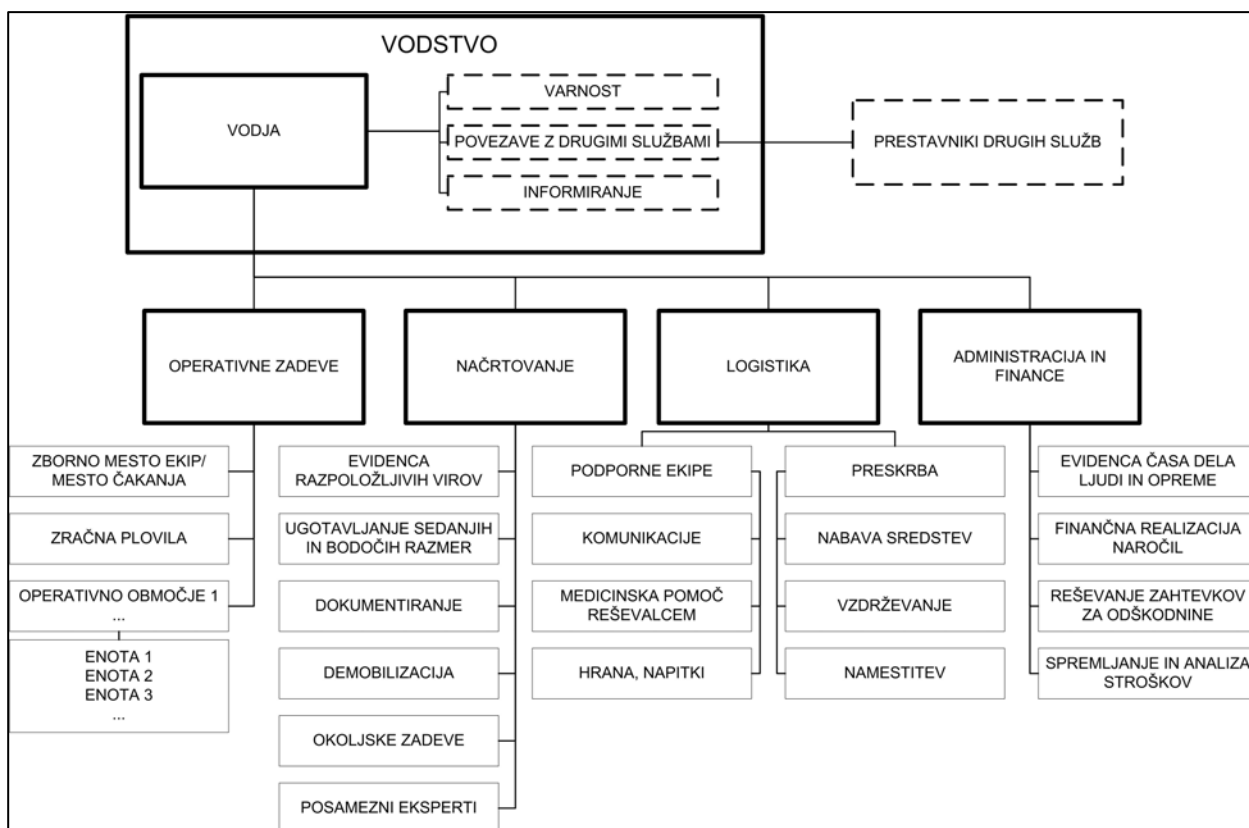
*Incident command system* (ICS) (Deal in ostali 2006; medmrežje 2) je standardiziran koncept vodenja ukrepanja ob nesrečah, ki je bil oblikovan za to, da omogoči reševalnim službam prilagoditev svoje organizacijske strukture glede na kompleksnost in obseg oziroma zahteve kakršnekoli nesreče, brez da bi jih pri tem ovirale meje njihovih lastnih pristojnosti. Razvit je bil v zgodnjih sedemdesetih letih 20. stoletja za vodenje ukrepanja ob velikih gozdnih požarih. Vodenje je oviralo to, da:

- je ena odgovorna oseba morala nadzorovati preveliko število ljudi, preveliko območje ali preveč enot;
- so različne sodelujoče službe imele različne organizacijske strukture;
- je primanjkovalo zanesljivih informacij o nesreči, posledicah, razvoju;
- je bilo premalo sredstva za komuniciranje in da so bila med seboj nekompatibilna;
- ni bilo vzpostavljene strukture med različnimi službami za izvajanje usklajenega načrtovanja;
- so bile linije odgovornosti nejasne;
- je bila terminologija med različnimi službami neenotna, kar je oteževalo (spo)razumevanje;
- so bili nejasni ali celo niso bili določeni cilji ukrepanja.

Od leta 1980 dalje so ICS prevzemale vse intervencijske službe v ZDA in sedaj velja kot standard za vodenje ukrepanja tudi za druge organizacije, tudi vladne agencije (medmrežje 2).

ICS omogoča združevalno komunikacijo ter načrtovanje prek vzpostavitve obvladljivega števila elementov, s katerimi upravlja in jih nadzoruje ena oseba oziroma element (praviloma jih nadzoruje od pet do sedem). Poleg tega ICS razdeli ukrepanje v pet organizacijsko-

funkcionalnih elementov, ki so nujna za ukrepanje ob nesrečah: vodenje, operativne zadeve, načrtovanje, logistika, finance in administracija. Slika 4 kaže tipično osnovno strukturo ICS.



Slika 4: Osnovna oziroma prva in druga raven strukture ICS (prirejeno po medmrežju 2).

Vsak od organizacijsko-funkcionalnih elementov (poudarjen okvir na sliki 4) se lahko deli na podelemente in ta še naprej na bolj specializirane elemente, vse v odvisnosti od fizičnega in problemskega obsega nesreče. Za vsak element znotraj njega so izdelane precej natančne usmeritve za delo (področje odgovornosti, nadrejeni, podrejeni, sodelujoči) in celo osnovni obrazci za delo (glej medmrežje 2). Na voljo pa je tudi program usposabljanja za izvajanje vsake naloge znotraj posameznega organizacijsko-funkcionalnega elementa in njegovih delov ter cel nabor literature.

#### 4 SKLEP

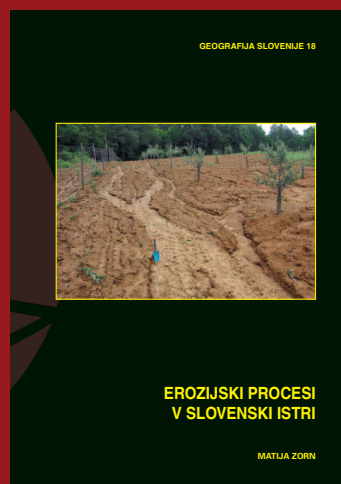
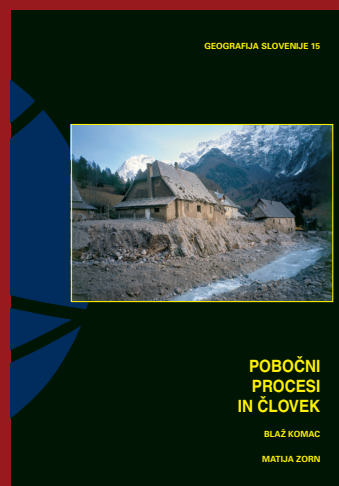
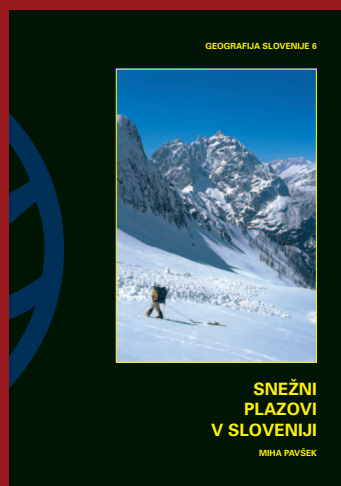
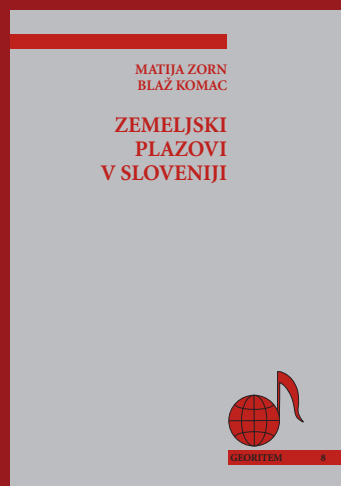
Podobnost med sliko (slika 3) strukture vodenja v Kamniku in sliko (slika 4) strukture ICS je očitna. To, kar so v Kamniku na eni strani oblikovali na podlagi »svobode«, ki jo omogoča slovenski organizacijski model vodenja ob nesrečah, ter na drugi strani izkušenj in lastnih prizadevanj za čim boljše pripravo na nesreče, je »zdravorazumska« oblika ICS. To nam služi kot nov dokaz za nujnost oblikovanja sistematičnega pristopa k vodenju ob nesrečah, pa tudi kot dokaz, da ljudje v organih vodenja zaščite in reševanja na lokalni ravni to potrebujejo.

Sistem zaščite in reševanja se bo kot sistem izpopolnil le, če bo prešel od deklarativnosti h konkretnosti, določenosti in izdelanosti v podrobnostih.

## 5 VIRI IN LITERATURA

- ARSO, Državna meteorološka služba 2008: Poročilo o vremenskem dogajanju ob nevihtnih neurjih v nedeljo in ponedeljek 13. in 14. 7.2008. Medmrežje 3:  
[www.arso.gov.si/vreme/poročila%20in%20projekti/neurja\\_20080713-14.pdf](http://www.arso.gov.si/vreme/poročila%20in%20projekti/neurja_20080713-14.pdf) (7. 12. 2008).
- Deal, T., de Bettencourt, M., Huyck, V., Merrick, G., Mills, C. 2006: Beyond initial response. Using the National Incident Management System's Incident Command System. Bloomington.
- Ivanko, Š. 2005: Teorija organizacije. Ljubljana.
- Medmrežje 1: <http://www.kamnik.si> (7. 12. 2008).
- Medmrežje 2: <http://www.osha.gov/SLTC/etools/ics/index.html> (7. 12. 2008).
- Muhič, S. 2008: Risk assessment in Denmark: Concepts from DEMA- RVA60 and risk-based dimensioning. UNDP Regional Seminar on Integrated Risk Management. Sarajevo.
- Verbič, M. 2008: Intervencijsko poveljniški sistem. Zbornik seminarja izredni dogodki v podzemnih garažah, evakuacija večjega števila ljudi in vodenje večjih intervencij. Kranj.
- Zakon o varstvu pred naravnimi in drugimi nesrečami. Uradni list Republike Slovenije 51/2006. Ljubljana.

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](mailto: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](mailto:gi@zrc-sazu.si)

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

*Oddelek za naravne nesreče:*

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

CIP - Kataložni zapis o publikaciji

Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

911.2:504.4(082)(086.034.4)

Od razumevanja do upravljanja [Elektronski vir] / uredili  
Matija Zorn ... [et al.]. - El. knjiga. - Ljubljana : Založba  
ZRC, 2010. - (Naravne nesreče, ISSN 1855-8887 / Založba  
ZRC ; knj. 1)

ISBN 978-961-254-185-9

1. Zorn, Matija

250435584