

MATIJA ZORN  
BLAŽ KOMAC

ZEMELJSKI  
PLAZOVI  
V SLOVENIJI







GEORITEM 8  
ZEMELJSKI PLAZOVI V SLOVENIJ

Matija Zorn, Blaž Komac





GEORITEM 8

# **ZEMELJSKI PLAZOVI V SLOVENIJI**

**Matija Zorn, Blaž Komac**

LJUBLJANA 2008

---

GEORITEM 8  
**ZEMELJSKI PLAZOVI V SLOVENIJI**

**Matija Zorn, Blaž Komac**

© 2008, Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU

*Urednika:* Drago Kladnik, Drago Perko

*Recenzent:* Milan Orožen Adamič

*Kartografa:* Blaž Komac, Matija Zorn

*Fotografi:* Romeo Černuta, Matej Gabrovec, Drago Kladnik,  
Blaž Komac, Milan Orožen Adamič, Matija Zorn

*Prevajalec:* Blaž Komac

*Oblikovalec:* Drago Perko

*Izdajatelj:* Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU

*Za izdajatelja:* Drago Perko

*Založnik:* Založba ZRC

*Za založnika:* Oto Luthar

*Glavni urednik:* Vojislav Likar

*Prelom:* SYNCOMP d. o. o.

*Tisk:* Collegium graphicum d. o. o.

*Naklada:* 300 izvodov

Izid publikacije je podprla Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije.

---

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

911.2:551.435.62(497.4)

ZORN, Matija

Zemeljski plazovi v Sloveniji / [avtorja, kartografa Matija Zorn, Blaž Komac ; fotografi Romeo Černuta ... [et al.] ; prevajalec Blaž Komac]. – Ljubljana : Založba ZRC, 2008. – (Georitem, ISSN 1855-1963 ; 8)

ISBN 978-961-254-107-1

1. Komac, Blaž

243118080

## GEORITEM 8

## ZEMELJSKI PLAZOVI V SLOVENIJI

**Matija Zorn, Blaž Komac**

© 2008, Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU



AVTOR

**Matija Zorn**

matija.zorn@zrc-sazu.si

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

Rodil se je leta 1975 v Kranju. V Ljubljani je leta 1994 maturiral, leta 2001 diplomiral in leta 2007 doktoriral. Od leta 2001 dela na Geografskem inštitutu Antona Melika Znanstvenoraziskovalnega centra Slovenske akademije znanosti in umetnosti. Trenutno se ukvarja s fizično geografijo, zlasti z geomorfologijo, geografijo naravnih nesreč in geografskimi informacijskimi sistemi. Njegova bibliografija obsega prek 200 enot, od tega so štiri znanstvene monografije.

Od leta 2005 je upravnik in član uredniških odborov znanstvenih revij Geografski vestnik in *Acta geographica Slovenica*/Geografski zbornik. Od leta 1997 do leta 2000 je vodil geografske taborne v okviru Društva mladih geografov Slovenije. Med letoma 2003 in 2007 je bil član Izvršilnega odbora Zveze geografskih društev Slovenije. Leta 2001 je dobil Prešernovo nagrado za študente Univerze v Ljubljani. Od leta 1996 je vodnik Planinske zveze Slovenije. Od leta 2007 je pomočnik predstojnika inštituta, od leta 2008 pa vodja Oddelka za fizično geografijo.



AVTOR

**Blaž Komac**

blaz.komac@zrc-sazu.si

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

Rodil se je leta 1974 v Šempetru pri Novi Gorici. Maturiral je leta 1993 v Tolminu. Diplomiral, magistriral in doktoriral je v Ljubljani. Od leta 2000 dela na Geografskem inštitutu Antona Melika Znanstvenoraziskovalnega centra Slovenske akademije znanosti in umetnosti. Ukvarja se predvsem s fizično geografijo, zlasti z geomorfologijo, geografijo naravnih nesreč in geografskimi informacijskimi sistemi. Od leta 2005 predava na Fakulteti za humanistične študije Univerze na Primorskem v Kopru.

Njegova bibliografija obsega več kot 150 enot, od tega so štiri znanstvene monografije. Leta 2001 ga je Vlada Republike Slovenije imenovala v strokovno skupino za oceno ogroženosti naselja in izvajanje ukrepov ob plazu in drobirskega toka v Logu pod Mangartom. Leta 2004 je bil upravnik, od leta 2005 pa je urednik znanstvene revije *Acta geographica Slovenica*/Geografski zbornik. Je tajnik Geomorfološkega društva Slovenije. Med letoma 2001 in 2005 je bil član izvršnega odbora Ljubljanskega geografskega društva. Od leta 1997 do leta 2000 je vodil geografske taborne v okviru Društva mladih geografov Slovenije. Leta 2000 je prejel Prešernovo nagrado za študente Univerze v Ljubljani, leta 2004 pa pohvalo Zveze geografskih društev Slovenije.



## GEORITEM 8

**ZEMELJSKI PLAZOVI V SLOVENIJI****Matija Zorn, Blaž Komac**

© 2008, Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU



IZDAJATELJ

**Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU**

gi@zrc-sazu.si

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

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

Ukvarja se predvsem z geografskimi raziskavami Slovenije in njenih pokrajin ter pripravljanjem temeljnih geografskih knjig o Sloveniji. Sodeluje pri številnih domačih in mednarodnih projektih, organizira znanstvena srečanja, izobražuje mlade raziskovalce, izmenjuje znanstvenike. Izdaja znanstveno revijo *Acta geographica Slovenica*/Geografski zbornik ter znanstveni knjižni zbirki Geografija Slovenije in Georitem. V sodih letih izdaja monografije Geografski informacijski sistemi v Sloveniji, v lihih letih pa monografije Regionalni razvoj.

GEORITEM 8  
**ZEMELJSKI PLAZOVI V SLOVENIJI**  
**Matija Zorn, Blaž Komac**

UDK: 911.2:551.435.62(497.4)  
COBISS: 2.01

IZVLEČEK

**Zemeljski plazovi v Sloveniji**

Knjiga prinaša temeljit pregled plazovitosti v Sloveniji. Uvodoma je predstavljen pregled vse pomembnejše geografske in druge slovenske literature o pobočnih procesih, v nadaljevanju pa temeljne značilnosti zemeljskih plazov. Razmere v Sloveniji so predstavljene z opisom dvanajstih večjih pojavov, temu pa sledi poglavje o zakonodaji na področju naravnih nesreč v Sloveniji.

Najpomembnejši del knjige je poglavje z opisom metod za izdelavo zemljevidov plazovitosti oziroma ogroženosti pred zemeljskimi plazovi z različnimi metodami. V njem so tudi zemljevidi plazovitosti Slovenije, ki so bili narejeni v geografskem informacijskem sistemu z uporabo digitalnega modela višin 25 krat 25 metrov.

V knjigi so predstavljeni deterministične, statistične in probabilistične metode ter zemljevidi plazovitosti Slovenije, ki so bili izdelani z njimi. Plazovitost je predstavljena tudi po slovenski geografski regionalizaciji, ki jo je izdelal Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU, ter po občinah. Za geomorfologijo je pomembno zadnje poglavje, ki govori o zemeljskih plazovih kot oblikovalcih reliefa.

Delo je namenjeno načrtovalcem rabe prostora in drugim uporabnikom prostora, poglobljanju študija fizične geografije, geografije naravnih nesreč, uporabno pa je tudi širše v geografiji in v geografiji sorodnih vedah.

KLJUČNE BESEDE

geografija, fizična geografija, geomorfologija, geomorfni procesi, pobočni procesi, zemeljski plazovi, naravne nesreče, modeliranje plazovitosti, zemljevidi ogroženosti, Slovenija

GEORITEM 8  
**ZEMELJSKI PLAZOVI V SLOVENIJI**  
**Matija Zorn, Blaž Komac**

UDC: 911.2:551.435.62(497.4)

COBISS: 2.01

ABSTRACT

**Landslides in Slovenia**

The book brings a thorough review of landslide susceptibility in Slovenia. In the introductory chapter the most significant geographical and other Slovenian literature on slope processes is listed, and then the basic characteristics of landslides are explained. The landslide susceptibility in Slovenia is presented on the example of twelve large landslides, followed by the chapter on legislation on natural disasters in Slovenia.

The most important part of the book is the detailed description of methods for elaboration landslide susceptibility maps with different methods. The deterministic, statistical and probabilistic methods and corresponding maps are described into detail. Such maps have been elaborated with the geographical information system using the digital elevation model  $25 \times 25$  m. Landslide susceptibility is finally presented in the framework of the regionalization of Slovenia that had been elaborated by the Anton Melik Geographical Institute SRC SASA and for all Slovenian municipalities. The last chapter of the book is important for geomorphology, describing the role of the landslides for the formation of relief.

The book is intended to be used in spatial planning, physical geography, geography of natural hazards and other branches of geography as well as in related sciences.

KEY WORDS

geography, physical geography, geomorphology, geomorphic processes, slope processes, landslides, natural disasters, landslide susceptibility modelling, risk maps, Slovenia

## Vsebina

Predgovor .....	12
1 Uvod .....	14
2 Pregled pomembnejše slovenske literature o pobočnih procesih .....	22
3 Vzroki za nastanek zemeljskih plazov .....	27
3.1 Padavine kot povod plazanja .....	28
4 Plazenje .....	32
5 Vrste zemeljskih plazov .....	34
6 Nekateri zemeljski plazovi v Sloveniji .....	35
6.1 Plazovi v Posočju .....	37
6.2 Plazovi na širšem Savinjskem območju .....	46
7 Zakonodaja na področju naravnih nesreč in stanje na področju varstva pred zemeljskimi plazovi v Sloveniji .....	53
8 Modeliranje plazovitosti in ogroženosti pred zemeljskimi plazovi .....	63
8.1 Deterministično modeliranje .....	70
8.2 Probabilistično modeliranje .....	76
8.3 Statistično modeliranje .....	78
9 Zemljevidi plazovitosti Slovenije .....	81
9.1 Fizičnogeografske podlage (vplivni dejavniki), uporabljene v izračunih .....	81
9.2 Zemljevidi plazovitosti, izdelani z različnimi metodami .....	92
9.3 Plazovitost po slovenskih pokrajinah in občinah .....	110
10 Zemeljski plazovi kot oblikovalci reliefa .....	123
11 Sklep .....	130
12 Seznam virov in literature .....	131
13 Seznam slik .....	146
14 Seznam preglednic .....	149
15 Prilogi .....	152

## Predgovor

Zemeljski plazovi nas v zadnjih desetletjih kar pogosto opominjajo, da je tako imenovana neživa narava še kako »živa« in se hitri premiki zemeljskih gmot dogajajo tudi v našem času in v našem okolju, bodisi kot sestavni del nenehnega naravnega dogajanja bodisi, žal prepogosto, tudi zaradi nespametnega človekovega ravnanja. Človeška družba v svojem bohotnem širjenju po prostoru oziroma pokrajini vse prepogosto spregleda drobne signale, s katerimi ji narava, enako kot sikajoča kača, sporoča, naj jo pusti pri miru. Navkljub temu posega v pobočja, na katerih nestabilne gmo-te samo »čakajo« na morebiti neznaten povod, da napravijo človeku ogromno škodo in včasih odnesejo tudi človeška življenja.

Izjemna zapletenost proženja zemeljskih plazov ter nešteto ugotovljivih in neznanih dejavnikov, ki lahko vplivajo na njihov nastanek, daleč presega zmožnosti ene same znanstvene panoge, zato jih je treba obravnavati z različnih zornih kotov in z različnimi metodami. Zaradi tesne povezanosti zemeljskih plazov s kamninsko podlago so pomembno področje preučevanja geologov, so pomemben del sistema eksogenih geomorfnihi procesov, zato se z njimi že desetletja ukvarja geomorfologija, kot eden od pokrajinskihi elementov z naravno- in družbenogeografskim ozadjem so predmet preučevanja geografije, pri ocenjevanju nevarnosti plazov in pri njihovi sanaciji so nepogrešljivi inženirski geologi, hidrologi, gradbeni inženirji, z njimi bi se morali več ukvarjati prostorski načrtovalci in še mnogi drugi. Multidisciplinarni pristop nam narekuje tudi njihova številčnost: poleg tisočev poznanihi in registriranihi zemeljskih plazov jih imamo verjetno še več na območjih najintenzivnejšega delovanja eksogenih geomorfnihi procesov, na primer v povirnih delih neštetihi grap in manjšihi stranskihi dolin, ki zaenkrat še niso zanimiva za človekove posege in so prepuščena gozdu, da jih malce kroti na njihovi neustavljivi poti po pobočjih navzdol.

Sprožitev zemeljskega plazu je nepovratni naravni dogodek in ob velikihi plazovihi lahko le rešujemo gola človeška življenja ter od daleč opazujemo, kdaj in kje se bo njihova pot ustavila, nato pa z ogromnimi sredstvi poskušamo sanirati nastalo škodo in do sprejemljive stopnje zmanjšati neposredno ogroženost domačega prebivalstva. Več po sprožitvi plazu skorajda ne moremo storiti, zato pa je toliko pomembnejše predhodno oceniti, kje so nestabilna in potencialno nevarna območja in ta spoznanja tudi upoštevati pri prostorskem načrtovanju in poseganju v konkretni prostor. Za to nalogo imamo na razpolago vrsto znanstvenihi metod, od katerihi so nekatere predstavljene tudi v tej knjigi. Najbolj natančne rezultate bi vsekakor dobili s podrobnihi geološkihi in geomorfološkihi kartiranjem vseh potencialno nevarnihi območij, vse obstoječe znanje o zemeljskihi plazovihi pa lahko dobro uporabimo tudi pri posrednihi metodihi na podlagi modeliranja, ki jih avtorja knjige prav tako podrobno obravnavata.

Rezultati, pridobljeni z različnihi metodihi preučevanja, se res do neke mere razlikujejo, a nas kljub temu soglasno opozarjajo na območja velike in največje nevar-

nosti zemeljskih plazov. Pričujoče delo dveh mladih znanstvenikov je nov, pomemben geografski prispevek k boljšemu poznavanju naravnega dogajanja, ki ga tudi širša javnost ne bi smela spregledati. Prepriča nas, da bomo morali prej ali slej spremeniti naš robot odnos do zapletenega, izjemno krhkega ravnovesja v naravi in se včasih tudi sprijazniti z našo popolno nemočjo pred mogočnimi naravnimi silami. Zaželeno bi bilo, da bi nas ta nemoč še bolj spodbudila k poglobljenemu preučevanju teh naravnih pojavov, predvsem pa k večjemu upoštevanju v knjigi predstavljenega védenja in bolj premišljenemu ravnanju pri prihodnjem poseganju v skrajno zapleteno in občutljivo naravno ravnovesje.

*Karel Natek*

## 1 Uvod

Knjiga obravnava zemeljske plazove. Zemeljski plaz v geografiji pomeni »... *premikavanje zemeljskih gmot s plazenjem* ...« (Kladnik, Lovrenčak in Orožen Adamič 2005, 438), pa tudi premikanje »... *sipkega preperelinskega materiala, ki zdrsi zaradi lastne teže in spolzke podlage po pobočju, ko se ob dežju prepoji z vodo* ...« (Geografija 1985; 246, 265). Izraz ima še druge pomenske razločke. »... *Pomeni tudi nanos gradiva, ki je nastal s plazenjem, označuje pa še vdolbino na območju ali območje, kjer se pogosto prožijo plazovi* ...« (Komac in Zorn 2007a, 95). V najširšem smislu (predvsem to velja za druge vede in tujejezično literaturo) pomeni premik gmote kamenja, prsti, preperine s polzenjem, plazenjem, padanjem ali tokom. V geografiji te procese označujemo s skupnim imenom pobočni procesi, tudi graviklastični procesi (Gams 1989a; Gams 1989b) ali gmotno odnašanje (Kladnik, Lovrenčak in Orožen Adamič 2005; Komac in Zorn 2007a, 190–192).

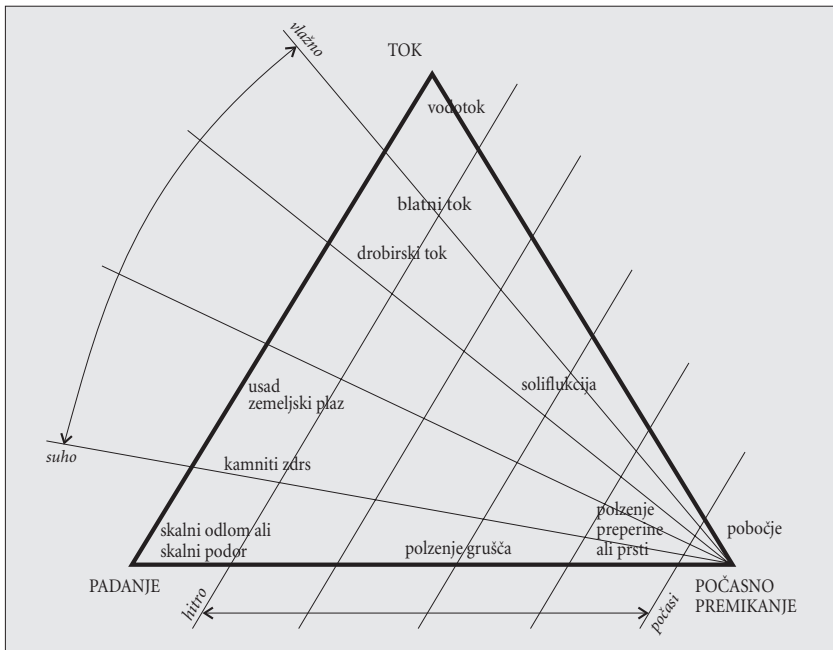
V geologiji je zemeljski plaz definiran kot »... *območje preperine, usedline ali kamnine, ki se je hitro ali počasi premaknila s prvotnega kraja in ima vidno spremenjeno površje* ...« (Pavšič 2006, 303) oziroma kot »... *drsenje večje gmote zemljine [preperine, opomba avtorjev] ali hribine [trdne kamnine, opomba avtorjev] po pobočju zaradi presežene strižne trdnosti* ...« (Gregorač 1995, 241).

V vodarski stroki poznajo izraz hribinski plazovi (Brilly, Mikoš in Šraj 1999, 23), »... *pogosto se uporablja tudi kar zemeljski plazovi* ...«, kar imajo skupen izraz za procese »... *v kamninah in zemljinah, ki so posledica porušitve notranje stabilnosti hribine na zemeljskem površju* ...«. Hribinske plazove v širšem smislu delijo na zemeljske plazove, »... *kamor sodijo globinski in površinski (plitvi) plazovi v enovitih in plastovitih zemljinah, usadi, splazitve, zdrsi in počasno polzenje tal [prsti, opomba avtorjev]*«, in kamninske plazove, »... *kamor sodijo podori, kamniti plazovi in počasno spodmlevanje hribin v obliki melišč* ...«. Izraza zemeljski plazovi in hribinski plazovi pozna tudi Zakon o vodah (2002, 82. člen).

V slovenski geografiji se je z izrazoslovjem o pobočnih procesih največ ukvarjal Gams (Gams 1956; Gams 1989a; Gams 1989b; Gams 2000/2001) in sklenil, da »... *pri izrazu zemeljski plaz očitno nimamo enakega mnenja, kaj pomeni zemeljski* ...« ter nadaljuje, da se »... *podobno ohlapnega pojmovanja* ...« drži tudi ustrezní angleški izraz *landslide* (Gams 1989a, 122). O tej problematiki sta med geografi v zadnjih letih več pisala še Zorn in Komac (2002, 14–15; Komac in Zorn 2007a), med geologi pa Ribičič (1999a; Ribičič 2002a) in Skaberne (2000/2001; Skaberne 2001). Ribičič (2002, 260) med zemeljske plazove uvršča »... *številne pojave porušenja naravnega ravnovesja na zemeljskem površju zaradi delovanja gravitacije in zunanjih procesov denudacije* ... *Beseda zemeljski pove, da ja tak pojav vezan na zemeljske površinske sloje. Naziv zemeljski plazovi torej zajema pojave plazenja v najširšem smislu – to je zelo različne pojave porušenja naravnega ravnovesja* ...«. V nadaljevanju še piše, da je treba ločiti naziv

zemeljski plazovi od termina zemljinski plazovi. Pri slednjih gre za plazove v površinskih nevezanih slojih, ki so nastali kot posledica preperevanja na mestu samem ali so bili prineseni iz višji leg, torej plazovi sestavljeni iz zemljin [preperine, opomba avtorjev] (Ribičič 2002a, 260). V geografijo bi zemljinske plazove prevedli kot preperinske plazove in ustrezajo definiciji zemeljskega plaz po Geografskem terminološkem slovarju (Kladnik, Lovrenčak in Orožen Adamič 2005). Termin zemljinski plazovi pozna tudi Grimšičar (1983, 59), ki jih enači s pravimi zemeljskimi plazovi, kamor uvršča še tokove, loči pa jih od podorov.

Med tujejezičnimi deli omenimo Summerfielda (1991, 172), ki za zemeljski plaz (angl. *landslide*) pravi, da »... v splošni rabi preprosto pomeni hitro pomikanje gradiva po pobočjih navzdol ... kar lahko vključuje tudi padanje in tok ...«. Goudie in ostali (1994, 301) z izrazom zemeljski plaz razumejo tako proces, to je »... premikanje kamnin ali zemlje po pobočju navzdol pod vplivom gravitacije ...«, kot tudi premaknjeno gradivo, to je »... gmoto kamnin ali zemlje, ki se je premaknila ...«. Podobno definicijo procesa najdemo tudi v starejši geomorfološki enciklopediji (Simonett 1968, 639).







Slika 1: Nekatere vrste pobočnih procesov glede na vlažnost in hitrost premikanja (Komac in Zorn 2002a, 178; Komac in Zorn 2007a, 34).



*Preglednica 1: Vrste pobočnih procesov kot jih razumemo v slovenski geografiji*

načini premikanja gradiva	opis premikanja	vrste pobočnih procesov	vsebnost vlage	hitrost premikanja
tok	Delci se pomikajo po pobočju neodvisno drug od drugega in ne kot sprijeta gmota. Tok je značilen za nesprijete sedimente in preperino.	polzenje	nizka	ekstremno do zelo počasno
		soliflukcija	visoka	ekstremno do zelo počasno
		blatni tok	ekstremno visoka	počasno do zelo hitro
		drobirski tok	visoka	zelo hitro
plazenje	Gradivo se pomika v blokih. Značilno je za preperino in nesprijete sedimente ter trdne kamnine.	usad	zmerna	počasno
		zemeljski plaz	nizka do zmerna	počasno do zelo hitro

(Zorn in Komac 2002, 14–15; Komac in Zorn 2007a, 14–15).

opis	komentar	sediment	skica
Gibanje je počasno in očem neprepoznavno.	V naravi ga opazimo na pobočjih »pijanih dreves«, nagnjenih drogov ...	/	
Premikanje z vodo nasičene prsti po stalno zmrznjeni podlagi.	Pojavi se že na blagih pobočjih, predvsem v periglacialnih območjih.	/	
Tok drobnega gradiva (nad 80 % glinastih delcev), nasičenega z vodo. Tok se vede kot viskozna tekočina.	Pojavita se v povezavi z usadom ali plazom (Log pod Mangartom, 15.–17. 11. 2000). Značilna sta za aridna območja s kratkimi obdobji močnih nalivov.	sediment blatnega toka	
Tok drobno- in grobozrnatega gradiva (20 do 80 % gradiva je večjega od peščenih delcev).		sediment drobirskega toka (debrit)	
Plazenje manjšega obsega (nekaj m <sup>2</sup> ), ki obsega le travno rušo in do 1 m debelo plast preperine. Premika se v enem kosu in skoraj brez deformacij.	Haloze, 3.–4. 6. 1989: prek 5000 na okrog 106 km <sup>2</sup> (47 usadov na km <sup>2</sup> )	plazovina	
Gmota zdrsne po pobočju po drsni ploskvi, ki poteka po meji med dvema plastema in je vzporedna s pobočjem, ali pa zdrsne debelejša plast, ki se premakne po več drsnih ploskvah polkrožne oblike, ki niso vzporedne s pobočjem. Večina gmote ostane nepremešane.	Na primer plaz nad Logom pod Mangartom, ki je pozneje prešel v drobirski tok (15.–17. 11. 2000), plaz nad Lokavcem v Vipavski dolini (november 2000), Macesnikov plaz pod Olševo (jesen 1990).		

		kamniti zdrs	nizka	zelo počasno do ekstremno hitro
padanje	Gradivo prosto pada v zraku. Značilno je za trdne kamnine.	skalni odlom	nizka	ekstremno hitro
		skalni podor		

V novejši geomorfološki enciklopediji se je Crozier (2004a, 605) pri definiciji oprl na razlago Crudena in Varnesa (1996), ki med zemeljske plazove (angl. *landslides*) med drugim uvrščata pojave padanja, plazenja in tokove, ne pa tudi pojavov polzenja, saj je za plazenje značilna jasno izražena meja.

*Preglednica 2: Vrste zemeljskih plazov po Varnesu (1978). V slovenski geografiji te procese razumemo kot pobočne procese.*

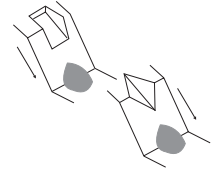
način premikanja gradiva		vrsta gradiva		
		trdna kamnina	nesprijeti sedimenti in preperina večinoma grobozrnato	preperina večinoma drobnozrnato
padanje prevračanje		skalni podor skalno prevračanje	padanje drobirja prevračanje drobirja	padanje preperine prevračanje preperine
plazenje	rotacijsko translacijsko	kamniti zdrs	drobirski plaz	preperinski plaz
bočni razmik		skalni razmik	drobirski razmik	preperinski razmik
tok		kamniti tok	drobirski tok	preperinski tok (tudi polzenje)
sestavljeno: prepletanje dveh ali več načinov premikanja				

Zemeljski plaz ima tako nekatere značilnosti, po katerih ga lahko razlikujemo od drugih pobočnih procesov. Zgoraj ima odlomni rob, nad katerim so pogoste natezne razpoke različne oblike in obsega. Razpoke površje razdeljujejo v grude. Odlomni

Zdrs trdne kamnine po eni ali več nezveznostih. Pozneje ponavadi zaradi morfologije pobočij preide v padanje.

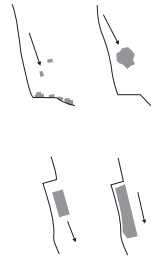
Na primer klinasti zdrs z grebena Šije v dolini Lepene (12. 4. 1998); zdrs po plastovitosti na pobočju Javorščka v Bovški kotlini (8. 8. 1950).

pobočni grušč, prevrnjeni bloki (melišča)



Gradivo prosto pada ali se prevrača po pobočju. Pri razlikovanju med obema vrstama premikanja gre najpogosteje za subjektivno kvantitativno opredelitev količine gradiva. Mejna vrednost nastopi pri nekaj tisoč m<sup>3</sup>.

Nastane na strmih pobočjih gorskega sveta (na primer jugozahodna stena Krna, Osojnica v dolini Tolminke 12. 4. 1998), v priobalnih območjih (klifi) in na brežinah rek (na primer v Čezsoči 12. 4. 1998).



rob je prva reliefna oblika, ki nastane pri plazenju in je najvišji del drsne ploskve. Ponavadi je strm in izrazit, včasih celo previsen. Ponavadi je polkrožne oblike, lahko je valovit ali nepravilnih oblik. V zgornjem delu pod odlomnim robom je zemeljski plaz različnih oblik. Njegovo površje je lahko vbočeno, izbočeno ali premočrtno. Stranski odlomni robovi so bolj ali manj vidni, kar je odvisno od oblike površja, kjer je nastal zemeljski plaz, pa tudi od hitrosti in načina njegovega premikanja. Na smer premikanja kažejo razpoke različnih oblik vzdolž stranskih odlomnih robov. Stranske razpoke lahko potekajo vzporedno s smerjo plazenja, lahko pa se širijo navzven in na ta način povečujejo območje plazu. Razpoke so lahko prečne ali vzdolžne oziroma radialne (Ribičič 2001, 38).

Razpoke, vdolbine in izbokline nastanejo na površju zemeljskega plazu in ga delijo na posamezne grude. Grude so lahko nespremenjene, na njih na primer še raste prvotno rastlinstvo. V osrednjem in spodnjem delu plazu pa se rastne razmere pogosto spremenijo. Tako z gubanjem in narivanjem nastanejo grebeni z vmesnimi kotanjami, v katerih se zadržuje voda.

Plazeča gmota je lahko različnih oblik, kar je odvisno od oblike podlage ter vrste, plastičnosti, trdnosti in namočenosti gradiva. Pri narivanju se mehko gradivo naguba, trdno pa pri plazenju na ravni, vbočeni ali izbočeni podlagi razpoka; nastanejo natezne razpoke.

Spodnji del plazu imenujemo čelo. Tam se gradivo kopiči. Pri tem se poveča trenje, zato se spremeni oblika gradiva, nastanejo razpoke in pride do gubanja. Na spodnjem delu se čelo lahko nagrbanči in izrine podlago, lahko pa sega čez njo in oblikuje narivni rob. Čelo se lahko razlije ali oblikuje v obliki jezika, pahljače (Komac in Zorn 2007a).

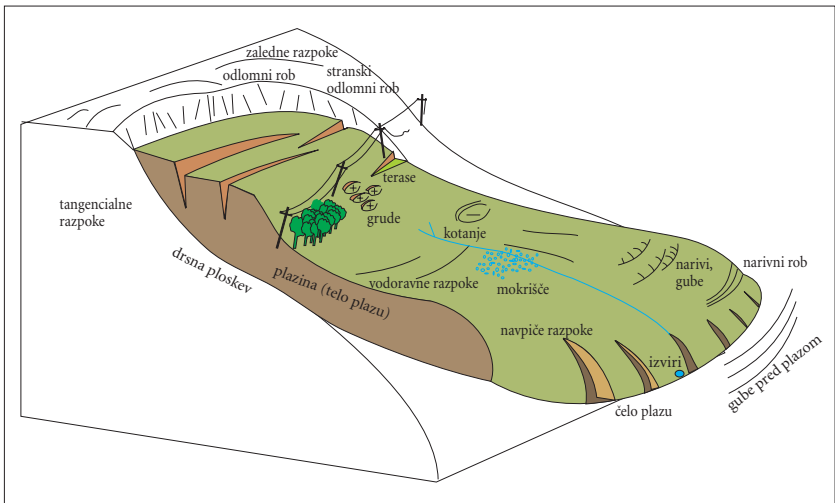


Slika 2: Pobočni procesi oziroma zemeljski plazovi po Varnesu (1978; prirejeno po Highlandovi 2004).



MATIJA ZORN

Slika 3: Premikanje preperine oziroma preperinski tok povzroči nagubanje sklenjene travne ruše, zaradi česar je na površju viden grbinast relief (Pâtârlagele, Romunija).



Slika 4: Shema zemeljskega plazu (Komac in Zorn 2007a, 100).

V Sloveniji se je v zadnjih letih sprožilo kar nekaj medijsko odmevnih zemeljskih plazov, predvsem v Posočju (poglavje 6.1) in Zgornji Savinjski dolini (poglavje 6.2). Te na kratko predstavljamo v šestem poglavju, vendar namen knjige ni toliko opisovanje posameznih plazov, kot ugotavljanje plazovitosti oziroma možnosti nastanka zemeljskih plazov. Cilj je bila izdelava zemljevida plazovitosti Slovenije s celico digitalnega modela višin  $25 \times 25$  m. V ta namen smo uporabilo več fizično geografskih podlag/prvin pokrajine (več v poglavju 8), oprli pa smo se tudi na nacionalno bazo zemeljskih plazov. Ta nam je omogočila, da smo za modeliranje plazovitosti lahko uporabili statistične metode (poglavje 8.3). Je pa uporaba baze pomenila določen terminološki in tudi metodološki problem. Baza namreč ne ločuje zemeljskih plazov od ostalih pobočnih procesov in je zato bolj baza pobočnih procesov kot samih zemeljskih plazov (Komac in ostali 2008, 43), čeprav med vnosi prevladujejo procesi plazenja.

V Sloveniji naj bi bilo med 7000 in 10.000 aktivnih zemeljskih plazov (Ribičič, Buser in Hobljaj 1994), kar pomeni gostoto približno 0,4 plaza na kvadratni kilometer. Kar četrtina med njimi ogroža infrastrukturo in/ali objekte. 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 2005c; Komac in ostali 2008, 42). Sredi leta 2005, ko je bilo zaključeno evidentiranje zemeljskih plazov za vpis v bazo, je bilo v »... Nacionalno bazo zemeljskih plazov vključenih 6602 pojavov pobočnih premikanj, od katerih jih je bilo prostorsko lociranih 3257.« (Komac in ostali 2008, 44). Prav pojavi s prostorsko lokacijo omogočajo uporabo statističnih metod. Da je podatkovna baza daleč od popolne, govori dejstvo, da (če omenimo le nekatere pomanjkljivosti) ne vključuje več tisoč manjših zemeljskih plazov, ki so nastali ob neurjih leta 1989 v vzhodni Sloveniji (Natek 1989b; Gabrovec 1990) in prek 800 zemeljskih plazov, ki so leta 1998 nastali v Goriških brdih (Ažman Momirski in ostali 2008). Prav tako ne vključuje prek 600 zemeljskih plazov na Sotelskem in prek 1100 zemeljskih plazov v Slovenskih goricah, ki jih v svojih delih omenja Radinja (Radinja 1974, 81; Radinja 1983b, 69).

## 2 Pregled pomembnejše slovenske literature o pobočnih procesih

V knjigi Pobočni procesi in človek (Komac in Zorn 2007a) smo navedli pomembnejša dela slovenskih geografov na področju preučevanja pobočnih procesov (oziroma zemeljskih plazov v širšem pomenu besede). V tej knjigi pa ta spisec dopolnjujemo z novejšimi deli in s pomembnejšimi deli drugih ved.

Med prvimi velja omeniti dela Seidla (1919) o plazu pri Zagorju, Planine (Planina 1951; Planina 1952) o pobočnih procesih in skalnem podoru na Javorščku, Melika

in ostalih (1954) o usadih na Celjskem in Šifrerja o pleistocenskem razvoju dolin Tolminke in Zadlaščice (Šifrer 1955) ter o učinkih neurja na območju med Slovenskimi Konjicami in Krškim (Šifrer 1960). Ilešič (Ilešič 1956; Ilešič 1969) je pisal o dobraških skalnih podorih. Gams (1959) je opisal pojave polzenja zemlje in usade na Goričkem ter njihov vpliv na razvoj površja. Kert (1959) je predstavil zemeljske plazove v Slovenskih goricah, Melik (Melik 1961; Melik 1962) pa geomorfno vlogo podorov pri oblikovanju reliefa v Zgornjem Posočju.

Šifrer (1962, 164) je poročal o posledicah neurja med Peco in zgornjo Pako; omenja tudi plaz iz rudniške jalovine. Sore (Sore 1963; Sore 1970) je pisal o plazovih na Sotelskem in Celjskem, Meze (1963) pa o pomenu usadov in zemeljskih plazov pri oblikovanju površja v terciarnih kamninah Voglajnsko-Sotelske Slovenije. Radinja (Radinja 1971; Radinja 1974; Radinja 1983b) je pisal o usadih v Vipavski dolini, na Sotelskem in v subpanonski Sloveniji. Študentje geografije so poročali o pojavu kamnitega plazov v dolini Kamniške Bistrice (Slušatelji ... 1971). Šifrer (1981) je opisal posledice ujme v severovzhodni Sloveniji leta 1980, kjer so nastali številni usadi in zemeljski plazovi. Orožen Adamič je pisal o plazovih v Zagorju (Orožen Adamič 1988) in poročal o podoru v Trenti (Orožen Adamič 1990). K. Natek (Natek 1989a; Natek 1990a; Natek 1990b) je opisal geomorfno vlogo usadov v Voglajnskem gričevju, opredelil morfometrične značilnosti in tipologijo usadov v Halozah ter preučil usade v terciarnem gričevju vzhodne Slovenije. Gabrovec in Brečkova (1990) sta opisala usade v dolini Lahomnice, ki so nastali leta 1989.

Orožen Adamič je skupaj z Vidicem (1991) opisal razmere po ujmi leta 1990 v Škofjeloškem hribovju, Repolusk (1991) takratne dogodke v dolini Kamniške Bistrice, Meze (1991) pa njene posledice v Zgornji Savinjski dolini. K. Natek (1991) je opisal zemeljske plazove ob vodni ujmi v Zgornji Savinjski dolini, Kladnik (1991) pa takratne razmere v Podvolovljeku, kjer je plaz ustvaril zaježitveno jezero. M. Natek (1991) je opisal plazove in usade v Celjski kotlini, Gams (1991a) pa razmere v Mislinjski in Mežiški dolini. Razmere v severovzhodni Sloveniji je opisal Žiberna (1991).

O plazovih v Zasavju leta 1991 je pisala Drnovškova (1992), o takratnih razmerah v severovzhodni Sloveniji pa Žiberna (1992). M. Natek (1992) je poročal tudi o stanju zemeljskih plazov v Spodnji Savinjski dolini leto dni po v prejšnjem odstavku omenjeni ujmi, Kraljeva (1993) pa je opisala plazove v občini Zagorje. Maher in Pavšek (1992) sta predstavila podorno ogroženost alpskega sveta in vpliv človeka na podore. Pavšek (Pavšek 1994a; Pavšek 1994b; Pavšek 1996) je opisal skalni podor v Trenti, zemeljski plaz pod Krnom in skalni podor na Mangartu, ki ga je preučil še skupaj s Hrvatinom (Hrvatini in Pavšek 1995). O pobočnih procesih v Posočju je poročal tudi Rojšek (Rojšek 1991; Rojšek 1995). O zemeljskih plazovih, ki so nastali v porečju Bolske leta 1994 je pisal M. Natek (1995). Golob in Hrvatini (1996) sta opisala značilnosti skalnih podorov v slovenskih gorah. O meliščih, ki so neposredna posledica intenzivnih pobočnih procesov, so pisali Kladnik (Kladnik 1980; Kladnik 1981),



Gams (1991b) in Zorn (Zorn 2007a; Zorn 2008a). Orožen Adamič (1998) je prispeval besedilo o usadih v geografski monografiji o Sloveniji. Golob (1998) je priobčil prispevek o podorih v ljudskem izročilu. Komac (Komac 2001a; Komac 2001b; Komac 2001c; Komac 2003) je pisal o drobirskem toku v Logu pod Mangartom, skupaj z Zornom pa sta pisala o plazu nad Kosečem in recentnih pobočnih procesih v Zgornjem Posočju (Komac in Zorn 2002a; Komac in Zorn 2002b; Zorn in Komac 2004a; Zorn in Komac 2004b; Zorn in Komac 2008b) in Zgornji Savinjski dolini (Zorn in Komac 2005b). Zorn in Komac sta pisala o pobočnih procesih in drobirskem toku v Logu pod Mangartom (Zorn in Komac 2002) in o recentnih pobočnih procesih v Sloveniji (Zorn in Komac 2004c; Zorn 2004a). Zorn (Zorn 2001; Zorn 2002a; Zorn 2002b; Zorn 2004b; Zorn 2005) je podrobno obdelal skalne podore v slovenskih in zamejskih Alpah, Pečnikova (Pečnik 2002; Pečnik 2003) pa zemeljske plazove v Zgornji Savinjski dolini. Podobno študijo, s poudarkom na ogroženosti vršajev, so izdelali Komac, Natek, Pečnikova in Zorn (2006). Natek, Komac in Zorn (Natek, Komac in Zorn 2003; Zorn, Natek in Komac 2006) so na primeru Zgornjega Posočja opisali povezanost pobočnih procesov in potresov ter primerjali pogostost pobočnih procesov med Alpskim in Dinarskim svetom. Komac in Zorn (Komac in Zorn 2006a; Komac in Zorn 2006b; Komac in Zorn 2006c) sta opisala pleistocenski zemeljski plaz pri Selu v Vipavski dolini, zemeljske plazove na Rebernicah in zemeljske plazove v Goriških brdih (Komac in Zorn 2007b; Komac in Zorn 2008a; Komac in Zorn 2008b; Zorn in Komac 2007a; Zorn in Komac 2007b), Zorn, Komac, Pavšek in Pipan pa so predstavili pobočne procese v dolini Soče pod Kobaridom in Vipavski dolini (Zorn in ostali 2007). Komac in Zorn sta kot sintezo napisala obsežno monografijo o pobočnih procesih (Komac in Zorn 2007a).

Gams (1983b) je objavil prispevek o naravnih nesrečah z vidika celovitega geografskega pristopa, pozneje je podobno naredil K. Natek (2007). Bogato geografsko znanje je bilo uporabljeno za preučevanje ogroženosti visokogorskih dolin s podori, kamnitimi tokovi, hudourniki, melišči in snežnimi plazovi na primeru doline Kamniške Bistrice (Gams in Bat 1983). Pavšek (1992) je na primeru dolin Kot in Vrata v Julijskih Alpah predstavil študijo ogroženosti zaradi naravnih nesreč, Perko (1990) je s tega vidika preučil ogroženost Krške kotline. Fridlova, Gabrovec, Hrvatina, Orožen Adamič, Pavšek in Perko (Fridl in ostali 1996) pa so v študiji z uporabo geografskega informacijskega sistema preučili povezanost naravnih nesreč s tipi pokrajina oziroma pokrajinskimi sestavinami. K. Natek (1996) je predstavil analizo ogroženosti površja Haloz in regeneracijske sposobnosti površja po katastrofalnem neurju julija 1989. O tem poroča tudi Zupanova (2003). Gabrovec (1990) in Perko (1992a) sta preučila možnosti uporabe digitalnega modela reliefa pri preučevanju usadov. Plut, Gosar in Klemenčič (1978) so na primeru doline Koritnice predstavili metodo vrednotenja alpskega sveta. Radinja (1983a) je pripravil sintezni pregled geografskih del o naravnih nesrečah, Velikonja (2008) pa predstavlja geografska dela o naravnih nesrečah v strokov-

ni in planinski literaturi. Komac in Zorn (Komac in Zorn 2002a; Komac in Zorn 2007a) podrobno in sistematično predstavljata geografska dela o pobočnih procesih.

Gabrovec in Hrvatini (1998) sta na ozemlju Slovenije predstavila tipologijo reliefa in opredelila najznačilnejše pobočne procese. Komac in Zorn (Zorn in Komac 2004b; Komac in Zorn 2005b) sta predstavila primerjavo metode ponderiranja in metode matrik za izdelavo zemljevidov plazovitosti ter na primeru Goriških brd izdelavo zemljevida plazovitosti s probabilistično metodo (Zorn in Komac 2007a; Zorn in Komac 2007b; Ažman Momirski in ostali 2008). Prav tako sta predstavila (Komac in Zorn 2005a; Komac in Zorn 2007c; Zorn in Komac 2005b) pregled meritev erozije prsti in študijo tega pojava na primeru doline Besnice, Zorn pa sam ali s sodelavci meritve erozije prsti in hitrosti umikanja pobočij v slovenski Istri (Zorn 2007a; Zorn 2007b; Zorn 2008a; Zorn in Petan 2007; Zorn in Petan 2008; Zorn in Mikoš 2008). Komac in Zorn sta opisala tudi uporabo zemljevidov plazovitosti pri načrtovanju rabe prostora (Komac in Zorn 2005b) ter geografsko analizo nesreč v domači pokrajini (Zorn in Komac 2005a). Pisala sta še o geomorfoloških nesrečah v povezavi s trajnostnim razvojem (Komac in Zorn 2005c) in prostorskim planiranjem (Zorn in Komac 2006).

Sistematičen pregled pobočnih procesov s poudarkom na podorih oziroma plazovih prinašata deli Zorna (2001) in Pečnikove (2002). Nekatera dela pobočne procese obravnavajo z vidika njihovega vpliva na človeka (Gams 1983a; Gams 1983b) ali podajajo celovit pregled dotedanjih raziskav (Radinja 1983b). Številna geografska dela pobočne procese omenjajo kot del širšega geomorfnega dogajanja ali v povezavi z drugimi procesi (na primer Planina 1951; Melik 1954; Kunaver 1975; Natek 1985; Perko in Orožen Adamič 1998).

Številna negeografska dela najdemo predvsem v revijah *Ujma*, *Geologija*, *Gradbeni vestnik* in *Gozdarski vestnik*, ter v zbornikih posvetov (na primer geologov, hidrotehnikov, Mišičevi vodarski dnevi ipd.), še zlasti pa v treh zbornikih slovenskih posvetovanj o zemeljskih plazovih, ki so bili v Idriji (17.–18. 11. 1994; Režun in ostali 1994), Šmarju pri Jalšah (19.–20. 6. 1997; Cvek 1999) in na Rogli (3.–4. 6. 1999) (*Tretje slovensko ... 1999*). Ne smemo pozabiti monografije *Nesreče in varstvo pred njimi* (Ušeničnik 2002) ter interdisciplinarnega Ciljnega razvojnega projekta *Metodologija za določanje ogroženih območij in način razvrščanja zemljišč v razrede ogroženosti zaradi zemeljskih plazov* (Mikoš in ostali 2004).

Kot vodilne posameznike bi med geologi pri preučevanju zemeljskih plazov izpostavili Grimšičarja (1983), Ribičiča (na primer Ribičič 2001; Ribičič 2002a) in M. Komaca (na primer Komac 2003; Komac 2004a; Komac 2005a; Komac 2005b; Komac 2006; Komac in Ribičič 2008), pri preučevanju skalnih podorov zlasti v povezavi s potresi pa Vidriha (na primer Vidrih 2008) in Ribičiča (na primer Ribičič in Vidrih 1998; Vidrih in Ribičič 1998; Vidrih in Ribičič 2000; Ribičič, Vidrih in Godec 2000; Vidrih, Ribičič in Suhadolc 2001). Med gradbeniki bi pri preučevanju pobočnih procesih izpostavili Mikoša (Mikoš 1995; Mikoš 2000), na področju skalnih podorov pa v zad-

njih letih velja omeniti Petjejevo (na primer Petje 2005; Petje, Mikoš in Majes 2005; Petje, Mikoš in Ribičič 2005; Petje, Ribičič in Mikoš 2005) in Đurovića (na primer Đurović 2004; Đurović in Mikoš 2004; Đurović, Ribičič in Mikoš 2005), na področju drobirskih tokov pa Sodnika (Sodnik 2005; Sodnik in Mikoš 2006). Po dogodkih v Logu pod Mangartom novembra 2000 je bilo veliko napisanega o drobirskih tokovih (glej na primer Ujmo 14–15 z letnico 2000/2001), a na tem mestu omenjamo le delo Bavca in ostalih (2008) ter interdisciplinarni Ciljni razvojni projekt Ocena ogroženosti zaradi delovanja drobirskih tokov (Mikoš 2008), ki drobirske tokove obravnava širše.

Med gozdarji se je s pobočnimi procesi ukvarjal zlasti Horvat (na primer Horvat 1993; Horvat 1999a; Horvat 1999b, Horvat 2006; Zemljič in Horvat 1999). V vseh treh omenjenih strokah je bilo na temo pobočnih procesov izdelanih več diplomskih (na primer Đurović 2004; Jež 2005; Sodnik 2005) in podiplomskih del (na primer Komac 2003; Petje 2005), omenimo pa, da je tematika že prodrla tudi v družboslovje (na primer Tomšič 2003).

Raznolikost procesov, veliko število avtorjev, pestrost slovenskih narečij in raznovrstna poimenovanja istih procesov v drugih strokah, so geografe nenehno silili k večji enotnosti in oblikovanju terminologije. Med pomembnejšimi tovrstnimi prispevki so dela Radinje (1971), ki razpravlja o usadih, Gamsa (1956) o zemljepisnem izrazu s poudarkom na usadu, podoru, kamnitem plazu, soliflukciji in kraškem udoru, in prispevka istega avtorja (Gams 1989a; Gams 1989b), v katerih predstavlja terminologijo premikanja zemeljskih gmot z razlago zemeljskega in kamnitega plazu, toka, kamnitega toka, podora, kraškega udara, ugreza, ugreznine, pogreznice, usada in polzenja. Gams (2000/2001) je plazovno terminologijo predstavil še na primeru drobirskega toka v Logu pod Mangartom. Kunaver (Kunaver 1995, 21; Kunaver 2000, 101) je prispeval definiciji skalnega podora in usada, K. Natek (1996) pa opis zemeljskih plazov in usadov. Zorn (2001) je opredelil izrazje pobočnih procesov s poudarkom na skalnih podorih, ki ga je dodelal skupaj s Komacem (Zorn in Komac 2002; Komac in Zorn 2007a). Kladnik (2001) je v slovenščino prevedel in za slovenske bralce priredil Dudnov geografski leksikon, ki podrobno obravnava tudi pobočne procese. Kladnik, Lovrenčak in Orožen Adamič so uredili Geografski terminološki slovar (2005), ki podrobno predstavlja tudi izraze s področja zemeljskih plazov in pobočnih procesov. V širšem smislu velja omeniti delo Badjure (1953) in številne geografske učbenike (na primer Belec 1983; Kunaver in ostali 1997; Natek, Hočevnar in Vidmar 2000) ter atlase (na primer Heritage, Hrvatini in Perko 2001). Med negeografskimi deli velja omeniti delo geologov Grimšičarja (1983), Ribičiča (Ribičič 1999a; Ribičič 2002a), Skaberneta (Skaberne 2000/2001; Skaberne 2001) ter Geološki terminološki slovar (Pavšič 2006). Omeniti velja še terminološka dela vodarjev oziroma gradbenikov, zlasti Mikoša (Mikoš 1999; Mikoš 2000) ter Brillyja, Mikoša in Šrajeve (1999), med gozdarji pa delo Horvata (2006).

### 3 Vzroki za nastanek zemeljskih plazov

Za razumevanje neprestanega geomorfnega dogajanja moramo razlikovati vzroke in povode pobočnih procesov. Ti so največkrat le na prvi pogled posledica izjemnih dogodkov, kot so potresi ali močne padavine, ki so ponavadi le sprožitelj ali povod geomorfnih procesov. Povodi delujejo kratek čas in odločajo le o času sprožitve gradiva, ne pa o njegovi količini. Na sprožitev vpliva splet dalj časa trajajočih dejavnikov (vzrokov). Tako je potres lahko povod ali sprožitelj geomorfnega procesa, lahko pa je le eden od vzrokov, ki počasi načenjajo stabilnost pobočja. Določen dogodek ali proces je povod v tistem trenutku, ko dejansko pride do sprožitve gradiva, sicer pa je le delček v mozaiku vzrokov (Zorn in Komac 2002, 11; Komac in Zorn 2007a, 36).

Vzroki za pobočne procese so dejavniki, ki daljši čas delujejo na območje sprožitve in krhajo ravnovesje. Tisti dejavnik, ki dokončno podre dinamično ravnovesje v sistemu oziroma sistem sune prek praga v novo ravnovesno stanje, pa je povod. Po



MATIJA ZORN

*Slika 5: Šifrer (1981, 183) je ob neurju avgusta 1980 v severnem delu Slovenskih goric ugotovil povezanost zemeljskih plazov z izviri. Podobno smo lahko opazovali ob obilnih padavinah septembra 2007 v Selški dolini. Slika prikazuje ta pojav na odlomnem robu zemeljskega plazu pri Železnikih (desni plaz na sliki 6).*

sprožitvi se na območju vzpostavi dinamično ravnovesje na novi ravni, ki vztraja toliko časa, dokler novega sistema vzroki ne privedejo do novega praga, povod pa ga spet požene čezenj.

Poglavitni povodi za nastanek zemeljskih plazov so (Zorn in Komac 2002, 12–13; Komac in Zorn 2007a, 37–38):

- vremenska dogajanja:
  - ekstremne padavine (močne in/ali dolgotrajne),
  - nenaden dvig podtalnice,
  - poplave;
- hitre temperaturne spremembe:
  - taljenje snega,
  - umikanje ledenikov in permafrosta v poznem pleistocenu, v sodobnosti pa v večjih nadmorskih višinah in višjih zemljepisnih širinah,
  - spomladansko taljenje razpok;
- potresi,
- trki nebesnih teles;
- antropogeni posegi:
  - spodkopavanje pobočij in gradnja usekov,
  - povečanje naklona pobočij;
  - pretirana raba prostora:
    - gradnja naselij na nestabilnih območjih,
    - gradnja infrastrukturnih objektov (ceste, železnice, smučarske proge),
    - sečnja gozdov ali drugi posegi v rastlinsko odejo,
    - povzročanje tresljajev (promet, miniranje),
    - rudarjenje,
    - kmetovanje (terasiranje pobočij, čezmerna paša);
  - nenaden dvig podtalnice zaradi gradnje akumulacijskih jezer,
  - povečan odtok vode, sprememba oziroma usmeritev odtokov padavinske vode na nestabilno območje, odnašanje preperine,
  - vojaški posegi (raketiranje, bombardiranje).

### 3.1 Padavine kot povod plazenja

Med zgoraj naštetimi povodi bi posebej izpostavili obilne in intenzivne padavine. Obilica vode namreč premoči preperino, kar poveča vzgonski tlak in zmanjša medzrnske sile vzdolž potencialnih drsnih ploskev. S tem se poruši ravnovesje na pobočju in poveča možnost zdrsa. Sprožitev plazov sicer ni nujno neposredno povezana z ravnijo podtalnice, vendar ima začetna vsebnost vode v tleh pri sprožitvi pomembno vlogo, saj zmanjša potrebno mejno količino padavin (Govi in Sorzana 1980, 52; Komac 2005a, 264 in 275).

*Preglednica 3: Nekateri podatki o kritičnih količinah padavin, potrebnih za plazenje (Komac 2005a, 264).*

količina kritičnih padavin v mm na 24 ur	območje	vir
od 100 do 200	Portoriko	Larsen, Simon (1993)
120	Britanska Kolumbija, Kanada	Chatwin (1994)
več kot 100	Kantabrija, Španija	González, Díez (1995)
od 180 do 190	vzhodni Pireneji	Gallart, Clotet (1988); Corominas, Moya (1999)
od 140 do 300	Nova Zelandija	Glade (1998)
od 140 do 160	Oregon, ZDA	Montgomery in ostali (2000)
171	Montserrat	Marquès in ostali (2001)
125, 137, 75	San Mateo, Kalifornija, ZDA	Casadei in ostali (2003)
130	Majorka, Španija	Ruiz, Garcia (2003)
od 62 do 164	območje Lizbone, Portugalska	Zezere in ostali (2005)
od 100 do 150	Slovenija	Komac (2005a)

*Preglednica 4: Mejne količine dnevnih padavin za izbrane litostratigrafske enote (Komac 2005a, 277).*

kamnina	starost	mejna količina padavin v mm
skrilavi glinavec, meljevec, laporovec, peščenjak, konglomerat, breča, tuf	srednji trias	od 100 do 150
skrilavi glinavec, kremenov peščenjak, kremenov konglomerat, vložki apnenca	zgornji karbon	
laporovec, pesek, prod, peščenjak in konglomerat	zgornji miocen	
laporovec	srednji miocen	
keratofir, kremenov keratofir, porfir, porfir, tufi	srednji trias	
lapornata glina (sivica)	srednji in zgornji oligocen	
glineni laporovec, pesek, prod in glina	zgornji miocen	
pesek, peščenjak in laporovec	spodnji in srednji miocen	
konglomerat, peščenjak in lapor (ivniške plasti)	spodnji in srednji miocen	
litotamnijski apnenec, lapornati apnenec, laporovec	srednji miocen	

kamnina	starost	mejna količina padavin v mm
rdечи in sivi peščenjak, glinavec, konglomerat (grödenska formacija)	srednji perm	od 150 do 200
rudniška jalovina	antropogeni recentni sediment	
preperina, zlasti glina s kosi kamnin menjavanje glinavca in peščenjaka, tuf, tufit, breča in ploščati apnenec	kvartar zgornji trias	
menjavanje dolomita in laporovca, boksit (borovniške plasti)	zgornji trias	
menjavanje skrilavega glinavca in kremenovega peščenjaka, kremenov konglomerat	zgornji karbon in spodnji perm	
glina, melj, pesek, premog	pliocen	
glina, melj s prodniki kremenena in silikatnih kamnin	pliocen in pleistocen	
pesek, melj, peščenjak, meljevec in konglomerat	srednji miocen	
menjavanje andezitnega tufa, tufita in laporovca	srednji oligocen	
pesek in glina	zgornji miocen in spodnji pliocen	
prod, pesek, laporovec, lapornati apnenec, peščenjak, glina in premog (pseudosoteške plasti)	srednji oligocen	
serpentinit	spodnja kreda	
menjavanje skrilavega glinavca in kremenovega peščenjaka, kremenov konglomerat, vložki apnenca	spodnji perm	od 200 do 250
diabaz, tuf	srednji trias	
filitoidni skrilavec z vložki diabaza in marmorja (štalenskogorska formacija)	silur in devon	
pobočni grušč	kvartar	
menjavanje skrilavega glinavca in breče, vložki plastnatega apnenca	spodnji karbon	od 350 do 400
skrilavi glinavec z roženci, laporovec in apnenec	srednja in zgornja jura	od 400 do 450

Povprečna letna količina padavin neposredno ne vpliva na plazenje oziroma vpliva le v povezavi s kratkotrajnimi intenzivnimi padavinami (Komac 2005a, 276). Kljub temu Govi in Sorzana (1980, 59) ugotavljata, da so pragovi za sprožitev plazenja na enaki litološki podlagi in podobnem reliefu odvisni prav od količine letnih padavin. Vendar pri enaki količini padavin na različnih območjih z isto kamninsko podlago in reliefom nastanejo različne nestabilnosti. Za severozahodno Italijo ugotavljata še (Govi in Sorzana 1980, 57), da litologija ob izrednih padavinskih dogodkih »... nima znatnega vpliva na število plazov...«.

Splošno krivuljo za določitev mejne vrednosti padavin ali praga, pri katerem pride do plazenja zaradi intenzivnih padavin, opisuje enačba (Caine 1980, 23):  $I = 14,82D^{-0,39}$ , pri čemer je  $I$  = intenziteta padavin (mm na uro),  $D$  pa trajanje padavin (v urah).

Mejna količina padavin za sprožitev plazenja je v Sloveniji od 100 do 150 mm pri 24-urnih padavinah in od 130 do 180 mm pri 48-urnih padavinah (Komac 2005a, 275–276). Velikostni razred, to je intenzivnost padavin približno 150 mm v 24 urah, ustreza podatkom od drugod, mejne vrednosti pa se razlikujejo glede na litostratiografske enote (preglednica 4).

Intenzivne padavine so v Sloveniji povzročile številne zemeljske plazove, na primer v Halozah in dolini Lahomnice leta 1989, v občinah Pesnica, Slovenska Bistrica



MATIJA ZORN

Slika 6: Ob obilnih padavinah septembra 2007 v Selški dolini ni nastala le poplava, pač pa so se sprožili tudi številni zemeljski plazovi, kot ta dva v Železnikih.



in Ptuj novembra leta 1991, v Logu pod Mangartom in nad Lokavcem leta 2000. V vzhodni Sloveniji se je večje število zemeljskih plazov zlasti v okolici Laškega in Sevnice sprožilo tudi ob močnih padavinah avgusta 2005 in spomladi 2006. Mejne količine padavin so bile med 130 in 180 mm v 48 urah, pri čemer je sprožilno količino padavin znižala predhodna vlaga v tleh (Komac 2005a, 275).

Številni zemeljski plazovi so nastali tudi ob intenzivnih padavinah 18. 9. 2007 v Škofjeloškem hribovju, Idrijsko-Cerkljanskem hribovju in Savinjski dolini. V dvanajstih urah je na območju Bohinja in v porečju Selske Sore padlo od 250 do 350 mm dežja. Padavine so imele povratno dobo 250 let (Vertačnik 2008, 60).

## 4 Plazenje

O tem pobočnem procesu smo pisali že v knjigi *Pobočni procesi in človek* (Komac in Zorn 2007a). Za lažje razumevanje obravnavane tematike deloma povzemamo tamkajšnje besedilo.

Za plazenje sta pomembna zlasti dva dejavnika, to sta zemeljska težnost in trdnost kamnine oziroma gradiva. Zemeljska težnost povzroča premikanje gradiva v nižjo lego, trdnost gradiva pa to preprečuje.

Razmerje med učinki teh dveh dejavnikov se spreminja zaradi vsebnosti vode, ki obteži pobočje in vpliva na sprijetost gradiva. Na proženje lahko vpliva tudi človek. Če se torej na pobočju zaradi povečane vsebnosti vode spremeni teža gradiva, narašča notranji upor oziroma sprijetost gradiva. Notranji upor lahko narašča le do določene meje, ki jo opredeljuje najvišji notranji upor. Ko je ta presežen, pobočje postane nestabilno in gradivo se hipoma ali postopno premakne v nižjo lego. O zemeljskem plazju govorimo, ko je začetni zdrs hiter in so v naravi opazni njegovi učinki. Do zdrsa pride vzdolž ploskve znotraj gradiva, ob kateri je vrednost notranjega ali strižnega upora manjša od komponente sile teže, ki deluje v smeri pobočja.

Pri trdnih kamninah je pobočje stabilno tudi, če je naklon večji od kota notranjega trenja. K stabilnosti pripomore večja kohezivnost gradiva, ki pa vpliva le do določene višine pobočja. Zato lahko v tem primeru govorimo o kritični višini pobočja, ki še omogoča njegovo stabilnost. Če se ravnovesje poruši, se znova vzpostavi ob manjšem naklonu. V idealnih razmerah je drsna ploskev zemeljskih plazov krožne ali kroglaste oblike in ni vzporedna s pobočjem. V naravi so takšne drsne ploskve redke zaradi nehomogenosti in številnih dejavnikov, ki vplivajo na plazenje oziroma na zmanjšanje strižnega odpora.

V nesprijetem gradivu je pri ničelni normalni napetosti strižni tlak enak nič, kar pomeni, da kohezije ni (Easterbrook 1999, 62). Zato je pomembno razmerje med kotom notranjega trenja (ali strižnega kota), kohezivnostjo gradiva in silo težnosti. Stabilnost pobočja v nesprijetem gradivu je odvisna od kota notranjega trenja. Poboč-

je je nestabilno, ko je naklon pobočja večji od kota notranjega trenja. Ko sta sili enaki, je pobočje v ravnovesju. Notranjo trdnost gradiva torej nadomesti strižna trdnost vzdolž drsne ploskve (Hoek in Bray 1977, 22; Dolšina 1990, 9; Ribičič 2001).

Na nagnjeni površini teža plazuje ( $F_g$ ) razpade v dve komponenti. Prva je vzporedna s pobočjem ( $F_1 = F_g \sin\alpha$ ), normalna sila pa je nanjo pravokotna ( $F_2 = F_g \cos\alpha$ ).

Da je neko telo na pobočju stabilno oziroma je v mejnem ravnovesju, mora veljati naslednja fizikalna zakonitost (Hoek in Bray 1977, 24; Dolšina 1990, 10):

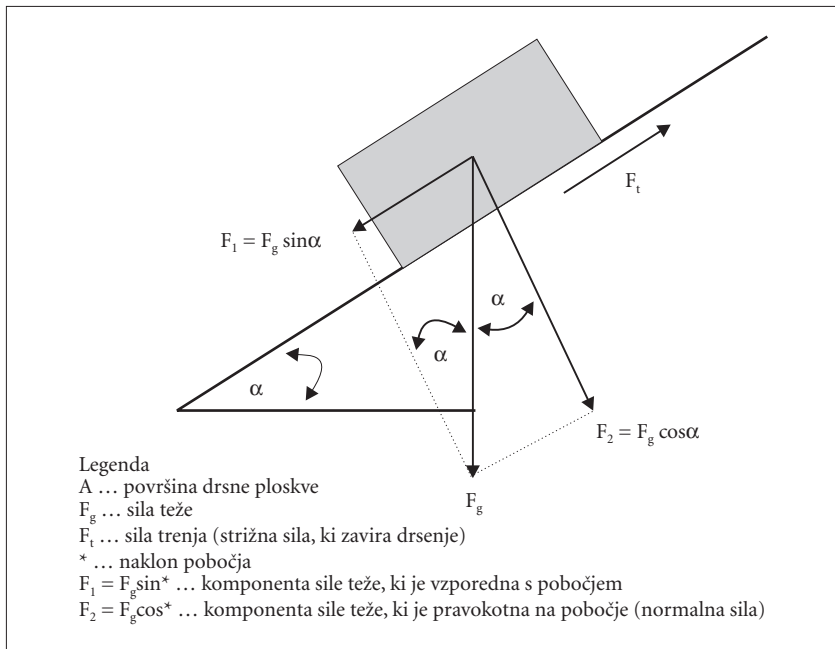
$F_1$  (najvišji strižni upor) =  $cA$  (kohezivnost) +  $F_2$  (normalna komponenta najvišjega strižnega upora)  $\tan\phi \rightarrow F_g \sin\alpha = cA + F_g \cos\alpha \tan\phi$ .

Če je  $c$  (kohezivnost) = 0 in  $\alpha = \phi$ , potem velja enačba (pogoj stabilnosti):

- $F_g \sin\alpha = F_g \cos\alpha \tan\alpha$ ;
- $F_g \sin\alpha = F_g \sin\alpha \rightarrow 1 = 1$ .

Na podlagi formule lahko izračunamo varnostni količnik ( $F$ ), definiran kot razmerje med celotno silo, ki se upira drsenju (najvišji strižni upor) in celotno silo, ki povzroča drsenje. Izračunamo ga lahko na različne načine, na primer:

- $F = (cA + F_2 \tan\phi) : F_1 \rightarrow F = (cA + F_g \cos\alpha \tan\phi) : F_g \sin\alpha$ .



Slika 7: Premikanje telesa po nagnjeni površini (Hoek in Bray 1977, 24).

Če velja:

- $F = 1$ , to pomeni, da so si sile v ravnovesju in da je pobočje na meji stabilnosti (glej izpeljavo prejšnje formule);
- $F > 1$ , je pobočje stabilno;
- $F < 1$ , pobočje ni stabilno.

Na pobočjih je pogosto sekundarno plazenje. Gre za zaporedno ali postopno proženje zemeljskih plazov, ki poteka navzgor ali navzdol po pobočju. Plazenje sestavlja več zaporednih plazov, ki so nastali potem, ko je prvi plaz povzročil nestabilnost pobočja in so zaradi pomanjkanja opore nad njim nastali novi plazovi (Ribičič 2001, 35).

Na nastanek zemeljskih plazov pa močno vpliva voda, ki zmanjša notranji upor. To se najpogosteje zgodi zaradi preperevanja, neredko pa tudi zaradi vzgona talne vode. Pri meljevcih in skrilaevih glinavcih sta namreč trenje in kohezija odvisna od vsebnosti vode v polnilu razpok (Hoek in Bray 1977, 25–26; Dolšina 1990, 11).

Voda na stiku dveh površin zmanjša normalno silo za silo vzgona ( $F_u$ ). Zmanjša se celotna strižna trdnost in velja tako imenovani efektivni strižni zakon, kjer je  $\tau$  strižni tlak,  $\sigma$  pa normalni tlak:

- $\tau = c + (\sigma - F_u) \operatorname{tg}\phi$ .

Če je drsna ploskev zemeljskega plazua zapolnjena z vodo, velja naslednja fizikalna zakonitost:

- $F_1 + F_v = cA + (F_2 - F_u) \operatorname{tg}\phi \rightarrow F_g \sin\alpha + F_v = cA + (F_g \cos\alpha - F_u) \operatorname{tg}\phi$ .

Vodni tlak v razpoki narašča linearno z globino, skupna sila  $F_v$  pa deluje na kamninski blok in ga sili navzdol. Vodni tlak na stični površini deluje s silo vzgona  $F_u$ , ki zmanjšuje normalno silo. S tem se zmanjša strižna trdnost in poveča sila, ki povzroča drsenje. Sili  $F_u$  in  $F_v$  povzročita zmanjšanje stabilnosti. Čeprav je vodni tlak na drsnih ploskvah majhen, postanejo sile velike, saj lahko deluje na velikih površinah (Hoek in Bray 1977, 26; Dolšina 1990, 12).

Pri preperinskih plazovih (glej preglednico 2) je drsna ploskev povečini na stiku preperine s podlago, kjer je gradivo manj odporno na strig. Vzrok za to je, da vzdolž stika pronica talna voda, ki odnaša gradivo. Zaradi spremembe kemičnih razmer, ki je posledica mešanja vode iz preperine in podlage, prihaja do odlaganja koloidnih delcev. Pri tem nastane do nekaj milimetrov debela plast drobnozrnatega gradiva, iz katere lahko ob povečani obtežitvi nastane drsna ploskev.

Zemeljski plazovi pogosto nastanejo tudi zaradi delovanja površinske vode, ki spodkopava pobočja z globinsko ali bočno erozijo.

## 5 Vrste zemeljskih plazov

Zemeljske plazove delimo glede na različne lastnosti. Najbolj običajna je delitev **glede na sestavo gradiva**. Praviloma se s plazenjem premakne nevezano gradivo, preperina. Na takšen način se lahko premakne tudi trdna kamnina. Takšen premik poteka

vzdolž drsne ploskve znotraj kamnine, na primer vzdolž kamninskih plasti, ali na stiku z drugo kamnino. Pojav prištevamo k skalnim podorom in ga v geografiji imenujemo kamniti zdrs.

**Glede na hitrost plazenja** razlikujemo trenutne zdrse, hitro plazenje, ki poteka s hitrostjo nekaj centimetrov na uro, in počasno plazenje, ki poteka s hitrostjo nekaj milimetrov na uro. Zemeljski plaz se lahko giblje s prekinitvami, ki so ponavadi odvisne od zunanjih dejavnikov, na primer padavin.

**Glede na velikost** razlikujemo usad, ki je manjši zemeljski plaz; obsega travno rušo in do 1 m debelo plast preperine. Gradivo se premakne v enem kosu in skoraj brez deformacij. Počasen premik, pri katerem se gmota med premikom tudi premeša, je zemeljski plaz.

**Glede na globino** razlikujemo plitve zemeljske plazove, ki zajamejo le preperino, in globoke zemeljske plazove, ki poleg preperine obsegajo tudi matično kamnino. Najgloblji zemeljski plazovi pri nas dosejajo globino več deset metrov, plitvi pa so povprečno globoki le nekaj metrov. Inženirsko-geološka razvrstitev zemeljskih plazov glede na globino razlikuje (Ribičič 2001, 43):

- zdrs humusa (od 0 do 0,5 m),
- plitev plaz (od 0,5 do 2 m),
- srednje globok plaz (od 2 do 5 m),
- globok plaz (od 5 do 10 m) in
- zelo globok plaz (več deset, tudi več kot 100 m).

**Po načinu premikanja** razlikujemo rotacijsko in translacijsko plazenje. Najpogostejši so rotacijski zemeljski plazovi s krožno drsno ploskvijo. Nastanejo v homogenih kamninah oziroma preperini, ki jih sestavljajo glinasti, meljasti ali peščeni sedimenti. Za translacijske zemeljske plazove je značilno, da je drsna ploskev vsaj približno vzporedna s pobočjem, zato pride do premika gradiva v enem kosu.

Več vrst zemeljskih plazov razlikujemo tudi **glede na vrsto gradiva**. Splazijo lahko glina, melj, pesek, prod, grušč, prst, preperina, jalovina. Zemeljski plazovi zelo pogosto vsebujejo raznoliko gradivo. Tako lahko na primer vsebuje glino in peščene delce z večjimi kosi kamnine. Najpogostejši so preperinski zemeljski plazovi.

**Glede na dejavnost** razlikujemo aktivne, umirjene in fosilne zemeljske plazove. Aktivni zemeljski plaz se premika s krajšimi ali daljšimi prekinitvami. Umirjeni zemeljski plaz se ne premika več, star ali fosilni zemeljski plaz pa razkriva nagubano ali grbinasto površje. Na njem so manjši krajevni zdrsi, površje pa je lahko tudi mokrotno (Komac in Zorn 2007a, 99–100).

## 6 Nekateri zemeljski plazovi v Sloveniji

V knjigi *Pobočni procesi in človek* (Komac in Zorn 2007a) smo podrobneje predstavili več zemeljskih plazov. Tu le na kratko povzemamo nekaj pomembnejših iz

*Preglednica 5: Pomembnejši parametri večjih zemeljskih plazov v Sloveniji (Zorn in Komac 2004c; Komac in Zorn 2007a, 102).*

zemeljski plaz	Površina (ha)	debelina (m)	dolžina (m)	širina (m)	nadmorska višina (m)	prostornina (m <sup>3</sup> )	prostornina (m <sup>3</sup> ) na prebivalca Slovenije	začetek plazenja	zdajšnje stanje
Koseč	10	10	600	do 150	od 730 do 1200	675.000	0,3	22. 12. 2001	stabilen
Slano blato	20	10	1100	do 200	od 360 do 660	1.000.000	0,5	18. 11. 2000	stabilen
Stovžje	25	10	900	do 400	od 1340 do 1580	2.500.000	1,3	15. 11. 2000	stabilen
Macesnik	19	10–14	2200	do 100	od 800 do 1350	2.000.000	1,0	november 1990	delno stabilen

*Preglednica 6: Območja, ki jih ogrožajo skalni podori in zemeljski plazovi (Zorn in Komac 2004c).*

	Slovenija (km <sup>2</sup> )	delež površine Slovenije (%)	Alpe (km <sup>2</sup> )	delež površine Slovenije (%)	v Dinarskem gorstvu (km <sup>2</sup> )	delež površine Slovenije (%)	delež ogroženega ozemlja v Julijskih Alpah (%)	delež ogroženega ozemlja v Dinarskem gorstvu (%)
območja, ki jih ogrožajo zemeljski plazovi	1214,2	6,0	530,3	2,6	110,8	0,6	43,7	9,1
območja, ki jih ogrožajo skalni podori	699,9	3,5	619,8	3,1	73,7	0,4	88,6	10,5

Posočja in širšega Savinjskega območja, pri čemer gre za večje zemeljske plazove v slovenskem merilu ali za nastanek številnih manjših ob obilnih padavinah. Ti manjši plazovi v veliki večini niso vključeni v podatkovno bazo zemeljskih plazov, ki smo jo uporabili za modeliranje plazovitosti v poglavju 9.

V Sloveniji nastajajo zemeljski plazovi zlasti v pokrajinah, kjer so za njihov nastanek ugodne geološke in reliefne razmere, to pa so predvsem hribovite in gričevnate predalpske in alpske pokrajine. Zemeljski plazovi nastajajo zlasti v Julijskih in Kamniško-Savinjskih Alpah ter Karavankah. Značilni so še za Škofjeloško, Idrijsko, Cerkljansko in Posavsko hribovje ter za nekatera flišna območja, kot so Koprška in Goriška brda ter Vipavska dolina. Relief preoblikujejo tudi v gričevju severovzhodne Slovenije, ki ga gradijo laporovci in peski, ter na območjih, kjer so na površju metamorfne kamnine (Pohorje, Kobansko, Karavanke) ali permokarbonski skrilavci (okolica Ljubljane). Plazenju so manj podvržene kraške pokrajine, kotline in široke doline. Spremembe reliefa pa so tudi na krasu razmeroma intenzivne zaradi kemičnega raztapljanja kamnin, znatne odeje prsti in rastlinja ter velikega specifičnega vodnega odtoka, ki v porečju Soče presega  $70 \text{ l/s/km}^2$ , na Krasu je od 30 do  $40 \text{ l/s/km}^2$ , v porečju Krke pa od 26 do  $40 \text{ l/s/km}^2$  (Kolbezen in Pristov 1998; Bat in Frantar 2008). Korozija v porečju Ljubljani prispeva k zniževanju površja za približno 60 mm na 1000 let, v Julijskih Alpah pa se zaradi obilnejših padavin površje v tisoč letih zniža za 80 do 100 mm (Gams 2003). Intenzivnost zniževanja površja zaradi korozije je potrdilo odkritje denudiranih ali brezstropih jam (Mihevc 1996; Mihevc, Slabe in Šebela 1998; Mihevc 2007).

Nakloni površja v dinarskih pokrajinah so znatno manjši kot v alpskih, zato so na tem območju intenzivnejši pobočni procesi oziroma zemeljski plazovi razmeroma redki. Na krasu je veliko udornic, ki so nastale z udiranjem stropa nad jamami (na primer v okolici Divače, Rakeka ali Imotskega polja na Hrvaškem). Udornice so dokaz, da lahko tudi na krasu pride do nenadnih pojavov večjega obsega, vendar o tem ni pričevanj v zgodovinskih virih. Vsi znani manjši udori so nastali zaradi človekove dejavnosti, na primer gradnje hiš, prometnic (Habič 1984), zaradi potresov, lahko pa se zgodijo tudi povsem nenapovedano. Potresa pri Makarski na Hrvaškem 11. januarja 1962 z magnitudo 6,1 in pri Budvi v Črni gori 15. aprila 1979 z magnitudo 7,2 sta na strmih pobočjih v zaledju Jadranskega morja povzročila številne skalne podore, kljub temu pa je bil učinek teh procesov na razvoj površja znatno manjši kot ob podobnih pojavih v alpskih pokrajinah (Vidrih in Ribičič 1998; Vidrih in Ribičič 2000; Černuta in Komac 2007; Komac in Zorn 2007a).

## 6.1 Plazovi v Posočju

**Pri Selu v Vipavski dolini** so na pobočjih pod narivnim robom Trnovskega gozda, ki ga gradi apnenec, nekaj deset metrov debeli nanosi pobočnega grušča večinoma pleistocenske starosti, ki so mobilni zaradi številnih izdatnih izvirov na narivnem stiku.



Slika 8: Zemeljski plaz Slano blato ogroža naselje Lokavec (barvni ortofotografski posnetek, © Geodetska uprava Republike Slovenije 2005).

Tu so karbonatne kamnine dinarskega sveta narinjene na fliš v Vipavski dolini, vzdolž nariva pa močno tektonsko pretrte in zato izpostavljene preperevanju. Apnenčev grušč in breča se raztezata po pobočju navzdol v obliki velikih jezikov, ki ponekod segajo do dna dolin. Grušč je ponekod debel do 50 m (Leban 1950, 104).

Podoben litološki stik je med apnenčasto Čičarijo in flišno »Sivo« Istro na Hrvaškem, od koder poročajo o pogostih zemeljskih plazovih, na primer na območju Dolenje vasi blizu Lipoglava (Arbanas, Benac in Jardas 1999, 87).

Pri Selu je znan ogromen pleistocenski plaz s prostornino okrog 150 milijonov m<sup>3</sup> (Popit in Košir 2003, 137). Kot plaz pri Črničah ga je opisal že Seidl na začetku 20. stoletja (Pavlovec 1975, 55). Po Popitu in Koširju (2003, 133) je gradivo odloženo na več kot 10 km<sup>2</sup>; največja širina nanosa je 3,2 km in dolžina 4,7 km. Debelina nanosa je do 55 m, v povprečju pa več kot 15 m. Na podlagi radioogljikove datacije je plaz starejši od 42.000 let.

Po obilnih padavinah 18. 11. 2000 se je nad vasjo Lokavec v bližini Ajdovščine sprožil plaz **Slano blato**. 1300 m dolg in od 70 do 250 m širok plaz z višinsko razliko od 270 do 340 m je zajel približno 15 ha flišnih kamnin in zaglinjenega pobočnega gruščja, ki jih prekrivajo gozd in travniki. Od 3,3 do 14,3 m debel zemeljski plaz je vseboval 700.000 m<sup>3</sup> gradiva. Največja hitrost premikanja gmote je bila 100 m na dan (Kovač in Kočevar 2001; Logar in ostali 2005).

Pozneje se je utrgalo gradivo nad prvotno odlomno razpoko, tako da se je plazišče raztezalo čedalje višje po pobočju. Odtod je zaradi velike vsebnosti vode odtekalo v obliki viskoznega blatnega toka, ki se je zaustavil po 400 višinskih metrih na nadmorski višini 460 m, v tako imenovanem Blatnem jezeru. Tam se je hitrost premikajočega gradiva upočasnila na nekaj metrov dnevno. Ko je gradivo doseglo oviro iz peščenjaka, se je plaz razcepil na dva kraka, nakar se je čez približno 300 m ustavil. Leta 2001 so zaradi padavin nastali manjši blatni tokovi, ki so napredovali s hitrostjo 10 m na dan. Gradivo se je nazadnje ustavilo po 330 m toka pri Grajščkovem slapu, kjer se ga je na koncu nakopičilo približno 170.000 m<sup>3</sup>. Pri tem so nastali številni bočni zemeljski plazovi, tako da je na celotnem območju bilo najmanj petnajst manjših plazov (Ribičič 2002b; Logar in ostali 2005).

Septembra istega leta je v zgornjem delu plazu znova prišlo do drsenja, prek slapu je zdrselo novih 80.000 m<sup>3</sup> gradiva. Oktobra 2001 so nastajali tudi drobirski tokovi, ki so po strugi Grajščeka potovali skozi Lokavec. Da bi jih ustavili, so leta 2002 nad Lokavcem zgradili kamnito pregrado.

Voda je v nižje lege prenašala velike količine blata. Ocenili so, da je potok Grajšček s pretokom od 50 do 100 l na s pod mostom pri Kuših med 28. in 31. decembrom 2000 dnevno prenesel od 40 do 500 m<sup>3</sup> blata oziroma v štirih dneh skupaj 820 m<sup>3</sup> (Kovač in Kočevar 2001).

Zanimivo je, da se je na istem mestu plaz sprožil že pred približno 200 in tudi pred dobrimi 100 leti. Pred 200 leti je blatni tok uničil del državne ceste (Ribičič 2002b), pred stoletjem pa so ugotovili, da »... *neprestano deževje razmoči zgornjo plast po izvirkih vedno bolj in bolj, da prične polzeti navzdol...*« (povzeto po Kovaču in Kočevarju 2001).

Vzrok za najnovejšo plazenje so bile obilne padavine v zadnjih treh mesecih leta 2000, ko so v Lokavcu namerili 990 mm padavin, kar je več kot 60 % povprečne letne višine. Samo novembra je padlo 592 mm dežja, oktobra pa 202 mm (Kovač in Kočevar 2001).





BLAŽ KOMAC

Slika 9: Nekaj deset metrov globoki vodnjaki zbirajo vodo v zgornjem delu plazu.

**Zemeljski plaz nad Podrago v Vipavski dolini**, ki je nastal 21. februarja 1969, je vseboval približno milijon m<sup>3</sup> gradiva in je obsegal 4 ha. V Podragi je porušil eno hišo in jih več poškodoval. Domačini so najprej opazili, da Mrzli potok teče kalen. Temu je čez nekaj ur sledil blatni tok, kmalu nato pa je naselje že doseglo 300.000 m<sup>3</sup> plazovine. Plaz se je ustalil in se naslednji dan premikal »... le še s hitrostjo 30 do 40 km na uro ...« (Radinja 1971, 269). Naslednjo noč se je višje na pobočju sprožil drugi zemeljski plaz enake velikosti. Tretji dan se je pojav umiril.

Decembra 1968 je v Podragi padlo 120 mm, januarja 1969 104 mm in februarja istega leta 177 mm padavin. V tem času je padlo za petino več padavin od dolgoletnega povprečja. Poleg tega je v tednu pred plazom šest dni deževalo. Med vzroki zanj Radinja piše, da gre pri tem pojavu bolj kot za posledico sodobnih antropogenih posegov v pokrajino za »... zapoznel odmev na razrahljano prirodno ravnotežje iz prejšnjih faz pokrajinske preobrazbe, zlasti iz druge polovice 19. stoletja, ko sta pretirana paša in ogoličenje tal dosegli višek. V sedanji dobi pa se je podedovano labilno ravnotežje nepričakovano porušilo, med drugim zaradi procesov v preperelini, ki se je jela v obnavljajoči se pokrajini hitro kopičiti. To navidezno nasprotje (usad v obnavljajoči se pokrajini) je pač posledica prepletajočih se procesov z zelo različnimi razvojnimi obdobji ...« (Radinja 1971, 308).

V dneh, ko se je sprožil zemeljski plaz nad Podrago, se je za približno pol metra pogreznil del ceste na Rebernicah, posedla pa so se tudi tla pri bližnjih Mančah (Radinja 1971).

Po Rebernicah, labilnih pobočjih med Razdrtim in Podnanosom, nad dolino Močilnika, na začetku 21. stoletja gradijo avtocesto med osrednjo Slovenijo in Goriško. Ob gradnji so naleteli na več zemeljskih plazov. Eden večjih je tako imenovani **zemeljski plaz Rebernice**. Spomladi 2001 se je sprožil približno pol kilometra severovzhodno od vasi Lozice, v oddaljenosti 4,7 do 6,3 km od Razdrtega in 100 m nad regionalno cesto. Povod za plazenje je bil vkop avtoceste, vzrok pa voda, ki namaka gradivo. Nad njim je po pobočju z naklonom od 15 do 20° začelo drseti približno 400.000 m<sup>3</sup> pobočnega gradiva. Drсна ploskev 4 ha velikega zemeljskega plazju je od 10 do 20 m globoko. Pri tem so se nosilni stebri avtomobilske ceste premaknili za več decimetrov. Največji zemeljski plaz je nastal na območju večjega fosilnega plazju, pri zadnjih dveh od šestih stebrov viaduktov Na Polancah, ob tem pa so opazili še tri manjše (Jež 2005; Jež 2007).

Zemeljski plazovi so pogosti tudi v **Goriških brdih**. Jeseni 1998 so bile v Goriških brdih obilne padavine. 6. septembra je padlo 114 mm dežja, 13. septembra pa še 100 mm. Oba padavinska dogodka sta dosegla petletno povratno dobo. 6. oktobra istega leta je v 24 urah padlo kar 175 mm padavin, kar pomeni, da so takratne padavine



MATIJA ZORN

*Slika 10: Pogled na plaz nad Kosečem z levega brega Brsnika.*



Slika 11: Pobočni procesi ogrožajo vas Koseč (barvni ortofotografski posnetek, © Geodetska uprava Republike Slovenije 2005).

imele petdesetletno povratno dobo. Leta 1998 je torej samo od 28. septembra do 13. oktobra padlo 433 mm dežja. Povprečno so v tem času namerili kar 31 mm padavin dnevno.

Na tako predhodno namočeni podlagi so intenzivne padavine na začetku oktobra sprožile številne zemeljske plazove. Samo plazov, ki so prizadeli kmetijska zemljišča in povzročili gmotno škodo, je bilo čez 800. Na 41,3 km<sup>2</sup> velikem območju so zemeljski plazovi obsegali približno 74 ha oziroma skoraj 2 % ozemlja. Povečini so bili prizadeti vinogradi, nekoliko manj pa gozdovi in travniki.



*Slika 12: Plaz Stovžje (zgoraj), pot (na sredini) in vršaj drobirskega toka v Logu pod Mangartom (spodaj) (barvni ortofotografski posnetek, © Geodetska uprava Republike Slovenije 2005).*

V Goriških brdih je malo velikih zemeljskih plazov (le nekaj deset), pri večini premikov zemeljskih gmot pa gre za manjše zemeljske plazove ali usade, pri katerih zdrsne le zgornji del preperine. Zato je četrtnina plazovitih pobočij krajših od 20 m, polovica krajših od 50 m in le četrtnina je daljših od 100 m. Zemeljski plazovi so bili najpogostejši (23 %) na pobočjih, usmerjenih proti zahodu, ki so obenem tudi skladna. Štiri desetine plazovitih območij je v konveksnih legah, 35 % v premočrtnih legah (ukrivljenost je enaka 0), četrtnina pa v konkavnih legah. Večina, 48 % zemeljskih plazov,

se je sprožila pri naklonih od 12 do 20°, skoraj četrtnina (22 %) pri naklonih od 6 do 12°, približno šestina (17,7 %) pri naklonih od 20 do 32° in devetina (11,6 %) pri naklonih pod 6°. Skladno z navedenim je zanimiva okoliščina, da je večina usadov in zemeljski plazov nastala v oddaljenosti približno 70 m pod temeni slemen. Kot kaže, ob takih padavinah na razdalji nekaj deset metrov na površju in v preperini nastane dovolj močan vodni tok, ki lahko prepoji gmoto in v nižje lege odnaša gradivo. Usadi in zemeljski plazovi so se prožili povprečno 130 m od vodotokov. Desetina jih je od njih oddaljenih manj kot 30 m, četrtnina manj kot 60 m, polovica manj kot 115 m, medtem ko jih je četrtnina oddaljenih več kot 180 m (Zorn in Komac 2007a; Zorn in Komac 2007b; Ažman Momirski in ostali 2008).

**Nad Kosečem** v Drežniškem kotu se je po manjših premikih, ki so trajali dva ali tri dni, v večernih urah 22. decembra 2001 sprožil zemeljski plaz s prostornino približno 95.000 m<sup>3</sup>. Šlo je za kombinacijo različnih pobočnih procesov, saj je del gradiva splazel, del se je odlamljal oziroma podiral, del pa je po strugi Brsnika tekkel v dolino v obliki drobirskih tokov. Dva dni pozneje (26. 12. 2001) je prišlo do ponovnega plazenja. Plaz bi lahko glede na zemljepisna imena v okolici imenovali Koseški plaz, plaz Brsnik, plaz Struge, plaz Za Struge (Zastruge) ali plaz Za melom (Komac in Zorn 2002b).

Plaz je nastal zaradi součinkovanja različnih procesov (vzrokov), povod za njegovo sprožitev pa je zaenkrat neznan. Pred leti je v bližini že prišlo do plazenja v flišu. 18. aprila 1994 je plaz v dolžini 50 m zasul cesto v bližini vasi Krn (Pavšek 1994b).

Plaz se je sprožil na stiku rdečkastega apnenca in laporja, znanega kot *scaglia*, in spodnjekrednega fliša (Buser 1986). Plasti so močno pretрте in zato nestabilne, čeprav vpadajo v pobočje. Na stiku ploščatih apnencev in fliša se v podlagi sredi pobočja izceja voda, ki je ob padavinah poglavitni povod za intenzivnejše premike. Eden od vzrokov za nastanek razpok in destabilizacijo pobočja je verjetno tudi potres 12. 4. 1998 z magnitudo 5,8 stopnjo po Richterjevi lestvici, ki je dosegel intenziteto VII.–VIII. po EMS-lestvici. Ob potresu so premik pobočja med drugim zabeležili ob mali hidroelektrarni, katere zajetje je bilo nekoliko niže v dolini Brsnika. Premik pobočja je pretrgal dovodno cev, ki so jo morali podaljšati za okrog 10 cm (Komac in Zorn 2002b).

Kmalu potem, ko se je sprožil zemeljski plaz, je prišlo do podiranja gradiva s strmega pobočja. Zaradi velike mase skalnega podora s prostornino približno 45.000 m<sup>3</sup> je prišlo do plazenja pobočja pod podorom (Mikoš in ostali 2006). Splazelo gradivo, ki obsega preostalih 50.000 m<sup>3</sup>, se je ustavilo v strugi potoka Brsnika, na nadmorski višini 730 m, kar je približno 130 višinskih metrov nad Kosečem. Plaz je širok okrog 150 m, njegova debelina pa je med 5 in 10 m (Komac in Zorn 2002b). Skupaj je bilo premaknjene približno 310.000 m<sup>3</sup> gradiva (Mikoš, Fazarinc in Ribičič 2006).

Po začetnem zdrsu za 10 m se je plaz premikal s hitrostjo do 3 cm na dan, dokler se ni leta 2003 popolnoma zaustavil (Mikoš in ostali 2006). Ko so leta 2002 padavine dosegle dnevno intenzivnost med 20 in 30 mm, se je gradivo v nižje lege premešča-

lo z drobirskimi tokovi, ki so ogrožali Koseč. Skupaj jih je bilo več kot 20, obsegali pa so po približno 1000 m<sup>3</sup> (Mikoš in ostali 2006).

Na Bovškem se je dne 15. 11. 2000 nad Logom pod Mangartom, na približno 25 ha velikem območju na nadmorski višini med 1300 in 1700 m, utrgal **zemeljski plaz Stovžje**.

Plazišče je merilo 900 m v dolžino in je bilo široko od 300 do 400 m; plaz pa je imel povprečno debelino približno 10 m, ponekod celo večjo od 40 m. Prostornina premaknjene gmote je bila okrog 2.500.000 m<sup>3</sup>. Plaz je splazel v dolino Mangartskega potoka. Po njegovi ustalitvi se je v gradivu nabirala voda. Ko je bila pri približno tretjini zapolnjene prostornine dosežena kritična točka zasičenosti, se je gmota utekočinila in kot drobirski tok stekla po dolini Mangartskega potoka in Predelice. Pri tem je bilo odločilno namakanje gmote z obilnimi padavinami in Mangartskim potokom (nekaj kubičnih metrov na sekundo). Drobirski tok je potoval z veliko hitrostjo (10 m/s) in je Log pod Mangartom dosegel v približno petih minutah. Zaradi velike hitrosti, židkosti in velike količine gradiva je dosegel veliko vztrajnost, ki je v zavojih povzročila značilno nadvišanje. Izračuni z modeli so pokazali, da se je čelo toka usmerjalo po obstoječih geomorfnih oblikah, zlasti strugi Predelice.

Drobirski tok je v Logu pod Mangartom zahteval sedem žrtev, porušil in poškodoval 18 stanovanjskih in 8 gospodarskih objektov ter na površini 15 ha v obliki vršaja



ROMEO ČERNUTA

*Slika 13: Cesta Bovec–Predel ni več ogrožena, saj teče visoko nad dolino po največjem betonskem ločnem mostu v Triglavskem narodnem parku.*

odložil 700.000 m<sup>3</sup> gradiva. Dolinsko dno je bilo zatrpáno nekaj metrov na debelo. Na cesti Bovec–Predel sta bila porušena dva mostova. Celotna škoda je bila ocenjena na skoraj 14 milijonov evrov.

Poglaviti vzrok za plazenje na tem območju je pestra geološka sestava, odločilne so bile zlasti kamnine tamarske (rabeljske) formacije. V tamarskih plasteh se menjavata lapornati apnenec in glinavec; debele so od 100 do 200 m in slabo prepuščajo vodo. Spodnji del plazišča sestavljajo v glavnem kvartarni sedimenti. Povečini gre za pobočni grušč, periglacialno gradivo in ledeniško gradivo, v katerem tudi prevladuje glinasto gradivo.

Poglaviti povod za plazenje in nastanek drobirskega toka so bile obilne padavine z intenzivnostjo čez 300 mm na dan. Novembra 2000 je na tem območju padlo 1234 mm padavin, kar je približno polovica povprečnih letnih padavin in štirikrat toliko kot dolgoletno novembrsko povprečje. Pomembna je bila izjemno velika dnevna količina padavin, saj je v Bovcu 14. in 15. 11. 2000 padlo 340 mm padavin. Poleg tega je bil naslednji dan zvečer izredno močan naliv, ko je v zgolj nekaj urah padlo nekaj deset milimetrov dežja (Komac in Zorn 2002a; Komac in Zorn 2007a; Zorn in Komac 2002; Zorn in Komac 2008b).

## 6.2 Plazovi na širšem Savinjskem območju

Ob ekstremnih padavinah in poplavih leta 1990 se je več zemeljskih plazov sprožilo v Zgornji Savinjski dolini. Visoko nad Solčavo je zaradi dviga talne vode in intenzivnega izsekavanja gozda pred tridesetimi leti na stiku apnenec in dolomitov s spodaj ležim skrilavim glinavcem nastal 2200 m dolg, 100 m širok in 7 do 8 m globok **Macešnikov plaz** s prostornino 2.000.000 m<sup>3</sup>.

V zemeljski plaz je v letih 1992–1993 vtekala voda, ki je gmoto sčasoma premočila do te mere, da je leta 1994 plaz začel hitro drseti. Pri tem so v spodnjem delu nastali več metrov visoki narivi plazovine (Horvat in Galič 1998).

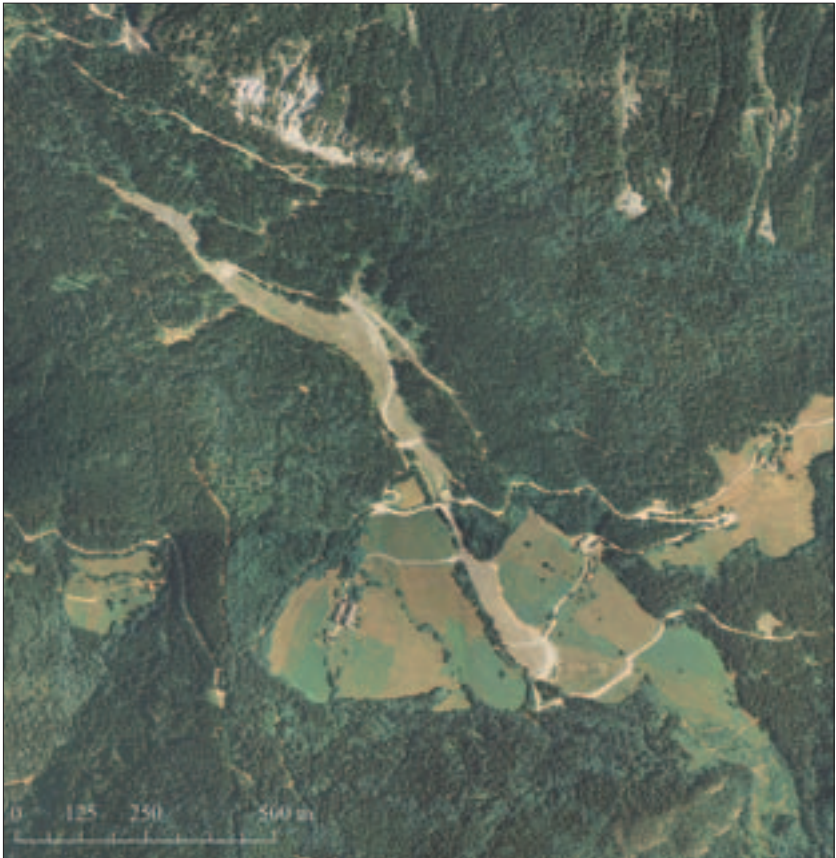
Med letoma 1994 in 2000 se je plaz s hitrostjo 0,3 metra na dan premaknil za 850 m, potem pa je njegovo napredovanje ustavil izdanek apnenca. Po prehodu skalne ovire se bo gibanje pospešilo. Plaz lahko doseže zaselek, pod katerim se dolina zoži v hudournik. Zato so hiše pod plazom ogrožene, ogrožena je tudi Solčava z 241 prebivalci.

Zemeljski plaz je leta 1994 dosegel državno, tako imenovano panoramsko cesto, in jo ogrozil. Najprej so cesto zasilno popravljali z nasipavanjem, pozneje pa to ni bilo več možno in so postavili pontonski most. Pozimi 1996/97 so morali cesto prestaviti (Horvat in Galič 1998).

V Podvolovlju se je sprožil **Tratičnikov** ali **Tretičnikov plaz** (Meze 1991, 41). Utrgal se je 1. novembra ob 22. uri in je okrog 20 m na debelo in 200 m na široko zaprl pot Lučnici. Plaz je porušil eno stanovanjsko hišo. V resnici je šlo za tri samostojne, vendar vzročno povezane plazove, ki so se sprožili drug za drugim. Prvi plaz

se je sprožil v spodnjem delu pobočja, potegnil s sabo Tratičnikovo domačijo in zajezil strugo Lučnice. Drugi plaz se je sprožil v andezitnem drobirju in prsti višje na pobočju, na nadmorski višini od 630 do 660 m. Bolj ali manj istočasno se je ob strmo nagnjeni leziki na severnem robu plazne kotanje utrgal še skalni podor. Plaz je v južnem delu dosegel strugo Lučnice, na severu pa je le deloma zasul prvi plaz. Nagnjenost drevoja je kazala na rotirajoče gibanje plazeče gmote (Natek 1991, 64; Horvat 1993).

Za gmoto, nakopičeno v dolinski pregradi, je v nekaj urah nastalo 10 do 15 m globoko zajezitveno jezero s približno milijonom kubičnih metrov vode, ki je navzgor



*Slika 14: Macesnikov plaz (barvni ortofotografski posnetek, © Geodetska uprava Republike Slovenije 2005).*



segalo 1,5 km daleč. Voda je zalila več domačij in zahtevala smrtno žrtev. Pod pregrado je Lučnica skoraj presahnila, zato so Lučani kljub temni noči brez elektrike in s prekinjenimi telefonskimi povezavami samoiniciativno zapustili hiše (Meze 1991; Kladnik 1991; Natek 1991).

Približno sedem ur zatem je Lučnica prebila zgornji del pregrade. Približno dve tretjini jezera sta se spraznila v pol ure, poplavni val pa je nižje po slabo poseljeni dolini povzročil več škode kot poplavne vode prejšnjega dne (Meze 1991, 40–41; Natek 1991, 64).

Tudi **zemeljski plaz v Raduhi** se je utrgal ob ujmi leta 1990. Nastal je na mestu fosilnega plazua, na katerega opozarjajo polkrožna kotanja v zgornjem delu, še vidne navpične stene ob zalednih razpokah in ostanki jezika takratnega plazua v spodnjem delu. Njegovo površje je bilo težko prehodno in z veliko razmetanimi skalnimi bloki netipično oblikovano. To nakazuje ledinsko ime Pekel (Natek 1991, 63).

Nekaj južneje je v bližini še večji fosilni plaz, ki je spodaj širok čez 400 m. Ob dolgih polkrožnih razpokah se je utrgal na nadmorski višini od 750 do 770 m. Spodaj je delno zasul rečno teraso Savinje.



DRAGO KLADNIK

*Slika 15: V Podvolovljeku je med novembrskimi poplavami leta 1990 zaradi Tratičnikovega plazua nastalo plazovno jezero.*

Zemeljski plaz se je utrgal 3. novembra 1990 ob 20. uri 30 minut, torej več kot dva dni po poplavih. Sprožil pa se ni zaradi padavin, ampak zaradi potoka, ki je tekkel po grapi mimo Prepadnikove domačije, in je napajal gmoto plazov, da je iz nje še teden dni pozneje iztekalo 201 vode v sekundi (Natek 1991, 64).

Po 900 m drsenja je plaz dosegel zaselek v dolini, na nadmorski višini 510 m. Podrli je eno stanovanjsko hišo in dve ogrozil. Zgoraj je bil širok od 100 do 150 m, v strmšem spodnjem delu pa od 30 do 40 m (Natek 1991, 63).

Ob intenzivnih padavinah julija in avgusta 1989 so nastali usadi oziroma manjši **zemeljski plazovi v Halozah** (Natek 1990b; Natek 1996). Med 3. in 4. julijem 1989 je v 24 urah padlo od 150 do 200 mm dežja, kar je za to območje izjemno veliko. V Žetalah so namerili 106 mm padavin, kar je približno tri četrtine mesečnega povprečja. Povedano drugače, šlo je za padavine s približno 25-letno povratno dobo (Natek 1990b, 11).

Večina usadov je bila majhnih, več zemljišč pa je bilo uničenih zaradi drsenja ali toka. Povprečna dolžina usadne kotanje je bila 12,4 m, povprečna širina pa 12,0 m (Natek 1990b, 12).

*Preglednica 7: Dolžina in širina usadov oziroma usadnih kotanj v Halozah, ki so nastali ob neurju julija 1989 (Natek 1990b, 12).*

dolžina (m)	širina (m)					skupaj
	manj kot 11	od 11 do 20	od 21 do 30	od 31 do 40	več kot 40	
manj kot 11	1182	457	17	3	0	1659
od 11 do 20	448	258	65	4	0	775
od 21 do 30	57	57	22	2	1	132
od 31 do 40	6	6	13	1	1	26
od 41 do 50	2	2	2	0	0	4
več kot 50	0	0	2	0	0	2
skupaj	1695	782	109	10	2	2598

Večina haloških usadov se je sprožila na strmih do zelo strmih pobočjih. Skoraj 90 % usadov je nastalo na pobočjih z naklonom od 19 do 36°. Na pobočjih z naklonom od 19 do 24° se je sprožilo 9,3 % usadov, na pobočjih z naklonom od 25 do 30° 36 % in na pobočjih z naklonom od 31 do 36° 44,3 %. 9,2 % usadov je nastalo na zelo strmih pobočjih s z naklonom več kot 36°. Le 1,1 % usadov je nastalo na pobočjih z naklonom manj kot 18° (Natek 1990b, 12–13).

Glede na reliefne oblike (Natek 1990b, 12; 1996, 144) je kar 43,8 % usadov nastalo na srednjih, najstrmejših delih pobočij. Le 0,7 % se jih je sprožilo na zgornjih, konveksnih delih pobočij, 7,8 % pa na njihovih spodnjih, konkavnih delih. Kar 29,1 % usadov



MATIJA ZORN

*Slika 16: Na desni je viden zemeljski plaz v vasi Raduha, ki se je sprožil 3. 11. 1990. Na levi je v plazni kotanji manjšega zemeljskega plazu kmetija Slapnik. Nad domačijo je približno 400 m široka polkrožna plazna kotanja starejšega plazu.*

je nastalo v dolinskih zatrepih, le 1,3 % pa v zgornjih delih grap (Natek 1996, 147–148). Na 106 km<sup>2</sup> velikem ozemlju se je sprožilo okrog 5000 usadov, povprečna gostota je bila torej 47 usadov na km<sup>2</sup>. Če upoštevamo le kmetijska zemljišča, je bila gostota kar 120 usadov na km<sup>2</sup>.

Zaradi velikih naklonov pobočij se je gradivo pri skoraj sedmih desetinah usadov premaknilo za več kot 20 m. Nekaj se jih je ustavilo na pobočjih (23,1 %), ostali pa so segli do vznožja ali stekli po dolini navzdol, kar kaže na veliko vsebnost vode v premikajoči se gmoti. Običajni usadi oziroma zdrsi so nastali predvsem na travnikih (67,7 %). Značilno zanje je, da se je travna ruša oziroma preperina premaknila za kratko razdaljo (85 % za manj kot 20 m), gmota pa se med premikom ni deformirala. Globljih usadov oziroma zemeljskih plazov, pri katerih drsna ploskev ni vzporedna s pobočjem, je bilo manj, prizadeli pa so zlasti travnike ter spodnje dele njiv in vinogradov. Zanje so značilne razpoke, ki potekajo prečno na pobočje (Natek 1990b, 14).

Čeprav smo bili v Halozah »... priča siloviti pospešitvi geomorfni procesov, ki so v nekaj urah premaknili tolikšne množine materiala kot v stoletjih ali morda celo tisoč-

letjih normalnega, vsakodnevnega dogajanja ...» (Natek 1990b, 12), je zanimivo, da po nekaj manj kot dvajsetih letih v Halozah tako rekoč ni več mogoče zaznati sledov takrat močno preoblikovanega površja. Na tej podlagi lahko sklepamo, da so usadi običajen sestavni del rečno-denudacijskih procesov. Ti preoblikujejo površje v zatrepnih delih dolin, ki imajo zato značilno plosko obliko.

Julija in avgusta 1989 so usadi oziroma manjši zemeljski plazovi nastali tudi v **dolinah Lahomnice in Kozarice** vzhodno od Laškega. Na le okrog 20 km<sup>2</sup> velikem območju v porečjih obeh vodotokov je 19. avgusta 1989 v dobrih dveh urah padlo od 130 do 140 mm dežja, na nekaterih mestih celo več kot 400 mm. Intenziteta je preseгла stoletne povratne dobe (Fazarinc in Pintar 1991, 12; Fazarinc in Mikoš 1992, 378 in 381).



MILAN OROŽEN ADAMIČ

Slika 17: Po obilnih padavinah julija 1989 so se v Halozah sprožili številni usadi.

Usadi so se prožili že med neurjem, njihova gostota pa je bila podobna kot ob neurju julija 1989 v Halozah, le da je bilo prizadeto manjše območje (Gabrovec 1990, 181; Gabrovec in Brečko 1990, 16). Na celotnem območju je nastalo več kot tisoč usadov, v dolini Loškega potoka v porečju Lahomnice je bila gostota 36 usadov na km<sup>2</sup> (Gabrovec 1990, 184).

*Preglednica 8: Tipi premikanja usadov v Halozah, ki so nastali ob neurju julija 1989 (Natek 1990b, 14).*

tip	število
blatni tok	1055
viskozni tok	458
zdrs in razlitje	340
zdrs (usad)	592
rotirani zdrs ali zemeljski plaz	153
skupaj	2598



MATEJ GABROVEC

*Slika 18: Po obilnih padavinah julija in avgusta 1989 so se v dolini Lahomnice sprožili številni manjši zemeljski plazovi.*

Največ usadov se je takrat sprožilo v zatrepih manjših dolinic in na omejkah, to je na spodnjih robovih njiv. Največ usadov se je sprožilo na zemljiščih z nakloni od 10 do 14°, od 15 do 19° in od 20 do 24°. Usadi so se prožili na približno četrtini območja teh naklonskih razredov. Prizadeta je bila desetina območja z naklonom od 25 do 29° in dobra petnajstina območja z naklonom od 5 do 9° (Gabrovec 1990, 182; Gabrovec in Brečko 1990, 17).

Največ usadov se je sprožilo v sadovnjakih in na travnikih. Velika je bila gostota usadov na njivah, predvsem na omejkah. V porečju Lahomnice je bilo bistveno manj usadov v gozdu. Pojavljali so se na večjih strminah (povprečni naklon 23°) kot usadi na obdelovalnih zemljiščih, na njivah povprečno pri 14° in v sadovnjakih povprečno pri 18° (Gabrovec 1990, 183; Gabrovec in Brečko 1990, 19; Fazarinc in Mikoš 1992, 384–385).

*Preglednica 9: Naklon pobočij na območjih z usadi v porečju Lahomnice, ki so nastali ob neurju avgusta 1989 (Gabrovec in Brečko 1990, 17).*

naklon (°)	delež od skupno 2614 celic digitalnega modela višin 100 krat 100 m
do 5	3,3
od 5 do 9	19,7
od 10 do 14	28,8
od 15 do 19	24,2
od 20 do 24	14,9
od 25 do 29	6,6
od 30 do 34	2,1
več kot 34	0,4
skupaj	100,0

## 7 Zakonodaja na področju naravnih nesreč in stanje na področju varstva pred zemeljskimi plazovi v Sloveniji

Slovenska zakonodaja določa, kateri so pglavitni preventivni ukrepi ob naravnih nesrečah. Kljub temu se nanje le odzivamo, za preventivo pa ni zagotovljenih dovolj sredstev. Najpomembnejši akti, ki opredeljujejo razmerje slovenske družbe do naravnih nesreč, so (Komac in Zorn 2005c, 88–89; Komac in Zorn 2007a, 167–168; Komac, Natek in Zorn 2008, 29–36):

- Nacionalni program varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami,
- Resolucija o nacionalnem programu varstva okolja,
- Zakon o varstvu pred naravnimi in drugimi nesrečami,

- Strategija prostorskega razvoja Slovenije,
- Zakon o prostorskem načrtovanju,
- Zakon o vodah,
- Zakon o graditvi objektov,
- državni razvojni program,
- regionalni razvojni programi.

Poglavitni akt, na katerem v Sloveniji temelji varstvo pred naravnimi nesrečami, je **Nacionalni program varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami** (Uradni list RS 44/2002). Pomemben je, ker določa preventivne ukrepe po vrstah nesreč. Opisuje prostorske, urbanistične, gradbene ter druge tehnične ukrepe, ki prispevajo k večji varnosti in jih je treba upoštevati pri načrtovanju in izvajanju aktov za prostorsko načrtovanje ter pri projektiranju in gradnji objektov, na primer vodnogospodarsko soglasje in kataster naravnih nesreč. Nacionalni program zahteva, da se pri načrtovanju in izvajanju prostorskih planskih aktov ter pri projektiranju in gradnji objektov upoštevajo ocene ogroženosti pred naravnimi in drugimi nesrečami. Predvideva povečanje stopnje premoženjske zavarovanosti oseb, kar naj bi zmanjšalo vlogo države pri odpravljanju posledic naravnih nesreč in okrepilo pomen zavarovalnic.

**Resolucija o nacionalnem programu varstva okolja** (Uradni list RS 02/2006) je strateški dokument, katerega cilj je izboljšanje okolja in kakovosti življenja. Dokument o naravnih nesrečah sicer ne govori neposredno, vendar pa prek dveh ključnih ciljev (ohranjanje narave in vzdržne oziroma preudarne rabe naravnih virov, vključno s prostorom) posredno vsebuje tudi zahteve po preventivnem prostorskem načrtovanju. Ta dva cilja »... *zaokrožata celovito obravnavanje vsebin varstva okolja skozi varčno in večnamensko rabo tal in virov, smotrno rabo prostora za urbanizacijo in nadzor nad širjenjem urbanih območij... ter, kjer je to prostorsko sprejemljivo, s spodbujanjem ohranjanja biotske raznovrstnosti, naravnih vrednot in naravnih procesov kot bistvenih sestavin kakovostnega naravnega okolja in zagotavljanjem ustrezne vključitve biotske raznovrstnosti in naravnih vrednot v gospodarjenje z naravnimi viri in prostorom...*« (Resolucija ... 2006, 3). Resolucija v zvezi s tem obravnava gradbene ukrepe, s katerimi je možno vplivati na naravne razmere in procese tudi zaradi varstva pred naravnimi nesrečami. Gradbene posege utemeljuje z dejstvom, da je človek s poselitvijo že močno posegel v naravno okolje, s tem pa spremenil naravne procese. Z gradbenimi ukrepi naj bi se vpliv preteklih posegov človeka v okolje zmanjšal, umetno vzpostavljene razmere pa naj bi se ohranjale kot novo ravnovesje v pokrajini. Kot pomemben negradbeni ukrep je izpostavljena prilagojenost poselitve poplavam in zemeljskim plazovom.

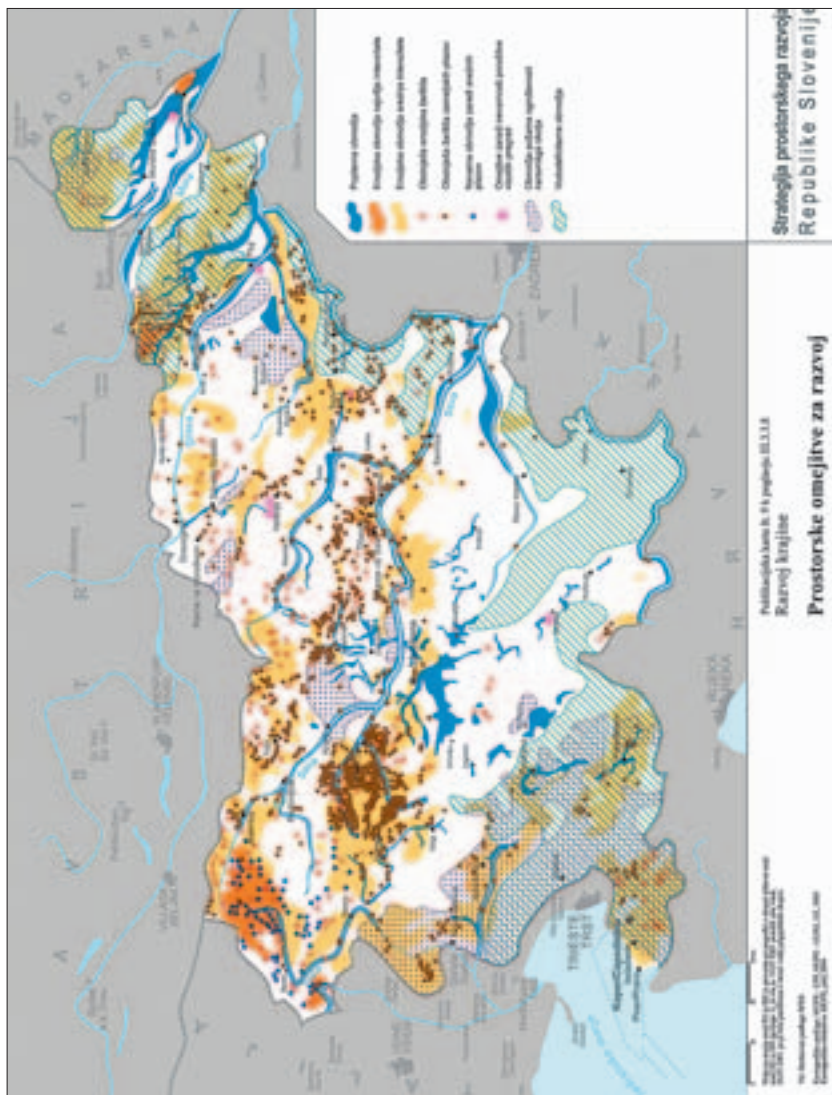
Na Nacionalnem programu in Resoluciji temelji **Zakon o varstvu pred naravnimi in drugimi nesrečami** (Uradni list RS 51/2006). Govori predvsem o zaščiti in reševanju ob konkretnih nesrečah, vendar med drugim zahteva določene preventivne ukrepe (12. člen), zlasti izdelavo ocen ogroženosti na ravni države in občin, ki so podlaga za načrtovanje zaščite, reševanja ter pomoči ob naravnih in drugih nesre-

čah. Zelo pomembna je zahteva, da se pri načrtovanju in urejanju prostora ter naselij in pri gradnji objektov uveljavljajo »... *prostorski, urbanistični, gradbeni in drugi tehnični ukrepi... z namenom, da se preprečijo oziroma zmanjšajo škodljivi vplivi naravnih in drugih nesreč ter da se omogoči zaščita, reševanje in pomoč...*« (60. člen).

Izjemno pomembna z vidika naravnih nesreč je **Strategija prostorskega razvoja Slovenije** (2004) saj je v prostorsko načrtovanje uvedla pojma 'območje potencialnih nesreč' in 'območje z izrazito naravno dinamiko', česar dotlej v prostorskem načrtovanju niso upoštevali. Bistveni novosti strategije pa sta zahtevi po obveznem upoštevanju naravnih procesov in preventivnem načrtovanju (Strategija 2004, 30): »... *Naravne procese, ki lahko ogrožajo poselitev in človekove dejavnosti, se obvezno upošteva kot omejitvev pri načrtovanju rabe in dejavnosti v prostoru. Prostorski razvoj na vseh območjih, zlasti pa na ogroženih, se načrtuje v skladu z omejitvami zaradi naravnih in drugih nesreč, kot so poplave, zemeljski in snežni plazovi, erozija, požari v naravnem okolju in potresi. Potencialna tveganja se zmanjšuje s preventivnim načrtovanjem, in sicer z razmeščanjem dejavnosti v prostor izven območij potencialnih nesreč, z ustreznim upravljanjem primarnih dejavnosti v nevarnih in ogroženih območjih ter z nadzorovanjem aktivnosti, ki lahko povzročajo naravne in druge nesreče...*«. Med cilji, povezanimi z zmanjševanjem ogroženosti zaradi naravnih in drugih nesreč, je navedeno še, naj se z ustreznim načrtovanjem zagotavljata racionalna raba prostora (Strategija 2004, 6) in varnost prebivalstva, naj se prostorski razvoj usmerja zunaj ogroženih območij in naj se izboljša zaščita pred posledicami delovanja naravnih procesov (Strategija 2004, 7). Prihodnji prostorski razvoj na ogroženih območjih naj se prilagaja stopnji ogroženosti (Strategija 2004, 18), v obstoječih ogroženih naseljih pa naj se z ustreznim urejanjem prostora zmanjša posledice morebitnih prihodnjih dogodkov.

Po do nedavnega veljavnem **Zakonu o urejanju prostora** (Uradni list RS 110/2002) je bil eden od temeljnih ciljev urejanja prostora »... *vzdržen prostorski razvoj z racionalno rabo prostora in ohranjanjem prostorskih zmogljivosti za sedanje in prihodnje generacije...* [ki hkrati; opomba avtorjev] ... *zagotavlja varstvo pred naravnimi in drugimi nesrečami...*«. Gradnje objektov zunaj poselitvenih območij so bile dovoljene le v izjemnih primerih, med drugim tudi za potrebe obrambe in varstva pred naravnimi ter drugimi nesrečami. Na to določbo se navezuje Strategija prostorskega razvoja Slovenije. Leta 2007 je Zakon o urejanju prostora nasledil **Zakon o prostorskem načrtovanju** (Uradni list RS 33/2007), ki določa, da je treba že pri izdelavi državnega strateškega prostorskega načrta upoštevati nacionalne programe, strategije ter druge razvojne akte in dokumente, s katerimi se določa državna politika na področju varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami. Po novem zakonu so ključni cilji prostorskega načrtovanja »... *omogočati skladen prostorski razvoj z obravnavo in usklajevanjem različnih potreb in interesov razvoja z javnimi koristmi na področjih varstva okolja, ohranjanja narave in kulturne dediščine, varstva naravnih virov, obrambe in varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami...*« (3. člen). **Zakon o vodah** (Uradni list RS 67/2002)





Slika 19: Nekatere »prostorske omejitve« (tudi zemeljski plazovi), kot so prikazane v Strategiji prostorskega razvoja Slovenije (2004).

opredeljuje ogrožena območja in določa možne posege glede na stopnjo ogroženosti. Obseg ogroženega območja določi vlada, metodologijo za določanje ogroženih območij in način razvrščanja zemljišč v razrede ogroženosti pa predpišeta ministra za okolje in obrambo (83. člen).

Po **Državnem razvojnem programu 2001–2006** (2001) je bila zaščita pred naravnimi nesrečami ena od prednostnih nalog za krepitev skladnega regionalnega razvoja. V **Državnem razvojnem programu 2007–2013** (2008) je za doseganje trajnostnega razvoja med drugimi aktivnostmi zapisano, 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 ...«.

Pomen naravnih nesreč za celovito urejanje prostora omenjajo še **regionalni razvojni programi** za Pomurje, Zasavje, Gorenjsko in Goriško (Komac in Zorn 2005c, 89).

Eden od preventivnih ukrepov, ki ga omenjajo zgornji dokumenti, je izdelava ocen ogroženosti. Med takšne ocene spadajo tudi zemljevidi ogroženosti (poglavje 8) zaradi geomorfoloških nesreč, to je zaradi naravnih pojavov, nastalih z geomorfnimi procesi, na primer zemeljskimi plazovi, skalnimi podori in drobirskimi tokovi (Zorn in Komac 2006, 67). Z njihovo pomočjo lahko izberemo območja, primerna za gradnjo, oziroma določimo potrebne ukrepe. Izdelovanje takšnih zemljevidov je drago in časovno zahtevno. Obstaja tudi določena stopnja negotovosti, saj na podlagi zemljevidov ne vemo, kdaj se lahko pričakovani geomorfni proces sproži (Alexander 1991, 63). Pri poplavah lahko z določeno mero verjetnosti izračunamo povratne dobe (Komac, Natek in Zorn 2008), pri zemeljskih plazovih pa le, če imamo na razpolago dober časovni niz podatkov (Zorn in Komac 2007a; Zorn in Komac 2007b).

V Sloveniji je že pripravljena metodologija za določanje ogroženih območij in način razvrščanja zemljišč v kategorije ogroženosti zaradi zemeljskih plazov (Mikoš in ostali 2004). Predlaga uvedbo usmeritvenih načrtov in načrtov rabe za ogrožena območja. V usmeritvenem načrtu bodo prikazani temeljne planerske usmeritve, usklajenost dejavnosti z izhodišči in navodila za načrtovanje rabe prostora. Na natančnejšem zemljevidu načrtovanja rabe so zemljišča glede na ogroženost razvrščena v kategorije. Na manj ogroženih območjih se lahko gradi pod določenimi pogoji, na bolj ogroženih pa je gradnja omejena ali prepovedana. Povedano bo postalo pomembno, ko bo v prostorskem načrtovanju izdelava zemljevidov ogroženosti zakonsko predpisana, kot je na primer že trideset let praksa v sosednji Avstriji (120 Jahre ... 2005).

V tujini so pogosti naročniki takšnih zemljevidov zavarovalnice, saj s svojo dejavnostjo omogočajo preživetje tudi na ogroženih območjih. V Sloveniji je zaenkrat možno zavarovanje nepremičnin proti potresu, pa tudi proti poplavi ter zemeljskim in snežnim plazovom, vendar dejavnost ni državno regulirana.

Prvi načrt na podlagi omenjene metodologije (Mikoš in ostali 2004) je bil izdelan za Log pod Mangartom (Uredba ... 2004; slika 20), podoben pa leto pozneje tudi za vas Koseč (Uradni list RS 92/2003; Uradni list RS 87/2004). Vršaj, na katerem stoji Log pod Mangartom, so razdelili na območja velike, srednje in majhne ogroženosti ter za vsako območje določili, kakšne stavbe je na njem mogoče graditi. Na območju velike ogroženosti je z izjemo infrastrukturnih objektov (ceste, parkirišča, mostovi, pregrade in jezovi, cevovodi, čistilne naprave in elektroenergetski vodi), začasnih objektov (športna igrišča) in tako imenovanih enostavnih objektov (drvarnice, čebelnjaki, gozdne poti, igrišča, spominska obeležja) objekte prepovedano graditi. Če stavba (hiša, garaža, kašča, kozolec, skedenj, steklenjak, rezervoar) na območju velike ogroženosti že stoji, jo mora lastnik odstraniti. Na območju srednje ogroženosti je pod posebnimi pogoji dovoljena gradnja stanovanjskih, gostinskih, trgovskih in upravnih stavb. Na območju majhne ogroženosti je dovoljena gradnja vseh stavb in infrastrukturnih objektov.

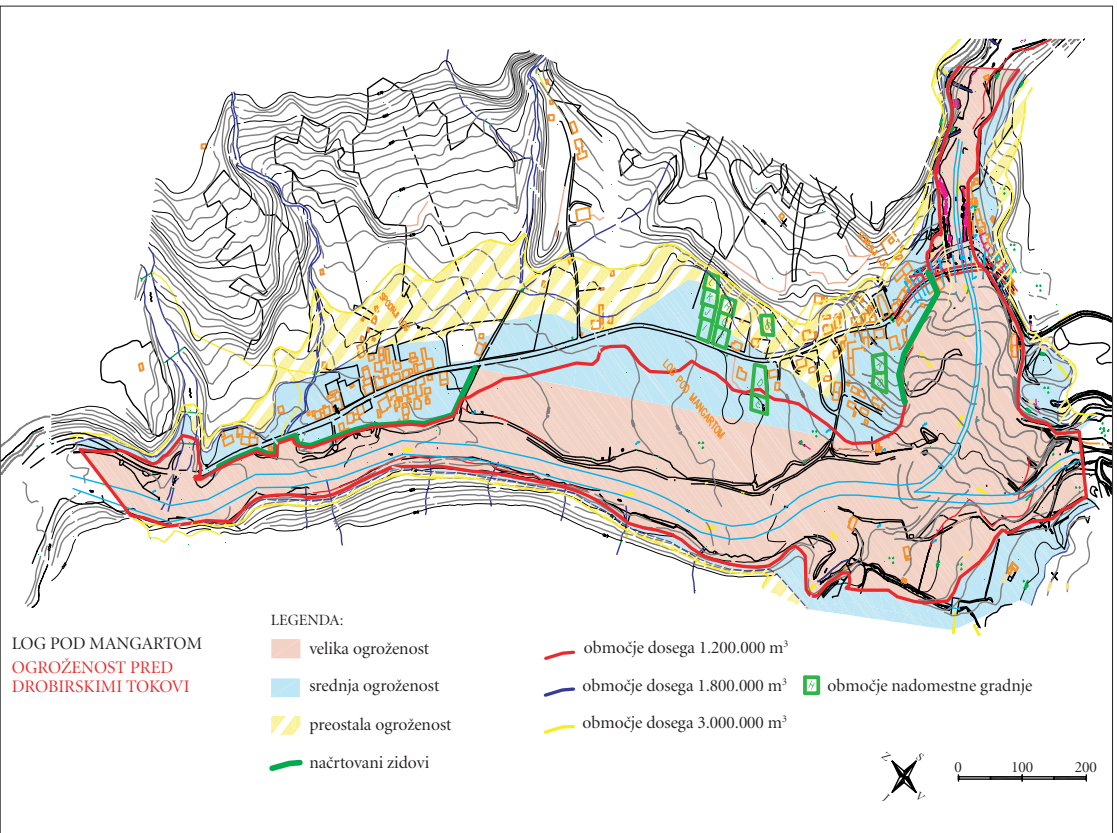
*Preglednica 10: Značilnosti območij ogroženosti zaradi zemeljskih plazov, prikazanih na zemljevidu ogroženosti, in predvideni ukrepi (Mikoš in ostali 2004, 94–95).*

območje ogroženosti	barva na zemljevidu ogroženosti	ogroženost zaradi zemeljskih plazov	predpisi in ukrepi ob načrtovani gradnji
območje velike ogroženosti	rdeča	<ul style="list-style-type: none"> <li>zemeljski plaz obstaja,</li> <li>velika verjetnost nastanka zemeljskih plazov,</li> <li>osebe so ogrožene v stavbah in zunaj njih,</li> <li>zelo verjetno je uničenje objektov;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>prepoved novogradenj,</li> <li>analiza zaščite obstoječih objektov,</li> <li>izjemoma je možna sprememba v območje nižje ogroženosti;</li> </ul>
območje srednje ogroženosti	modra	<ul style="list-style-type: none"> <li>možen nastanek zemeljskih plazov,</li> <li>ogroženost zaradi zemeljskih plazov v bližini,</li> <li>osebe so ogrožene zunaj stavb, v stavbah pa ne,</li> <li>škoda na objektih je zelo verjetna, ne pričakuje pa se njihovo uničenje;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ogled strokovnjaka in po potrebi terenske raziskave,</li> <li>izdelava podrobne ocene ogroženosti za obstoječo poselitev;</li> </ul>

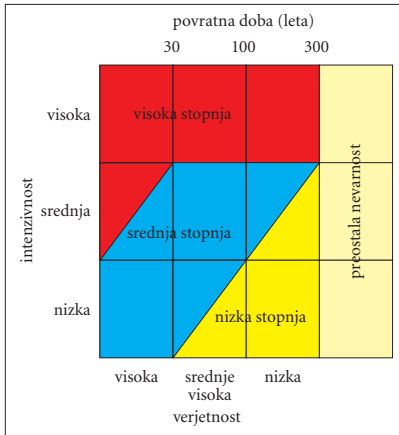
območje ogroženosti	barva na zemljevidu ogroženosti	ogroženost zaradi zemeljskih plazov	predpisi in ukrepi ob načrtovani gradnji
območje majhne ogroženosti	rumena	<ul style="list-style-type: none"><li>• majhna verjetnost nastanka zemeljskih plazov,</li><li>• možen nastanek usadov ali majhnih zemeljskih plazov,<ul style="list-style-type: none"><li>• osebe so komajda ogrožene,</li><li>• na objektih lahko nastane le neznatna škoda;</li></ul></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• opozorilo graditelju, da morda gradi na plazovitem območju,</li><li>• za obstoječo poselitev se ocene ogroženosti ne izdelata;</li></ul>
območje neznatne ogroženosti	šrafirana rumeno-bela	<ul style="list-style-type: none"><li>• neznatna verjetnost nastanka zemeljski plazov,</li><li>• neznatna ogroženost zaradi obstoječih zemeljskih plazov;</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• opozorilo graditelju, da obstaja možnost, da gradi na območju, kjer lahko nastane zemeljski plaz,</li><li>• za obstoječo poselitev se ocene ogroženosti ne izdelata;</li></ul>
neogroženo območje	bela	<ul style="list-style-type: none"><li>• ni možnosti nastanka zemeljskih plazov,</li><li>• neogroženo zaradi zemeljskih plazov v bližini.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• ni omejitev za novogradnje,</li><li>• preventiva za obstoječo poselitev ni potrebna.</li></ul>

Čeprav slovenska zakonodaja ob naravnih nesrečah določa pglavitne preventivne ukrepe, so dokumenti praviloma namenjeni upravljanju z naravnimi nesrečami in sanaciji. Premalo pozornosti pa posvečamo preventivi; zanjo ni zagotovljenih dovolj sredstev. Toda za enak učinek v prostoru bi zadoščal vložek v preventivo v višini le 3 % sredstev, ki so sicer potrebna za sanacijo posledic naravnih nesreč. Tako je na primer razmerje med sredstvi, vloženimi v sanacijo zemeljskih plazov, in prihranki zaradi preventive, od 1 : 10 do celo 1 : 2000 (Siegel 1996).

Zakonsko urejanje odnosov med naravnimi dejavniki in družbo se pogosto napačno tolmači tako, kot da je država v celoti odgovorna za varnost vsakega posameznika in njegove imovine. Kot na vseh drugih področjih, tudi na področju naravnih nesreč



Slika 20: Načrt, ki opredeljuje rabo prostora na vplivnem območju drobirskega toka v Logu pod Mangartom (Mikoš, Fazarič in Majes 2007, 182).

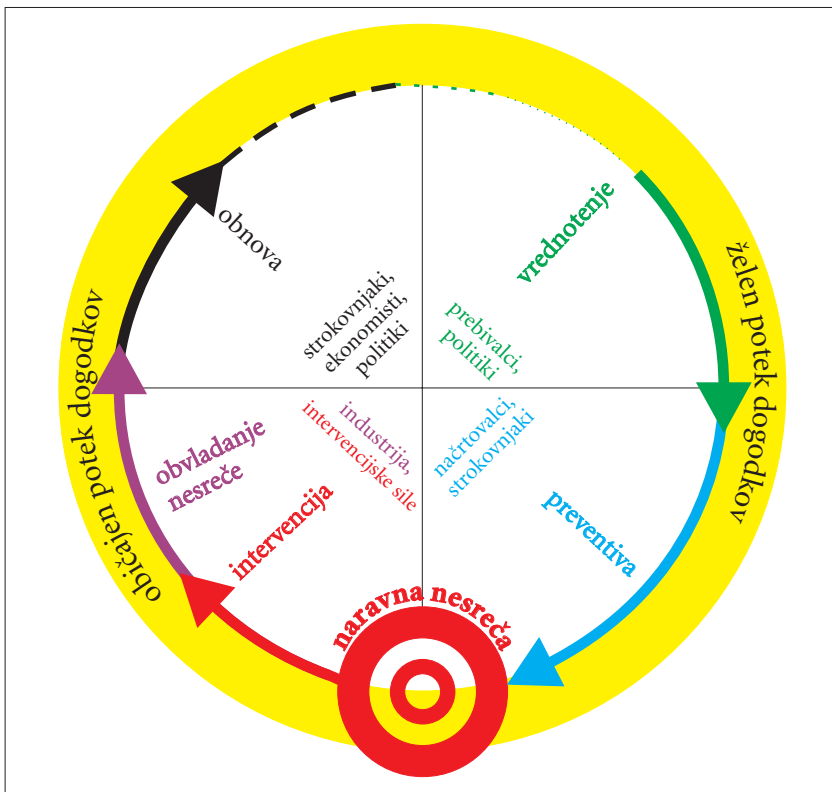


Slika 21: Razmerje med intenzivnostjo in verjetnostjo pojavljanja naravnih nesreč.

država z zakonodajo in drugimi predpisi vzpostavlja pravni okvir, znotraj katerega je vsak posameznik dolžan ravnati po splošno sprejetih pravilih, tudi pod grožnjo sankcij s strani države. V primeru naravne nesreče je država dolžna poskrbeti za neposredno zaščito in reševanje prebivalcev ter njihovega premoženja, ne more in ne sme pa prevzeti odgovornosti za napačne odločitve posameznikov in gospodarskih družb, povezane z neupoštevanjem predpisov (na primer o potresno varni gradnji), napačno izbiro lokacije (na primer gradnja na plazovitem zemljišču) ali napačnimi poslovnimi odločitvami (na primer gojenje okolju neprimernih kmetijskih kultur, neustrezna tehnologija pridelave) (Komac, Natek in Zorn 2008, 21).

Dandanes Slovenija pri varstvu pred nesrečami sledi priporočilom Evropske unije, s katerim se prebivalcem želi zagotoviti dostop do temeljnih dobrin in storitev. To vključuje zaščito pred tveganji zaradi naravnih katastrof (Načrt priprave ... 2004). Evropska unija članicam sicer prepoveduje neposredne finančne pomoči fizičnim in pravnim osebam, izjema pa je dovoljena pri naravnih nesrečah. Državno pomoč pri odpravljanju naravnih nesreč lahko dobijo posamezniki ali podjetja, vendar pomoč državnih sredstev ne sme kršiti načel svobodnega trga in mora biti namenjena odpravi posledic na poškodovanih dobrinah (87. člen Pogodbe iz Nice; Komac, Natek in Zorn 2008, 22).

Do zdaj smo bili v praksi pogosto še daleč od zastavljenih ciljev, kot jih opredeljuje Zakon o prostorskem načrtovanju (Uradni list RS 33/2007), saj lahko najdemo na stotine primerov legalnih stanovanjskih, gospodarskih in drugih novogradenj na plazovitih in poplavnih območjih, čeprav so bile na teh območjih novogradnje zakonsko prepovedane že pred uveljavitvijo tega zakona (Natek 2007). Nadaljevanje takšne prakse bi bilo nedopustno, še zlasti, če upoštevamo napovedi spreminjanja podnebja na



Slika 22: Običajen in želen potek aktivnosti po naravnih nesrečah (Komac in Zorn 2005c, 95; Komac in Zorn 2007a, 174). Želja je, da bi več vlagali v preventivo, saj razmerja med sredstvi, vloženimi v sanacijo zemeljskih plazov, in prihranki, zaradi preventive znašajo od 10 do celo 2000 (Komac in Zorn 2005c, 88).

Zemlji: »... prostorsko načrtovanje ne bi smelo gledati samo na zadovoljevanje potreb obstoječe družbe po prostoru, temveč bi moralo v smislu t. i. okoljske etike upoštevati tudi medgeneracijsko odgovornost ...« (Plut 2005, 62).

Po zakonu o prostorskem načrtovanju bi morale občine že do novembra 2009 sprejeti nove občinske prostorske načrte. Izvajalec načrta mora pripraviti osnutek akta, vendar brez podanih smernic pristojnih nosilcev urejanja prostora. Zanje lahko sicer neuradno zaprosi, ker pa pristojnih institucij ne obvezuje noben zakon, ni nujno, da gradivo sploh pripravijo (Komac, Natek in Zorn 2008, 31).

Uveljavljanje zakonodaje v praksi je pomembno zaradi dolgoročnih vplivov na škodo zaradi naravnih nesreč. Če ne upoštevamo obstoja naravnih procesov, ki se lahko v neki pokrajini ali njenem delu v določenih okoliščinah hitro spremenijo v naravno nesrečo, bistveno zmanjšamo zmogljivosti okolja in njegove samoregulacijske zmoglosti. To se kaže v večanju škode zaradi naravnih nesreč in naraščanju družbene nestabilnosti oziroma nepravilnosti, kajti »... *kratkoročni, izključno pridobitniški odnos do zemljišč z intenzivnimi naravnimi procesi (na primer poplavna območja) povečuje labilnost naravnih procesov in njihovih učinkov na drugih krajih ali v drugačnih oblikah, kar potem plačujejo ne po lastni krivdi prizadeti ljudje oziroma celotna družba prek izdatkov državnega in občinskih proračunov in, ne nazadnje, tudi s humanitarno pomočjo ...*« (Natek 2007, 158–159).

## 8 Modeliranje plazovitosti in ogroženosti pred zemeljskimi plazovi

Metode izdelave zemljevidov ogroženosti delimo na neposredne (kvalitativne oziroma izkustvene) in posredne (kvantitativne). Najpogostejša neposredna metoda je (geomorfološko) kartiranje. Njena točnost je odvisna od izkušenj in znanja tistih, ki kartirajo, zato izdelki zahtevajo precej časa za izdelavo, so subjektivni, zaradi terenskega dela pa natančnejši in dražji od zemljevidov, izdelanih s posrednimi metodami (van Westen, Seijmonsbergen in Mantovani 1999).

Posredne metode delimo na deterministične, statistične in probablistične (verjetnostne). Drugi avtorji (na primer Komac 2005b, 17) statistične metode enačijo z verjetnostnimi, mi pa smo jih vendarle izločili kot posebno kategorijo, saj se prepletajo tako z determinističnimi kot s probablističnimi metodami. Drži pa, da je prav zaradi njihovega prepletanja neko metodo dostikrat težko umestiti v eno od treh kategorij.

Izdelava zemljevidov s posrednimi metodami je cenejša in krajša. Deterministične metode so subjektivne, pri statističnih metodah subjektivnost zmanjšamo s pomočjo statistike, pri probablističnih pa se subjektivnosti izognemo (van Westen, Seijmonsbergen in Mantovani 1999; Komac 2005a).

Zemljevide ogroženosti izdelamo iz zemljevidov naravnih procesov (na primer zemeljskih plazov), ki prikazujejo njihovo razširjenost in intenziteto, ob upoštevanju človekovega delovanja v pokrajini. So ena od temeljnih podlag za varovanje pred naravnimi nesrečami in prikazujejo ogroženost območij človekove dejavnosti ali bivanja. Na njihovi podlagi lahko določimo primernost nekega območja za določeno rabo (Mikoš 1997). S tem so tudi eden od preventivnih ukrepov v boju proti naravnim nesrečam (Perko 1992a). Zemljevid ogroženosti zaradi zemeljskih plazov dobimo, ko na zemljevid plazovitih območij/plazovitosti položimo podatkovne sloje z družbenogeografskimi



prvinami. Na njem je za vsak objekt ali območje razvidno, kakšna je kategorija njegove ogroženosti. V tej fazi se približamo temeljnim geografskim načelom, saj zemljevid ogroženosti prikazuje součinkovanje naravnogeografskih in družbenogeografskih dejavnikov v pokrajini.

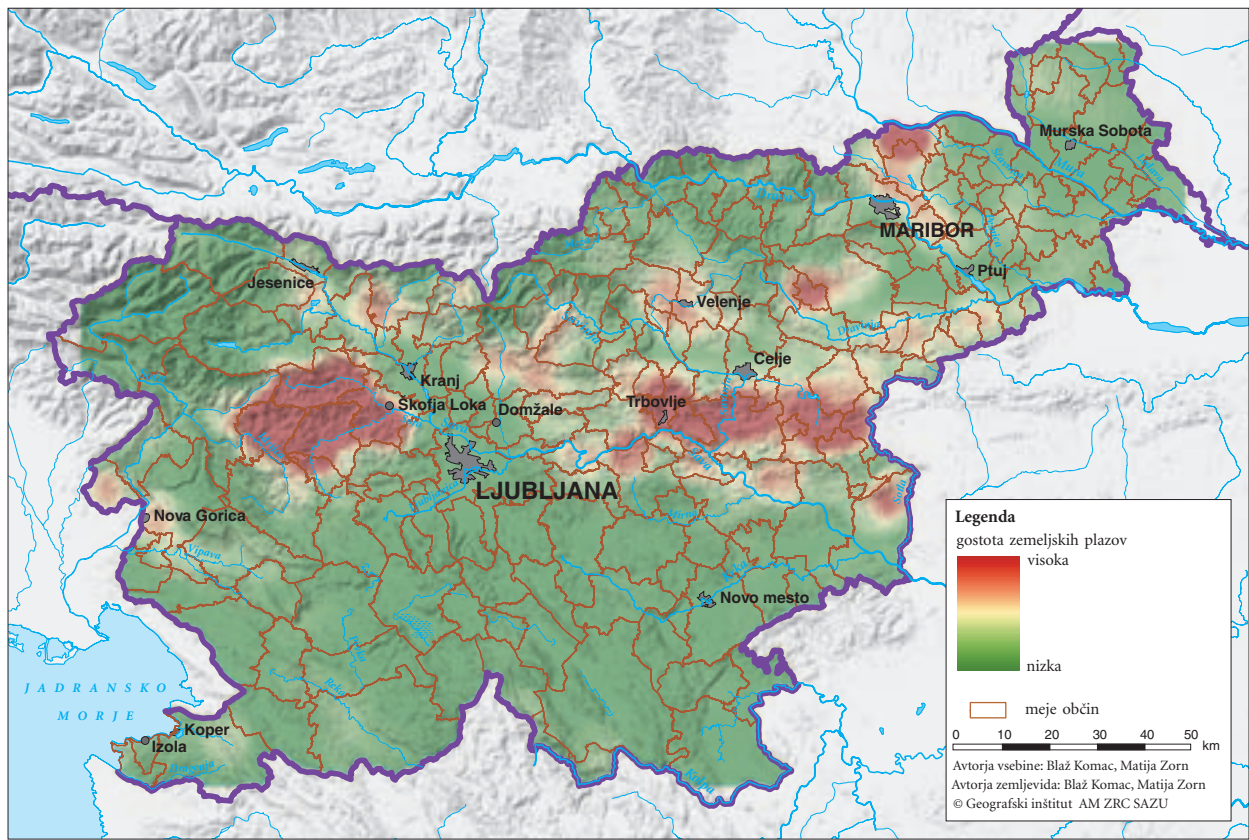
Glede na stopnjo plazovitosti lahko ozemlje na različne načine razdelimo na bolj ali manj homogene enote. Pri tem si največkrat pomagamo z geografskimi informacijskimi sistemi in upoštevanjem različnih vplivnih dejavnikov. Obstajajo različne metode izračunavanja pomena vplivnih dejavnikov za plazenje, s katerimi poskušamo rešiti problem primerjave ali kombiniranja različnih (tipov) podatkovnih slojev. Podatki se razlikujejo glede na način prikaza, lahko so vektorski ali rastrski. Vektorski podatki o zemeljskih plazovih so, glede na merilo, lahko točkovni ali v obliki poligonov, podatki o litologiji ali rabi tal so v obliki poligonov, ki pokrivajo celotno preučevano območje, podatki o stavbah so točkovni, podatki o cestah ali rekah linijski, digitalni modeli višin pa so v rastrski obliki. Podatki se poleg tega razlikujejo tudi glede na uporabljene vrednosti. Pri rabi tal na primer številke le nominalno označujejo določeno vrsto rabe, naklone prikažemo z realnimi števili, spet drugi dejavnik pa na primer prikažemo s številskimi intervali oziroma s kategorijami.

Podatki pogosto tudi niso homogeni, saj so jih lahko na primer zbirali različni ljudje, ki so se le bolj ali manj držali pravil oziroma metode. To pa lahko natančnost modela močno zmanjša.

Pri pridobivanju podatkov pogosto uporabljamo neposredno metodo, to je geomorfološko kartiranje, s katerim lahko ugotovimo, katera območja so podvržena plazenju, in katera so razmeroma varna. Njena točnost je odvisna od izkušenj in znanja tistih, ki kartirajo. Metoda je zato močno subjektivna (Zorn in Komac 2004b). Rezultati kartiranja različnih avtorjev se lahko razlikujejo za 55 do 65 % ali celo do 80 % (Ardizzone in ostali 2002). Ker pri izdelavi tovrstnih zemljevidov težimo k čim večji objektivnosti, pogosto uporabljamo cenejše in krajše posredne metode.

Pri posrednih metodah uporabljamo podatkovne sloje različnih vplivnih dejavnikov na plazenje in podatke o dejanskih zemeljskih plazovih. Pri determinističnih metodah povečini uporabljamo le prve, pri statističnih in probablističnih metodah pa vplivne dejavnike kombiniramo z dejanskimi pojavi plazenja. Za naše zemljevide plazovitosti smo za dejanske pojave plazenja uporabili Nacionalno podatkovno bazo zemeljskih plazov (Nacionalna ... 2006), podobno kot tudi Komac in Ribičič (2008). Nacionalna podatkovna baza zemeljskih plazov je sestavljena iz virov Uprave Republike Slovenije za zaščito in reševanje, Direktorata Republike Slovenije za ceste, Agencije Republike Slovenije za okolje, Geološkega zavoda Slovenije ter občin. Vključuje

*Slika 23: Gostota zemeljskih plazov v Sloveniji, izračunana na podlagi Nacionalne podatkovne baze zemeljskih plazov (Nacionalna ... 2006). ►*



6602 pobočnih procesov (Komac in ostali 2008, 44). Za našo obravnavo so pomembni tisti pojavi, ki imajo določeno tudi lokacijo; takšnih je 3257 in smo jih uporabili za izdelavo naših zemljevidov plazovitosti. Več o sami bazi zemeljskih plazov je moč prebrati v delih Ribičiča, Buserja in Hoblaja (1994) ter Komaca in sodelavcev (Komac in ostali 2007; Komac in ostali 2008). Podatki so bili zbrani na različne načine in z različnimi razlogi. Čeprav vsi niso zanesljivi, so vendarle dober vpogled v razmere na terenu. Terenske obrazce za popis čim več podatkov o zemeljskih plazovih so pripravili Ribičič (1999b, 41–54), Komac in Zorn (2002a, 188–189; glej prilogo 1) ter Ribičič in Mikoš (2002, 527).

Pri enostavnejših statističnih metodah gre ponavadi za matematični postopek, modeliranje, pri katerem primerjamo vplive različnih dejavnikov na pogostnost zemeljskih plazov. V geografskih informacijskih sistemih to omogoča računanje z različnimi podatkovnimi sloji. Temeljna predpostavka je, da lahko na podlagi zemeljskih plazov, ki so se sprožili v preteklosti, ugotovimo, kje je večja ali manjša možnost za njihov nastanek v prihodnosti. S pomočjo različnih podatkov pravzaprav ugotavljamo sorodnost območij in na tej podlagi sklepamo o plazovitosti. Na podlagi te primerjave lahko vsakemu vplivnemu dejavniku pripišemo ponder ali utež, potem pa izdelamo končni zemljevid plazovitosti. Zaradi pripisovanja vrednosti posameznim slojem se v tem delu postopka poveča subjektivnost metode. Tako iz statističnih metod preidemo nazaj v deterministične. Na takšen način je bil izdelan Zemljevid verjetnosti pojavljanja plazov v Sloveniji v merilu 1 : 250.000 (Komac in Ribičič 2008), pri katerem so statistično določili uteži šestim vplivnim dejavnikom: litologiji (0,30), naklonu (0,25), rabi tal (0,25), ukrivljenosti površja (0,10), oddaljenosti od strukturnih elementov (0,05) in usmerjenosti ali ekspozicije površja (0,05).

Bolj zanesljive oziroma manj subjektivne so statistične metode, pri katerih se ne vračamo k utežem. Med takšnimi sta univariantna statistična analiza in multivariantna analiza. Pri univariantni analizi za vsak uporabljeni podatkovni sloj izračunamo pogostnost zemeljskih plazov, podatke pa potem združimo. Natančnejši postopek je multivariantna statistična analiza (diskriminantna analiza), ki upošteva vse vplivne dejavnike, ter regresijska in diskriminantna analiza. V zadnjem času so pogoste analize s tako imenovanimi mehkimimi statističnimi metodami, kot so Dempster-Shaferjeva teorija (Dempster 1968; Shafer 1990; Komac in Zorn 2007b; Zorn in Komac 2007a; Zorn in Komac 2007b; Zorn in Komac 2008a), teorija mehkih množic (Staut, Kovačič in Ogrin 2007) ter Mycinov model in uporaba nevrlnih omrežij (Binaghi in ostali 1998).

Kljub njihovi veliki natančnosti lahko pri analizah pride do napak, ki so posledica nenatančnih vhodnih podatkov. Zato lahko s pomočjo omenjenih metod le simuliramo razmere v naravi. Metode in tudi končni izdelek, v našem primeru zemljevid plazovitosti, je zato le pripomoček za boljše razumevanje naravnih procesov oziroma za delo na terenu, ne morejo pa biti dokončna razlaga stanja in procesov v naravi.

Zato se postavlja vprašanje smiselnosti izdelave takšnih zemljevidov. Odgovor na to dilemo je kljub zadržkom seveda pozitiven: modeliranje naravnih procesov je kljub pričakovanim napakam koristno, marsikdaj pa celo potrebno ali nujno. Modeli so »... 'dobra stvar', ki pa potrebuje stalen razvoj...«., vendar »... zaradi nezadovoljivih rezultatov ne smemo biti preveč razočarani, saj so modeli še vedno v fazi razvoja in tudi nezadovoljivi rezultati lahko pokažejo, v katero smer mora iti njihov razvoj. Od modelov pa ne smemo pričakovati, da bodo [popolnoma, opomba avtorjev] posnemali naravo. Mišljeni so, da stvarnost poenostavijo...« (Boardman 2006, 77).

Eden od problemov modeliranja v geografskih informacijskih sistemih je na primer, da je možno za vsako rastrsko celico ugotoviti vrednost do nekaj decimalnih mest natančno, vprašanje, ki se ob tem zastavlja, pa je, ali vemo kaj ta vrednost v resnici pove?

Naša sposobnost ukrepanja je po zaslugi geografskih informacijskih sistemov in simulacij preseгла sposobnost predvidevanja. Razvoj tehnologije je privedel do točke, v kateri lahko naredimo veliko stvari, vprašanje pa je, ali jih tudi prav razumemo. Kljub neslutnemu razvoju računalništva, ki nedvomno močno olajša delo, se torej v prostorskih vedah nujno srečamo s temeljnim problemom geografskega raziskovanja: z velikim pomenom poznavanja pokrajine, preteklih pojavov in procesov, kar pa ni mogoče brez terenskega dela. Brez dobrega poznavanja razmer v pokrajini namreč ne moremo niti narediti niti pravilno uporabljati še tako dodelanih geografskih informacijskih sistemov. Njihova poglobljena prednost se izkaže kot pomanjkljivost, če manjka vsebina (Komac, Natek in Zorn 2008, 44–45). Za potrebe izboljšanja vsebine oziroma védenja o čim več pobočnih procesih, smo izdelali terenski obrazec za popis pobočnih procesov (prilogi 1 in 2; prirejeno po Komac in Zorn 2002a, 188–193).

Nekaj vrstic višje smo se spraševali o smiselnosti izdelovanja tovrstnih zemljevidov ter o smiselnosti računalniškega modeliranja in simuliranja naravnih procesov ali resničnosti sploh. S tem vprašanjem so se fiziki in meteorologi ukvarjali že pred pol stoletja, ob začetkih modeliranja razvoja vremena. Ugotovili so, da še tako natančna meteorološka mreža s še tako natančnimi podatki o temperaturi zraka ali količini padavin ne bi bistveno pripomogla k izboljšanju dolgoročne vremenske napovedi. Vzrok za to so zelo majhne začetne razlike pri meritvah, ki po daljšem času privedejo do povsem različnih rezultatov. Iz tega odkritja se je razvila cela veja znanosti (Gleick 1991; Komac, Natek in Zorn 2008, 45).

Kljub temu ali pa prav zato rezultate naše analize objavljamo v knjigi, saj nena zadnje temeljijo na najnatančnejših georeferenciranih podatkih, ki jih imamo. Metodo in njene rezultate predstavljamo bralcem v želji, da bi v prihodnje z uporabo natančnejših virov morda dosegli natančnejše rezultate in z njimi končno pripomogli k večji varnosti prebivalcev.

Zavedati pa se moramo, da je zemljevid plazovitosti le eden od pripomočkov za boljše razumevanje dogajanja v naravi, računalniško modeliranje pa le prvi korak.

Zelo pomembne so naslednje faze, zlasti »umerjanje« zemljevida s podatki meritev na terenu oziroma s statističnimi metodami. V našem primeru smo zemljevide preverili na način, ki so ga predstavili Lan in ostali (2004).

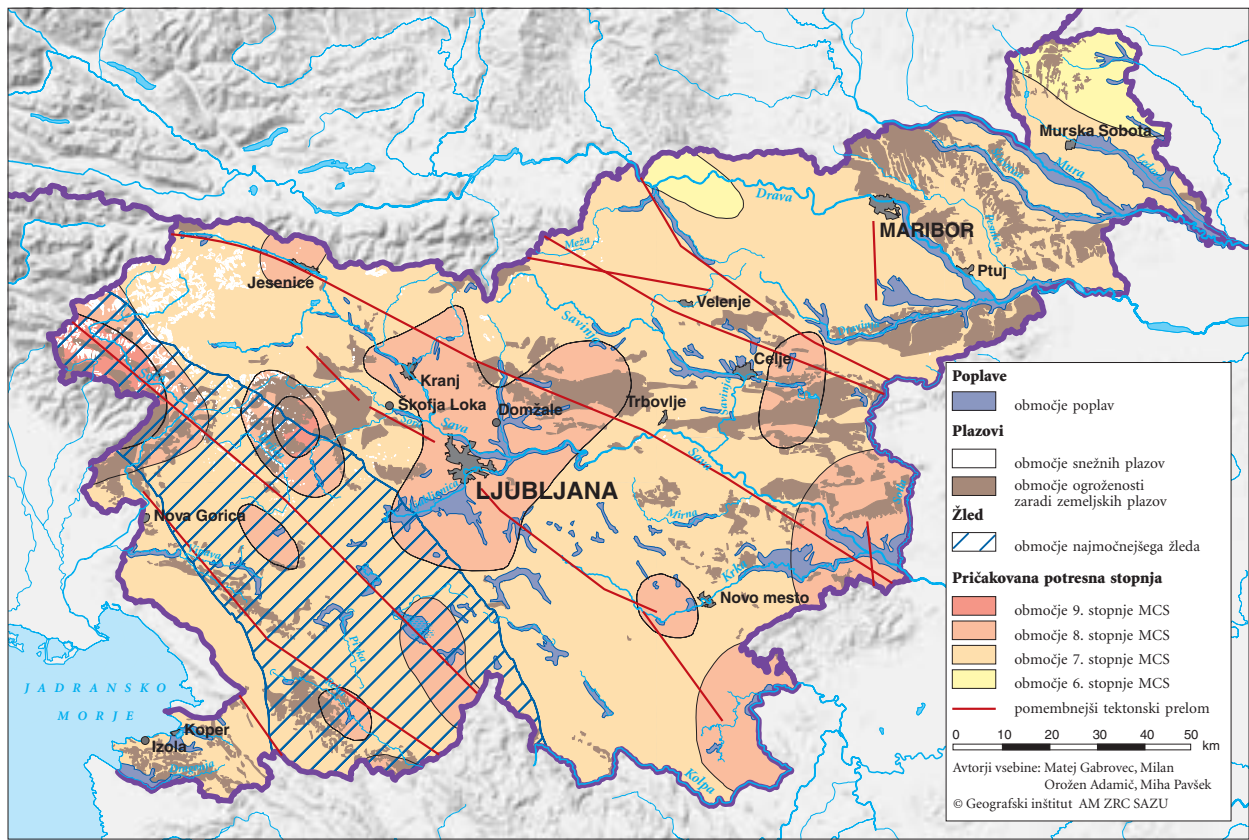
Interpretacija zemljevida pa mora temeljiti na dobrem poznavanju preteklih pojavov. Za načrtovanje rabe prostora je uporaben šele razložen, strokovno podprt in s terenskimi podatki opremljen zemljevid. To seveda pomeni, da je razumevanje predstavljenih naravnih procesov tem boljše, čim več izkušenj in različnih (strokovnih) pogledov ga je obogatilo. Ta knjiga je prispevek k temu, saj predstavlja zemljevide, izdelane po metodi ponderiranja, metodi faktorja verjetnosti in logaritemski metodi.

Podobno kot v 2. poglavju tudi na tem mestu predstavljamo dosežke geografov, zlasti sodelavcev Geografskega inštituta Antona Melika ZRC SAZU, tokrat na področju modeliranja pobočnih procesov s pomočjo geografskih informacijskih sistemov, posegamo pa tudi na druga področja, predvsem na področje geologije.

V Sloveniji so že bili izdelani nekateri zemljevidi ogroženosti, tveganja in nevarnosti pred določenimi naravnimi procesi, pa tudi zemljevidi, ki imajo takšna imena, a so dejansko le procesni zemljevidi, saj jim manjka sloj s človeško dejavnostjo; v več primerih so našeti termini tudi napačno uporabljeni. V nadaljevanju smo za naslove zemljevidov navedli naslove, kot so jih zapisali avtorji.

Med prvimi v Sloveniji je geografske informacijske sisteme za izdelavo tovrstnih zemljevidov uporabil Perko (1990). Za vzhodno Krško kotlino je izdelal zemljevide ogroženosti pokrajine zaradi naravnih nesreč, torej potresov, usadov, toče, poplav, pozebe in sušo. Isti avtor (Perko 1992a, 75; Perko 1992b, 15) je pozneje izdelal še zemljevid Ogroženost Slovenije na osnovi indeksa ogroženosti z upoštevanjem usadov, poplav in potresov. Orožen Adamič je (1993, 101, 107) na osnovi povprečne in maksimalne potresne stopnje izdelal zemljevida potresne ogroženosti krajevskih skupnosti v Ljubljani, pozneje pa s Perkom še zemljevid Stopnja potresne ogroženosti naselij v Sloveniji (Orožen Adamič in Perko 1996, 42). Fridlova in ostali (1996, 133 in 137) so za Spodnje Podravje s Prlekijo izdelali zemljevida Ogroženost zaradi poplav in Ogroženost zaradi plazov. Za Geografski atlas Slovenije (Fridl in ostali 1998) je bil izdelan zemljevid Ogroženost zaradi naravnih nesreč, pri izdelavi katerega so upoštevani poplave, snežni in zemeljski plazovi, žled ter potresi (Orožen Adamič 1998, 319). Orožen Adamič in Hrvatin (2000, 145, 151 in 153) sta za območje mestne občine Ljubljana izdelala zemljevide Ogroženost zaradi potresov, Ogroženost zaradi poplav in Ogroženost zaradi zemeljskih plazov. Zemljevide ogroženosti pred snežnimi plazovi za slovenski alpski svet je izdelal Pavšek (Pavšek 2000; Pavšek 2002), Pečnikova (2002) pa je izdelala Karto ogroženosti pred zemeljskimi plazovi v Zgornji Savinjski dolini.

*Slika 24: Ogroženost zaradi naravnih nesreč v Sloveniji po Geografskem atlasu Slovenije (Orožen Adamič 1998, 319). ►*



V zadnjih letih sta se v geografiji z modeliranjem pobočnih procesov ukvarjala zlasti avtorja te knjige, ki sta izdelala tudi zemljevid poplavnih območij v Sloveniji (Komac, Natek in Zorn 2008). Med drugim sta izdelala zemljevide plazovitih in podornih območij za del občine Kobarid (Natek, Komac in Zorn 2003), Zgornjo Savinjsko dolino (Zorn in Komac 2004b; Komac in Zorn 2005b) in celotno Slovenijo (Zorn in Komac 2004c). Poleg tega sta izdelala še zemljevid plazovitosti za porečji Nemiljščice in Besnice pri Kranju (Zorn in Komac 2005a), kot tudi zemljevid plazovitosti za občino Goriška brda (Komac in Zorn 2007b; Komac in Zorn 2008a; Komac in Zorn 2008b; Zorn in Komac 2007a; Zorn in Komac 2007b).

Zemljevide naravnih procesov in ogroženosti zaradi njih izdelujejo tudi drugi, na primer geologi, gozdarji in gradbeniki. Pri kratkem pregledu se bomo omejili le na zemljevide geomorfnih procesov. Med geologi sta Vidrih in Ribičič (1994) izdelala Karto tveganja nastanka plazov zaradi potresov in Karto tveganja nastanka podorov zaradi potresov. Izdelana sta bila tudi Karta geološko pogojene ogroženosti na primeru občine Bovec (Budkovič 2002; tudi Jurkovšek 2001) in pozneje na primeru iste občine zemljevid geološko pogojena nevarnost zaradi procesov pobočnega premikanja (Bavec, Butkovič in Komac 2005; Komac 2005c). Izdelan je bil tudi zemljevid ogroženosti mestne občine Nova Gorica v primeru zemeljskih plazov, udorov in erozije, ki naj bi ga kot edinega doslej v kakšni slovenski občini uporabljali tudi na področju urejanja in rabe prostora. Izdelana je tudi ocena ogroženosti pred zemeljskimi plazovi za območje Velenja (Justin 2006). Zemljevid ogroženosti in tveganja zaradi plazov na območju Slovenije sta izdelala Ribičič in Šinigojeva (1996). Pozneje so tako imenovani stabilnostni zemljevid izdelali Ribičič, Šinigojeva in Komac (2003, 404). Ribičič (2003) je predstavil kartiranje plazov s pomočjo GIS, lastno metodologijo za izdelavo zemljevidov plazovitosti pa je izdelal M. Komac (Komac 2004a; Komac 2004b; Komac 2005b; Komac 2006) in jo uporabil na območju Škofjeloškega in Cerkljanskega hribovja. Metodologijo so uporabili tudi za izdelavo zemljevida plazovitosti Slovenije (Mikoš in ostali 2004; Komac in Ribičič 2006; Komac in Ribičič 2008).

Med gozdarji omenimo Horvata (2001, 159–162), ki je na primer za porečje Bistričice izdelal opozorilne načrte ogroženosti pred tako imenovanimi hudourniško erozijo, plazno erozijo, podorno erozijo in snežno erozijo (Horvat 1999b). Med gradbeniki omenjamo le Mikoša (Mikoš in ostali 2004; Mikoš 2008), ki je v zadnjih letih vodil dva ciljna raziskovalna projekta: o zemeljskih plazovih in drobirskih tokovih, v okviru katerih so izdelali tudi zemljevide pobočnih procesov.

## 8.1 Deterministično modeliranje

Zemljevide plazovitosti najlažje oziroma najhitreje izdelujemo z **metodo ponderiranja**. Postopek je z matematičnega vidika preprost, vendar je za interpretacijo

zemljevida potrebno temeljito poznavanje geomorfni procesov, njihove dinamike in posledic.

Za vsakega od vplivnih dejavnikov najprej izdelamo zemljevid nevarnosti. Zaradi različnih lestvic, s katerimi merimo posamezne vplivne dejavnike, je nujna njihova standardizacija, s katero absolutne vrednosti spremenimo v relativne tako, da vrednosti sloja delimo z njegovo najvišjo vrednostjo. Na ta način lahko med seboj primerjamo različne zemljevide (Perko 1992a; Pečnik 2002).

Ker vpliv raznih dejavnikov na nastanek zemeljskih plazov ni enakovreden, je treba vsak dejavnik obtežiti ali ponderirati, pri čemer je vsota vseh uteži enaka 1. Določitev uteži je subjektivna (Pečnik 2002); dobro moramo poznati geomorfne procese in pojave, ker se na literaturo težko zanesemo. Za plazenje vemo, da sta na primer neodpornost kamnin in naklon površja pomembnejša od vloge gozda, brez statistične analize pa ostaja nejasno, za koliko. Izbor ponderjev močno vpliva na določitev kategorije ogroženosti določenega območja.

S standardizacijo in ponderiranjem izdelamo delne zemljevide. Sledi faza kombiniranja delnih zemljevidov (Perko 1992a; Pečnik 2002), v kateri seštejemo posamezne sloje in seštevek delimo s številom slojev. Dobljeni indeks z vrednostjo med 0 in 1 izraža možnost plazenja. Najvišjo vrednost 1 imajo območja, ki so v prav vseh slojih uvrščena v najvišjo kategorijo (Perko 1992a). Številčni razpon med 0 in 1 nato ob upoštevanju statistične razporeditve razdelimo na kategorije, ki predstavljajo možnost nastanka zemeljskih plazov. Opisani postopek izdelave zemljevidov plazovitih območij iz zemljevidov nevarnosti povzema naslednja enačba (Zorn in Komac 2004b, 87):

legenda:

$\kappa$  = zemljevid plazovitega območja,

$n$  = sloj,

$N$  = skupno število slojev,

$p$  = utež ali ponder,

$X$  = zemljevid nevarnosti vplivnega dejavnika,

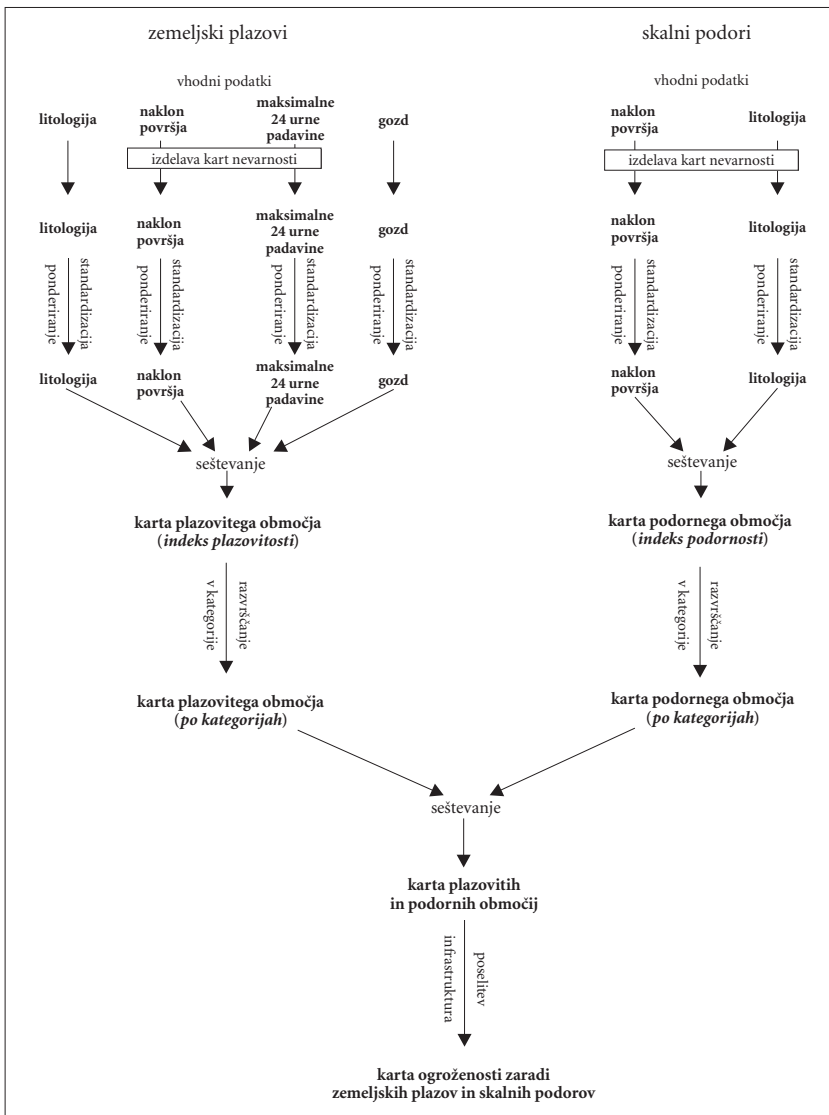
$Y$  = največja vrednost sloja.

Dobra stran metode ponderiranja je enostaven in preprost postopek izdelave, slabost pa pretirana subjektivnost (Zorn in Komac 2004b), ki pa jo lahko zmanjšamo z uporabo statistike oziroma s preходом na statistične metode (van Westen 1994; 2008)

Dober zemljevid ogroženosti zaradi zemeljskih plazov mora upoštevati čim več vplivnih dejavnikov. Njihov izbor je odvisen od merila; pri majhnem je na razpolago več podatkov, pri velikem pa nekaterih vplivnih dejavnikov ne moremo upoštevati, saj se na majhne razdalje le malo spreminjajo (na primer potresna ogroženost) oziroma imamo na razpolago premalo podatkov (na primer podatkov o maksimalnih 24-urnih padavinah).

Na podlagi opisanega modela je zemljevide ogroženosti za Krško kotlino in celo Slovenijo izdeloval Perko (Perko 1990; Perko 1992a; Perko 1992b). Metodo so upo-





Slika 25: Metoda izdelave zemljevida plazovitosti po metodi ponderiranja (Zorn in Komac 2004b).

rabili tudi Fridlova in ostali (1996) za izdelavo zemljevida plazovitosti Spodnjega Podravja s Prlekijo, Orožen Adamič in Hrvatini (2000) za zemljevid plazovitosti Mestne občine Ljubljana ter Pečnikova (2002) za zemljevid plazovitosti Zgornje Savinjske doline, Pavšek pa jo je uporabil pri preučevanju snežnih plazov (Pavšek 2000; Pavšek 2002). Avtorja te knjige pa sta na podlagi opisanega modela izdelala zemljevid plazovitih in podornih območij za del občine Kobarid (Natek, Komac in Zorn 2003), zemljevid plazovitih in podornih območij v Sloveniji (Zorn in Komac 2004c; slika 26), ter zemljevid plazovitosti za porečji Nemiljščice in Besnice pri Kranju (Zorn in Komac 2005a).

Na Geografskem inštitutu Antona Melika ZRC SAZU smo v sodelovanju s Karlom Natkom z Oddelka za geografijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani razvili **metodo matrik** (Zorn in Komac 2004b). Metoda je natančnejša in manj subjektivna od metode ponderiranja. V prvem koraku tako kot pri metodi ponderiranja za vsakega od vplivnih dejavnikov izdelamo delne zemljevide, ki prikazujejo stopnjo nevarnosti. Stopnje nevarnosti, tako kot pri metodi ponderiranja, določimo na podlagi lastnih spoznanj in literature. Tudi tu lahko subjektivnost zmanjšamo s pomočjo statistične analize.

V nadaljevanju določimo zaporedje množenja vplivnih dejavnikov v matrikah in izračunamo indeks plazovitosti. Relativne indekse vrednosti glede na frekvenčno razporeditev pojavov oziroma standardni odklon od aritmetične sredine razvrstimo v razrede in jim pripišemo določeno vrednost, ki predstavlja oceno možnosti nastanka pojava.

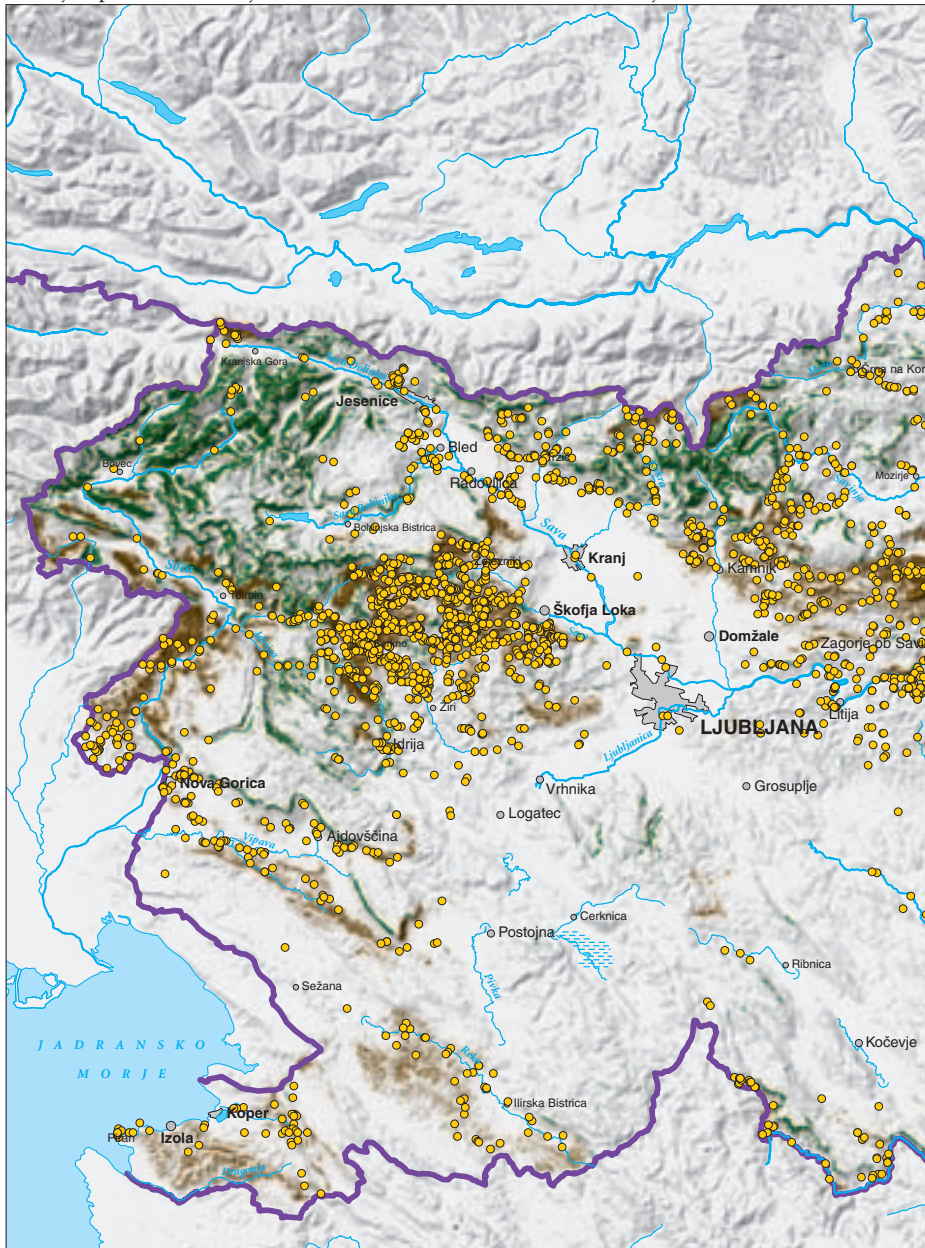
Osrednji del postopka povzema naslednja enačba (Zorn in Komac 2004b, 88):

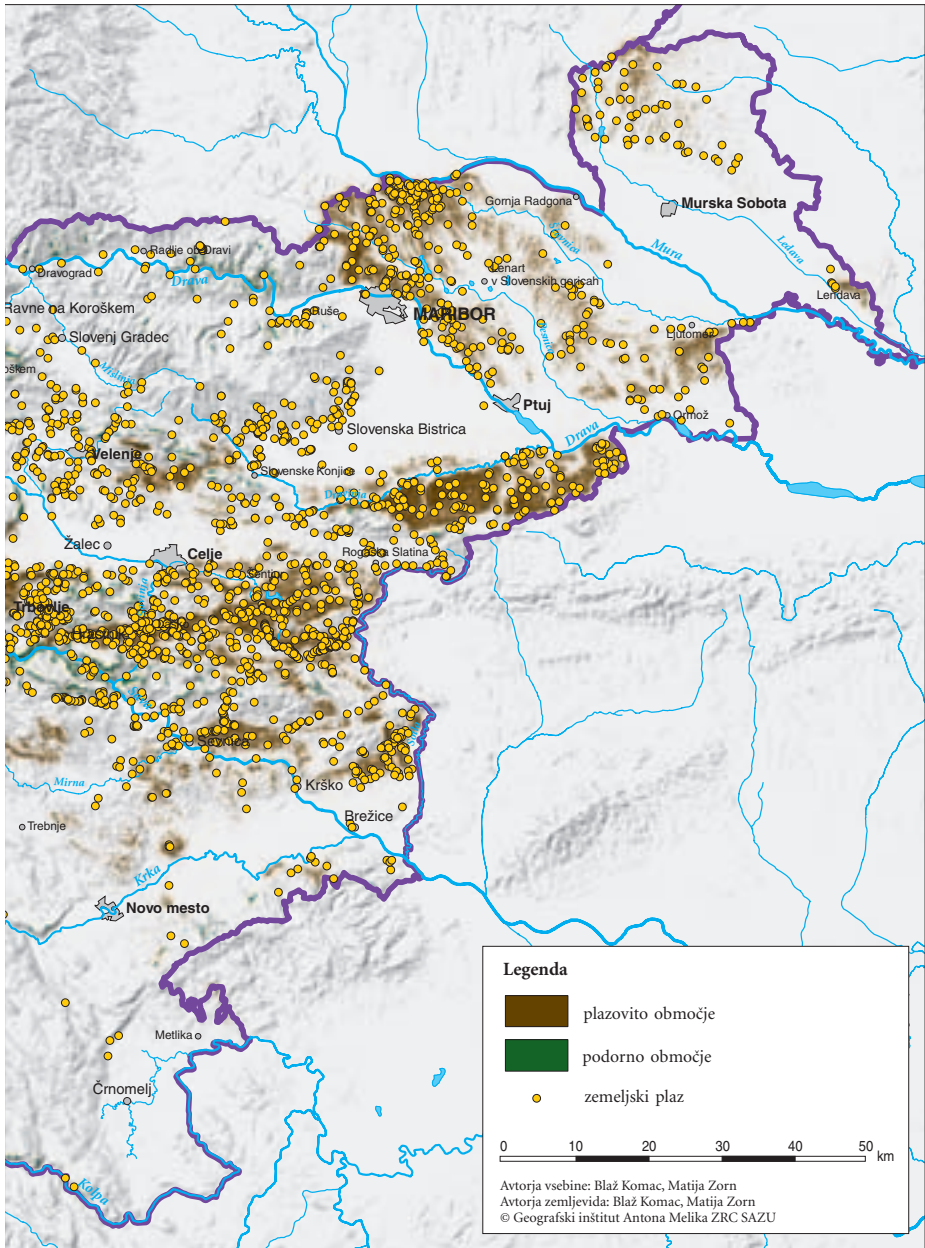
$$\kappa = \frac{\prod_{k=1}^{\infty} (M_k)}{R_{\max}} = \frac{\prod_{k=1}^{\infty} \left( \begin{matrix} k R_1 \\ k R_m \end{matrix} \right)}{R_{\max}} = \frac{\prod_{k=1}^{\infty} \left( \begin{matrix} k-1 R_1 * x_1 \\ k-1 R_m * x_m \end{matrix} \right)}{R_{\max}}$$

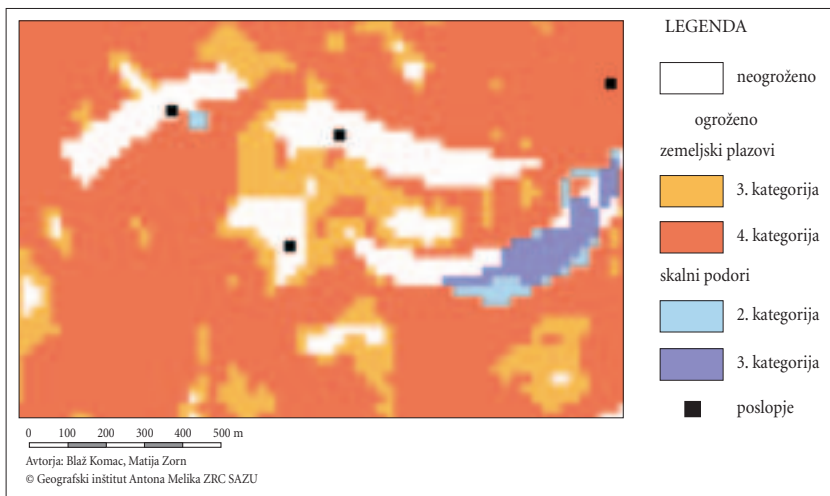
legenda:  
 $\kappa$  = zemljevid plazovitega območja,  
 $k$  = zaporedna številka matrike,  
 $m$  = zaporedje v matriki,  
 $M$  = matrika,  
 $R$  = rang,  
 $R_{\max}$  = najvišji rang zadnje matrike,  
 $x$  = vplivni dejavnik.

Čeprav je metoda matrik deterministična, je njena dobra stran objektivnost postopka v najpomembnejši fazi izdelave in preverljivost do ravni posamezne celice digitalnega modela višin. Slabi strani metode pa sta velika poraba časa za izdelavo zemljevidov in razmeroma zapleten postopek.

*Slika 26: Zemljevid potencialno najbolj plazovitih in podornih območij v Sloveniji, izdelan z metodo ponderiranja (Zorn in Komac 2004c). Na zemljevidu so prikazani tudi zemeljski plazovi iz Nacionalne podatkovne baze zemeljskih plazov (Nacionalna ... 2006). ► str. 74–75*







Slika 27: Izsek iz zemljevida plazovitosti in podornosti za Zgornjo Savinjsko dolino, ki razkriva tudi prilagojenost tradicionalne poselitve naravnim razmeram.

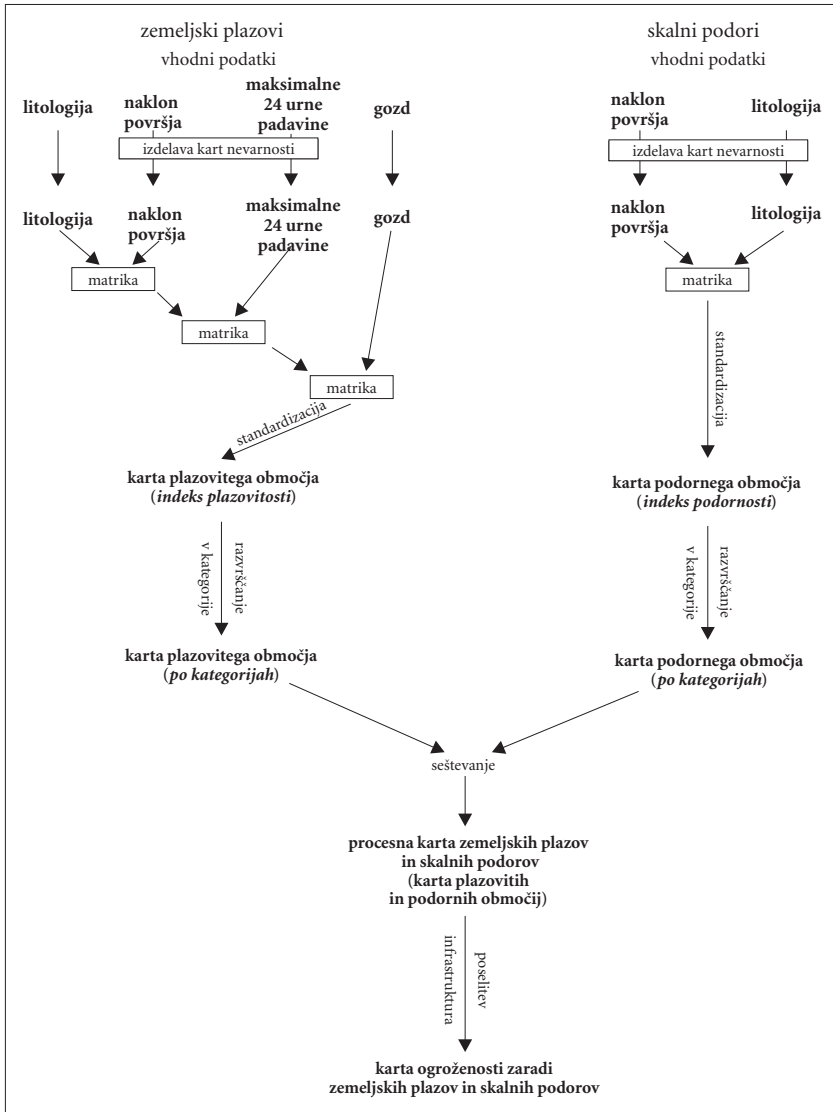
Na podlagi opisanega modela je bil izdelan zemljevid plazovitosti in podornosti za Zgornjo Savinjsko dolino (Zorn in Komac 2004b; Komac in Zorn 2005b), na katerem se med drugim lahko opazi prilagojenost tradicionalne poselitve naravnim razmeram (slika 27).

## 8.2 Probabilistično modeliranje

V nasprotju z determinističnimi metodami, pri katerih se moramo odločiti, katere dejavnike bomo in v kolikšni meri jih bomo upoštevali pri izdelavi, probabilistične metode omogočajo večjo objektivnost. Pri njih namreč za izdelavo uporabimo kvantitativne podatke o pojavih, ki so se na določenem območju že zgodili. V Sloveniji je bila doslej uporabljena le **metoda z Dempster-Shaferjevim algoritmom**.

Pri uporabi Dempster-Shaferjevega algoritma (Dempster 1968; Shafer 1990) za vsak dejavnik izdelamo delni zemljevid, ki prikazuje, kje na obravnavanem območju obstaja večja in kje manjša verjetnost za plazenje.

Algoritem na vse hierarhično možne načine primerja dejavnike in za vsak upoštevani dejavnik izračuna, kakšne so vrednosti na plazovitih območjih. Te vrednosti privzame kot merilo in jih upošteva kot območja, kjer je večja možnost za nastanek zemeljskih plazov. Nato je treba za vsak dejavnik ugotoviti in v program vpisati mejne vrednosti, pri katerih prihaja do plazenja.



Slika 28: Metoda izdelave zemljevida plazovitosti po metodi matrik (Zorn in Komac 2004b).

Program deluje po Dempster-Shaferjevem algoritmu, ki ga opisuje naslednje pravilo:

$$m(Z) = \frac{\sum m_1(X) \cdot m_2(Y); X \cap Y = Z}{1 - \sum m_1(X) \cdot m_2(Y); X \cap Y = 0},$$

pri čemer je  $m(Z)$  temeljna pripisana verjetnost ali vsota podpore za hipotezo  $(Z)$ . Če je

$$\sum m_1(X) \cdot m_2(Y); X \cap Y = 0,$$

potem se enačba glasi:

$$m(Z) = \sum m_1(X) \cdot m_2(Y); X \cap Y = 0.$$

Program nazadnje celotno preučevano območje primerja s tako postavljenim merilom in ugotavlja podobnosti oziroma razlike posameznih območij – celic digitalnega modela višin. Končni rezultat je zemljevid, ki prikazuje možnost nastanka zemeljskih plazov z vidika uporabljenih podlag ob natančno takšnih razmerah, kot so bile takrat, ko so nastali zemeljski plazovi. Metoda omogoča izračun, tudi če nimamo podatkov o dejanskih pojavih za celotno območje, kar je pri računanju plazovitosti običajno.

Nazadnje so kot plazovita določena tista območja, ki so glede na čim večje število upoštevanih parametrov najbolj podobna območjem, na katerih je že prišlo do plazenja. Prav zato je zelo pomembna kakovost vhodnih podatkov.

Na podlagi opisanega modela je bil izdelan zemljevid plazovitosti južnega dela Goriških brd (Komac in Zorn 2007b; Komac in Zorn 2008a; Komac in Zorn 2008b; Zorn in Komac 2007a; Zorn in Komac 2007b; Ažman Momirski in ostali 2008). Gre za prvi probabilistični zemljevid plazovitosti v Sloveniji in prvi zemljevid plazovitosti s povratno dobo, saj prikazuje možnost plazenja ob padavinah s petdesetletno povratno dobo.

### 8.3 Statistično modeliranje

V nasprotju z determinističnimi metodami (Zorn in Komac 2004b) lahko s statistično analizo plazovitosti uteži določimo kvantitativno. Obstaja več metod oziroma načinov računanja, najpogosteje uporabljena je **logaritemska metoda** indeksiranja (angleško *landslide index method*, In; 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 gostoto zemeljskih plazov na celotnem preučevanem območju.

Naslednji korak je izdelava zemljevidov z utežmi ali s ponderji, ki smo jih pripisali vsakemu razredu vplivnega dejavnika. Uteži izračunamo s pomočjo naravnega logaritma ( $\ln$ ), tako da logaritem gostote zemeljskih plazov v določenem razredu izbranega vplivnega dejavnika primerjamo z logaritmom gostote zemeljskih plazov na preučevanem območju. Izračunani naravni logaritmi imajo pozitivne in negativne vrednosti. Pozitivne vrednosti imajo območja, kjer je gostota zemeljskih plazov nadpovprečna, negativne vrednosti pa območja, kjer je gostota zemeljskih plazov podpovprečna. Iz teh podatkov nato izdelamo zemljevid plazovitosti, ki mu lahko poljubno določimo razrede, ponavadi pa za to uporabimo kvantile ali decile. Pri izdelavi lahko uporabimo poljubno število vplivnih dejavnikov.

Na ta način za vsak vplivni dejavnik izdelamo delni zemljevid, ki za vsak razred vplivnega dejavnika prikazuje izračunane uteži. Delne zemljevide nazadnje preprosto seštejemo in dobimo zemljevid, ki prikazuje, kje je večja in kje manjša verjetnost pojava zemeljskih plazov. Prikazane vrednosti lahko nazadnje poljubno razdelimo v kategorije plazovitosti. Na ta način smo izdelali zemljevid plazovitosti Slovenije, ki ga podrobneje predstavljamo v nadaljevanju. Podobno metodologijo sta za Zemljevid verjetnosti pojavljanja plazov v Sloveniji uporabila Komac in Ribičič (2008).

Pri njegovi izdelavi smo upoštevali naslednje vplivne dejavnike (prim. Zorn in Komac 2004b): kamninsko sestavo, naklon površja, ukrivljenost površja, rabo tal, maksimalne štiriindvajseturne padavine in ekspozicijo površja.

**Metoda faktorja verjetnosti** (angleško *certainty factor*, CF) spada med tako imenovane mehke statistične metode in je del Mycinovega modela (Shorthliffe in Buchanan 1975).

Izračunavanje faktorja verjetnosti je ena od funkcij koristi (angleško *favourability function*) ter omogoča primerjavo in kombiniranje različnih oziroma heterogenih podatkov (Chung in Fabbri 1993). Po teoriji koristi definiramo funkcijo koristi  $f_k$  kot

$$f_k: \begin{cases} A \rightarrow [\min_k, \max_k] \rightarrow [a, b] \\ A \rightarrow \{1, 2, 3 \dots n_k\} \rightarrow [a, b] \end{cases}$$

kjer je  $A$  preučevano območje,  $\min_k$  in  $\max_k$  označujeta zvezne vrednosti, medtem ko označujejo številke  $1, 2, 3 \dots n_k$  diskretne vrednosti,  $a$  in  $b$  pa razpon funkcije koristi, znotraj katerega so vse vrednosti po transformaciji. V okviru geografskih informacijskih sistemov je najmanjša enota, za katero lahko naredimo izračun, ena celica oziroma piksel.

Če želimo to funkcijo uporabiti za izračun plazovitosti ali drugih naravnih procesov, moramo tako kot pri že opisani statistični logaritemski metodi predpostaviti, da lahko nevarnost opredelimo na podlagi statističnega razmerja med preteklimi dogodki in različnimi podatkovnimi sloji, ki predstavljajo vplivne dejavnike (na primer geološka sestava, naklon površja, raba tal).



Faktor verjetnosti sta prva uporabila Shortliffe 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 takole:

$$CF = \begin{cases} (pp_a - pp_s) : (pp_a(1 - pp_s)), & \text{če je } pp_a \geq pp_s, \\ (pp_a - pp_s) : (pp_s(1 - pp_a)), & \text{če je } pp_a < pp_s, \end{cases}$$

kjer je  $pp_a$  pogojna verjetnost (angleško *conditional probability*) za nastanek zemeljskih plazov na območju razreda  $a$  vplivnega dejavnika in  $pp_s$  prvotna verjetnost (angleško *prior probability*) za nastanek zemeljskih plazov na celotnem preučevanem območju ( $A$ ). Pozitivne vrednosti označujejo naraščanje verjetnosti za pojav zemeljskih plazov, vrednosti blizu nič pomenijo, da je pogojna verjetnost zelo blizu prvotne in je zato težko oceniti možnost pojava zemeljskih plazov, negativne vrednosti pa pomenijo nizko verjetnost pojavljanja zemeljskih plazov.

Faktor verjetnosti izračunamo za vsako celico digitalnega modela višin in označuje primerjavo verjetnosti, ki temelji na podatkih o zemeljskih plazovih na preučevanem območju ( $pp_s$ ), z delno verjetnostjo, ki temelji na podatkih o vplivnih dejavnikih ( $pp_a$ ).

*Preglednica 11: Primerjava deterministične, statistične in probabilistične metode (a v primeru, če uporabljamo nize zemeljskih plazov, ki so nastali ob znanem času in ob padavinah z znano povratno dobo; b ob predpostavki, da so kartografske podlage na razpolago in že pripravljene za uporabo).*

	deterministična metoda (metoda ponderiranja)	statistična metoda (logaritemska metoda)	probabilistična metoda (Dempster-Shaferjev algoritem)
opis dejanskih razmer v naravi	delen	dober	zelo dober
kompleksnost postopka	preprost	delno zapleten	zapleten
subjektivnost	precejšnja	delna	majhna
prikaz časa nastanka procesov	neopredeljen	neopredeljen	znan <sup>a</sup>
prikaz neogroženih območij	ne	ne	delen
čas izdelave <sup>b</sup>	najmanj nekaj dni	najmanj nekaj dni	najmanj nekaj dni
prikaz intenzitete procesov	ne	ne	ne
prikaz vplivnega območja procesov	ne	ne	ne

Faktor verjetnosti dobimo tako, da najprej izračunamo verjetnost nastanka plazov v posameznih predhodno določenih razredih podatkovnih slojev vplivnih dejavnikov. Tako dobimo delne zemljevide in jih primerjamo z zemljevidom, ki prikazuje vse zemeljske plazove. Tako dobimo nov podatkovni sloj, ki prikazuje informacije o vplivnem dejavniku, na primer naklonu, in legi zemeljskih plazov. Zdad lahko izraču-

namo gostoto zemeljskih plazov v posameznem razredu podatkovnega sloja vplivnega dejavnika, na primer območij z naklonom od  $20^\circ$  do  $30^\circ$  ( $pp_a$ ). Izračunamo lahko tudi pogostnost oziroma gostoto zemeljskih plazov na celotnem preučevanem območju ( $pp_s$ ), tako da primerjamo površino plazov s površino celotnega preučevanega območja. Izračunane vrednosti ( $pp_a$ ,  $pp_s$ ) nazadnje primerjamo in izračunamo vrednosti faktorja verjetnosti za vse celice digitalnega modela oziroma za posamezne kategorije vplivnih dejavnikov. Podatkovne sloje, ki prikazujejo izračunane vrednosti faktorja verjetnosti nazadnje paroma združimo in v zadnjem koraku še preverimo natančnost modela.

Pri izračunu faktorja verjetnosti smo upoštevali naslednje podatkovne sloje: kamninsko sestavo, naklon površja, ukrivljenost površja, rabo tal, maksimalne štiriindvajseturne padavine in ekspozicijo površja.

## 9 Zemljevidi plazovitosti Slovenije

### 9.1 Fizičnogeografske podlage (vplivni dejavniki), uporabljene v izračunih

Eden od najpomembnejših dejavnikov za proženje zemeljskih plazov je **kamninska sestava** površja (Verbič 1998), saj zemeljski plazovi na nekaterih kamninah pogosto nastajajo, na nekaterih pa sploh ne. Od kamninske sestave je odvisen tudi učinek drugih geomorfni procesov in zato posredno tudi oblikovanost površja ali relief.

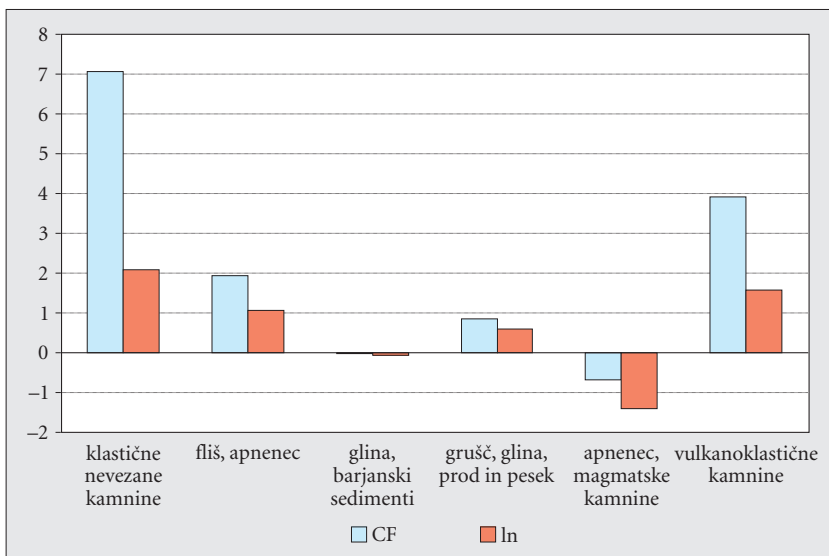
V Sloveniji s 93 % prevladujejo sedimentne kamnine, preostalih 7 % sestavljajo magmatske in metamorfne kamnine. Vendar se tudi sedimentne kamnine močno razlikujejo med seboj, delimo jih na piroklastične, klastične, biokemične in kemične. Med slednjimi je najpomembnejši apnec, na katerem zemeljski plazovi redkeje nastajajo. Zelo pogosti pa so v klastičnih kamninah, to je glinavcu, meljevcu, peščenjaku in tudi konglomeratu, zelo pogosti pa so tudi v laporovcu, ki je vezni člen med klastičnimi in biokemičnimi kamninami, ter v flišnih kamninah, ki jih gradita predvsem laporovec in peščenjak (Verbič 1998).

Sodeč po Nacionalni podatkovni bazi zemeljskih plazov (Nacionalna ... 2006) so zemeljski plazovi pogosti v vulkanoklastičnih kamninah, kakršen je tuf, v klastičnih kamninah, kot so peščenjak, fliš, zlasti pa v glinavcu, laporovcu, ter v glini, pesku, melju in produ, če ti sedimenti sestavljajo pobočja. Zemeljskih plazov praktično ni v apnencih in dolomitih ter v magmatskih kamninah in barjanskih sedimentih, saj so slednji pač izključno v ravninski legi. Zemeljski plazovi naj bi bili pogosti tudi na prettrtem dolomitu in v plastovitih apnencih. To je posledica neenotne zasnove podatkovne baze, ki kaže na dejstvo, da so pri izdelavi podatkovne baze o razporejenosti pojavov k zemeljskim plazovom v ožjem pomenu prišteli tudi skalne podore in kamnite zdrse.

Pri kamninski sestavi ima pri pozitivnih vrednostih logaritemska metoda ponavadi manjše vrednosti, pri negativnih pa so rezultati logaritemske metode bolj izraziti. Rezultati logaritemske metode so tudi veliko manj (standardni odklon je 2,05) variabilni kot rezultati metode faktorja verjetnosti (2,49).

*Preglednica 12: Vpliv kaminske sestave na zemeljske plazove, izračunan po logaritemski metodi (ln) in metodi faktorja verjetnosti (CF).*

kamnine	celotno območje (ha)	plazovita območja (ha)	delež celic s plazovi v primerjavi s številom vseh celic (%)	ln	CF
klastične nevezane kamnine	1.054.514,63	3.115,00	0,295397	7,06	2,07
vulkanoklastične kamnine	164.507,44	355,00	0,215796	3,91	1,59
fliš, apnec	74.894,31	35,00	0,046733	1,93	1,07
grušč, glina, prod in pesek	523.812,94	98,00	0,018709	0,84	0,60
glina, barjanski sedimenti	523.812,94	98,00	0,018709	-0,03	-0,06
apnec, magmatske kamnine	33.194,69	107,00	0,322341	-0,69	-1,39



*Slika 29: Vpliv kaminske sestave na zemeljske plazove, izračunan po logaritemski metodi (ln) in metodi faktorja verjetnosti (CF).*

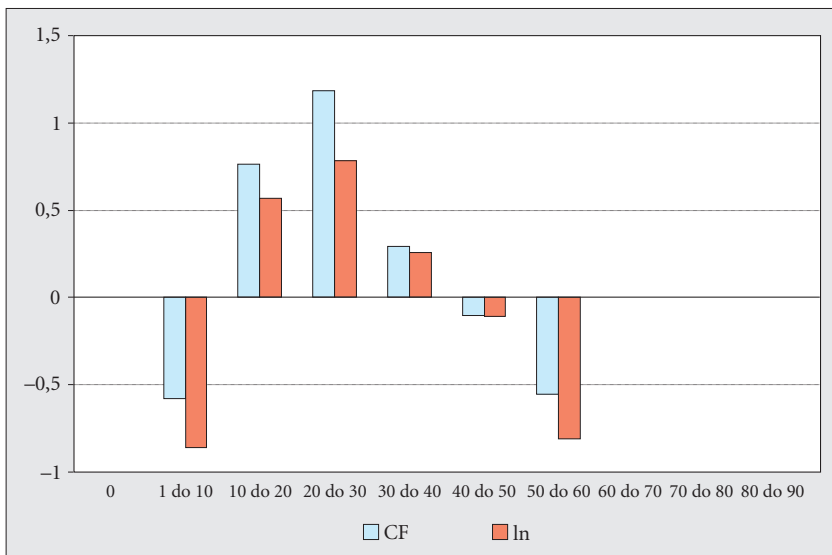
Tesno povezan z geološko sestavo ozemlja, pa tudi z geomorfnimi procesi je **naklon površja**. Geomorfnimi procesi so v Sloveniji najbolj izraziti v alpskih pokrajinah (povprečni naklon 18°), manj pa v dinarskih (11°) in sredozemskih pokrajinah (10°). Naklon je tesno povezan tudi z nadmorsko višino, saj se praviloma povečuje z naraščanjem nadmorske višine.

V Sloveniji približno 8 % površja obsegajo ravnine z naklonom 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).

Za izdelavo zemljevidov plazovitosti smo uporabili digitalni model višin 25 krat 25 m (Podobnikar in Oštir 1999). 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°. Kljub temu, da so podatki o zemeljskih plazovih oziroma pobočnih procesih na območjih z majhnimi nakloni in na območjih z velikimi nakloni v »bazi« redki, smo v izogib problemu, ki smo ga zapisali v uvodu, da gre pri Nacionalni podatkovni bazi zemeljskih plazov pravzaprav za bazo podatkov o pobočnih procesih, na končnih zemljevidih (poglavje 9.2) izločili naklone pod 2° in nad 45°. Pri večjih naklonih je razlog za izločitev dejstvo, da je pri naklonu približno 32° tako imenovani naravni posipni kot. Nad tem naklonom zato prevladujejo procesi padanja in prevračanja. Zaradi izkušenj, da plazenje nastane tudi na naklonih do 40°, smo za zgornji prag določili naklon 45°.

*Preglednica 13: Vpliv naklona na zemeljske plazove, izračunan po logaritemski metodi (ln) in metodi faktorja verjetnosti (CF).*

naklon (°)	celotno območje (ha)	plazovita območja (ha)	delež celic s plazovi v primerjavi s številom vseh celic (%)	ln	CF
od 0 do 1	643.836,25	0,00	0,000000	–	–
od 1 do 10	2.348.508,31	43,50	0,001852	–0,86	–0,58
od 10 do 20	1.329.077,69	102,69	0,007726	0,57	0,76
od 20 do 30	751.303,00	71,94	0,009575	0,78	1,19
od 30 do 40	345.539,00	19,56	0,005661	0,26	0,29
od 40 do 50	78.042,31	3,06	0,003924	–0,11	–0,10
od 50 do 60	16.066,88	0,31	0,001945	–0,81	–0,56
od 60 do 70	4.328,50	0,00	0,000000	–	–
od 70 do 80	1.497,38	0,00	0,000000	–	–
od 80 do 90	541,94	0,00	0,000000	–	–



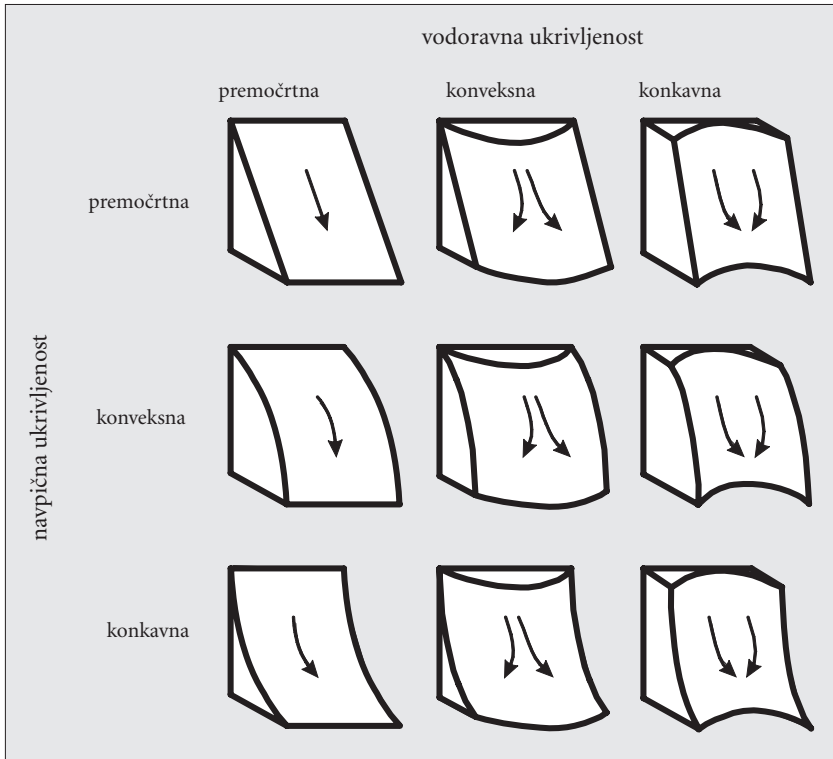
Slika 30: Vpliv naklona na zemeljske plazove, izračunan po logaritemski metodi (ln) in metodi faktorja verjetnosti (CF).

Rezultati obeh metod so primerljivi. Pri pozitivnih vrednostih ima logaritemska metoda ponavadi manjše vrednosti, pri negativnih pa so rezultati logaritemske metode bolj izraziti. Rezultati logaritemske metode so tudi nekoliko manj variabilni kot rezultati metode faktorja verjetnosti.

Na plazovitost vpliva tudi **ukrivljenost površja**, to je prostorsko spreminjanje naklona ali ekspozicije površja. Razlikujemo navpično ukrivljenost površja, ki pomeni stopnjo prostorskega spreminjanja naklona površja glede na vodoravno ravnino, in vodoravno ukrivljenost, ki pomeni stopnjo prostorskega spreminjanja ekspozicije površja glede na navpično ravnino (Hrvat in Perko 2002; Perko 2007).

Ukrivljenost je razmerje med kotno in dolžinsko enoto, običajno med stopinjo ali radianom na meter. Če ima pobočje ukrivljenost 0,01 radiana na m (približno 0,75° na m), to pomeni, da mu lahko včrtamo krog s polmerom 100 m. Pozitivne vrednosti ukrivljenosti površja pomenijo vbočeno površje, negativne pa izbočeno površje (Hrvat in Perko 2002).

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, to so manjše doline, dolci, grape in žlebovi. Območja ste-



Slika 31: Kombinacije navpične in vodoravne ukrivljenosti površja (Perko 2007, 44).

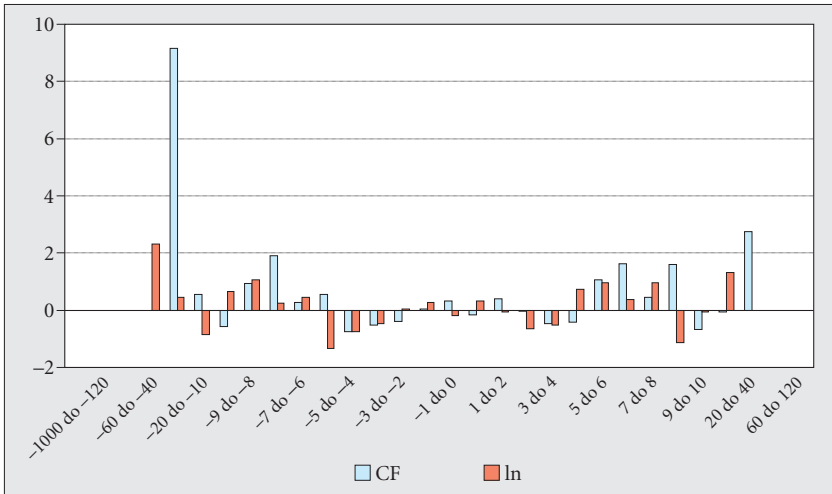
kanja so pomembna, saj lahko pride ob izjemno visoki količini padavin do stekanja vode na površju in v sedimentu ter obtežbe pobočja z njo. Na vbočenih delih pobočij je nastalo 53 % plazov.

Na nastanek zemeljskih plazov vpliva tudi navpična ukrivljenost površja, vendar je njen vpliv omejen oziroma le posreden. Zemeljski plazovi namreč lahko nastanejo tako na spodnjih, vbočenih delih pobočij (na primer zaradi bočne erozije oziroma spodkopavanja vodotokov), kot tudi na izbočenih delih pobočij, ki so običajno zgornji. Tam na nastanek pobočnih procesov vplivajo tudi drugi dejavniki, na primer potresi (Černuta in Komac 2007; Komac in Zorn 2007a). Omenili smo že, da so v podatkovni bazi všteti tudi skalni podori. To je verjetno razlog za ugotovitev, da je na izbočenih delih pobočij nastalo 47 % plazov oziroma pobočnih procesov.

*Preglednica 14: Vpliv ukrivljenosti površja na zemeljske plazove, izračunan po logaritemski metodi (ln) in metodi faktorja verjetnosti (CF).*

	celotno območje (ha)	plazovita območja (ha)	delež celic s plazovi v primerjavi s številom vseh celic (%)	ln	CF
od -1000 do -120	0,19	0,00	0,000000	-	-
od -120 do -60	11,31	0,00	0,000000	-	-
od -60 do -40	40,63	0,00	0,000000	-	-
od -40 do -20	421,06	0,19	0,044530	2,32	9,17
od -20 do -10	2.748,19	0,19	0,006823	0,44	0,56
od -10 do -9	23.155,06	0,44	0,001889	-0,84	-0,57
od -9 do -8	1.474,63	0,13	0,008477	0,66	0,94
od -8 do -7	1.967,06	0,25	0,012709	1,07	1,90
od -7 do -6	4.442,50	0,25	0,005627	0,25	0,28
od -6 do -5	6.398,19	0,44	0,006838	0,44	0,56
od -5 do -4	54.807,31	0,63	0,001140	-1,35	-0,74
od -4 do -3	89.521,06	1,88	0,002094	-0,74	-0,52
od -3 do -2	137.882,75	3,75	0,002720	-0,48	-0,38
od -2 do -1	364.530,44	16,75	0,004595	0,05	0,05
od -1 do 0	1.520.327,75	88,13	0,005796	0,28	0,32
od 0 do 1	2.656.179,88	97,44	0,003668	-0,18	-0,16
od 1 do 2	319.429,44	19,50	0,006105	0,33	0,39
od 2 do 3	136.116,75	5,69	0,004178	-0,05	-0,05
od 3 do 4	92.380,19	2,13	0,002300	-0,64	-0,47
od 4 do 5	55.730,19	1,44	0,002579	-0,53	-0,41
od 5 do 6	8.298,07	0,75	0,009038	0,72	1,06
od 6 do 7	5.964,07	0,69	0,011527	0,97	1,63
od 7 do 8	2.930,75	0,19	0,006398	0,38	0,46
od 8 do 9	2.200,44	0,25	0,011361	0,95	1,59
od 9 do 10	26.358,75	0,38	0,001423	-1,13	-0,68
od 10 do 20	4.575,38	0,19	0,004098	-0,07	-0,06
od 20 do 40	761,44	0,13	0,016416	1,32	2,75
od 40 do 60	68,07	0,00	0,000000	-	-
od 60 do 120	19,44	0,00	0,000000	-	-
od 120 do 1000	0,31	0,00	0,000000	-	-

Eden od pomembnih dejavnikov proženja zemeljskih plazov je **raba tal**. Raba tal je bistvena prvina pokrajine, saj se v njej odražajo zapletena razmerja med naravnimi in družbeno-gospodarskimi dejavniki. Na rabo tal vpliva oblikovanost površja prek nadmorske višine, naklona in osončenosti. V njej se odražajo tudi zemljiškoposestna razmerja, značilnosti kolonizacije in gospodarske razmere (Kladnik in Gabrovec 1998). Človek s svojimi dejavnostmi, zlasti kmetijstvom, pa tudi rudarstvom in urbanizacijo močno spreminja pokrajino.



Slika 32: Vpliv ukrivljenosti površja na zemeljske plazove, izračunan po logaritemski metodi (ln) in metodi faktorja verjetnosti (CF).



MATIJA ZORN

Slika 33: Območje Rabeljskega rudnika (levo) in plazu Stovžje (desno). Nekdanja raba prostora in naravni dogodek sta sooblikovala pokrajino.

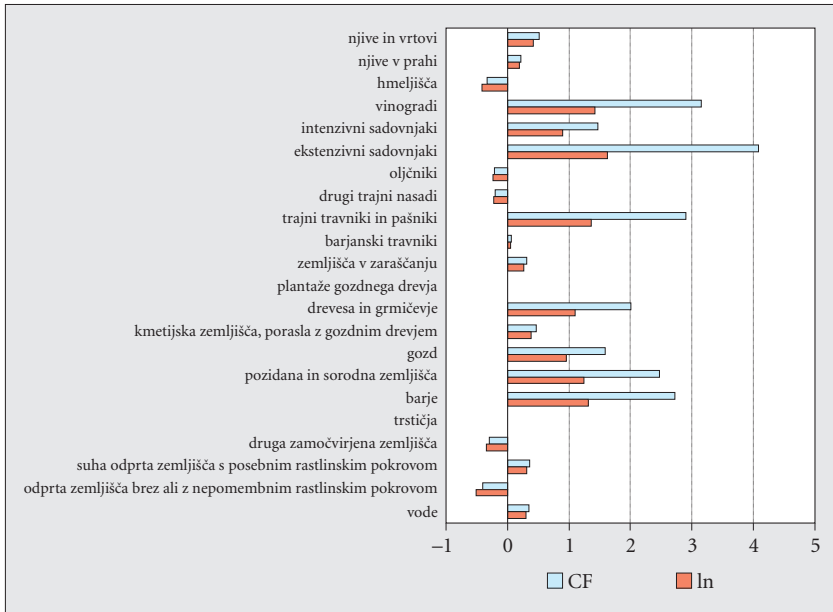


Pomen rabe tal za nastanek zemeljskih plazov je nesporen. Učinek rabe tal je viden zlasti v vplivu rastlestva na vodno bilanco, s tem pa na količino vode v tleh oziroma namočenost podlage, kar pogojuje stabilnost zemeljskih gmot. Vpliv rabe tal na nastanek zemeljskih plazov je težko natančno opredeliti, saj se pomen rastlestva v srednjih zemljepisnih širinah spreminja na primer tudi z letnimi časi (Natek 1990a).

*Preglednica 15: Vpliv rabe tal na zemeljske plazove, izračunan po logaritemski metodi (ln) in metodi faktorja verjetnosti (CF).*

raba tal	celotno območje (ha)	plazovita območja (ha)	delež celic s plazovi v primerjavi s številom vseh celic (%)	ln	CF
njive in vrtovi	163.629,88	10,88	0,006646	0,42	0,52
njive v prahi	29.322,00	1,56	0,005329	0,20	0,22
hmeljišča	17.220,44	0,50	0,002904	-0,41	-0,34
vinogradi	29.877,56	5,44	0,018199	1,42	3,15
intenzivni sadovnjaki	9.267,63	1,00	0,010790	0,90	1,46
ekstenzivni sadovnjaki	23.038,69	5,13	0,022245	1,62	4,08
oljčniki	7.212,63	0,25	0,003466	-0,23	-0,21
drugi trajni nasadi	3.570,25	0,13	0,003501	-0,22	-0,20
trajni travniki in pašniki	318.512,25	54,38	0,017072	1,36	2,90
barjanski travniki	2.700,56	0,13	0,004629	0,06	0,06
zemljišča v zaraščanju	18.559,81	1,06	0,005725	0,27	0,31
plantaže gozdnega drevja	383,25	0,00	0,000000	-	-
drevesa in grmičevje	16.589,75	2,19	0,013186	1,10	2,01
kmetijska zemljišča, porasla z gozdnim drevjem	4.878,88	0,31	0,006405	0,38	0,46
gozd	1.199.861,44	136,00	0,011335	0,95	1,59
pozidana in sorodna zemljišča	108.339,25	16,50	0,015230	1,25	2,48
barje	1.533,06	0,25	0,016307	1,31	2,72
trstičja	11.212,44	0,00	0,000000	-	-
druga zamočvirjena zemljišča	2.015,13	0,06	0,003102	-0,35	-0,29
suha odprta zemljišča s posebnim rastlinskim pokrovom	14.694,69	0,88	0,005955	0,31	0,36
odprta zemljišča brez ali z nepomembnim rastlinskim pokrovom	33.459,69	0,88	0,002615	-0,52	-0,40
vode	18.036,38	1,06	0,005891	0,30	0,34

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



Slika 34: Vpliv rabe tal na zemeljske plazove, izračunan po logaritamski metodi (ln) in metodi faktorja verjetnosti (CF).

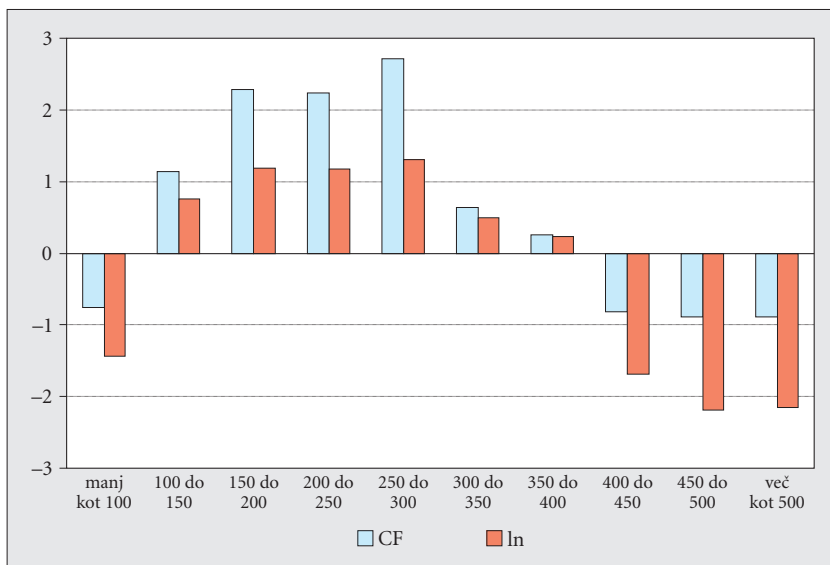
v sadovnjakih in vinogradih. Pogosti so tudi v intenzivnih sadovnjakih in gozdu ter na pozidanih zemljiščih. Zemeljski plazovi se ne pojavljajo ali pa so zelo redki na hmeljiščih, v oljčnih in drugih trajnih nasadih ter na zamočvirjenih in neporaslih zemljiščih. Tudi pri rabi tal ima pri pozitivnih vrednostih logaritamska metoda ponavadi manjše vrednosti, pri negativnih pa so rezultati logaritamske metode bolj izraziti.

Omenili smo že, da lahko močno povečajo pogostnost zemeljskih plazov padavine. Pri tem sta pomembna dejavnika tako njihova količina kot intenzivnost ali intenziteta. 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. Ta dejavnik ponavadi izrazimo z največjo količino padavin, ki lahko pade v enem dnevu (v štiriindvajsetih ali dvanajstih urah). Govorimo o **maksimalnih štiriindvajseturnih padavinah**. Pri izdelavi zemljevida smo uporabili Zemljevid maksimalnih štiriindvajseturnih padavin (Maksimalne ... 1995).

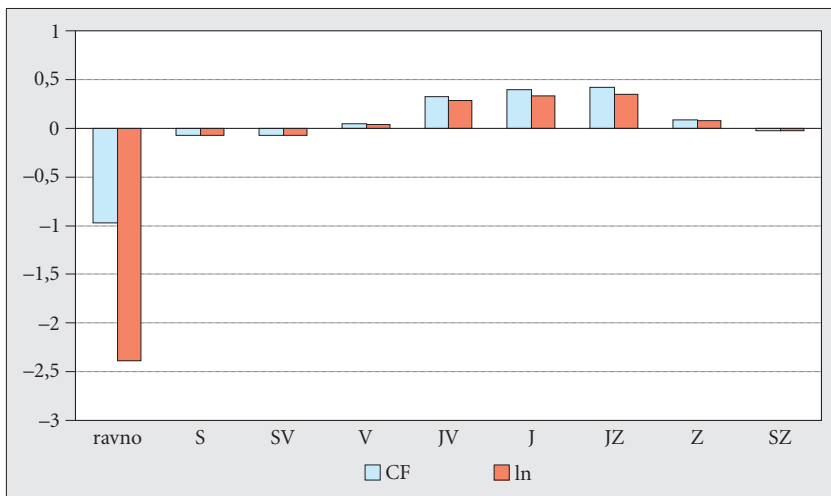
Le posredno, prek sončnega obsevanja, ki vpliva na vlažnost pobočij, vpliva na plazenje tudi **usmerjenost ali ekspozicija površja**. V Sloveniji so plazovi najpogostejši v jugovzhodnih, južnih in jugozahodnih legah, vpliv ekspozicije na plazenje

*Preglednica 16: Vpliv maksimalnih štiriindvajseturnih padavin s povratno dobo sto let na zemeljske plazove, izračunan po logaritemski metodi (ln) in metodi faktorja verjetnosti (CF).*

maksimalne 24-urne padavine (mm)	celotno območje (ha)	plazovita območja (ha)	delež celic s plazovi v primerjavi s številom vseh celic (%)	ln	CF
manj kot 100	29.889,50	0,31	0,001046	-1,43	-0,76
od 100 do 150	625.715,69	58,50	0,009349	0,76	1,13
od 150 do 200	807.773,63	116,06	0,014368	1,19	2,28
od 200 do 250	281.310,13	39,88	0,014175	1,17	2,24
od 250 do 300	107.626,75	17,50	0,016260	1,31	2,71
od 300 do 350	82.536,38	5,94	0,007194	0,50	0,64
od 350 do 400	34.049,38	1,88	0,005507	0,23	0,26
od 400 do 450	23.118,31	0,19	0,000811	-1,69	-0,81
od 450 do 500	12.694,69	0,06	0,000492	-2,19	-0,89
več kot 500	12.295,50	0,06	0,000508	-2,15	-0,89



*Slika 35: Vpliv maksimalnih štiriindvajseturnih padavin na zemeljske plazove, izračunan po logaritemski metodi (ln) in metodi faktorja verjetnosti (CF).*



Slika 36: Vpliv usmerjenosti ali ekspozicije površja na zemeljske plazove, izračunan po logaritemski metodi (ln) in metodi faktorja verjetnosti (CF).

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.

Preglednica 17: Vpliv usmerjenosti ali ekspozicije površja na zemeljske plazove, izračunan po logaritemski metodi (ln) in metodi faktorja verjetnosti (CF).

	celotno območje (ha)	plazovita območja (ha)	delež celic s plazovi v primerjavi s številom vseh celic (%)	ln	CF
ravno	643.836,3	0,69	0,000107	-2,38	-0,98
S	216.705,9	8,81	0,004067	-0,07	-0,07
SV	612.132,6	24,88	0,004064	-0,08	-0,07
V	643.449,9	29,38	0,004565	0,04	0,04
JV	597.989,3	34,69	0,005801	0,28	0,32
J	678.056,7	41,56	0,006130	0,34	0,40
JZ	659.692,8	41,00	0,006215	0,35	0,42
Z	601.129,2	28,56	0,004751	0,08	0,08
SZ	504.334,0	21,50	0,004263	-0,03	-0,03

## 9.2 Zemljevidi plazovitosti, izdelani z različnimi metodami

Zgoraj izračunane vrednosti logaritmov smo uporabili tudi pri izdelavi **zemljevida plazovitosti z deterministično metodo ponderiranja**. Na podlagi vrednosti logaritmov oziroma faktorjev verjetnosti smo lahko ustrezno razvrstili (rangirali) vrednosti vplivnih dejavnikov.

Pri izdelavi zemljevida smo glede na naše dosedanje izkušnje (na primer Zorn in Komac 2005a; Komac in Zorn 2007b) in literaturo (Komac 2005b; Komac in Ribičič 2008) uporabili uteži, ki so prikazane v preglednici 18.

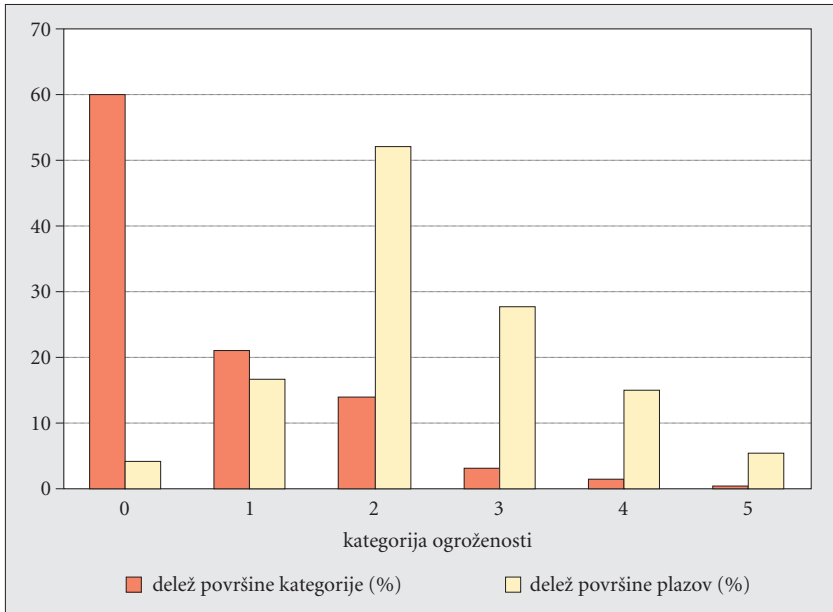
*Preglednica 18: Uteži, uporabljene pri izdelavi zemljevida plazovitosti z metodo ponderiranja.*

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

Zemljevid plazovitosti, izdelan s to metodo, 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 0,4 % površine, vendar je na njih le 5,4 % plazov, podobno je na območjih z drugo najvišjo kategorijo plazovitosti, ki obsegajo 1,5 % površine in 14,9 % plazov. Območja, ki jih zemeljski plazovi ne ogrožajo, obsegajo 60,1 % površine, na njih pa je le 4,1 % plazov. V najvišjih dveh kategorijah, ki zavzemata 2 % ozemlja, je torej le petina plazov.

Zemljevid sicer prostorsko pravilno prikazuje, da so najbolj plazovito območje v Sloveniji predalpska hribovja, zlasti Škofjeloško, Cerkljansko, Polhograjsko in Posavsko hribovje. Plazovite so tudi Karavanke in terciarna gričevja vzhodne Slovenije, zlasti Haloze. Plazovita območja na tem zemljevidu niso sklenjena.

Zemljevid plazovitosti Slovenije smo izdelali tudi z **metodo faktorja verjetnosti**. V prvem, že opisanem koraku smo primerjali podatkovne sloje s slojem, ki prikazuje zemeljske plazove (0, 1), in izračunali pogostnost plazov v različnih kategorijah posameznih podatkovnih slojev. Na podlagi primerjave števila celic posamezne kategorije podatkovnega sloja z zemeljskimi plazovi in števila celic z zemeljskimi plazovi na celotnem preučevanem območju smo lahko ugotovili, pri katerih vred-



Slika 37: Deleži površine kategorij plazovitosti in deleži plazov v posameznih kategorijah.

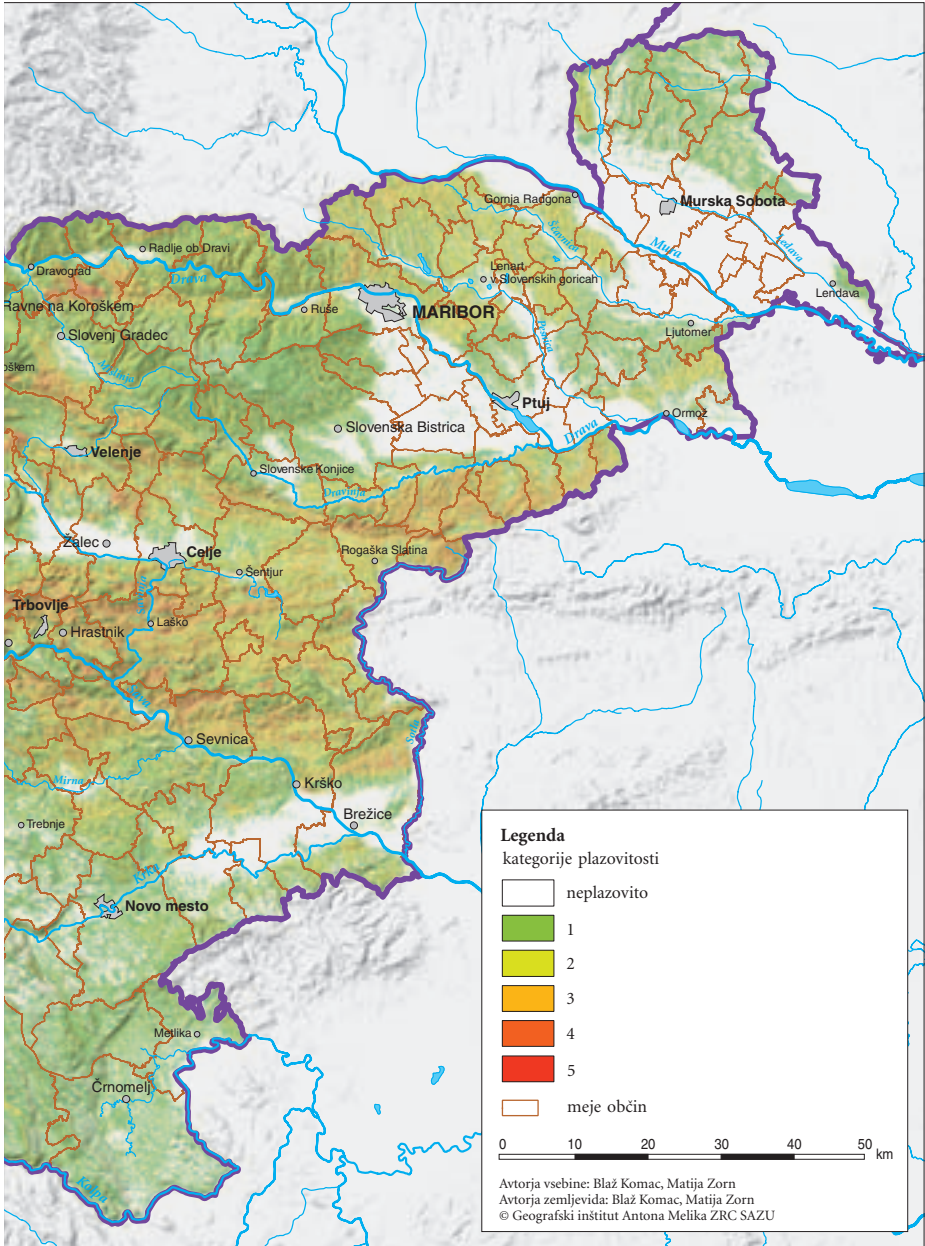
nostih vplivnih dejavnikov je plazenje najverjetnejše. Na ta način smo izdelali delne zemljevide.

Vrednosti faktorja verjetnosti ki smo jih izračunali za posamezne podatkovne sloje oziroma delne zemljevide, smo nazadnje združili oziroma izračunali končno vrednost faktorja verjetnosti. Izračun smo naredili tako, da smo najprej primerjali dva delna zemljevida, delni združeni zemljevid s tretjim delnim zemljevidom in tako naprej. Končne vrednosti faktorja verjetnosti smo zaradi lažjega prikaza na zemljevidu razdelili v razrede. Ponavadi za to uporabimo naslednje dogovorjene vrednosti (preglednica 20), pri čemer moramo posebej opozoriti na to, da za vrednosti blizu ničle ni možno podati ocene verjetnosti. Po dva zemljevida smo nato združili (Binaghi in ostali 1998).

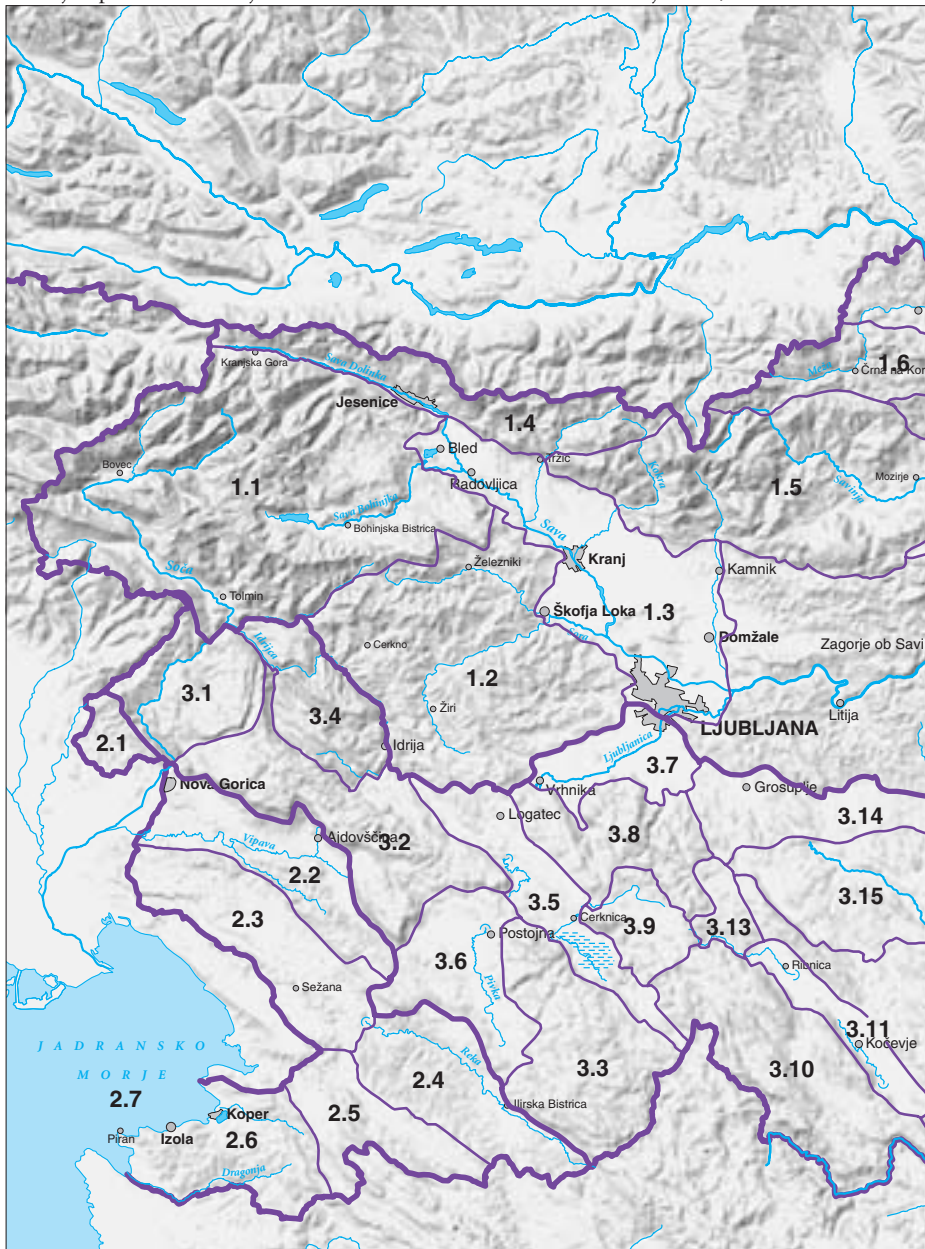
Slika 38: Zemljevid plazovitosti, izdelan z metodo ponderiranja. ► str. 94–95

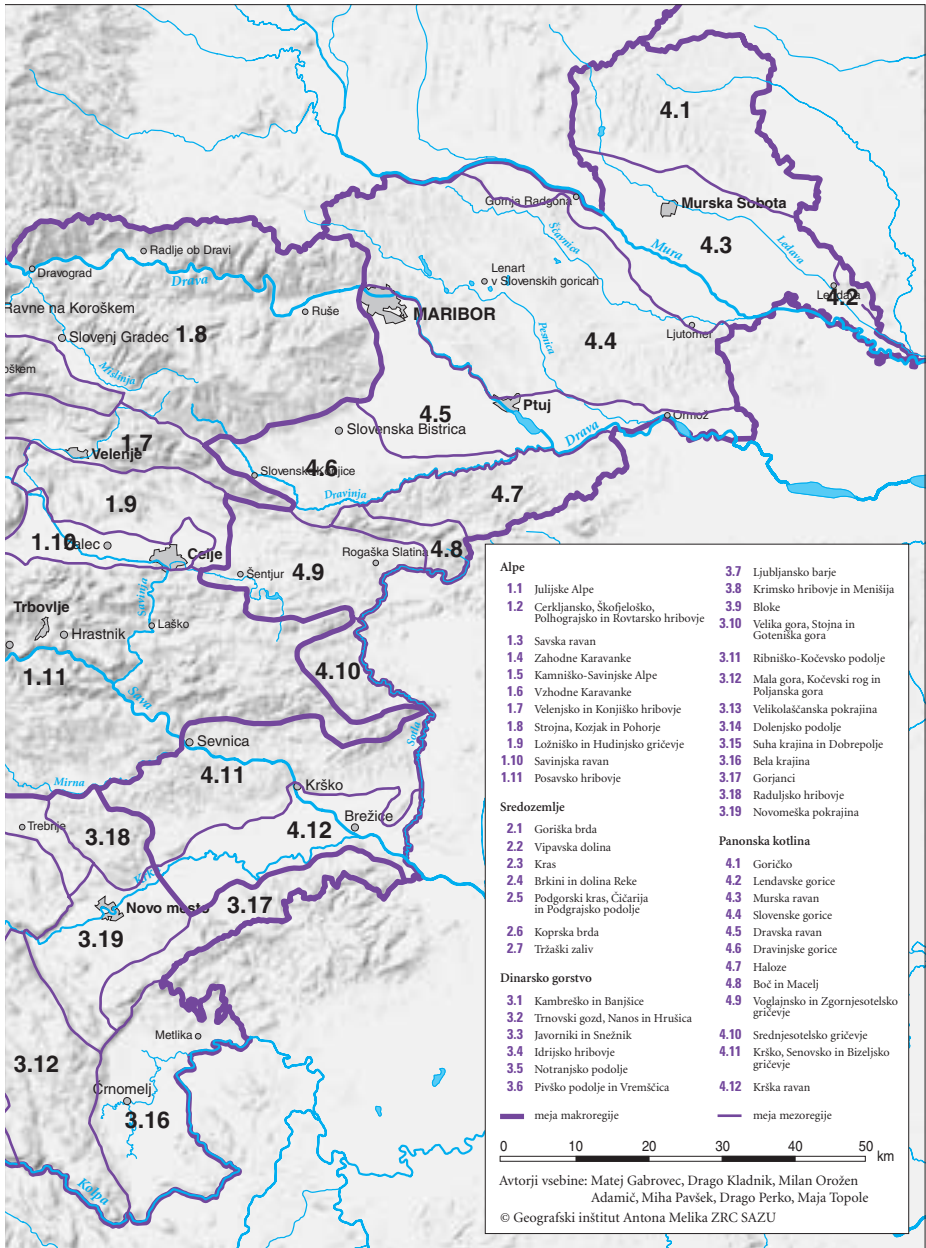
Slika 39: Slovenske mezoregije po geografski regionalizaciji Slovenije (Perko in Kladnik 1998, 28–29). ► str. 96–97











*Preglednica 19: Deleži plazovitih območij po kategorijah plazovitosti v slovenskih*

številka	slovenska mezoregije	1. kategorija plazovitosti
1	Strojna, Kozjak in Pohorje	34,3
2	Julijske Alpe	36,0
3	Koprska brda	35,2
4	Zahodne Karavanke	12,3
5	Murska ravan	53,9
6	Bela krajina	80,6
7	Goričko	73,9
8	Slovenske gorice	28,7
9	Velika gora, Stojna in Goteniška gora	59,6
10	Gorjanci	44,2
11	Voglajnsko in Zgornjesotelsko gričevje	6,8
12	Haloze	8,3
13	Krška ravan	58,7
14	Krško, Senovsko in Bizeljsko gričevje	27,0
15	Srednjesotelsko gričevje	11,6
16	Posavsko hribovje	15,1
17	Vzhodne Karavanke	16,9
18	Goriška brda	24,5
19	Kamniško-Savinjske Alpe	17,6
20	Boč in Macelj	6,0
21	Javorniki in Snežnik	65,0
22	Dravska ravan	73,0
23	Kambreško in Banjšice	36,5
24	Mala gora, Kočevski rog in Poljanska gora	79,8
25	Savska ravan	39,9
26	Podgorski kras, Čičarija in Podgrajsko podolje	71,7
27	Cerkljansko, Škofjeloško, Polhograjsko in Rovtarsko hribovje	10,6
28	Kras	73,8
29	Vipavska dolina	36,9
30	Brkini in dolina Reke	41,9
31	Trnovski gozd, Nanos in Hrušica	53,0
32	Notranjsko podolje	77,1
33	Krimsko hribovje in Menišija	60,6
34	Dravinjske gorice	42,7
35	Dolenjsko podolje	69,2
36	Suha krajina in Dobropolje	84,6
37	Ložniško in Hudinjsko gričevje	17,8
38	Velenjsko in Konjiško hribovje	18,6
39	Pivško podolje in Vremščica	66,6
40	Lendavske gorice	71,3
41	Ljubljansko barje	33,1
42	Savinjska ravan	49,1
43	Idrijsko hribovje	15,5
44	Novomeška pokrajina	76,3
45	Bloke	50,9
46	Ribniško-Kočevsko podolje	68,2
47	Raduljsko hribovje	34,7
48	Velikolaščanska pokrajina	18,5

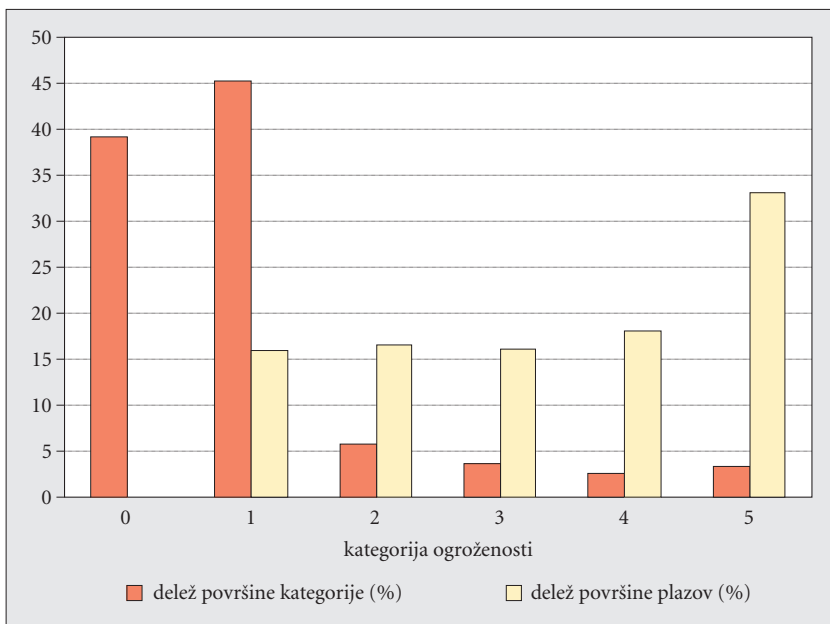
*mezoregijah, izračunani z metodo ponderiranja.*

2. kategorija plazovitosti	3. kategorija plazovitosti	4. kategorija plazovitosti	5. kategorija plazovitosti
51,5	11,2	2,4	0,6
55,2	6,6	1,9	0,3
58,8	5,8	0,1	0,0
46,7	17,3	17,5	6,3
34,1	10,9	0,9	0,1
19,3	0,2	0,0	0,0
24,9	1,2	0,1	0,0
51,1	17,7	2,3	0,2
35,9	3,4	0,9	0,2
51,6	3,6	0,6	0,0
53,1	30,9	7,3	1,9
44,3	27,8	17,5	2,2
33,7	6,5	0,9	0,1
48,7	18,1	5,0	1,2
51,8	29,8	5,3	1,6
47,6	19,4	14,3	3,6
55,9	16,3	9,3	1,5
64,0	10,5	1,0	0,0
54,2	17,5	8,7	2,0
35,9	30,5	22,7	4,9
34,8	0,2	0,0	0,0
26,2	0,4	0,3	0,0
57,1	6,1	0,3	0,0
19,7	0,5	0,0	0,0
43,6	12,7	3,1	0,7
27,1	1,1	0,1	0,0
41,9	22,5	18,4	6,6
25,5	0,7	0,0	0,0
58,3	4,7	0,2	0,0
53,9	4,0	0,2	0,0
43,7	2,8	0,5	0,0
21,7	1,0	0,2	0,1
32,6	4,0	2,6	0,2
46,2	8,7	2,2	0,3
28,6	1,6	0,6	0,0
15,2	0,2	0,0	0,0
56,4	15,6	8,4	1,8
54,1	17,0	8,7	1,6
33,1	0,3	0,0	0,0
28,5	0,1	0,0	0,0
38,2	22,1	5,0	1,6
45,0	5,0	0,7	0,1
49,8	18,0	15,0	1,6
23,5	0,3	0,0	0,0
41,8	4,0	3,1	0,1
28,0	3,3	0,3	0,2
54,1	10,1	0,9	0,1
52,7	19,8	7,6	1,3

Preglednica 20: Dogovorjena razporeditev vrednosti faktorja verjetnosti v kategorije.

vrednost	opis
pod -0,09	zelo majhna verjetnost
od -0,09 do 0,09	neznana verjetnost
od 0,09 do 0,20	majhna verjetnost
od 0,20 do 0,50	srednje velika verjetnost
od 0,50 do 0,80	velika verjetnost
nad 0,80	zelo velika verjetnost

Območja z najvišjo kategorijo plazovitosti obsegajo 3,4 % površine, vendar je na njih 33,1 % plazov, podobno je na območjih z drugo najvišjo kategorijo plazovitosti, ki obsegajo 2,6 % površine in je na njih 18,1 % plazov. V najvišjih dveh kategorijah, ki pokrivata 6 % ozemlja, je torej dobra polovica plazov (51 %). Območja, ki jih zemeljski plazovi ne ogrožajo, obsegajo 39,3 % površine, na njih pa je 0,1 % plazov.

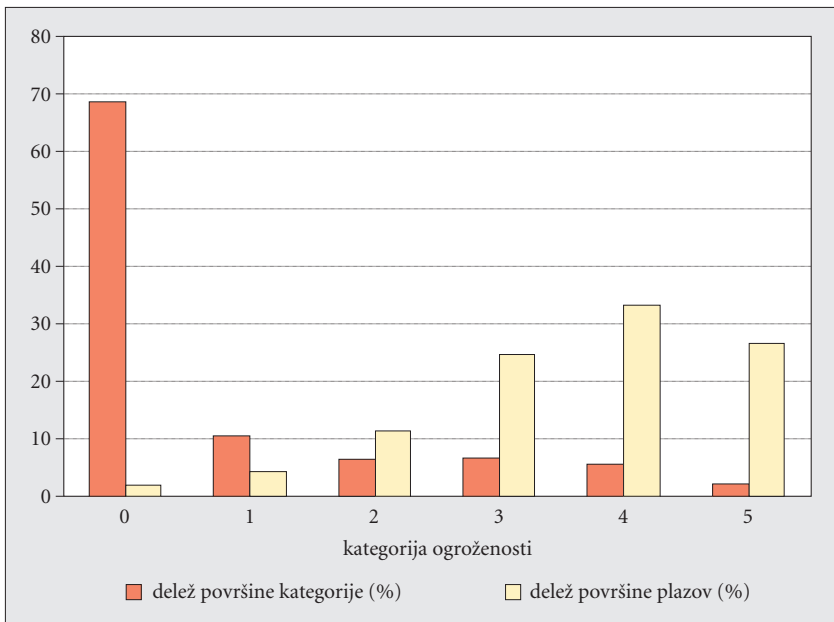


Slika 40: Deleži površine kategorij plazovitosti in deleži plazov v posameznih kategorijah.

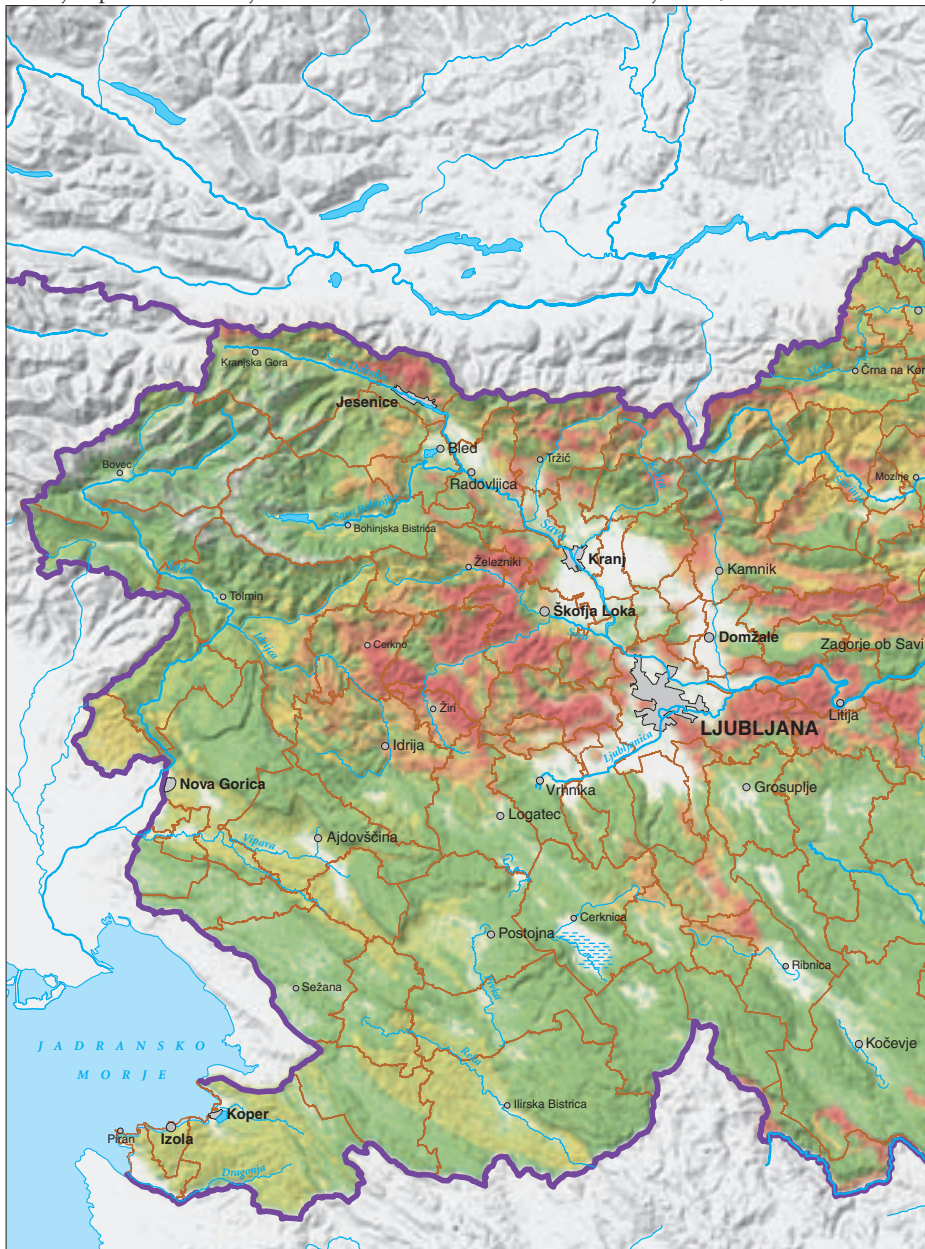
Slika 41: Zemljevid plazovitosti, izdelan z metodo faktorja verjetnosti. ► str. 102–103  
Slika 43: Zemljevid plazovitosti, izdelan z logaritemsko metodo. ► str. 108–109

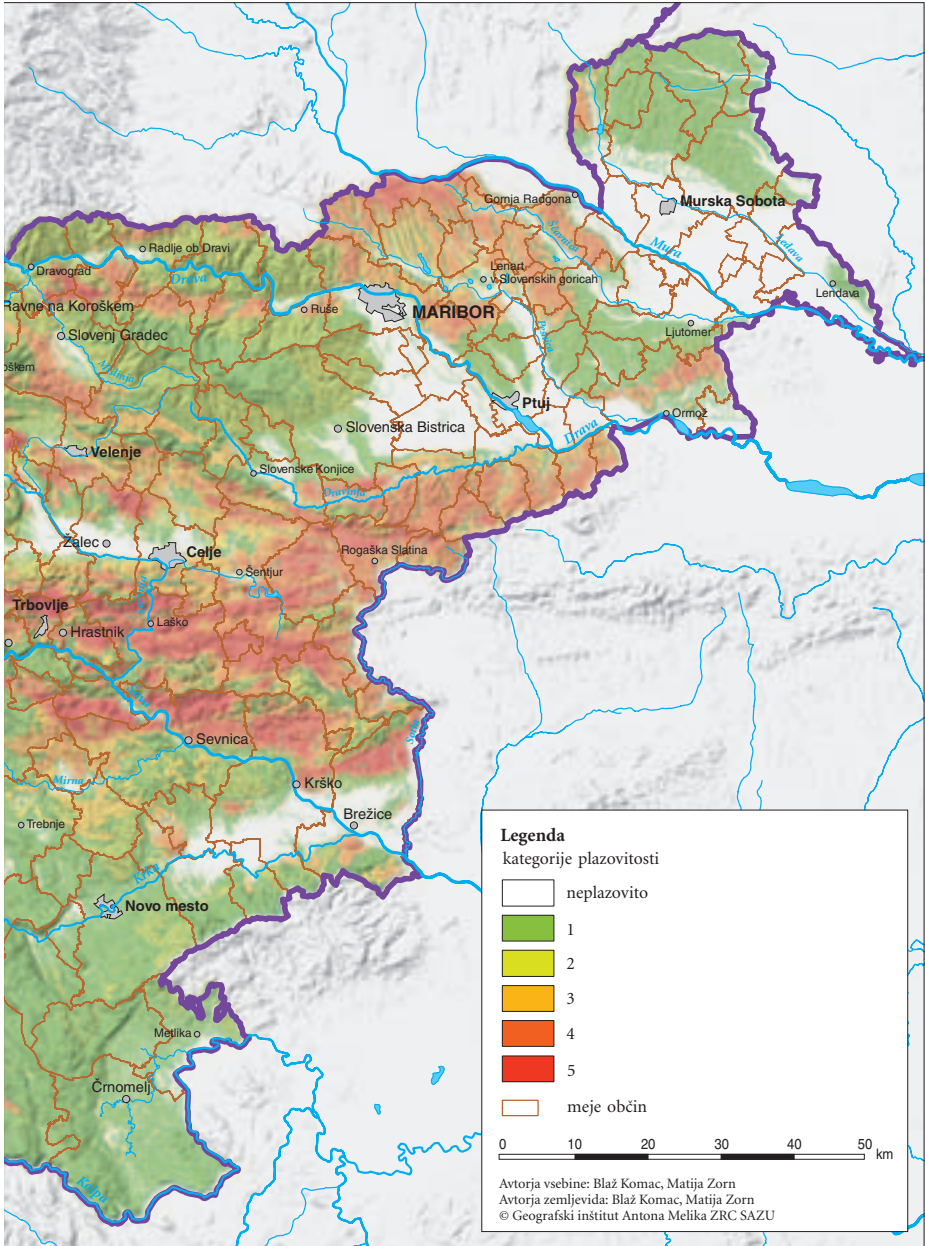
Dobra stran metode je preverljivost končnih rezultatov oziroma možnost določiti pravilnosti razporeditve v razrede. Dobra stran je tudi možnost izračuna kljub pomanjkanju podatkov, saj lahko vrednosti faktorja verjetnosti opredelimo na podlagi ekspertne ocene. Seveda pa je v tem primeru veliko manjša natančnost, saj ekspertnih ocen ne moremo statistično preveriti (Binaghi in ostali 1998).

Pet razredov je prikazanih tudi na zemljevidu, ki prikazuje izračun plazovitosti z **logaritmsko metodo**. Resno plazovita so območja četrtega in petega razreda. V primerjavi z metodo ponderiranja logaritemska metoda prostorsko bolj sklenjeno in pravilno prikaže plazovita zemljišča in je po analizi zanesljivosti (primerjaj Lan in ostali 2004) zanesljivejša od deterministične metode. Območja z najvišjo kategorijo plazovitosti obsegajo komaj 2,1 % površine, vendar je na njih kar 26,6 % plazov, podobno je na območjih z drugo najvišjo kategorijo plazovitosti, ki obsegajo 5,5 %



Slika 42: Deleži površine kategorij plazovitosti in deleži plazov v posameznih kategorijah.







Preglednica 21: Deleži plazovitih območij po kategorijah plazovitosti in slovenskih

številka mezoregije	mezoregija	1. kategorija plazovitosti
1	Strojna, Kozjak in Pohorje	25,0
2	Julijske Alpe	74,0
3	Koprska brda	24,4
4	Zahodne Karavanke	29,3
5	Murska ravan	81,7
6	Bela krajina	92,4
7	Goričko	88,3
8	Slovenske gorice	41,4
9	Velika gora, Stojna in Goteniška gora	82,5
10	Gorjanci	67,7
11	Voglajnsko in Zgornjesotelsko gričevje	8,7
12	Haloze	8,3
13	Krška ravan	80,1
14	Krško, Senovsko in Bizeljsko gričevje	35,2
15	Srednesotelsko gričevje	20,6
16	Posavsko hribovje	26,4
17	Vzhodne Karavanke	30,8
18	Goriška brda	20,6
19	Kamniško-Savinjske Alpe	38,0
20	Boč in Macelj	6,7
21	Javorniki in Snežnik	94,3
22	Dravska ravan	92,3
23	Kambreško in Banjšice	62,8
24	Mala gora, Kočevski rog in Poljanska gora	95,6
25	Savska ravan	50,1
26	Podgorski kras, Čičarija in Podgrajsko podolje	86,0
27	Cerkljansko, Škofjeloško, Polhograjsko in Rovtarsko hribovje	12,7
28	Kras	90,8
29	Vipavska dolina	22,0
30	Brkini in dolina Reke	23,8
31	Trnovski gozd, Nanos in Hrušica	78,7
32	Notranjsko podolje	81,1
33	Krimsko hribovje in Menišija	63,5
34	Dravinjske gorice	48,9
35	Dolenjsko podolje	78,9
36	Suha krajina in Dobropolje	97,2
37	Ložniško in Hudinjsko gričevje	26,0
38	Velenjsko in Konjiško hribovje	36,2
39	Pivško podolje in Vremščica	74,4
40	Lendavske gorice	98,5
41	Ljubljansko barje	50,9
42	Savinjska ravan	63,3
43	Idrijsko hribovje	28,2
44	Novomeška pokrajina	87,3
45	Bloke	53,8
46	Ribniško-Kočevsko podolje	78,6
47	Raduljsko hribovje	36,0
48	Velikolaščanska pokrajina	15,2

*mezoregijah, izračunani z metodo faktorja verjetnosti.*

2. kategorija plazovitosti	3. kategorija plazovitosti	4. kategorija plazovitosti	5. kategorija plazovitosti
51,7	11,9	6,9	4,6
17,2	5,1	2,4	1,4
46,2	29,3	0,1	0,0
22,9	12,6	10,5	24,7
2,0	4,4	6,1	5,8
7,0	0,6	0,0	0,0
6,7	2,6	1,6	0,8
8,4	16,1	19,4	14,6
10,2	0,9	1,3	5,0
18,4	8,9	3,6	1,4
4,8	21,2	27,1	38,2
7,9	19,2	39,3	25,3
3,9	6,4	7,3	2,4
18,8	12,9	11,7	21,3
4,5	14,4	27,7	32,8
10,7	14,6	15,7	32,5
31,4	10,9	16,6	10,4
26,7	49,4	3,3	0,0
18,0	26,2	10,2	7,6
11,4	17,2	36,1	28,6
5,2	0,5	0,0	0,0
5,0	1,8	0,8	0,1
31,9	5,3	0,1	0,0
3,6	0,3	0,1	0,4
17,7	6,9	8,7	16,6
11,7	2,3	0,0	0,0
15,8	15,1	17,3	39,1
6,9	2,2	0,0	0,0
48,0	29,7	0,2	0,0
45,4	30,4	0,4	0,0
16,6	4,3	0,4	0,0
15,9	1,4	0,6	1,0
25,4	4,8	5,0	1,3
20,8	11,7	8,7	10,0
12,6	4,9	2,8	0,8
2,6	0,2	0,0	0,0
13,7	24,7	15,3	20,3
17,5	24,4	14,3	7,6
20,5	5,1	0,0	0,0
1,5	0,0	0,0	0,0
12,3	4,5	8,3	24,0
19,5	10,7	3,3	3,2
21,8	27,8	16,6	5,5
11,3	1,4	0,0	0,0
23,8	10,9	9,4	2,2
10,7	4,1	2,5	4,1
33,9	25,6	4,4	0,1
12,1	18,2	22,9	26,1

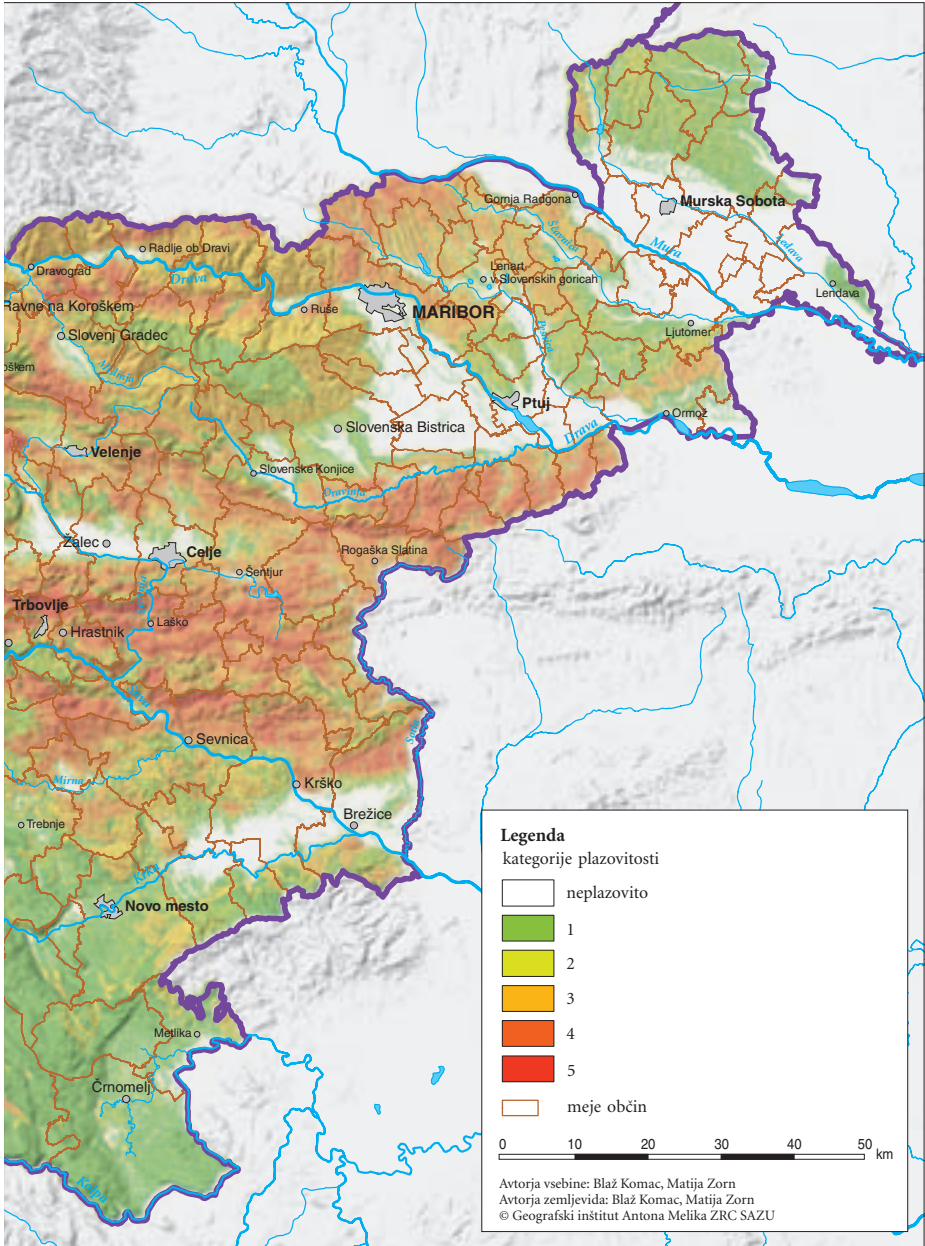
Preglednica 22: Deleži plazovitih območij po kategorijah plazovitosti in slovenskih

številka mezoregije	mezoregija	1. kategorija plazovitosti
1	Strojna, Kozjak in Pohorje	8,6
2	Julijske Alpe	54,7
3	Koprska brda	17,1
4	Zahodne Karavanke	7,1
5	Murska ravan	78,0
6	Bela krajina	87,1
7	Goričko	64,8
8	Slovenske gorice	28,2
9	Velika gora, Stojna in Goteniška gora	78,3
10	Gorjanci	43,5
11	Voglajnsko in Zgornjesotelsko gričevje	5,9
12	Haloze	4,8
13	Krška ravan	67,5
14	Krško, Senovsko in Bizeljsko gričevje	15,0
15	Srednesotelsko gričevje	9,4
16	Posavsko hribovje	9,2
17	Vzhodne Karavanke	9,9
18	Goriška brda	16,5
19	Kamniško-Savinjske Alpe	16,2
20	Boč in Macelj	2,6
21	Javorniki in Snežnik	96,8
22	Dravska ravan	79,6
23	Kambreško in Banjšice	39,0
24	Mala gora, Kočevski rog in Poljanska gora	96,4
25	Savska ravan	31,1
26	Podgorski kras, Čičarija in Podgrajsko podolje	88,2
27	Cerkljansko, Škofjeloško, Polhograjsko in Rovtarsko hribovje	3,7
28	Kras	89,8
29	Vipavska dolina	12,6
30	Brkini in dolina Reke	18,2
31	Trnovski gozd, Nanos in Hrušica	73,1
32	Notranjsko podolje	74,9
33	Krimsko hribovje in Menišija	48,6
34	Dravinjske gorice	31,7
35	Dolenjsko podolje	63,3
36	Suha krajina in Dobrepolje	93,4
37	Ložniško in Hudinjsko gričevje	15,8
38	Velenjsko in Konjiško hribovje	7,5
39	Pivško podolje in Vremščica	72,5
40	Lendavske gorice	97,8
41	Ljubljansko barje	48,2
42	Savinjska ravan	44,5
43	Idrijsko hribovje	7,6
44	Novomeška pokrajina	74,2
45	Bloke	41,8
46	Ribniško-Kočevsko podolje	72,7
47	Raduljsko hribovje	21,4
48	Velikolaščanska pokrajina	12,0

*mezoregijah, izračunani z logaritemsko metodo.*

2. kategorija plazovitosti	3. kategorija plazovitosti	4. kategorija plazovitosti	5. kategorija plazovitosti
18,9	46,6	21,5	4,4
21,9	17,7	4,5	1,2
25,1	28,1	29,4	0,3
20,1	28,8	26,1	17,8
8,9	7,1	5,2	0,7
8,0	4,2	0,7	0,0
21,3	12,6	1,1	0,1
19,8	28,6	18,0	5,4
7,6	8,9	2,9	2,2
28,9	20,0	7,0	0,5
10,8	27,6	36,8	19,0
7,9	20,5	42,4	24,4
17,8	9,2	4,8	0,7
23,5	28,9	21,2	11,4
18,2	27,5	29,3	15,7
18,1	20,5	35,1	17,0
23,4	30,8	25,4	10,5
12,1	24,5	46,0	0,9
25,8	20,7	30,6	6,8
6,3	20,7	47,8	22,5
1,4	1,2	0,6	0,0
13,8	5,1	1,3	0,2
18,9	37,5	4,4	0,1
1,5	1,6	0,4	0,2
24,0	23,5	14,1	7,2
6,1	3,1	2,6	0,0
10,4	22,3	34,2	29,4
5,3	2,9	2,0	0,0
26,7	29,3	31,1	0,4
20,1	28,2	33,1	0,5
10,7	12,1	4,0	0,1
10,1	13,1	1,3	0,7
16,8	25,6	7,1	1,8
26,8	21,7	14,2	5,6
18,2	13,7	4,0	0,9
3,9	2,5	0,2	0,0
19,0	23,0	35,1	7,1
27,4	25,8	33,3	6,0
15,5	8,0	3,8	0,1
2,1	0,1	0,0	0,0
13,4	13,6	11,8	13,0
32,3	15,6	7,0	0,7
22,0	29,5	33,9	6,9
13,8	10,7	1,4	0,0
16,0	28,0	10,9	3,2
13,4	8,5	2,9	2,5
18,5	36,7	22,9	0,6
8,9	29,1	30,9	19,1





*Slika 44: Primerjava plazovitih območij na zemljevidu, izdelanem z metodo ponderiranja, plazovitih območij na zemljevidu, izdelanem z logaritemsko metodo ter območij plazovitosti, ki sta jih razkrili obe metodi. ►*

površine in je na njih tretjina (33,3 %) plazov. V najvišjih dveh kategorijah, ki pokrivata 7 % ozemlja, je torej kar šest desetih plazov. Območja, ki jih zemeljski plazovi ne ogrožajo, obsegajo 68,6 % površine, kar je približno toliko kot na zemljevidu, izračunanem z metodo ponderiranja, na teh zemljiščih pa sta le 2,0 % plazov.

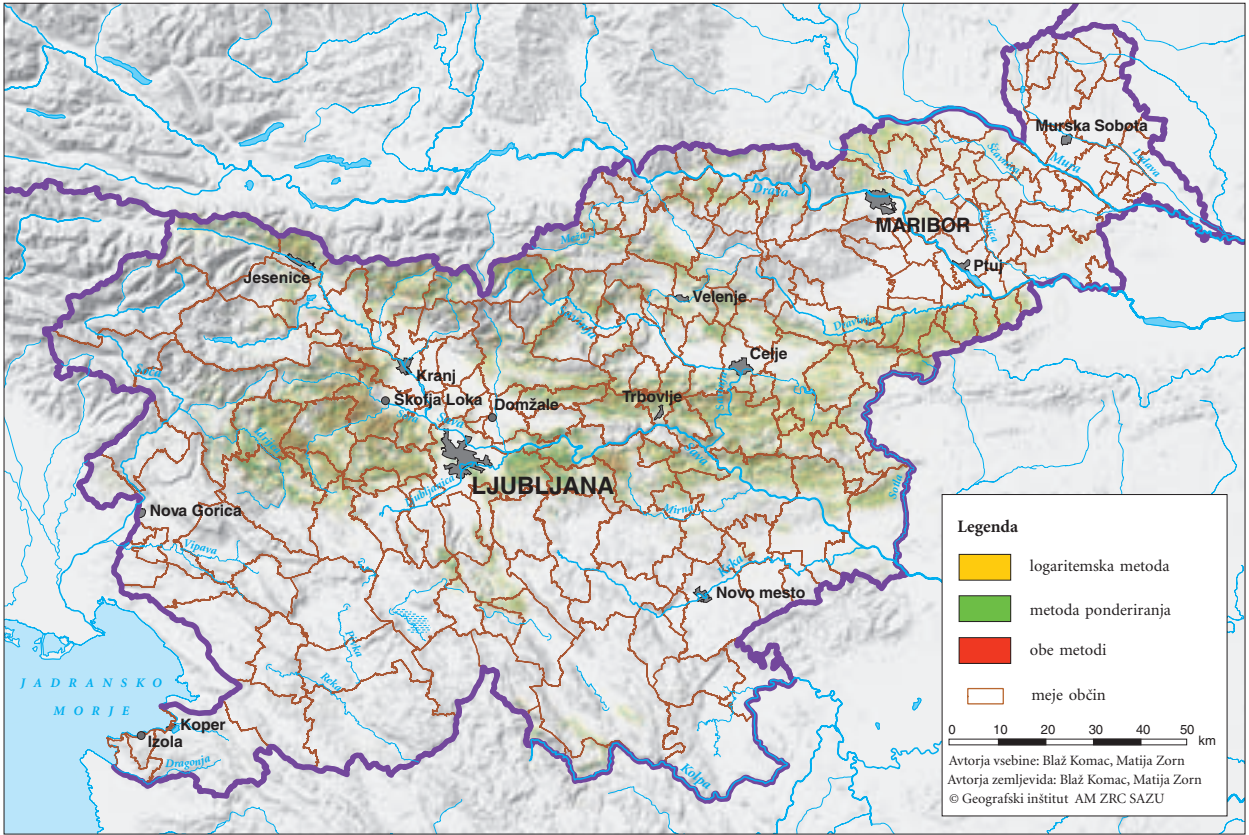
Tudi ta zemljevid razkriva, da so najbolj plazovita v Sloveniji predalpska hribovja, zlasti Škofjeloško, Cerkljansko, Polhograjsko in Posavsko hribovje. Plazovite so tudi Karavanke in terciarna gričevja vzhodne Slovenije. Na zemljevidu kot plazovite niso prikazane flišne pokrajine zahodne Slovenije, kar je verjetno posledica pomanjkanja vhodnih podatkov s tega območja, saj so sicer tam znana plazovita območja (glej na primer Zorn in Komac 2007a; Zorn in Komac 2007b; Ažman Momirski in ostali 2008).

Z logaritemsko metodo izdelan zemljevid je natančnejši od zemljevida, izdelanega z metodo ponderiranja. Plazovita območja, izračunana po metodi ponderiranja, se le v približno 38 % pokrivajo z območji znanih plazov, plazovita območja, izračunana po logaritemski metodi, pa se z območji znanih plazov pokrivajo v 84 % primerih. Največje ujemanje (84 %) je na območjih, ki sta jih kot plazovita opredelili obe metodi. Prav logaritemska metoda se je med vsemi uporabljenimi izkazala kot najprimernejša.

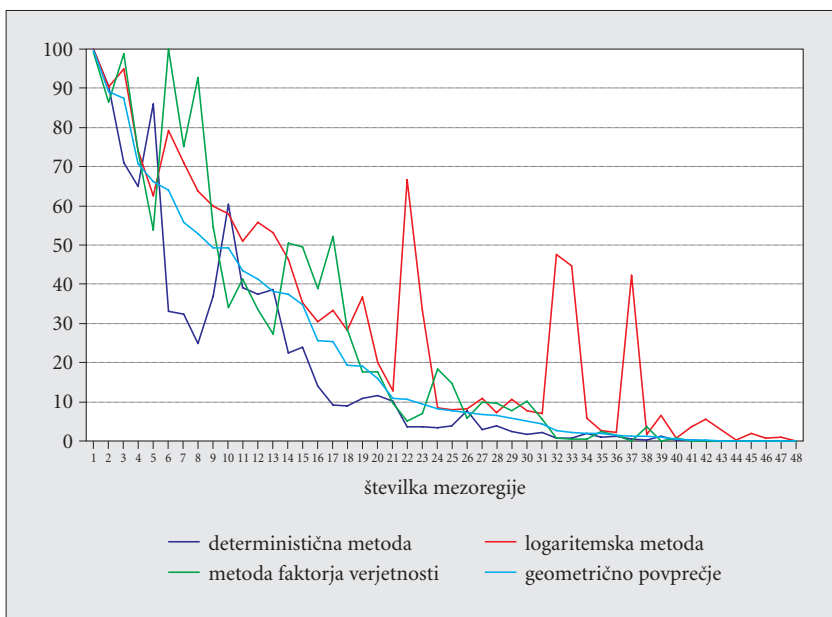
### 9.3 Plazovitost po slovenskih pokrajinah in občinah

Slovenija je pokrajinsko zelo pestra država. Zemeljski plazovi nastajajo predvsem v pokrajinah, kjer so za njihov nastanek ugodne geološke in reliefne razmere, to pa je predvsem v hribovitih in gričevnatih pokrajinah. Pogosti so na primer v Julijskih in Kamniško-Savinjskih Alpah ter Karavankah. Značilni so še za Škofjeloško, Idrijsko, Cerkljansko in Posavsko hribovje ter za nekatera flišna območja, kot so Koprška in Goriška brda ter Vipavska dolina. Relief preoblikujejo tudi v terciarnih gričevjih severovzhodne Slovenije, ki jih gradijo laporovci in peski, ter na območjih, kjer so na površju metamorfne kamnine (Pohorje, Kozjak, Karavanke) ali »permokarbonski skrilavci« (okolica Ljubljane). Plazenju so manj podvržene kraške pokrajine, kotline in široke doline. Najpomembnejši vzrok za plazenje je hitro preperevanje omenjenih kamnin, pomembno vlogo pri proženju zemeljskih plazov pa imajo še voda, nagnjenost kamninskih plasti ali bližina vodotokov (Mikoš, Brilly in Ribičič 2004).

Na podlagi zemljevida plazovitosti, ki smo ga izdelali z logaritemsko metodo, smo ugotavljali, katere slovenske pokrajine zemeljski plazovi najbolj ogrožajo. Pri tem smo si pomagali z izračunom indeksa, poimenovali smo ga indeks plazovitosti, izračunanega





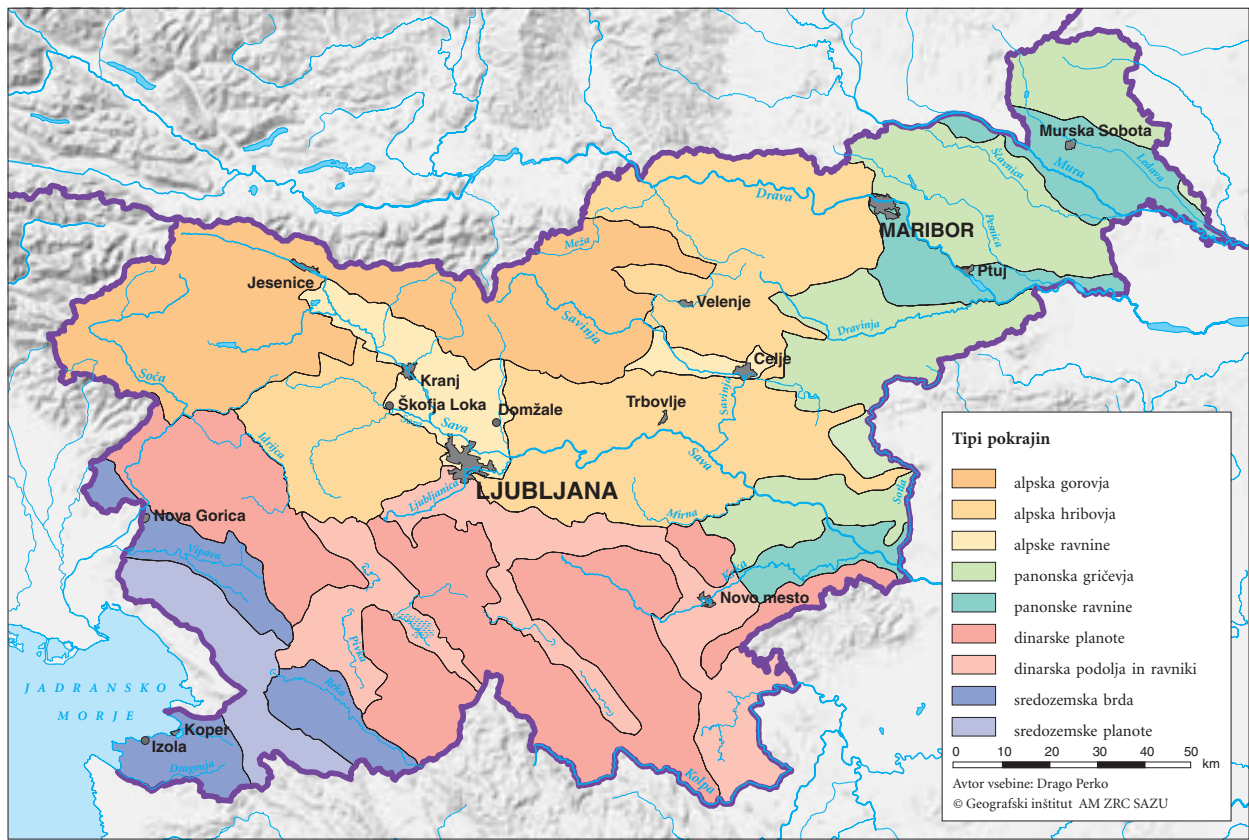


Slika 45: Indeksi plazovitosti, izračunani z različnimi metodami za 48 slovenskih mezoregij.

na podlagi relativne površine, ki jo v posamezni pokrajini zavzemajo območja z najvišjo in drugo najvišjo stopnjo plazovitosti. Indeks smo izračunali za posamezne slovenske makroregije, submakroregije in mezoregije (Perko in Kladnik 1998) ter občine.

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 %).

Slika 46: Slovenske submakroregije po geografski regionalizaciji Slovenije (Perko in Kladnik 1998, 30) ►



Plazovita območja v panonskih pokrajinah zavzemajo desetino površine (10,4 %). Najbolj so plazovita gričevja, kjer so najbolj plazovita območja razprostranjena na 27,1 % ozemlja. 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 7,2 % površine. 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.

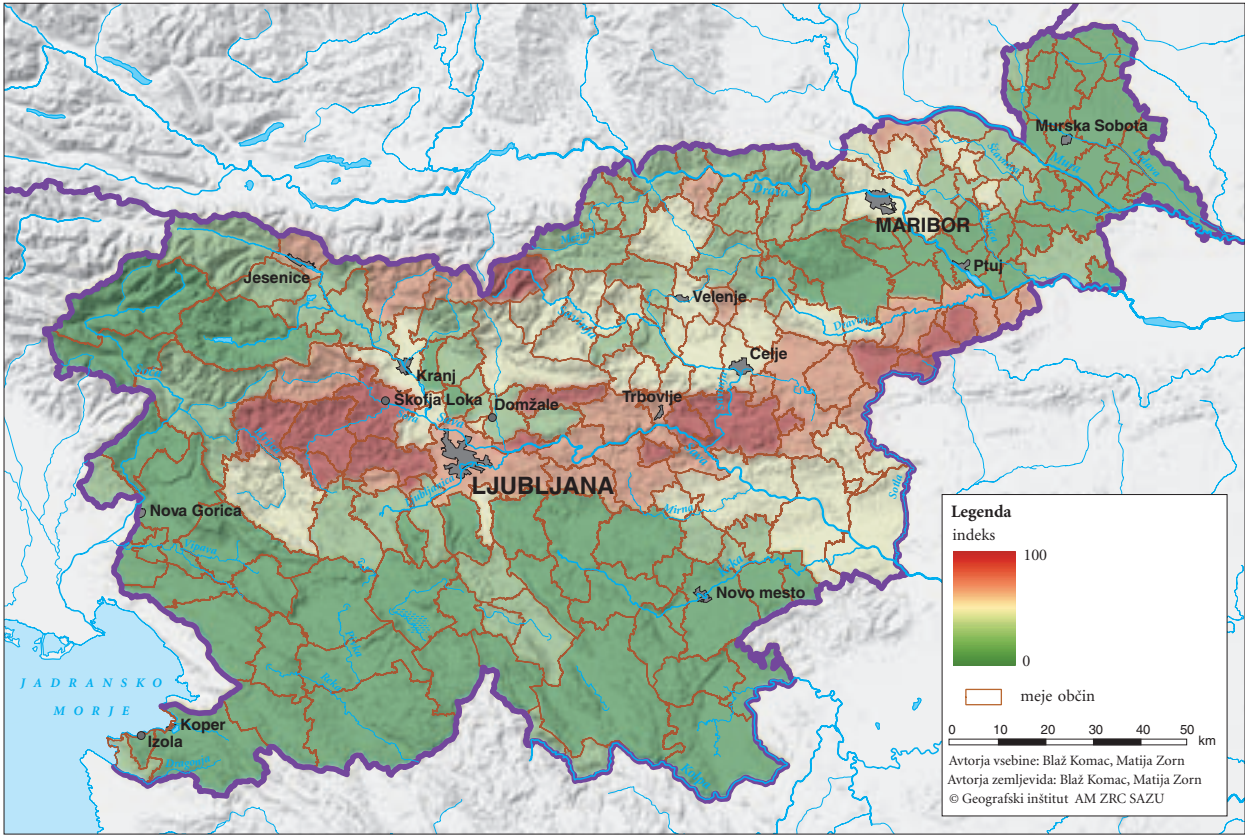
Plazovi najmanj ogrožajo dinarske pokrajine (7,2 %). Med dinarskimi planotami je najbolj plazovito Idrijsko hribovje (26,6 %), v dinarskih podoljih in ravnikih pa Velikolaščanska pokrajina (36,0 %) in obrobje Ljubljanskega barja (21,2 %).

V predstavljenih ugotovitvah plazovitosti je mogoče videti vpliv uporabljene podatkovne baze, v kateri so poleg zemeljskih plazov vključeni tudi skalni podori in drugi pobočni procesi. Zaradi neenotnega načina zbiranja podatkov celotno ozemlje Slovenije ni pokrito enotno. Z nizko plazovitostjo na primer izstopajo flišna Goriška brda in Lendavske gorice, čeprav smo za Goriška brda ob uporabi lokalne briške baze zemeljskih plazov dokazali prav nasprotno (glej na primer Zorn in Komac 2007a; Zorn in Komac 2007b; Ažman Momirski in ostali 2008). Podobno sliko kažeta tudi zemljevid, ki prikazuje indeks plazovitosti po slovenskih občinah, in analiza ogroženosti stavb zaradi plazovitosti. V najvišji kategoriji ogroženosti je približno 5 % stavb, v 4. kategoriji 8 %, v tretji 15 %, v četrti 26 % in v peti 41 % stavb.

*Preglednica 23: Deleži celic digitalnega modela višin s stavbami na območjih ogroženosti zaradi zemeljskih plazov, izračunanimi po različnih metodah (Enotna evidenca ... 2002).*

	metoda ponderiranja	logaritemska metoda	metoda faktorja verjetnosti
1. kategorija ogroženosti	34,9	37,0	50,2
2. kategorija ogroženosti	39,4	23,0	16,6
3. kategorija ogroženosti	9,1	22,2	13,2
4. kategorija ogroženosti	1,3	12,5	9,5
5. kategorija ogroženosti	0,3	5,3	9,9

*Slika 47: Indeks plazovitosti za slovenske občine, izražen s povprečjem deležev površine v najvišjih dveh kategorijah plazovitosti po logaritemski metodi. ►*



*Preglednica 24: Indeksi plazovitosti za slovenske mezoregije, izračunani po deterministični deležev površine v najvišjih dveh kategorijah plazovitosti.*

mezoregija	številka mezoregije
Boč in Macelj	20
Cerkljansko, Škofjeloško, Polhograjsko in Rovtarsko hribovje	27
Haloze	12
Posavsko hribovje	16
Zahodne Karavanke	4
Vogljajnsko in Zgornjesotelsko gričevje	11
Velikolaščanska pokrajina	48
Srednjesotelsko gričevje	15
Ložniško in Hudinjsko gričevje	37
Idrijsko hribovje	43
Vzhodne Karavanke	17
Velenjsko in Konjiško hribovje	38
Kamniško-Savinjske Alpe	19
Krško, Senovsko in Bizeljsko gričevje	14
Ljubljansko barje	41
Savska ravan	25
Slovenske gorice	8
Dravinske gorice	34
Strojna, Kozjak in Pohorje	1
Bloke	45
Krimsko hribovje in Menišija	33
Goriška brda	18
Raduljsko hribovje	47
Murska ravan	5
Krška ravan	13
Julijske Alpe	2
Savinjska ravan	42
Velika gora, Stojna in Goteniška gora	9
Gorjanci	10
Ribniško-Kočevsko podolje	46
Dolenjsko podolje	35
Brkini in dolina Reke	30
Vipavska dolina	29
Trnovski gozd, Nanos in Hrušica	31
Notranjsko podolje	32
Dravska ravan	22
Koprška brda	3
Goričko	7
Kambreško in Banšice	23
Mala gora, Kočevski rog in Poljanska gora	24
Podgorski kras, Čičarija in Podgrajsko podolje	26
Pivško podolje in Vremščica	39
Kras	28
Suha krajina in Dobrepolje	36
Novomeška pokrajina	44
Javorniki in Snežnik	21
Bela krajina	6
Lendavske gorice	40

*metodi, logaritemski metodi in metodi faktorja verjetnosti, izraženi s povprečjem*

indeks plazovitosti (deterministična metoda)	indeks plazovitosti (logaritemska metoda)	indeks plazovitosti (metoda faktorja verjetnosti)
100,0	100,0	99,2
90,6	90,3	86,4
71,1	94,9	98,9
64,9	74,0	73,9
86,0	62,5	54,0
33,1	79,3	100,0
32,4	71,0	75,0
24,9	63,9	92,7
36,8	59,9	54,6
60,4	58,1	34,0
39,2	51,0	41,3
37,5	55,8	33,5
38,7	53,1	27,2
22,5	46,3	50,6
23,9	35,2	49,4
14,1	30,4	38,8
9,3	33,3	52,1
8,9	28,2	28,6
10,9	36,8	17,5
11,7	20,1	17,6
10,1	12,7	9,7
3,6	66,6	5,1
3,7	33,3	6,9
3,5	8,4	18,3
3,9	7,9	14,8
7,8	8,1	5,8
3,0	10,9	10,0
4,0	7,3	9,7
2,4	10,7	7,6
1,6	7,6	10,1
2,2	7,0	5,5
0,6	47,6	0,7
0,7	44,7	0,4
2,0	5,9	0,6
0,9	2,7	2,5
1,3	2,1	1,3
0,5	42,3	0,1
0,3	1,8	3,7
1,1	6,4	0,1
0,2	0,8	0,8
0,2	3,7	0,0
0,0	5,6	0,0
0,0	2,9	0,0
0,0	0,3	0,0
0,0	2,0	0,0
0,0	0,8	0,0
0,0	1,0	0,0
0,0	0,0	0,0

*Preglednica 25: Indeksi plazovitosti za slovenske občine, izračunani po deterministični metodi, logaritemski metodi in metodi faktorja verjetnosti, izraženi s povprečjem deležev površine v najvišjih dveh kategorijah plazovitosti.*

občina	indeks plazovitosti (deterministična metoda)	indeks plazovitosti (logaritemska metoda)	indeks plazovitosti (metoda faktorja verjetnosti)
Ajdovščina	0,3	20,3	0,1
Apače	6,1	12,6	46,7
Beltinci	0,0	0,0	0,0
Benedikt	4,4	15,1	57,4
Bistrica ob Sotli	24,7	43,0	50,9
Bled	17,4	7,4	20,8
Bloke	4,9	7,5	11,2
Bohinj	4,1	6,5	4,6
Borovnica	4,5	7,7	4,2
Bovec	0,6	0,3	0,3
Braslovče	7,4	11,8	11,1
Brda	3,0	51,9	4,0
Brezovica	12,7	9,2	35,9
Brežice	19,1	39,7	11,6
Cankova	0,2	3,5	9,9
Celje	29,5	25,9	29,5
Cerklje na Gorenjskem	9,1	8,7	13,5
Cerknica	5,6	2,6	4,8
Cerkno	70,8	92,8	55,0
Cerkvenjak	4,0	17,2	62,0
Cirkulane	40,9	70,4	59,4
Črenšovci	0,0	0,0	0,0
Črna na Koroškem	15,6	26,9	9,5
Črnomelj	0,0	0,2	0,0
Destričnik	0,0	0,2	0,0
Divača	0,2	7,1	0,1
Dobje	18,9	100,0	100,0
Dobropolje	0,0	0,0	0,0
Dobrna	35,9	63,3	32,6
Dobrova – Polhov Gradec	68,9	55,9	65,2
Dobrovnik	0,0	0,0	0,0
Dol pri Ljubljani	89,0	32,1	76,0
Dolenjske Toplice	0,0	0,4	0,0
Domžale	24,4	3,2	30,6
Dornava	0,0	0,0	0,0
Dravograd	11,0	21,4	10,2
Duplek	8,6	26,9	54,5
Gorenja vas – Poljane	70,0	74,1	68,1
Gorišnica	2,4	4,6	11,9

občina	indeks plazovitosti (deterministična metoda)	indeks plazovitosti (logaritemska metoda)	indeks plazovitosti (metoda faktorja verjetnosti)
Gorje	10,3	10,5	9,5
Gornja Radgona	4,9	14,3	47,6
Gornji Grad	31,0	40,8	27,0
Gornji Petrovci	0,0	0,2	0,0
Grad	0,0	0,4	0,0
Grosuplje	2,5	4,9	5,5
Hajdina	0,0	0,6	0,0
Hoče – Slivnica	0,1	11,1	0,0
Hodoš	0,0	0,0	0,0
Horjul	66,1	35,7	60,4
Hrastnik	51,5	77,1	53,9
Hrpelje – Kozina	0,3	7,9	0,1
Idrija	31,0	43,7	18,7
Ig	6,3	9,3	7,1
Ilirska Bistrica	0,2	11,5	0,2
Ivančna Gorica	3,9	2,9	2,8
Izola	0,2	20,6	0,1
Jesenice	55,2	40,9	42,1
Jezerško	75,7	22,3	40,7
Juršinci	0,0	0,2	0,0
Kamnik	24,7	37,7	30,6
Kanal	0,6	1,4	0,0
Kidričevo	0,0	0,0	0,1
Kobarid	0,3	0,0	3,1
Kobilje	0,0	0,0	0,0
Kočevje	0,9	0,9	0,0
Komen	0,0	2,6	0,0
Komenda	8,2	11,6	49,5
Koper	0,4	21,8	0,0
Kostanjevica na Krki	0,1	4,3	1,8
Kostel	12,0	27,5	27,4
Kozje	16,7	57,1	45,5
Kranj	30,8	15,6	34,6
Kranjska Gora	25,9	11,1	11,5
Križevci	0,0	0,0	37,4
Krško	17,8	35,8	0,0
Kungota	21,4	48,1	51,5
Kuzma	0,0	0,0	0,0
Laško	59,1	81,5	66,8
Lenart	4,3	14,7	40,1
Lendava	0,0	0,0	0,0
Litija	56,7	37,2	49,4
Ljubljana	71,0	15,2	60,9



občina	indeks plazovitosti (deterministična metoda)	indeks plazovitosti (logaritemska metoda)	indeks plazovitosti (metoda faktorja verjetnosti)
Ljubno	28,8	40,7	22,2
Ljutomer	0,3	0,2	0,7
Logatec	9,5	19,9	0,0
Log – Dragomer	51,1	56,7	2,0
Loška dolina	0,0	1,5	17,6
Loški Potok	1,9	7,0	84,2
Lovrenc na Pohorju	5,9	24,3	16,3
Luče	17,2	61,9	11,0
Lukovica	70,8	47,5	71,7
Majšperk	49,4	47,5	61,4
Makole	41,0	53,6	69,1
Maribor	17,3	29,3	30,6
Markovci	0,0	0,0	0,0
Medvode	46,6	13,2	20,6
Mengeš	9,8	3,1	40,4
Metlika	0,0	2,6	20,5
Mežica	16,9	27,5	0,0
Miklavž na Dravskem polju	0,0	0,0	0,0
Miren – Kostanjevica	0,0	0,6	0,0
Mirna Peč	0,1	8,5	0,0
Mislinja	10,5	27,0	13,3
Mokronog – Trebelno	3,8	26,8	7,9
Moravče	25,4	19,3	23,2
Moravske Toplice	0,0	0,3	0,0
Mozirje	27,4	48,0	22,2
Murska Sobota	0,0	3,1	0,0
Muta	1,9	21,7	2,3
Naklo	4,8	12,9	17,2
Nazarje	21,4	16,0	18,0
Nova Gorica	0,4	18,2	0,2
Novo mesto	0,1	5,1	0,0
Odranci	0,0	0,0	0,0
Oplotnica	0,0	22,5	0,0
Ormož	2,4	11,3	31,3
Osilnica	6,2	30,6	21,0
Pesnica	10,8	30,9	35,0
Piran	0,4	33,6	0,1
Pivka	0,1	4,2	0,0
Podčetrtek	21,8	54,8	57,4
Podlehnik	49,6	63,4	68,9
Podvelka	4,4	28,0	13,0
Poljčane	26,7	40,4	54,2
Polzela	16,6	34,8	29,9

občina	indeks plazovitosti (deterministična metoda)	indeks plazovitosti (logaritemska metoda)	indeks plazovitosti (metoda faktorja verjetnosti)
Postojna	0,0	6,4	0,0
Prebold	45,8	32,7	34,9
Preddvor	27,1	7,5	14,2
Prevalje	2,7	26,4	11,3
Ptuj	0,2	1,1	0,0
Puconci	0,0	0,2	0,0
Rače – Fram	0,1	14,9	0,0
Radeče	52,6	50,8	65,4
Radenci	3,9	9,0	56,5
Radlje ob Dravi	15,6	26,1	26,4
Radovljica	22,6	14,1	23,7
Ravne na Koroškem	0,8	18,3	8,9
Razkrižje	0,0	1,0	0,0
Rečica ob Savinji	39,9	24,9	30,9
Renče – Vogrsko	0,0	16,9	0,1
Ribnica	7,1	8,4	13,0
Ribnica na Pohorju	9,4	28,5	23,8
Rogaška Slatina	40,0	68,6	75,2
Rogašovci	2,4	9,9	25,6
Rogatec	68,1	51,5	71,7
Ruše	5,6	27,2	9,0
Selnica ob Dravi	3,7	21,7	0,0
Semič	0,0	0,0	5,9
Sevnica	32,4	41,6	0,0
Sežana	0,1	2,1	41,4
Slovenj Gradec	24,1	28,2	30,7
Slovenska Bistrica	0,1	10,2	1,4
Slovenske Konjice	20,7	26,9	31,1
Sodražica	9,0	11,1	15,7
Solčava	75,7	73,3	35,0
Središče ob Dravi	0,0	0,6	0,0
Starše	0,0	0,0	0,0
Straža	0,0	0,2	0,0
Sveta Ana	4,1	23,2	57,3
Sveta Trojica v Slovenskih goricah	5,1	8,5	45,3
Sveti Andraž v Slovenskih goricah	2,2	6,8	36,7
Sveti Jurij	2,1	4,9	23,5
Sveti Jurij v Slovenskih goricah	3,3	17,9	48,4
Sveti Tomaž	0,0	0,0	0,0
Šalovci	0,0	0,0	0,0
Šempeter – Vrtojba	1,5	9,8	0,7
Šenčur	2,7	4,0	5,4
Šentilj	16,5	53,8	77,0

občina	indeks plazovitosti (deterministična metoda)	indeks plazovitosti (logaritemska metoda)	indeks plazovitosti (metoda faktorja verjetnosti)
Šentjernej	0,0	3,9	0,7
Šentjur	26,4	57,6	60,7
Šentrupert	20,6	54,3	40,1
Škocjan	1,9	12,8	14,4
Škofja Loka	100,0	31,6	14,5
Škofljica	23,4	25,9	69,9
Šmarje pri Jelšah	22,2	64,8	40,5
Šmarješke Toplice	4,1	26,7	79,1
Šmartno ob Paki	18,5	19,1	18,6
Šmartno pri Litiji	59,8	48,8	20,5
Šoštanj	17,7	29,7	55,3
Štore	34,5	49,9	43,6
Tabor	24,5	33,5	21,2
Tišina	0,0	0,0	0,0
Tolmin	11,5	21,1	4,9
Trbovlje	43,0	56,5	38,1
Trebnje	1,7	6,7	42,0
Trnovska vas	0,6	1,0	2,5
Trzin	39,6	9,3	11,2
Tržič	55,9	41,6	57,3
Turnišče	0,0	0,0	0,0
Velenje	33,9	44,6	38,3
Velika Polana	0,0	0,0	0,0
Velike Lašče	11,5	17,9	25,3
Veržej	0,0	0,0	0,0
Videm	40,5	46,7	50,0
Vipava	0,1	12,3	0,1
Vitanje	8,1	38,9	10,4
Vodice	3,0	1,4	7,1
Vojnik	27,8	48,0	30,2
Vransko	27,3	37,4	23,7
Vrhnika	8,4	9,6	10,1
Vuzenica	55,8	33,0	46,6
Zagorje ob Savi	52,0	60,0	46,8
Zavrč	32,7	62,7	54,5
Zreče	2,9	30,7	4,5
Žalec	38,8	38,6	39,1
Železniki	52,9	64,0	38,4
Žetale	64,3	72,9	75,2
Žiri	97,3	51,3	85,3
Žirovnica	11,5	16,3	7,5
Žužemberk	0,1	2,8	0,1

## 10 Zemeljski plazovi kot oblikovalci reliefa

»... *Zemeljski plazovi so pomemben preoblikovalni dejavnik rečno-denudacijskega reliefa*...« Komac in Zorn (2008a, 181). V dveh prejšnjih poglavjih smo našli številne raziskovalce, ki so preučevali zemeljske plazove. Vidimo, da so le redki naredili miselni preskok s preučevanja posameznega procesa na raziskovanje učinkov tega procesa na izoblikovanost površja. Redke zapise o tem sicer najdemo že pri Meliku (1957, 248), Mezetu (1963), Radinji (Radinja 1974; Radinja 1983b), Natku (Natek 1989a; Natek 1990a; Natek 1990b) ter Komacu in Zornu (Komac in Zorn 2007b; Komac in Zorn 2008a). Prvi je pisal o vlogi zemeljskih plazov pri oblikovanju reliefa v Slovenskih goricah, drugi in tretji sta opredelila vlogo zemeljskih plazov v razvoju reliefa v Voglajnskem in Sotelskem gričevju ter Halozah, zadnja dva pa o njihovi vlogi v razvoju reliefa Goriških brd. Vsem avtorjem je skupno preučevanje vloge zemeljskih plazov pri morfogenezi gričevij, ki jih sestavljajo kamnine terciarne starosti.

Podobno malo tovrstnih prispevkov je tudi drugod, čeprav so ponekod tudi izjeme. Cendrero in Dramis (1996) sta predstavila poseben indeks, tako imenovano



MATIJA ZORN

*Slika 48: Plazovita pobočja v molasnem delu romunskih Subkarpatov so tipičen primer plazovne pokrajine oziroma idealen predmet preučevanja tako imenovane plazovne geomorfologije (Pâtârlagele, Romunija).*

relativno plazovno stopnjo (angleško *relative landslide rate*), s katero kvantitativno določimo vlogo zemeljskih plazov ali drugih pobočnih procesov v razvoju reliefa na različnih območjih. Indeks je razmerje med količino gradiva, ki se premika s plazenjem (angleško *landslide mobilisation rate*), in intenzivnostjo denudacije (angleško *denudation rate*). Večja kot je relativna plazovna stopnja, pomembnejši za razvoj reliefa so zemeljski plazovi.

Nekateri avtorji se sprašujejo (med njimi Michael Crozier iz Nove Zelandije, danes eden vodilnih svetovnih poznavalcev zemeljskih plazov; povzeto po Zorn 2008b): »*Ali sploh obstaja plazovna geomorfologija?*«. Če obstajajo rečna, tektonska, kraška, obalna, pobočna geomorfologija in podobno (Bauer 2004, 429), plazovna ne bi smela manjkati. Še najbližja ji je pobočna geomorfologija. Večina avtorjev namreč gleda le posamezen proces, njegove neposredne posledice ali sanacijo, ne naredijo pa »*koraka*« do morfogeneze, kar je značilno za prej naštete geomorfološke prispevke in pomembno z vidika geografskega razumevanja pokrajine.

V slovenski literaturi le pri Radinji (1974, 81) najdemo izraz, kot je usadna pokrajina [usad razumemo kot zemeljski plaz, opomba avtorjev], iz katerega je neposredno razvidno, da zemeljski plazovi v veliki meri vplivajo na izoblikovanost reliefa v obravnavani pokrajini. V svojem poznejšem delu pa piše, da so zemeljski plazovi »... *v subpanonskih gričevnatih pokrajinah ... značilna pokrajinska poteza ...*« (Radinja 1983, 68).

Natek (1989a, 66; Natek 1990b, 9) pobočja, kjer plazenje prevladuje nad drugimi procesi, imenuje usadna pobočja. Podoben izraz uporablja tudi Meze (1963, 117).

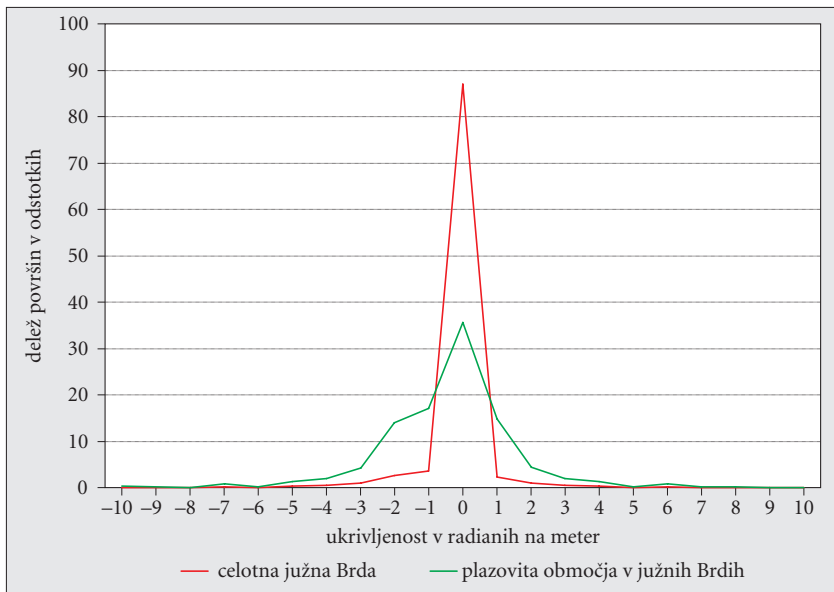
Melik (1957, 248) je za Slovenske gorice zapisal: »... *K nastajanju strmin pripomorejo največ usadi, zemeljski plazovi, ki so tod izredno pogosti in najbolj značilni. Saj se pripisuje usadom poglobitna vloga v izobliki reliefa ...*«.

Radinja (1974, 86) vlogo zemeljskih plazov pri oblikovanju pobočij na Sotelskem vidi »... *tam, kjer se snuje nove, komaj nakazane pobočne dolinice, oziroma na robovih ali pregibih, ki označujejo širjenje svežega erozijsko-denudacijskega procesa ...*«, opozarja pa tudi na njihov pomen na razvodnicah in v povirjih. »... *Važno vlogo pri izoblikovanosti pobočij v terciarnih kamninah ...*« na Voglajnsko-Sotelskem jim pripisuje tudi Meze (1963, 85 in 117), predvsem za preoblikovanje starih nivojev in teras.

Natek (1996, 141) ima zemeljske plazove za najbolj značilne in pogoste geomorfne pojave v gričevjih vzhodne in severovzhodne Slovenije. Zaradi njihove pogostnosti jih domačini »... *ponekod smatrajo že kot normalno stanje in ne kot nesrečo ...*« (Žiberna 1992, 14). Radinja (1974, 95) za severozahodni del Slovenskih goric navaja, da je gostota zemeljskih plazov 5,5 plaza na km<sup>2</sup>, Natek (1996, 142) pa za manjše območje v Voglajnskem gričevju navaja gostoto kar 9,3 plazu na km<sup>2</sup>. Ob ekstremnih padavinah je gostota zemeljskih plazov na manjših območjih še mnogo večja, na primer v dolini Lahomnice leta 1989 je dosegla kar 36 usadov na km<sup>2</sup> (Gabrovec 1990, 184), v Halozah leta 1989 pa celo 47 usadov na km<sup>2</sup> (Natek 1990b, 11).

Natek (1996, 144) je v Halozah po ujmi leta 1989 ugotovil pomen zemeljskih plazov zlasti v dolinskih zatrepih (podobno ugotavljata tudi Gabrovec in Brečkova (1990, 17) za dolino Lahomnice), na strmih pobočjih grap in dolinic ter na konveksnem pregibu zgornjih robov grap. Za Voglajnsko gričevje je zapisal (Natek 1990b, 9), da so usadi »... *sestavni del naravnih procesov preoblikovanja površja* ...« na rečno-denudacijskem reliefu. Pojavljajo se predvsem v srednjih in spodnjih delih pobočij, v zatrepih dolinic in grapah (Natek 1989a, 53). Posebej je poudaril »... *vlogo usadov pri retrogradnem pomikanju povirnih delov grap in dolinic proti razvodju* ...«, kar povzroča »... *ozka, vijugasta in neuravnjena razvodna slemena* ...«. Opozoril je tudi na pomen usadov pri nastajanju širokih polkrožnih zatrepov, ki sicer v Voglajnskem gričevju prevladujejo (Natek 1989a, 64). Glede antropogenih sprememb rabe tal na tem območju je zapisal, da so »... *usadi naravni pojav, ki se ni začel šele s krčenjem prvotnega gozda, marveč je obstajal že prej kot pomemben člen denudacijsko-erozijskega sistema geomorfnih procesov* ...«.

Vloge usadov in zemeljskih plazov na razvoj reliefa sta se dotaknila tudi avtorja te knjige (Komac in Zorn 2007b, 83; Ažman Momirski in ostali 2008, 182). Za Goriška



Slika 49: Površina plazovitih območij v južnih Goriških brdih glede na vodoravno ukrivljenost površja, izražena v odstotkih. Negativne vrednosti pomenijo konveksna pobočja, pozitivne pa konkavna (Ažman Momirski in ostali 2008, 182).

Preglednica 26: Delitev površja v Halozah glede na prevladujoče geomorfne procese

tip površja	prevladujoč geomorfni proces	zemeljski plazovi in blatni tokovi leta 1989 (%)
ovršje slemen	šibka denudacija	–
zgornji, konveksni deli pobočij	zmerna, na njivah močna denudacija, polzenje	plitvi plazovi, redkeje globlji in večji
srednji, najstrmejši deli pobočij	močna denudacija, polzenje, plazenje	plitvi plazovi, povečini do živoskalne osnove
spodnji, konkavni deli pobočij	akumulacija koluvija, polzenje, plazenje (plitvo)	povečini plitvi plazovi
dolinski zatrepi	močna denudacija in erozija (zadenjska erozija), akumulacija koluvija, plazenje	manjši plitvi in tudi večji ter globlji plazovi
zgornji deli grap in dolinic	akumulacija koluvija, močna erozija, podpovršinsko spiranje	manjši plitvi plazovi, blatni tokovi
srednji in spodnji deli grap in dolinic	zmerna erozija, transport gradiva, akumulacija koluvija	blatni tokovi
vršaji na izstopu grap v širše doline	šibka erozija, močna akumulacija gradiva	blatni tokovi

brda sta (Komac in Zorn 2008a, 181–182) ugotovila, da so štiri desetine plazovitih območij v konveksnih legah, 35 % jih je na premočrtnih legah (ukrivljenost je enaka 0), četrtnina pa v konkavnih legah. Večina usadov in zemeljskih plazov je nastala pod zgornjimi, konveksnimi deli pobočij oziroma na premočrtnih pobočjih pod njimi. Posebej so značilni tudi za zgornje, povirne dele dolin in grap, kjer nastajajo na območjih z dovolj strmimi in obenem od temen slemen dovolj oddaljenimi pobočji.

Ugotovila sta, da zemeljski plazovi povečajo naklon pobočij, s tem pa se spreminja tudi prevladujoča ukrivljenost. Iz konveksnih delov pobočij nastanejo premočrtni deli, konkavni spodnji deli pobočij pa se podaljšujejo. Posledica takšnega razvoja je dejstvo, da je preperina najdebelejša na slemenih in skladnih položnih pobočjih, ki so zato najbolj plazovita. Zemeljski plazovi na strmih neskladnih pobočjih so redki.

(Natek 1996, 147–149).

pogostost zemeljskih plazov	prevladujoči reliefni učinki zemeljskih plazov	debelina preperine	prevladujoča raba tal
–	–	srednje debela do debela (odvisno od kamninske podlage in širine slemen)	naselja, okrog njih njive in sadovnjaki
0,7	redke in plitve plazne kotanje	srednje debela	vinogradi, travniki, redkeje njive
43,8	številne, povečini plitve plazne kotanje, segajoče do skalne podlage	tanka	travniki, sadovnjaki, vinogradi, na osojah gozd
7,8	plazne kotanje v koluviju, akumulacija plaznega gradiva	debela; od 1 do 4 m debela plast koluvija	njive, travniki, na osojah gozd
29,1	zelo pogoste plazne kotanje, mestoma spremenjene v erozijska žarišča	tanka do srednje debela; pogosto debela akumulacija koluvija	vinogradi, travniki, sadovnjaki, na osojah gozd
1,3	kopičenje plaznega gradiva in koluvija ter postopno odnašanje	različno debela plast koluvija	gozd, travniki
–	blatni tokovi in akumulacija plaznega gradiva	različno debela plast koluvija in rečnih naplavin	travniki, njive
–	blatni tokovi in akumulacija plaznega gradiva	slabo sortirane in debele rečne naplavine, pomešane s koluvijem	njive, travniki, naselja

Končni rezultat preoblikovanja reliefa so ploska, uravnana slemena z razmeroma debelo preperino (4 m), strmi osrednji deli pobočij s plitvo preperino (manj kot 2 m), na katerih prevladujejo erozijsko-denudacijski procesi in nastajajo zemeljski plazovi, ter položna in konkavna pobočja na stiku z dolinskim dnom, ki jih od ravnine loči oster pregib, posledica bočne erozije (Komac in Zorn 2007b, 86; Ažman Momirski in ostali 2008, 185).

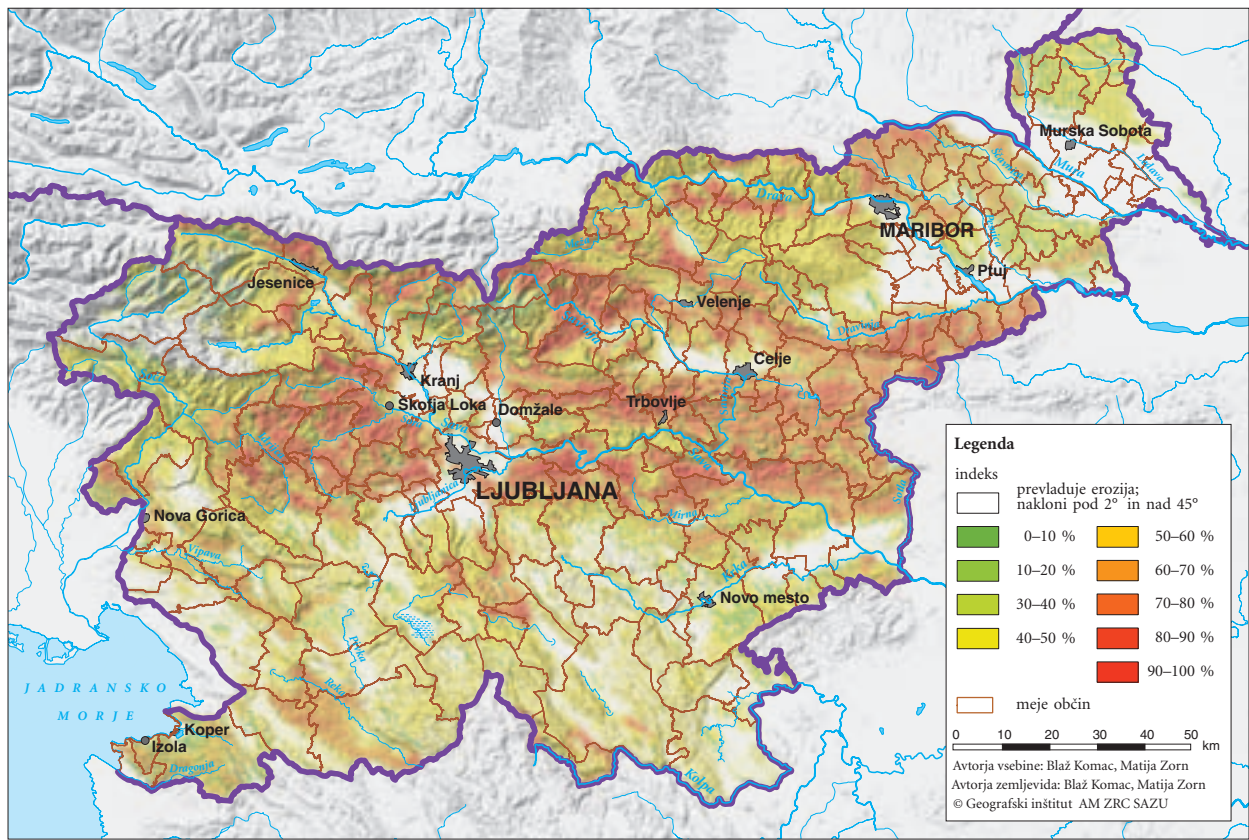
V zahodnem delu južnih Goriških brd je odločilen dejavnik, ki vpliva na plazovitost, skladnost med usmerjenostjo pobočij in vpadom kamninskih plasti. S tem je povezan tudi vpliv vode na plazenje. Ob obilnih padavinah jeseni 1998 je 40 % usadov in zemeljskih plazov nastalo na oddaljenosti približno 70 m pod temeni slemen, tam, kjer se na površju in v preperini že nabere dovolj vode, da lahko prepoji gradivo. Na



stabilnost pobočij vpliva predvsem razmerje med naklonom pobočja in naklonom drsne ploskve, po kateri meži voda. Zaradi tokov vode flišne kamnine preperevajo tudi pod površjem oziroma pod preperino, in to mnogo hitreje, kot bi sicer. S pospešenim preperevanjem fliša pa se debelina preperine tudi na pobočjih z majhnim naklonom hitro povečuje. Ko preseže kritično vrednost oziroma maso, ta pa je odvisna tudi od vsebnosti ali dotoka vode, gmota splazi v nižjo lego. Tako plitvi zemeljski plazovi najpogosteje nastajajo na terasiranih pobočjih nekaj deset metrov pod temeni slemen, globoki in večji zemeljski plazovi pa so na spodnjih delih pobočij, kjer nastajajo tudi zaradi spodkopavanja oziroma bočne erozije potokov. V južnih Goriških brdih je razmeroma malo velikih zemeljskih plazov (nekaj deset), večino premikov zemeljskih gmot pa predstavljajo manjši zemeljski plazovi ali usadi, pri katerih zdrsne le zgornji del preperine. Dejavnik plazovitosti je tudi pogostnost plazenja: dalj kot je od zadnjega plazenja, večja je možnost za nov pojav. Razumljivo je, da zaradi tega na plazenje močno vplivajo izdelava teras, oranje, zlasti pa rigolanje, pri katerem se horizonti prsti premešajo celo do matične kamnine (Ažman Momirski in ostali 2008, 183).

Natek je pri preučevanju zemeljskih plazov površje razdelil glede na prevladujoče geomorfne procese (preglednica 26). Zapisal je pomembno ugotovitev, da je bila ujma v Halozah leta 1989 z vidika naravnih procesov »... le ... silovita pospešitev geomorfnihi procesov, ki so v nekaj urah premaknili tolikšne množine materiala kot v stoletjih ali morda tisočletjih normalnega vsakodnevnega dogajanja ...« (Natek 1990b, 12; Natek 1996, 145). S to trditvijo se spet vračamo k uvodni misli poglavja oziroma k enemu temeljnih vprašanj morfogeneze rečno-denudacijskega reliefa, ali je za razvoj reliefnih oblik pomembnejše dolgotrajno počasno geomorfno dogajanje ali takšni izjemni, »veliki« dogodki. Za plazove je na primer Selby (1974) zapisal, da »večji« dogodki, ki se pojavljajo manj kot enkrat na pet let, pomenijo prevladujočo prvino v preoblikovanju pobočij (Crozier 2004b, 636). Na to vprašanje smo za Slovenijo poskušali odgovoriti s kvantitativnim pristopom Cedera in Dramisa (1996), pri katerem smo uporabili povprečne letne podatke o eroziji na različno poraščenih tleh (Zorn 2007a; Zorn 2007b; Zorn 2008c) in podatke o zemeljskih plazovih, predstavljenih v tej knjigi, za katere smo privzeli dogovorno, tridesetletno povratno dobo. Rezultate analize prikazuje slika 50. Na njihovi podlagi lahko sklenemo, da tudi v Sloveniji obstajajo plazovne pokrajine (Boč in Macelj, Cerkljansko hribovje, Škofjeloško hribovje, Polhograjsko hribovje, Rovtarsko hribovje, Haloze, Posavsko hribovje, Voglajnsko gričevje, Zgornjesotelsko gričevje, Zahodne Karavanke, Srednjesotelsko gričevje, Velikolaščanska pokrajina, Idrijsko hribovje, Ložniško gričevje, Hudinjsko gričevje), zatorej lahko (po Michaelu Crozierju) tudi v Sloveniji govorimo o plazovni geomorfologiji.

*Slika 50: Relativna plazovna stopnja oziroma razmerje med količino gradiva, ki se premika s plazenjem, in intenzivnostjo denudacije v Sloveniji. ►*



## 11 Sklep

Škoda zaradi zemeljskih plazov v zadnjih desetletjih narašča. Ponekod je dejansko posledica večje pogostnosti ali intenzivnosti naravnih procesov, v veliki meri pa jo lahko pripišemo posledicam vdiranja človeka na prej neposeljena ali neuporabljana območja, ki jih ogrožajo naravni procesi. Kljub stalno obstoječi dejanski ogroženosti je v družbi o tem pogosto zelo nizka stopnja ozaveščenosti. Tako lahko v Sloveniji z zaskrbljenostjo ugotovimo, da pri načrtovanju rabe prostora reliefa in geomorfni procesov, s tem pa tudi zemeljskih plazov, 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. Danes lahko naredimo korak naprej in z načrtovanjem usmerjamo predvideno poselitev na varna območja, obstoječa naselja pa po potrebi in možnostih zavarujemo z ustreznimi ukrepi. Na ta način bi lahko zmanjšali škodo ter ogroženost in obremenjenost celotne družbe.

Čeprav smo bili v reliefno razgibani Sloveniji v zadnjih letih priča več pobočnim procesov, zlasti usadom, zemeljskim plazovom, drobirskim tokovom in skalnim pododom, je razmišljanje na dolgi rok še vedno tuje človeku, ki živi le nekaj desetletij, v vsakdanjem življenju pa običajno načrtuje največ za nekaj let naprej. Pobočni procesi so dolgotrajni (polzenje) in se z vidika človeškega življenja zgodijo razmeroma redko (zemeljski plaz), kljub temu pa jih lahko štejemo za eno od naravnih prvin pokrajine: »... *Naravne nesreče se po vzrokih, posledicah in svojem bistvu uvrščajo med pomembne geografske pojave ne samo zato, ker imajo usodne pokrajinske učinke, temveč tudi zato, ker se z njimi na prepričljiv način kaže osrednja problematika geografije, nanašajoč se na spreminjajoče odnose med naravo in družbo* ...« (Radinja 1983a, 17).

Z zemljevidi plazovitosti je na hiter in učinkovit način mogoče določiti območja, za katera je bolje, da ostanejo brez posegov človeka, oziroma, za katera že v naprej vemo, da bo vsako poseganje vanje zahtevalo posebne gradbene in druge ukrepe. Pri naših zemljevidih plazovitosti gre za zemljevide v za slovenske razmere majhnem merilu, ki prikazujejo plazovitost oziroma možnost proženja zemeljskih plazov v merilu države oziroma v merilu njenih makro-, submakro- in mezoregij (Perko in Kladnik 1998). Za njihovo izdelavo smo uporabili najbolj natančne podatke, ki obstajajo na državni ravni. Prepričani smo, da je z obstoječimi podatki težko izdelati natančnejše zemljevide, lahko pa z uporabo drugih metod ali dodajanjem drugih vplivnih dejavnikov še dodatno bogatimo oziroma preverjamo znanje o plazovitih območjih v Sloveniji. Velika pomanjkljivost naših in drugih tovrstnih zemljevidov je, da ne vsebujejo enega ključnih vplivnih dejavnikov na plazenje, to je podatkov o debelini preperine po Sloveniji, ki na državni ravni žal ne obstaja. Zemljevidi so uporabni za načrtovanje rabe prostora na državni in regionalni ravni, za uporab-

nost na lokalni ravni pa bi za njihovo izdelavo potrebovali natančnejše vhodne podatke, ki pa na ravni države žal (še) ne obstajajo. So pa metode, ki smo jih uporabili, primerne (ob ustreznih vhodnih podatkih) tudi za modeliranje plazovitosti na lokalni ravni.

Ob spreminjanju podnebja, ki bo tudi v Sloveniji domnevno povečalo pogostnost in intenzivnost naravnih nesreč (Kajfež Bogataj in ostali 2004), znova prihajamo do spoznanja, da je preventiva boljša kot odstranjevanje posledic. Prav preventivi je namenjena ta knjiga, zlasti njeni zemljevidi plazovitosti Slovenije. Omenimo, da je vzporedno z našo knjigo, a neodvisno od našega dela, leta 2008 izšel Zemljevid verjetnosti pojavljanja plazov v Sloveniji 1 : 250.000, ki sta ga pripravila Komac in Ribičič (2008) ter prav tako temelji na statističnih metodah.

Znanja za izdelavo tovrstnih zemljevidov imamo torej v Sloveniji dovolj, zdaj je na potezi država, da pripravi ustrezne zakonske podlage oziroma udejanji že obstoječe (tako na primer 83. člen Zakona o vodah (zakon obravnava tudi plazovita območja) pravi: »... *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...*«) in to znanje izkoristi. Želja avtorjev knjige je, da bi zemljevidi zemeljskih plazov in drugih hidro-geomorfnih procesov končno dobili ustrezno mesto pri načrtovanju rabe prostora in tudi *de facto* postali del strokovnih podlag pri prostorskem načrtovanju.

## 12 Seznam virov in literature

- 120 Jahre Wildbach- und Lawinenvebauung in Österreich. 2005. Medmrežje: <http://forst.lebensministerium.at/article/articleview/31743/1/4932> (13. 9. 2005).
- Alexander, D. 1991: Applied geomorphology and the impact of natural hazards on the built environment. Natural Hazards 4-1. Amsterdam.
- Arbanas, Ž., Benac, Č., Jardas, B. 1999: Small landslide on the flysch of Istria. Razprave tretjega posvetovanja slovenskih geotehnikov. Maribor.
- Ardizzone, F., Cardinali, M., Carrara, A., Guzzetti, F., Reichenbach, P. 2002: Impact of mapping errors on the reliability of landslide hazard maps. Natural hazards and earth system sciences 2. Katlenburg-Lindau.
- Ažman Momirski, L., Kladnik, D., Komac, B., Petek, F., Repolusk, P., Zorn, M. 2008: Terasirana pokrajina Goriških brd. Geografija Slovenije 17. Ljubljana.
- Badjura, R. 1953: Ljudska geografija – terensko izrazoslovje. Ljubljana.
- Bat, M., Frantar, P. 2008: Vodna bilanca Slovenije 1971–2000. Agencija Republike Slovenije za okolje, Ministrstvo za okolje in prostor. Ljubljana.
- Bauer, B. O. 2004: Geomorphology. Encyclopedia of geomorphology, 1. zvezek. London.

- Bavec, M., Budkovič, T., Komac, M. 2005: Geohazard – geološko pogojena nevarnost zaradi procesov pobočnega premikanja: Primer občine Bovec. *Geologija* 48-2. Ljubljana.
- Bavec, M., Ribičič, M., Trajanova, M., Budkovič, T., Kumelj, Š., Klabus, A., Sodnik, J., Mikoš, M. 2008: Assessment of debris-flow hazard in NW Slovenia: Field work in headwaters of the Upper Sava river and investigations on fan sediments. 11<sup>th</sup> congress INTERPRAEVENT. Klagenfurt.
- Belec, B. 1983: Fizična geografija, 1. del. Pedagoška akademija Univerze v Mariboru. Maribor.
- 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. Amsterdam.
- Boardman, J. 2006: Soil erosion science: Reflections on the limitation of current approaches. *Catena* 68, 2–3. Amsterdam.
- Brilly, M., Mikoš, M., Šraj, M. 1999: Vodne ujme – varstvo pred poplavami, erozijo in plazovi. Ljubljana.
- Budkovič, T. 2002: Karta geološko pogojene ogroženosti na primeru občine Bovec. *Ujma* 16. Ljubljana.
- Buser, S. 1986: List in tolmač Tolmin in Videm (Udine). Osnovna geološka karta SFRJ 1 : 100.000. Beograd.
- Caine, N. 1980: The rainfall intensity – duration control of shallow landslides and debris flows. *Geografiska Annaler* 62A, 1–2. Uppsala.
- Cendrero, A., Dramis, F. 1996: The contribution of landslides to landscape evolution in Europe. *Geomorphology* 15, 3–4. Amsterdam.
- Chorley, R. J., Schumm, S. A., Sugden, D. E. 1984: *Geomorphology*. London.
- Chung, C. F., Fabbri, A. G. 1993: The representation of geoscience information for data integration. *Natural resources research* 2-2. Dordrecht.
- Crozier, M. J. 2004a: Landslide. *Encyclopedia of geomorphology*, 2. zvezek. London.
- Crozier, M. J. 2004b: Magnitude-frequency concept. *Encyclopedia of geomorphology*, 2. zvezek. London.
- Cruden, D. M., Varnes, D. J. 1996: Landslide types and processes. *Landslides: investigation and mitigation*. Washington, D. C.
- Cvek, T. (ur.) 1999: Zbornik predavanj: II. slovensko posvetovanje o zemeljskih plazovih. Ljubljana.
- Černuta, R., Komac, B. 2007: Kako je nastal skalni podor v Loški steni – vpliv potresov na oblikovanje površja. Delo 49–158 (12. julij 2007). Ljubljana.
- Dempster, A. P. 1968: A generalization of Bayesian inference. *Journal of the royal statistical society* B30. Medmrežje: <http://www.glenshafer.com/assets/downloads/articles/article48.pdf> (26. 2. 2007).

- Dolšina, A. 1990: Stabilnost brežine kamninskega podora pri partizanski bolnici Fra-nja. Diplomsko delo. Odsek za geologijo Fakultete za naravoslovje in tehnologijo Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Drnovšek, V. 1992: Zemeljski plazovi novembra 1991 in plazovitost v Zasavju. Ujma 6. Ljubljana.
- Državni razvojni program Republike Slovenije za obdobje 2007–2013. Vlada Republike Slovenije. Ljubljana, 2008.
- Državni razvojni program za obdobje 2001–2006. Ministrstvo za gospodarstvo. Ljubljana, 2001.
- Đurović, B. 2004: Določanje podorne ogroženosti prostora. Diplomsko delo. Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Đurović, B., Mikoš, M. 2004: Preventivno obvladovanje tveganj zaradi naravnih nevarnosti: Postopki v alpskih državah in Sloveniji. Acta hydrotechnica 22–36. Ljubljana.
- Đurović, B., Ribičič, M., Mikoš, M. 2005: RHDM postopek analize potencialne ogroženosti zaradi odlomne nevarnosti. Geologija 48-1. Ljubljana.
- Easterbrook, D. J. 1999: Surface processes and landforms. New Jersey.
- Enotna evidenca hišnih števil (2002). Geodetska uprava Republike Slovenije. Ljubljana.
- Fazarinc, R., Mikoš, M. 1992: Feststoffmobilisierung als Folge der extremen Niederschläge in Slowenien. Schutz des Lebensraumes vor Hochwasser, Muren und Lawinen. Internationales Symposium Interpraevent 1992–1. Klagenfurt.
- Fazarinc, R., Pintar, J. 1991: Plazna erozija kot posledica intenzivnih padavin. Gradbeni vestnik 40, 1–2. Ljubljana.
- Fridl, J., Gabrovec, M., Hrvatini, M., Orožen Adamič, M., Pavšek, M., Perko, D. 1996: Tipi pokrajin in naravne nesreče. Spodnje Podravje s Prlekijo, 17. zborovanje slovenskih geografov. Ljubljana.
- Fridl, J., Kladnik, D., Orožen Adamič, M., Perko, D. (ur.) 1998: Geografski atlas Slovenije: Država v prostoru in času. Ljubljana.
- Gabrovec, M. 1990: Uporaba digitalnega modela reliefa pri proučevanju usadov na primeru doline Lahomnice. Geomorfologija in geoekologija. Ljubljana.
- Gabrovec, M., Brečko, V. 1990: Poplave in usadi v dolini Lahomnice. Ujma 4. Ljubljana.
- Gabrovec, M., Hrvatini, M. 1998: Površje. Geografski atlas Slovenije: Država v prostoru in času. Ljubljana.
- Gams, I. 1956: Zemljepisno izrazje: usad – podor – kameniti plaz – soliflukcija – kraški udor in še kaj. Geografski obzornik 3-1. Ljubljana.
- Gams, I. 1959: Geomorfologija in izraba tal v Pomurju. Geografski zbornik 5. Ljubljana.
- Gams, I. 1983a: Naravne nesreče v Sloveniji v pregledu. Naravne nesreče v Sloveniji kot naša ogroženost. Ljubljana.

- Gams, I. 1983b: O razsežnosti in potrebnosti raziskovanja naravnih nesreč v Jugoslaviji. Naravne nesreče v Jugoslaviji s posebnim ozirom na metodologijo geografskega proučevanja. Ljubljana.
- Gams, I. 1989a: Terminologija premikanja zemeljskih gmot. Ujma 3. Ljubljana.
- Gams, I. 1989b: Termini za premikanje zemeljskih gmot. Geografski vestnik 61. Ljubljana.
- Gams, I. 1991a: Ujma 1990 v Mislinjski in Mežiški dolini. Ujma 5. Ljubljana.
- Gams, I. 1991b: Dvojno življenje melišč. Proteus 53-8. Ljubljana.
- Gams, I. 2000/2001: Mangartski plaz v luči plazovne terminologije. Ujma 14–15. Ljubljana.
- Gams, I. 2003: Kras v Sloveniji v prostoru in času. Založba ZRC. Ljubljana.
- Gams, I., Bat, M. 1983: Metodologija kartiranja ogroženosti visokogorskih dolin. Naravne nesreče v Jugoslaviji s posebnim ozirom na metodologijo geografskega proučevanja. Ljubljana.
- Geografija. Leksikoni Cankarjeve založbe. Ljubljana, 1985.
- Gleick, J. 1991: Kaos – rojstvo nove znanosti. Ljubljana.
- Golob, U. 1998: Podori in ljudsko izročilo. Gea 8-4. Ljubljana.
- Golob, U., Hrvatin, M. 1996: Rock' n' roll v slovenskih gorah. Grif 1-3. Ljubljana.
- Goudie, A., Atkinson, B. W., Gregory, K. J., Simmons, I. G., Stoddart, D. R., Sugden, D. 1994: The encyclopedic dictionary of physical geography. Oxford.
- Govi, M., Sorzana, P. F. 1980: Landslide susceptibility as a function of critical rainfall amount in Piedmont basin (north-western Italy). Studia geomorphologica Carpatho-Balcanica 14. Kraków.
- Gregorač, V. 1995: Mali leksikon geologije. Ljubljana.
- Grimšičar, A. 1983: Zemeljski plazovi v Sloveniji. Naravne nesreče v Sloveniji kot naša ogroženost. Ljubljana.
- Heckerman, D. E. 1986: Probabilistic interpretation of MYCIN's certainty factors. Uncertainty in artificial intelligence. New York.
- Heritage, A., Hrvatin, M., Perko, D. (ur.) 2001: Družinski atlas sveta. Ljubljana.
- Habič, P. 1984: Nenadni udori in hidrografska funkcija podorov v krasu. Naš krš 10. Sarajevo.
- Highland, L. 2004: Landslide types and processes. Medmrežje: <http://pubs.usgs.gov/fs/2004/3072/pdf/fs2004-3072.pdf> (5. 11. 2008).
- Hoek, E., Bray J. 1977: Rock slope engineering. London.
- Horvat, A. 1993: Sanacija Tratičnikovega plazu v Podvolovjeku. Ujma 7. Ljubljana.
- Horvat, A. 1999a: Določanje erozijsko ogroženih območij v Sloveniji. Gozdarski vestnik 57-4. Ljubljana.
- Horvat, A. 1999b: Preventiva pred zemeljskimi plazovi. Zbornik predavanj: II. slovensko posvetovanje o zemeljskih plazovih. Ljubljana.
- Horvat, A. 2001: Metode določanja erozijsko ogroženih območij. Doktorsko delo. Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani. Ljubljana.

- Horvat, A. 2006: Izbrana poglavja s področja urejanja hudourniških območij. Ljubljana.
- Horvat, A., Galič, R. 1998: Sanacija Macesnikovega plazu pod Olševo. Ujma 12. Ljubljana.
- Hrvat, M., Pavšek, M. 1995: Podor na Mangartu. Geografski obzornik 42-3. Ljubljana.
- Hrvat, M., Perko, D. 2002: Ugotavljanje ukrivljenosti površja z digitalnim modelom višin in njena uporabnost v geomorfologiji. Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 2001–2002. Ljubljana.
- Ilešič, S. 1956: Dobrač, podrta gora nad slovensko zemljo. Planinski vestnik 56-2. Ljubljana.
- Ilešič, S. 1969: Dobrač, podrta gora nad slovensko zemljo. Planinsko berilo. Ljubljana.
- Jež, J. 2005: Ocena možnosti nastopanja regionalnih plazov na območju Rebrnic nad Vipavsko dolino. Diplomsko delo. Oddelek za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Jež, J. 2007: Vzroki in mehanizem zemeljskega plazenja na Rebrnicah v Vipavski dolini. Geologija 50-1. Ljubljana.
- Jurkoveš, B. 2001: Izdelava karte geološko pogojene ogroženosti občine Bovec (1:25.000). Ujma 14–15. Ljubljana.
- Justin, B. 2006: Izdelava programa ocene ogroženosti pred zemeljskimi plazovi. Elaborat. Inštitut za ekološke raziskave ERICO. Velenje.
- Kajfež Bogataj, L., Bergant, K., Črepinšek, Z., Cegnar, T., Sušnik, A. 2004: Scenariji podnebnih sprememb kot temelj za oceno ogroženosti z vremensko pogojenimi naravnimi nesrečami v prihodnosti. Zaključno poročilo o rezultatih opravljenega raziskovalnega dela na projektu ciljnega raziskovalnega programa Konkurenčnost Slovenije 2001–2006. Oddelek za agronomijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Kert, B. 1959: Geomorfologija severozahodnih Slovenskih gor. Geografski zbornik 5. Ljubljana.
- Kladnik, D. 1980: Možnost uporabe poskusnih modelov v fizični geografiji na primeru proučevanja melišč. Geografski vestnik 52. Ljubljana.
- Kladnik, D. 1981: Melišča v Kamniško-Savinjskih Alpah. Gorenjska. 12. zborovanje slovenskih geografov. Ljubljana.
- Kladnik, D. 1991: Ujma 1990 v Podvolovljeku. Ujma 5. Ljubljana.
- Kladnik, D., Gabrovec, M. 1998: Raba tal. Geografski atlas Slovenije: Država v prostoru in času. Ljubljana.
- Kladnik, D. 2001: Geografija. Dudnovi tematski leksikoni. Tržič.
- Kladnik, D., Lovrenčak, F., Orožen Adamič M. (ur.) 2005: Geografski terminološki slovar. Ljubljana.



- Kolbezen, M., Pristov, J. 1998: Površinski vodotoki in vodna bilanca Slovenije. Hidro-meteorološki zavod Republike Slovenije, Ministrstvo za okolje in prostor. Ljubljana.
- Komac, B. 2001a: Geografski vidiki nesreče. Ujma 14–15. Ljubljana.
- Komac, B. 2001b: Ko se strese zemlja, novembrska ujma pod Mangartom. Grif 34. Ljubljana.
- Komac, B. 2001c: Ko se strese zemlja, novembrska ujma pod Mangartom. Grif 35. Ljubljana.
- Komac, B. 2003: Drobirski tok pod Mangartom. Slovenija. Vodniki Ljubljanskega geografskega društva. Ljubljana.
- Komac, B., Natek, K., Pečnik, M., Zorn, M. 2006: Ogroženost Zgornje Savinjske doline zaradi recentnih geomorfnih 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. 2002a: Aplikativne možnosti geografije pri preučevanju pobočnih procesov. Dela 18. Ljubljana.
- Komac, B., Zorn, M. 2002b: Recentni pobočni procesi v Zgornjem Posočju. Geografski obzornik 49-1. Ljubljana.
- Komac, B., Zorn, M. 2002c: Plaz nad Kosečcem – geografski pogled na ujmo. Ujma 16. Ljubljana.
- Komac, B., Zorn, M. 2005a: Soil erosion on agricultural land in Slovenia – measurements of rill erosion in the Besnica valley. Acta geographica Slovenica 45-1. Ljubljana.
- Komac, B., Zorn, M. 2005b: Zemljevid ogroženosti Zgornje Savinjske doline zaradi zemeljskih plazov in skalnih podorov. Ujma 19. Ljubljana.
- Komac, B., Zorn, M. 2005c: Geomorfološke nesreče in trajnostni razvoj. IB revija 39-4. Ljubljana.
- Komac, B., Zorn, M. 2006a: Pleistocenski zemeljski plazov pri Selu v Vipavski dolini. Narava proti družbi?, Program, povzetki predavanj in vodnik po ekskurziji 3. Melikovih geografskih dni. Ljubljana.
- Komac, B., Zorn, M. 2006b: Zemeljski plazovi na Rebrnicah. Narava proti družbi?, Program, povzetki predavanj in vodnik po ekskurziji 3. Melikovih geografskih dni. Ljubljana.
- Komac, B., Zorn, M. 2006c: Zemeljski plazovi v Goriških brdih. Narava proti družbi?, Program, povzetki predavanj in vodnik po ekskurziji 3. Melikovih geografskih dni. Ljubljana.
- Komac, B., Zorn, M. 2007a: Pobočni procesi in človek. Geografija Slovenije 15. Ljubljana.
- Komac, B., Zorn, M. 2007b: Modeliranje naravnih procesov na primeru zemeljskih plazov. Dela 28. Ljubljana.

- Komac, B., Zorn, M. 2007c: Meritve in modeliranje erozije v Sloveniji. Strategija varovanja tal v Sloveniji. Ljubljana.
- Komac, B., Zorn, M. 2008a: Plazovitost Goriških brd. Terasirana pokrajina Goriških brd. Geografija Slovenije 17. Ljubljana.
- Komac, B., Zorn, M. 2008b: Fenomeni franosi a Goriška Brda. Paesaggi terrazzati dell'arco alpino. Venezia.
- Komac, M. 2003: Napoved tveganja pred plazovi z analizo satelitskih in drugih prostorskih podatkov. Doktorsko delo. Oddelek za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Komac, M. 2004a: Napoved ogroženosti prebivalstva zaradi plazov na območju osrednje Slovenije. Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 2003–2004. Ljubljana.
- Komac, M. 2004b: Model stopnje ogroženosti plazov na osnovi multivariatne analize. Geologija 47-2. Ljubljana.
- Komac, M. 2005a: Intenzivne padavine kot sprožilni dejavnik pri pojavljanju plazov v Sloveniji. Geologija 48-2. Ljubljana.
- Komac, M. 2005b: Napoved verjetnosti pojavljanja plazov z analizo satelitskih in drugih prostorskih podatkov. Ljubljana.
- Komac, M. 2005c: Verjetnostni model napovedi nevarnih območij glede na premike pobočnih mas – primer občine Bovec. Geologija 48-2. Ljubljana.
- Komac, M. 2006: A landslide susceptibility model using the analytical hierarchy process method and multivariate statistics in perialpine Slovenia. Geomorphology 74, 1–4. Amsterdam.
- Komac, M., Fajfar, D., Ravnik, D., Ribičič, M. 2007: Slovenian national landslide database – a promising approach to slope mass movement prevention plan. Geologija 50-2. 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. 2006: Landslide susceptibility map of Slovenia at scale 1 : 250.000. Geologija 49-2. Ljubljana.
- Komac, M., Ribičič, M. 2008: Zemljevid verjetnosti pojavljanja plazov v Sloveniji 1 : 250.000. Ljubljana.
- Kovač, M., Kočevar, M. 2001: Plaz Slano blato nad Lokavcem pri Ajdovščini. Ujma 14–15. Ljubljana.
- Kralj, V. 1993: Zemeljski plazovi jeseni 1992 v zagorski občini. Ujma 7. Ljubljana.
- Kunaver, J. 1975: Vodnik ekskurzij po zgornjem Posočju, 10. zborovanje slovenskih geografov. Ljubljana.
- Kunaver, J. 1995: Podor. Enciklopedija Slovenije, 9. zvezek. Ljubljana.
- Kunaver, J. 2000: Usad. Enciklopedija Slovenije, 14. zvezek. Ljubljana.
- Kunaver, J., Drobnjak, B., Klemencič, M., Lovrenčak, F., Luževič, M., Pak, M., Senegačnik, J. 1997: Obča geografija za 1. letnik srednjih šol. 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. Amsterdam.
- Leban, V. 1950: Nanos – gospodarska povezava s soseditvom. *Geografski vestnik* 22. Ljubljana.
- Logar, J., Fifer Bizjak, K., Kočevar, M., Mikoš, M., Ribičič, M., Majes, B. 2005: History and present state of the Slano Blato landslide. *Natural hazards and earth system sciences* 5. 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. Amsterdam.
- Maher, I., Pavšek, M. 1994: Si bomo podrli gore na glavo? *Planinski vestnik* 94-2. Ljubljana.
- Maksimalne 24-urne padavine za sto letno povratno dobo: merilo 1 : 250.000. Oddelek za klimatologijo Hidrometeorološkega zavoda Republike Slovenije. Ljubljana, 1995.
- Melik, A. 1954: Slovenski alpski svet. Ljubljana.
- Melik, A. 1957: Štajerska s Prekmurjem in Mežiško dolino. Ljubljana.
- Melik, A. 1961: Vitranc, Zelenci in Bovško – geomorfološke študije iz zahodnih Alp. *Geografski zbornik* 6. Ljubljana.
- Melik, A. 1962: Bovec in Bovško – regionalnogeografska študija. *Geografski zbornik* 7. Ljubljana.
- Melik, A., Arlič, S., Gams, I., Kolenik, E., Marolt, S., Predan, D., Radinja, M., Rebernik, D., Sore, A., Šifrer, M., Zupančič, Z., Žagar, M. 1954: Povodenj okrog Celja junija 1954. *Geografski vestnik* 26. Ljubljana.
- Meze, D. 1963: H geomorfologiji Voglajnske pokrajine in Zgornjega Sotelskega. *Geografski zbornik* 8. Ljubljana.
- Meze, D. 1991: Ujma 1990 v Gornji Savinjski dolini, med Lučami in Mozirsko kotlinico. *Ujma* 5. Ljubljana.
- Mihevč, A. 1996: Brezstropa jama pri Povirju. *Naše jame* 38. Ljubljana.
- Mihevč, A. 2007: The age of karst relief in West Slovenia. *Acta carsologica* 36-1. Ljubljana.
- Mihevč, A., Slabe, T., Šebela, S. 1998: Jama brez stropa – podedovani element v kraški morfologiji; primer s Krasa. *Acta carsologica* 27-1. Ljubljana.
- Mikoš, M. 1995: Soodvisnost erozijskih pojavov v prostoru. *Gozdarski vestnik* 53-9. Ljubljana.
- Mikoš, M. 1997: Ocena ogroženosti alpskega sveta z naravnimi ujмами. *Gradbeni vestnik* 46, 1–3. Ljubljana.
- Mikoš, M. 1999: Izrazoslovje na področju erozijskih pojavov s predlogom večjezičnega slovarja. Razprave tretjega posvetovanja slovenskih geoteknikov. Maribor.

- Mikoš, M. 2000: Izrazje na področju erozijskih pojavov. Gradbeni vestnik 49-5. Ljubljana.
- Mikoš, M. 2008 (ur.): Ocena ogroženosti zaradi delovanja drobirskih tokov. Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- 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: končno poročilo. Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Mikoš, M., Brilly, M., Ribičič, M. 2004: Poplave in zemeljski plazovi v Sloveniji. Acta hydrotechnica 22–37. Ljubljana.
- Mikoš, M., Brilly, M., Fazarinc, R., Ribičič, M. 2006: Strug landslide in W Slovenia: a complex multi-process phenomenon. Engineering geology 83, 1–3. Amsterdam.
- Mikoš, M., Fazarinc, R., Majes, B. 2007: Delineation of risk area in Log pod Mangartom due to debris flows from the Stože landslide. Acta geographica Slovenica 47-2. Ljubljana.
- Mikoš, M., Fazarinc, R., Ribičič, M. 2006: Sediment production and delivery from recent large landslides and earthquake-induced rock falls in the Upper Soča River Valley, Slovenia. Engineering geology 84. Amsterdam.
- Mirtič, B., Mladenovič, A., Ramovš, A., Senegačnik, A., Vesel, J., Vižintin, N. 1999. Slovenski naravni kamen. Ljubljana.
- Nacionalna podatkovna baza zemeljskih plazov. Uprave Republike Slovenije za zaščito in reševanje Ministrstva za obrambo Republike Slovenije. Ljubljana, 2006.
- Nacionalni program varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami. Uradni list Republike Slovenije 44/2002. Ljubljana, 2002.
- Načrt priprave državnega razvojnega programa 2007–2013. Služba Vlade Republike Slovenije za strukturno politiko in regionalni razvoj. Ljubljana, 2004.
- Natek, K. 1985: Geomorfološko dogajanje, čas in mi. Proteus 8-4. Ljubljana.
- Natek, K. 1989a: Vloga usadov pri geomorfološkem preoblikovanju Voglajnskega gričevja. Geografski zbornik 29. Ljubljana.
- Natek, K. 1989b: Erozija. Enciklopedija Slovenije, 3. zvezek. Ljubljana.
- Natek, K. 1990a: Usadi v terciarnem gričevju vzhodne Slovenije. Geomorfologija in geoekologija. Ljubljana.
- Natek, K. 1990b: Geomorfološke značilnosti usadov v Halozah. Ujma 4. Ljubljana.
- Natek, K. 1991: Plazovi v Gornji Savinjski dolini. Ujma 5. Ljubljana.
- Natek, K. 1996: Ogroženost in regeneracijske sposobnosti površja severovzhodne Slovenije na osnovi regeneracije površja v Halozah po katastrofalnem neurju julija 1989. Spodnje Podravje s Prlekijo, 17. zborovanje slovenskih geografov. Ljubljana.
- Natek, K. 2007. Geografske dimenzije naravnih nesreč in varstva pred njimi. Dela 28. Ljubljana.
- Natek, K., Hočvar, M., Vidmar, M. 2000: Geografija: shematski pregledi. 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.
- Natek, M. 1991: Nekateri geografski vidiki in učinki povodnji v Spodnji Savinjski dolini 1. novembra 1990. Ujma 5. Ljubljana.
- Natek, M. 1992: Odprava posledic povodnji 1. novembra 1990 v Spodnji Savinjski dolini. Ujma 6. Ljubljana.
- Natek, M. 1995: Poplave v porečju Bolske leta 1994. Ujma 9. Ljubljana.
- Odlok o programu priprave lokacijskega načrta za vplivno območje plazu Strug nad vasjo Koseč v Občini Kobarid. Uradni list Republike Slovenije 92/2003. Ljubljana, 2003.
- Orožen Adamič, M. 1988: Škoda in odpravljanje posledic zemeljskega plazu v Zagorju. Ujma 2. Ljubljana.
- Orožen Adamič, M. 1990: Podor v Trenti. Ujma 4. Ljubljana.
- Orožen Adamič, M. 1993: Ogroženost slovenske zemlje po naravnih nesrečah (s posebnim ozirom na Ljubljano). Doktorska disertacija. Oddelek za geografijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Orožen Adamič, M. 1998: Naravne nesreče. Geografski atlas Slovenije: Država v prostoru in času. Ljubljana.
- Orožen Adamič, M. 1998: Usadi. Slovenija – pokrajine in ljudje. Ljubljana.
- Orožen Adamič, M., Hrvatina, M. 2000: Ogroženost zaradi naravnih nesreč. Ljubljana: geografija mesta. Ljubljana.
- Orožen Adamič, M., Perko, D. 1996: Earthquake threat to municipalities and settlements in Slovenia. Geografski zbornik 36. Ljubljana.
- Orožen Adamič, M., Vidic, F. 1991: Ujma 1990 v Škofjeloškem hribovju. Ujma 5. Ljubljana.
- Pavlovec, R. 1975: Šestdeset let Seidlovih sprehodov po Goriškem. Koledar Goriške Mohorjeve družbe. Gorica.
- Pavšek, M. 1992: Ogroženost Triglavskih dolin Kot in Vrata zaradi naravnih nesreč. Ujma 6. Ljubljana.
- Pavšek, M. 1994a: Skalni podor v Trenti. Ujma 8. Ljubljana.
- Pavšek, M. 1994b: Zemeljski plaz pod Krnom. Ujma 8. Ljubljana.
- Pavšek, M. 1996: Skalni podor na Velikem Mangartu. Ujma 10. Ljubljana.
- Pavšek, M. 2000: Fizičnogeografska pogojenost snežnih plazov v slovenskih Alpah s posebnim ozirom na preventivo. Magistrsko delo. Oddelek za geografijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Pavšek, M. 2002: Snežni plazovi v Sloveniji. Geografija Slovenije 6. Ljubljana.
- Pavšič, J. (ur.) 2006: Geološki terminološki slovar. Ljubljana.
- Pečnik, M. 2002: Možnosti nastanka zemeljskih plazov na osnovi geomorfoloških značilnosti površja v Zgornji Savinjski dolini. Diplomsko delo. Oddelek za geografijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani. Ljubljana.

- Pečnik, M. 2003: Zemeljski plazovi: tveganje ali naravni proces? Gea 13-2. Ljubljana.
- Perko, D. 1990: Ogroženost vzhodne Krške kotline zaradi naravnih nesreč. Ujma 4. Ljubljana.
- Perko, D. 1992a: Naravne nesreče in digitalni model reliefa. Ujma 6. Ljubljana.
- Perko, D. 1992b: Poplave kot sestavina splošne ogroženosti Slovenije zaradi naravnih nesreč. Poplave v Sloveniji. Ljubljana.
- Perko, D. 2001: Analiza površja Slovenije s stometrskim digitalnim modelom reliefa. Geografija Slovenije 3. Ljubljana.
- Perko, D. 2007: Morfometrija površja Slovenije. Georitem 3. Ljubljana.
- Perko, D., Kladnik, D. 1998: Nova regionalizacija Slovenije. Slovenija – pokrajine in ljudje. Ljubljana.
- Perko, D., Orožen Adamič, M. (ur.) 1998: Slovenija – pokrajine in ljudje. Ljubljana.
- Petje, U. 2005: Analiza nevarnosti padajočega kamenja na cestah v alpskem prostoru. Magistrsko delo. Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Petje, U., Mikoš, M., Majes, B. 2005: Modeliranje gibanja skalnih podorov. Acta hydro-technica 23-38. Ljubljana.
- Petje, U., Mikoš, M., Ribičič, M. 2005: Ocena nevarnosti padajočega kamenja za odsek regionalne ceste v dolini Trente. Geologija 48-2. Ljubljana.
- Petje, U., Ribičič, M., Mikoš, M. 2005: Computer simulation of stone falls and rock-falls. Acta geographica Slovenica 45-2. Ljubljana.
- Planina, F. 1951: Podori in usadi. Proteus 13, 4–5. Ljubljana.
- Planina, F. 1952: Podor na Javorščku. Geografski vestnik 24. Ljubljana.
- Plut, D. 2005. Teoretična in vsebinska zasnova trajnostno sonaravnega napredka. Dela 23. Ljubljana.
- Plut, D., Gosar, A., Klemenčič, M. 1978: Poskus vrednotenja alpskega sveta na primeru doline Koritnice. Zgornje Posočje, 10. zborovanje slovenskih geografov. Ljubljana.
- Podobnikar, T., Oštir K. 1999: InSAR DMV 25. Ljubljana.
- Popit, T., Košir, A. 2003: Pleistocenski plaz pri Selu v Vipavski dolini. Geološki zbornik 17. Ljubljana.
- Raba kmetijskih zemljišč, različica 2002. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. Ljubljana, 2004.
- Radinja, D. 1971: Usad nad Podrago v Vipavski dolini, Primer porušenega ravnotežja v flišni submediteranski pokrajini. Geografski zbornik 12. Ljubljana.
- Radinja, D. 1974: Usadi na Sotelskem v pokrajinski luči. Voglajnsko-Sotelska Slovenija, 9. zborovanje slovenskih geografov. Ljubljana.
- Radinja, D. 1983a: Naravne nesreče v geografski luči. Naravne nesreče v Jugoslaviji s posebnim ozirom na metodologijo geografskega proučevanja. Ljubljana.
- Radinja, D. 1983b: Usadi v subpanonski Sloveniji. Naravne nesreče v Sloveniji kot naša ogroženost. Ljubljana.

- Repolusk, P. 1991: Učinki poplav 1990 v zgornjem toku Kamniške Bistrice. Ujma 5. Ljubljana.
- Resolucija o nacionalnem programu varstva okolja. Uradni list Republike Slovenije 02/2006. Ljubljana, 2006.
- Režun, B., Janež, J., Trauner, L., Špacapan, I. (ur.) 1994: Prvo slovensko posvetovanje o zemeljskih plazovih. Idrija.
- Ribičič, M. 1999a: Osnovni pojmi in definicije o plazanju ter sorodnih pojavih. Zbornik predavanj: II. slovensko posvetovanje o zemeljskih plazovih. Ljubljana.
- Ribičič, M. 1999b: Kataster plazov. Zbornik predavanj: II. slovensko posvetovanje o zemeljskih plazovih. Ljubljana.
- Ribičič, M. 2001: Inženirska geologija: skripta. Oddelek za geologijo Naravoslovno-tehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Ribičič, M. 2002a: Zemeljski plazovi, usadi in podori. Naravne nesreče in varstvo pred njimi. Ljubljana.
- Ribičič, M. 2002b: Izračun volumnov in sanacija plazu Slano Blato nad Lokavcem pri Ajdovščini. Ujma 16. Ljubljana.
- Ribičič, M. 2003: Landslide mapping with the GIS. Geologija 46-2. 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.
- Ribičič, M., Mikoš, M. 2002: Varstvo pred zemeljskimi plazovi. Nesreče in varstvo pred njimi. Ljubljana.
- Ribičič, M., Šinigoj, J. 1996: Karte ogroženosti in tveganja zaradi plazov na območju Slovenije. Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 1995–1996. Ljubljana.
- Ribičič, M., Šinigoj, J., Komac, M. 2003: New general engineering geological map of Slovenia. Geologija 46-2. Ljubljana.
- Ribičič, M., Vidrih, R. 1998: Plazovi in podori kot posledica potresov. Ujma 12. Ljubljana.
- Ribičič, M., Vidrih, R., Godec, M. 2000: Seizmogeološki in geotehnični pogoji gradnje v zgornjem Posočju. Geologija 43-1. Ljubljana.
- Rojšek, D. 1991: Naravne znamenitosti Posočja. Ljubljana.
- Rojšek, D. 1995: Podor na Mangartu. Proteus 58-4. Ljubljana.
- Ruff, M., Czurda, K. 2008: Landslide susceptibility analysis with a heuristic approach in the Eastern Alps (Vorarlberg, Austria). *Geomorphology* 94, 3–4. Amsterdam.
- Seidl, F. 1919: Melov plaz pri Zagorju 16. januarja leta 1917. *Glasnik muzejskega društva za Slovenijo* 1, 1–4. Ljubljana.
- Selby, M. J. 1974: Dominant geomorphic events and landform evolution. *Bulletin of the international association of engineering Geology* 9-1. Krefeld.
- Shafer, G. 1990: Perspectives on the theory and practice of belief functions. *International journal of approximate reasoning* 3. Medmrežje: <http://www.glennshafer.com/assets/downloads/articles/article48.pdf> (26. 2. 2007).

- Shorthliffe, E. H., Buchanan, G. G. 1975: A model of inexact reasoning in medicine. *Mathematical biosciences* 23. New York.
- Siegel, F. R. 1996: *Natural and antropogenic hazards in developement planning*. San Diego.
- Simonett, D. S. 1968: *Ladslides. The encyclopedia of geomorphology*. New York.
- Skaberne, D. 2000/2001: Prispevek k slovenskemu izrazoslovju za pobočna premikanja. *Ujma* 14–15. Ljubljana.
- Skaberne, D. 2001: Predlog slovenskega izrazoslovja pobočnih premikanj – pobočnega transporta. *Geologija* 44-1. Ljubljana.
- Slušatelj Oddelka za geografijo FF, 1971: Kamniti plaz s Kokrskega sedla v kot doline Kamniške Bistrice. *Proteus* 33–5. Ljubljana.
- Sodnik, J. 2005: Metode za ocenjevanje ogroženosti z drobirskimi tokovi. Diplomsko delo. Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Sodnik, J., Mikoš, M. 2006: Estimation of magnitudes of debris flows in selected torrential watersheds in Slovenia. *Acta geographica Slovenica* 46-1. Ljubljana.
- Sore, A. 1963: Zemeljski plazovi na Zgornjem Sotelskem. *Geografski zbornik* 8. Ljubljana.
- Sore, A. 1970: Zemeljski plazovi na ozemlju celjske občine. *Celjski zbornik* 13. Celje.
- Staut, M., Kovačič, G., Ogrin, D. 2007: The spatial cognition of Mediterranean in Slovenia: (in)consistency between perception and physical definitions. *Acta geographica Slovenica* 47-1. Ljubljana.
- Strategija prostorskega razvoja Slovenije. Direktorat za prostor, Urad za prostorski razvoj, Ministrstvo za okolje, prostor in energijo. Ljubljana, 2004. Medmrežje: [http://www.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/publikacije/drugo/sprs\\_slo.pdf](http://www.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/publikacije/drugo/sprs_slo.pdf) (7. 8. 2008).
- Summerfield, M. A. 1991: *Global geomorphology: An introduction to the study of landforms*. New York.
- Šifer, M. 1955: Dolina Tolminke in Zalašce v pleistocenu. *Geografski zbornik* 3. Ljubljana.
- Šifer, M. 1960: Geografski učinki neurja med Konjicami in Krškim. *Geografski vestnik* 32. Ljubljana.
- Šifer, M. 1962: Geografski učinki neurja med Peco in Zgornjo Pako. *Geografski zbornik* 7. Ljubljana.
- Šifer, M. 1981: Katastrofalni učinki neurij v severovzhodni Sloveniji avgusta 1980. *Geografski zbornik* 21. Ljubljana.
- Tomšič, J. 2003: Zemeljski plazovi v Sloveniji. Diplomsko delo. Fakulteta za družbene vede Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Tretje slovensko posvetovanje o zemeljskih plazovih. Rogla, 1999.
- Uredba o lokacijskem načrtu za vplivno območje plazu Strug nad vasjo Koseč v občini Kobarid. Uradni list Republike Slovenije 93/2005. Ljubljana, 2005.



- Uredba o pogojih in omejitvah gradnje na območju Loga pod Mangartom, ogroženem zaradi pojava drobirskih tokov. Uradni list Republike Slovenije 87/2004. Ljubljana, 2004.
- Ušeničnik, B. (ur.) 2002: Nesreče in varstvo pred njimi. Ljubljana.
- Varnes, D.J. 1978: Slope movements types and processes. Landslides – analyses and control. Washington, D. C.
- Velikonja, Š. 2008: Naravne nesreče v slovenskem gorskem svetu v slovenski strokovni in planinski literaturi 1945–2006. Diplomsko delo. Oddelek za geografijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Verbič, T. 1998: Kamnine. Geografski atlas Slovenije: Država v prostoru in času. Ljubljana.
- Vertačnik, G. 2008: Klimatološki opis izjemnega padavinskega dogodka 18. septembra 2007. Ujma 22. Ljubljana.
- Vidrih, R. 2008: Potresna dejavnost Zgornjega Posočja. Ljubljana.
- Vidrih, R., Ribičič, M. 1994: Vpliv potresov na nastanek plazov v Sloveniji. Prvo slovensko posvetovanje o zemeljskih plazovih. Idrija.
- Vidrih, R., Ribičič, M. 1998: Porušitve naravnega ravnotežja v hribinah ob potresu v Posočju 12. aprila 1998 in Evropska makroseizmična lestvica (EMS-98). Geologija 41. Ljubljana.
- Vidrih, R., Ribičič, M. 2000: Posledice potresa v naravi. Ujma 13. Ljubljana.
- Vidrih, R., Ribičič, M., Suhadolc, P. 2001: Seismogeological effects on rocks during the 12 April 1998 upper Soča Territory earthquake (NW Slovenia). Tectonophysics 330, 3–4. Amsterdam.
- Waltham, A. C. 1994: Foundations of engineering geology. London.
- Westen, v. C. J., Seijmonsbergen, A. C., Mantovani, F. 1999: Comparing landslide hazard maps. Natural hazards 20, 2–3. Ljubljana.
- Westen, v. C. J. 1994: GIS in landslide hazard zonation: A review, with examples from the Andes of Colombia. Mountain environments and geographic information systems. London.
- Westen, v. C. J. 2008: Statistical landslide hazard analysis. Medmrežje: <http://www.itc.nl/ilwis/Applications/application05.asp> (22. 10. 2008).
- Zakon o prostorskem načrtovanju. Uradni list Republike Slovenije 33/2007. Ljubljana, 2007.
- Zakon o varstvu pred naravnimi in drugimi nesrečami. Uradni list Republike Slovenije 51/2006. Ljubljana, 2006.
- Zakon o vodah. Uradni list Republike Slovenije 67/2002. Ljubljana, 2002.
- Zakonu o urejanju prostora. Uradni list Republike Slovenije 110/2002. Ljubljana, 2002.
- Zemljič M., Horvat, A. 1999: Sodobni načini varstva pred porušitveno erozijo. Gozdarski vestnik 57-4. Ljubljana.
- Zorn, M. 2001: Gorski relief kot posledica skalnih podorov. Diplomsko delo. Oddelek za geografijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani. Ljubljana.

- Zorn, M. 2002a: Rockfalls in Slovene Alps. Geografski zbornik 42. Ljubljana.
- Zorn, M. 2002b: Podori na Dobraču. Geografski vestnik 74-2. Ljubljana.
- Zorn, M. 2004a: Nekateri recentni pobočni procesi v slovenskih Alpah. Znanstveno delo podiplomskih študentov v Sloveniji – »publish or perish!« Ljubljana.
- Zorn, M. 2004b: Nekateri večji skalni podori v Alpah. Ujma 17–18. Ljubljana.
- Zorn, M. 2005: Dobraški podori. Slovenija II. Vodniki Ljubljanskega geografskega društva. Ljubljana.
- Zorn, M. 2007a: Recentni geomorfni procesi na rečno-denudacijskem reliefu na primeru porečja Dragonje. Doktorska disertacija. Oddelek za geografijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Zorn, M. 2007b: Ali se zavedamo hitrosti erozijskih procesov – primer iz slovenske Istre. Dela 28. Ljubljana.
- Zorn, M. 2008a: Erozijski procesi v slovenski Istri. Geografija Slovenije 18. Ljubljana.
- Zorn, M. 2008b: Osmo mednarodna poletna šola za mlade geomorfologe. Geografski vestnik 80-2. Ljubljana.
- Zorn, M., Komac, B. 2002: Pobočni procesi in drobirski tok v Logu pod Mangartom. Geografski vestnik 74-1. Ljubljana.
- Zorn, M., Komac, B. 2004a: Avgustovska ujma v Zgornjesavski in Kanalski dolini. Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU. Ljubljana. Medmrežje: [www.zrc-sazu.si/giam/ukve-ratece.htm](http://www.zrc-sazu.si/giam/ukve-ratece.htm) (23. 2. 2004).
- Zorn, M., Komac, B. 2004b: Deterministic modeling of landslide and rockfall risk. Acta geographica Slovenica 44-2. Ljubljana.
- Zorn, M., Komac, B. 2004c: Recent mass movements in Slovenia. Slovenia – a geographical overview. Ljubljana.
- Zorn, M., Komac, B. 2005a: Geografska analiza naravnih nesreč v domači pokrajini – primer zemeljskih plazov. Geografija v šoli 15-3. Ljubljana.
- Zorn, M., Komac, B. 2005b: Erozijski prsti na kmetijskih zemljiščih v Sloveniji. Ujma 19. Ljubljana.
- Zorn, M., Komac, B. 2006: Geomorfologija in prostorsko planiranje. Urbani izziv 17, 1–2. 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: The debris flow in Log pod Mangartom, NW Slovenia. Monitoring, simulation, prevention and remediation of dense and debris flows II. WIT transactions on ecology and the environment 60. Southampton.

- Zorn, M., Komac, B., Pavšek, M., Pipan, P. 2007: Naravne nesreče v Posočju, na odseku med Kobaridom in Ajdovščino. Slovenija III. Vodniki Ljubljanskega geografskega društva. Ljubljana.
- Zorn, M., Mikoš, M. 2008: Umikanje skalnih pobočij na erozijskih žariščih v slovenski Istri. *Geologija* 51-1. Ljubljana.
- Zorn, M., Natek, K., Komac, B. 2006: Mass movements and flash-floods in slovene Alps and surrounding mountains. *Studia geomorphologica Carpatho-Balcanica* 40. Kraków.
- Zorn, M., Petan, S. 2007: Meritve medžlebične erozije na različnih rabah zemljišč v slovenski Istri. Strategija varovanja tal v Sloveniji. Ljubljana.
- Zorn, M., Petan, S. 2008: Interrill soil erosion on flysch soil under different land use in Slovene Istria. Conference papers: XXIV<sup>th</sup> conference of the Danubian countries on the hydrological forecasting and hydrological bases of water management. Ljubljana.
- Zupan, M. 2003: Regeneracija zemeljskih plazov v Halozah po katastrofalnem neurju leta 1989. Diplomsko delo. Oddelek za geografijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Zemljevid maksimalnih 24-urnih padavin s povratno dobo 100 let. Agencija Republike Slovenije za okolje. Ljubljana, 1995.
- Žiberna, I. 1991: Ujma 1990 v severovzhodni Sloveniji. Ujma 5. Ljubljana.
- Žiberna, I. 1992: Zemeljski plazovi po močnem deževju novembra 1991 v občinah Pesnica, Slovenska Bistrica in Ptuj. Ujma 6. Ljubljana.

### 13 Seznam slik

- Slika 1: Nekatere vrste pobočnih procesov glede na vlažnost in hitrost premikanja (Komac in Zorn 2002a, 178; Komac in Zorn 2007a, 34). 15
- Slika 2: Pobočni procesi oziroma zemeljski plazovi po Varnesu (1978; prirejeno po Highlandovi 2004). 20
- Slika 3: Premikanje preperine oziroma preperinski tok povzroči nagubanje sklenjene travne ruše, zaradi česar je na površju viden grbinast relief (Pâtârlagele, Romunija). 21
- Slika 4: Shema zemeljskega plazju (Komac in Zorn 2007a, 100). 21
- Slika 5: Šifrer (1981, 183) je ob neurju avgusta 1980 v severnem delu Slovenskih goric ugotovil povezanost zemeljskih plazov z izviri. Podobno smo lahko opazovali ob obilnih padavinah septembra 2007 v Selški dolini. Slika prikazuje ta pojav na odlomnem robu zemeljskega plazju pri Železnikih (desni plaz na sliki 6). 27

Slika 6: Ob obilnih padavinah septembra 2007 v Selški dolini ni nastala le poplava, pač pa so se sprožili tudi številni zemeljski plazovi, kot ta dva v Železnikih.	31
Slika 7: Premikanje telesa po nagnjeni površini (Hoek in Bray 1977, 24).	33
Slika 8: Zemeljski plaz Slano blato ogroža naselje Lokavec (barvni ortofotografski posnetek, © Geodetska uprava Republike Slovenije 2005).	38
Slika 9: Nekaj deset metrov globoki vodnjaki zbirajo vodo v zgornjem delu plazu.	40
Slika 10: Pogled na plaz nad Kosečem z levega brega Brsnika.	41
Slika 11: Pobočni procesi ogrožajo vas Koseč (barvni ortofotografski posnetek, © Geodetska uprava Republike Slovenije 2005).	42
Slika 12: Plaz Stovžje (zgoraj), pot (na sredini) in vršaj drobirskega toka v Logu pod Mangartom (spodaj) (barvni ortofotografski posnetek, © Geodetska uprava Republike Slovenije 2005).	43
Slika 13: Cesta Bovec–Predel ni več ogrožena, saj teče visoko nad dolino po največjem betonskem ločnem mostu v Triglavskem narodnem parku.	45
Slika 14: Macesnikov plaz (barvni ortofotografski posnetek, © Geodetska uprava Republike Slovenije 2005).	47
Slika 15: V Podvolovljeku je med novembrskimi poplavami leta 1990 zaradi Tratičnikovega plazu nastalo plazovno jezero.	48
Slika 16: Na desni je viden zemeljski plaz v vasi Raduha, ki se je sprožil 3. 11. 1990. Na levi je v plazni kotanji manjšega zemeljskega plazu kmetija Slapnik. Nad domačijo je približno 400 m široka polkrožna plazna kotanja starejšega plazu.	50
Slika 17: Po obilnih padavinah julija 1989 so se v Halozah sprožili številni usadi.	51
Slika 18: Po obilnih padavinah julija in avgusta 1989 so se v dolini Lahomnice sprožili številni manjši zemeljski plazovi.	52
Slika 19: Nekatere »prostorske omejitve« (tudi zemeljski plazovi), kot so prikazane v Strategiji prostorskega razvoja Slovenije (2004).	56
Slika 20: Načrt, ki opredeljuje rabo prostora na vplivnem območju drobirskega toka v Logu pod Mangartom (Mikoš, Fazarinc in Majes 2007, 182).	60
Slika 21: Razmerje med intenzivnostjo in verjetnostjo pojavljanja naravnih nesreč.	61
Slika 22: Običajen in zelen potek aktivnosti po naravnih nesrečah (Komac in Zorn 2005c, 95; Komac in Zorn 2007a, 174). Želja je, da bi več vlagali v preventivo, saj razmerja med sredstvi, vloženimi v sanacijo zemeljskih plazov, in prihranki, zaradi preventive znašajo od 10 do celo 2000 (Komac in Zorn 2005c, 88).	62

Slika 23: Gostota zemeljskih plazov v Sloveniji, izračunana na podlagi Nacionalne podatkovne baze zemeljskih plazov (Nacionalna ... 2006).	65
Slika 24: Ogroženost zaradi naravnih nesreč v Sloveniji po Geografskem atlasu Slovenije (Orožen Adamič 1998, 319).	69
Slika 25: Metoda izdelave zemljevida plazovitosti po metodi ponderiranja (Zorn in Komac 2004b).	72
Slika 26: Zemljevid potencialno najbolj plazovitih in podornih območij v Sloveniji, izdelan z metodo ponderiranja (Zorn in Komac 2004c). Na zemljevidu so prikazani tudi zemeljski plazovi iz Nacionalne podatkovne baze zemeljskih plazov (Nacionalna ... 2006).	74–75
Slika 27: Izsek iz zemljevida plazovitosti in podornosti za Zgornjo Savinjsko dolino, ki razkriva tudi prilagojenost tradicionalne poselitve naravnim razmeram.	76
Slika 28: Metoda izdelave zemljevida plazovitosti po metodi matrik (Zorn in Komac 2004b).	77
Slika 29: Vpliv kamninske sestave na zemeljske plazove, izračunan po logaritemski metodi (ln) in metodi faktorja verjetnosti (CF).	82
Slika 30: Vpliv naklona na zemeljske plazove, izračunan po logaritemski metodi (ln) in metodi faktorja verjetnosti (CF).	84
Slika 31: Kombinacije navpične in vodoravne ukrivljenosti površja (Perko 2007, 44).	85
Slika 32: Vpliv ukrivljenosti površja na zemeljske plazove, izračunan po logaritemski metodi (ln) in metodi faktorja verjetnosti (CF).	87
Slika 33: Območje Rabeljskega rudnika (levo) in plazu Stovžje (desno). Nekdanja raba prostora in naravni dogodek sta sooblikovala pokrajino.	87
Slika 34: Vpliv rabe tal na zemeljske plazove, izračunan po logaritemski metodi (ln) in metodi faktorja verjetnosti (CF).	89
Slika 35: Vpliv maksimalnih štiriindvajseturnih padavin na zemeljske plazove, izračunan po logaritemski metodi (ln) in metodi faktorja verjetnosti (CF).	90
Slika 36: Vpliv usmerjenosti ali ekspozicije površja na zemeljske plazove, izračunan po logaritemski metodi (ln) in metodi faktorja verjetnosti (CF).	91
Slika 37: Deleži površine kategorij plazovitosti in deleži plazov v posameznih kategorijah.	93
Slika 38: Zemljevid plazovitosti, izdelan z metodo ponderiranja.	94–95
Slika 39: Slovenske mezoregije po geografski regionalizaciji Slovenije (Perko in Kladnik 1998, 28–29).	96–97
Slika 40: Deleži površine kategorij plazovitosti in deleži plazov v posameznih kategorijah.	100

Slika 41: Zemljevid plazovitosti, izdelan z metodo faktorja verjetnosti.	102–103
Slika 42: Deleži površine kategorij plazovitosti in deleži plazov v posameznih kategorijah.	101
Slika 43: Zemljevid plazovitosti, izdelan z logaritemsko metodo.	108–109
Slika 44: Primerjava plazovitih območij na zemljevidu, izdelanem z metodo ponderiranja, plazovitih območij na zemljevidu, izdelanem z logaritemsko metodo ter območij plazovitosti, ki sta jih razkrili obe metodi.	111
Slika 45: Indeksi plazovitosti, izračunani z različnimi metodami za 48 slovenskih mezoregij.	112
Slika 46: Slovenske submakroregije po geografski regionalizaciji Slovenije (Perko in Kladnik 1998, 30)	113
Slika 47: Indeks plazovitosti za slovenske občine, izražen s povprečjem deležev površine v najvišjih dveh kategorijah plazovitosti po logaritemski metodi.	115
Slika 48: Plazovita pobočja v molasnem delu romunskih Subkarpatov so tipičen primer plazovne pokrajine oziroma idealen predmet preučevanja tako imenovane plazovne geomorfologije (Pătărlagele, Romunija).	123
Slika 49: Površina plazovitih območij v južnih Goriških brdih glede na vodoravno ukrivljenost površja, izražena v odstotkih. Negativne vrednosti pomenijo konveksna pobočja, pozitivne pa konkavna (Ažman Momirski in ostali 2008, 182).	125
Slika 50: Relativna plazovna stopnja oziroma razmerje med količino gradiva, ki se premika s plazenjem, in intenzivnostjo denudacije v Sloveniji.	129

## 14 Seznam preglednic

Preglednica 1: Vrste pobočnih procesov kot jih razumemo v slovenski geografiji (Zorn in Komac 2002, 14–15; Komac in Zorn 2007a, 14–15).	16–19
Preglednica 2: Vrste zemeljskih plazov po Varnesu (1978). V slovenski geografiji te procese razumemo kot pobočne procese.	18
Preglednica 3: Nekateri podatki o kritičnih količinah padavin, potrebnih za plazenje (Komac 2005a, 264).	29
Preglednica 4: Mejne količine dnevni padavin za izbrane litostratigrafske enote (Komac 2005a, 277).	29–30
Preglednica 5: Pomembnejši parametri večjih zemeljskih plazov v Sloveniji (Zorn in Komac 2004c; Komac in Zorn 2007a, 102).	36

Preglednica 6: Območja, ki jih ogrožajo skalni podori in zemeljski plazovi (Zorn in Komac 2004c).	36
Preglednica 7: Dolžina in širina usadov oziroma usadnih kotanj v Halozah, ki so nastali ob neurju julija 1989 (Natek 1990b, 12).	49
Preglednica 8: Tipi premikanja usadov v Halozah, ki so nastali ob neurju julija 1989 (Natek 1990b, 14).	52
Preglednica 9: Naklon pobočij na območjih z usadi v porečju Lahomnice, ki so nastali ob neurju avgusta 1989 (Gabrovec in Brečko 1990, 17).	53
Preglednica 10: Značilnosti območij ogroženosti zaradi zemeljskih plazov, prikazanih na zemljevidu ogroženosti, in predvideni ukrepi (Mikoš in ostali 2004, 94–95).	58–59
Preglednica 11: Primerjava deterministične, statistične in probabilistične metode (a v primeru, če uporabljamo nize zemeljskih plazov, ki so nastali ob znanem času in ob padavinah z znano povratno dobo; b ob predpostavki, da so kartografske podlage na razpolago in že pripravljene za uporabo).	80
Preglednica 12: Vpliv kaminske sestave na zemeljske plazove, izračunan po logaritemski metodi (ln) in metodi faktorja verjetnosti (CF).	82
Preglednica 13: Vpliv naklona na zemeljske plazove, izračunan po logaritemski metodi (ln) in metodi faktorja verjetnosti (CF).	83
Preglednica 14: Vpliv ukrivljenosti površja na zemeljske plazove, izračunan po logaritemski metodi (ln) in metodi faktorja verjetnosti (CF).	86
Preglednica 15: Vpliv rabe tal na zemeljske plazove, izračunan po logaritemski metodi (ln) in metodi faktorja verjetnosti (CF).	88
Preglednica 16: Vpliv maksimalnih štiriindvajseturnih padavin s povratno dobo sto let na zemeljske plazove, izračunan po logaritemski metodi (ln) in metodi faktorja verjetnosti (CF).	90
Preglednica 17: Vpliv usmerjenosti ali ekspozicije površja na zemeljske plazove, izračunan po logaritemski metodi (ln) in metodi faktorja verjetnosti (CF).	91
Preglednica 18: Uteži, uporabljene pri izdelavi zemljevida plazovitosti z metodo ponderiranja.	92
Preglednica 19: Deleži plazovitih območij po kategorijah plazovitosti v slovenskih mezoregijah, izračunani z metodo ponderiranja.	98–99
Preglednica 20: Dogovorjena razporeditev vrednosti faktorja verjetnosti v kategorije.	100
Preglednica 21: Deleži plazovitih območij po kategorijah plazovitosti in slovenskih mezoregijah, izračunani z metodo faktorja verjetnosti.	104–105
Preglednica 22: Deleži plazovitih območij po kategorijah plazovitosti in slovenskih mezoregijah, izračunani z logaritemsko metodo.	106–107

---

Preglednica 23: Deleži celic digitalnega modela višin s stavbami na območjih ogroženosti zaradi zemeljskih plazov, izračunanimi po različnih metodah (Enotna evidenca ... 2002).	114
Preglednica 24: Indeksi plazovitosti za slovenske mezoregije, izračunani po deterministični metodi, logaritemski metodi in metodi faktorja verjetnosti, izraženi s povprečjem deležev površine v najvišjih dveh kategorijah plazovitosti.	116–117
Preglednica 25: Indeksi plazovitosti za slovenske občine, izračunani po deterministični metodi, logaritemski metodi in metodi faktorja verjetnosti, izraženi s povprečjem deležev površine v najvišjih dveh kategorijah plazovitosti.	118–122
Preglednica 26: Delitev površja v Halozah glede na prevladujoče geomorfne procese (Natek 1996, 147–149).	126–127



## 15 Prilogi

PRILOGA 1		Terenski obrazec za popis pobočnih procesov			
popisovalec: _____		ustanova: _____		zap. št.: _____	
občina: _____		katastrska občina: _____		naselje: _____	
oddaljenost od naselja in smer: _____		porečje: _____		TTN: _____	
ledinska imena območja: _____		(OC – ocena, <sup>NN</sup> – neznano, <sup>NP</sup> – ni podatka)			
ime pojava: _____					
območje	pojav	območje proženja-a	območje gibanja-b	območje odlaganja-c	
<b>1 lega in obseg:</b>					
natančna lega centroida (G-Krüger, ° in m)	x: y: z: vir zajiema podatkov:				
lega skrajnih točk pojava (G-Krüger, ° in m)	zgoraj (x, y, z): spodaj (x, y, z): levo (x, y, z): desno (x, y, z): vir zajiema podatkov:				
površina (ha)					
nadmorska višina (maks., min.; v m)					
širina (m)					
dolžina (m)					
globina (m)					
prostornina (m <sup>3</sup> )					
dolžina odlomnega roba (m)					
površina odlomne ploskve (m <sup>2</sup> )					
naklon pobočja (°)					
ekspozicija pobočja (°)	1 J	2 JZ	3 Z	4 SZ	5 S
značilnosti pojava (opisno)	6 SV	7 V	8 JV	v stopinjah:	
<b>2 starost, čas nastanka in trajanje pojava:</b>					
starost	1 prazgodovinski pleistocenski	2 prazgodovinski holocenski	3 zgodovinski	4 recentni	
natančen čas nastanka (lmda)					
trajanje pojava (lmda)					
<b>3 hitrost:</b>					
hitrost pojava (m/s)					
hitrost premikanja pojava (opisno)	1 se premika hitro	2 se premika	3 se premika počasi	4 se ne premika	
način premikanja gradiva	1 tok 2 plazenje 3 padanje 4 ostalo:		1 tok 2 plazenje 3 padanje 4 ostalo:	1 tok 2 plazenje 3 padanje 4 ostalo:	
vrsta pobočnega procesa	1 polženje 2 soliflukcija	3 blatni tok	5 usad	7 kamniti zdr:	9 ostalo:
spremljajoči pojavi	1 šumenje	2 grmenje	3 tresenje	4 ostalo:	
<b>4 kamninska zgradba okolice:</b>					
osnovne skupine in vrste kamin	1 magmatska:	2 metamorfna:	3 sedimentna:		
plastovitost (debelina/smer/vpad)					
razpoke in prelomi (smer/vpad)					
stopnja preperelosti kaminne	1 nepreperela	2 slabo preperela	3 zmerno preperela	4 močno preperela	5 popolnoma preperela
<b>5 premaknjeno gradivo:</b>					
osnovne skupine in vrste kamin	1 magmatska:	2 metamorfna:	3 sedimentna:		
velikost delcev oziroma blokov (mm, m)	1 gлина (manjše od 0,002 mm)	2 melj (0,002 do 0,06 mm)	3 pesek (0,06 do 2 mm)	4 grušč, prod (2 do 120 mm)	5 gradivo 0,12 do 1 m
debelina gradiva	1 zelo majhna (< 1 m)	2 majhna (do 2 m)	3 srednja (2 do 5 m)	4 velika (5 do 10 m)	5 zelo velika (> 10 m)
oblika drsne ploskve (za plazove in zdrse)	1 krožna (rotacijsko gibanje)	2 linijska (translacijsko gibanje)	3 sestavljena	4 nepravilna	5 neznana
druge lastnosti (opisno)					
sproščena energija (kJ)					
<b>6 voda:</b>					
število izvirov in izdatnost (l/s)					

Priloga 1: Terenski obrazec za popis pobočnih procesov.



Število površinskih vodotokov in pretok ( <i>I/S</i> )										
podzemna voda	1 ni 2 preperinska	2 občasno 3 kapilarna 4 razpoklinska	3 stalno 5 medplastovna 6 vodni tokovi v preperini						1 podtalnica - plitvo 2 podtalnica - globoko	
<b>7 stabilnost, aktivnost pojava:</b>										
stabilnost	1 zelo stabilno	2 stabilno	3 manj stabilno	4 nestabilno						
aktivnost	1 potencialni	2 aktivni	3 umirjeni	4 reaktivirani						
<b>8 vzroki in pogoji pojava:</b>										
vzrok(i)	1 potres	2 vremenska dogajanja	3 preprevanje kamnine	4 erozija	5 človekovi posegi v pobočja					
pogov(i)	1 potres	2a močne / dolgotrajne padavine 2b oddaljevanje razpok 2c kolebanje podtalnice 2d taljenje snega in ledu 2e odlaganje drobnozrnatih delcev na drsnih ploskvah 2f ostalo:	3a mehansko preprevanje 3b kemično preprevanje 3c biogeno preprevanje	4a bočna erozija (spodjedanje bregov) 4b globinska erozija 4c ostalo:	5a posegi v vegetacijo 5b spodkopavanje pobočij 5c sprememba nagiba pobočij 5d tresljaji 5e posegi v podtalnico 5f spremembe v odtoku 5g ostalo:	6 naravna ali antropogena obremenitev pobočja				
<b>9 značilnosti reliefa:</b>										
prevladujoč tip reliefa	1 ravnina	2 gričevje	3 hribovje	4 gorovje	5 planota					
geomorfološki položaj	1 na pobočju	2 v zatrepu doline	3 na bregu vodotoka	4 na robu terase	a v spodnjem delu b v sredini c v zgornjem delu					
značilnosti reliefa ( <i>opisno</i> )										
<b>10 raba zemljišč:</b>										
prevladujoča raba zemljišč	1 iglasti gozd	2 listnati gozd	3 grmovno rastje	4 pašnik	5 travnik	6 njiva	7 vinograd	8 sadovnjak	9 pozidano zemljišče	10 nerodovito zemljišče
<b>11 pokrajinski učinki, ogroženost, ocena škode in sanacija:</b>										
fizičnogeografski učinki	1 neposredni 2 posredni	1a reliefne spremembe na območju proženja 1b razbremenitvene razpoke 1c poškodbe na območju gibanja 1d poplave in udarni valovi 1e zračni udar 1f ostalo:	4 drugi javni objekti	5 različni vodi	6 avtocesta in hitra cesta	7 glavna cesta 8 regionalna cesta 9 lokalna cesta	10 gozdna cesta 11 železnica 12 križišče 2f ostalo:	2a kupi odloženega gradiva 2b jezera za odloženim gradivom 2c spremenjene hidrološke razmere 2d spremembe prsti in rastištev 2e sprememba mikroklimne	13 most 14 planinske poti 15 ostalo:	
poškodovanost objektov in infrastrukture	1 stanovanjski objekti 2 gospodarski objekti 3 industrijski objekti									
ocena škode	1 majhna	2 srednja	3 velika	4 ni škode						
ocena škode (€)										
verjetnost nadaljnje škode	1 ni verjetna	2 verjetna	3 zelo verjetna	4 zanesljiva						
ogroženost zemljišč (glej točko 10)	1 gozd	2 kmetijska zemljišča	3 pozidana zemljišča, infrastruktura	4 nerodovito						
sanacijski ukrepi	1 niso potrebni	2 manjši	3 večji	4 zelo obsežni						
nujnost sanacije	1 ni nujna	2 začetni preventivni ukrepi	3 sanacija po umiritvi	4 nujna takojšnja sanacija						
ocena skupne ogroženosti	1 ni ogroženosti	2 majhna ogroženost	3 zmerna ogroženost	4 velika ogroženost						
<b>12 odzivno mesto:</b>										
vzorec kamnine ( <i>G.-Krüger, ° in m</i> )	x:		y:	z:						
vzorec gradiva ( <i>G.-Krüger, ° in m</i> )	x:		y:	z:						
vzorec vode ( <i>G.-Krüger, ° in m</i> )	x:		y:	z:						
<b>13 skica (priloži):</b>										
<b>14 fotografski posnetek (-tki):</b> ( <i>G.-Krüger, ° in m</i> stojišča)										
<b>15 opombe popisovalca:</b>										
<b>16 kraj in datum:</b>										
<b>podpis:</b>										

## *Priloga 2: Navodila za izpolnjevanje terenskega obrazca za popis pobočnih procesov.*

### Uvod

Obrazec je namenjen preučevanju geomorfnihi procesov na pobočjih. Glede na način premikanja gradiva štejemo mednje tok (na primer drobirski tok), plazenje (na primer zemeljski plaz) in padanje (na primer podor). Te procese označujemo s skupnim izrazom pobočni procesi.

Navodila so nastala v želji po enotnem izpolnjevanju obrazca in razumevanju njegovih delov. V glavi preglednice so na levi strani nanizane lastnosti obravnavanih pobočnih procesov, v navpični smeri pa je preglednica razdeljena na tri stolpce, ki prikazujejo območje proženja (a), območje gibanja (b) in območje odlaganja (c) gradiva. Kjer je vrstica v preglednici razdeljena na tri polja, ki so med seboj ločena z navpično črto, podatke vpisujete za vsako območje posebej. Ob navedbi kategorije so v ležečem tisku in oklepaju vpisane tudi priporočene merske enote.

V glavo obrazca vpišete svoje ime in priimek, ustanovo, od koder prihajate, zaporedno številko obrazca, naslov in številko lista temeljnega topografskega načrta v merilu 1 : 5000 oziroma 1 : 10.000, na katerem je opisani pojav, občino, katastrsko občino, v kateri je prišlo do pojava, najbližje naselje ter smer in oddaljenost od njega. V poročju vpišete lego pojava tako, da najprej navedete reko prvega reda, kraj dogodka pa nazadnje določite z najbližjim vodotokom (na primer za plaz Stovžje, 15. 11. 2000: Soča, Koritnica, Predelica, Mangartski potok).

Vpišete ledinska imena na območju pobočnega procesa in v njegovi okolici. Vpišete ime pojava (na primer: Macesnikov plaz). Če ime ne obstaja, ga določite sami na podlagi toponimov oziroma posveta s prebivalci ali poznavalci območja.

Z oznako OC označite vnos ocen, če je podatek neznan, vpišete NN, če niste uspeli pridobiti podatka, v ustrezno polje vpišete NP. Obrazec izpolnjujete tako, da v prazna polja vpišete ustrezen številčni podatek oziroma besedilo. Kjer so možni odgovori že naštet, obkrožite številko pred odgovorom oziroma vpišete dodatno besedilo v rubriko ostalo. Če ni drugače navedeno, obkrožite vse odgovore, za katere mislite, da so ustrezni.

### 1 Lega in obseg

V prvo vrstico vpišete **natančno lego centroida** pojava z Gauss-Krügerjevimi koordinatami ali stopinjami. Nadmorsko višino navedete v metrih. V drugo vrstico na enak način vpišete **lego skrajnih točk**. Če je možno, naravni **pojavn obhodite** z GPS-om, da dobite poligon (vektorski podatek) pojava. **Površino** območja proženja, gibanja in odlaganja napišete v hektarih. Če posamezna območja med seboj niso

jasno ločena, v prvo polje (-a) vpišite le skupno površino in to navedite kot opombo v točki 15. V naslednjo vrstico vpišite minimalno in maksimalno **nadmorsko višino** v metrih za vsako območje posebej, in sicer tako, da je minimalna višina območja a enaka maksimalni višini območja b itd. V peto vrstico vpišite **širino** pojava za vsako območje posebej v metrih. Enako velja za opis **dolžine** pojava v šesti in njegove **globine** v sedmi vrstici. **Prostornino** celotnega gradiva vpišite v osmo vrstico v kubičnih metrih. Predvsem pri podorih sta pomembna podatka **dolžina odlomne roba** (deveta vrstica) v metrih in **površina odlomne ploskve** (deseta vrstica) v kvadratnih metrih. **Naklon pobočja** vpišite v enajsto vrstico v stopinjah za vsako območje posebej. **Ekspozicijo pobočja** v dvanajsti vrstici opišite z izborom ustreznega polja (1 do 8) in po možnosti navedite natančno vrednost v stopinjah. V trinajsti vrstici opišite druge **značilnosti pojava**.

## 2 Starost, čas nastanka in trajanje pojava

V prvi vrstici z izborom polja ocenite **starost** pojava (1 do 4), v drugo pa vpišite **natančen čas nastanka** pojava, če je znan, v obliki leto-mesec-dan-ura (lmdu). V tretjo vrstico vpišite **čas trajanja** pojava, če je znan.

## 3 Hitrost

V prvo vrstico vpišite **hitrost pojava** v metrih na sekundo oziroma drugi enoti, če je potrebno (cm/s, m/h, m/dan, m/teden, m/mesec in podobno). Če se med gibanjem gradiva spreminja vrsta pobočnega procesa, na primer iz zemeljskega plazua v drobirski tok, navedite hitrost za vsako vrsto pobočnega procesa posebej. Takšno navedbo omenite tudi v opombi (točka 15). V drugi vrstici z izborom polja (1 do 4) opišite **hitrost pojava**. V tretji vrstici z izborom polja (1 do 4) za vsako območje opišite **način premikanja gradiva**, v četrti pa z izborom polja (1 do 9) opišite **vrsto pobočnega procesa**. V peto vrstico z izborom polja (1 do 4) opišite morebitne **spremljajoče pojave**. O slednjem se je priporočljivo pozanimati pri domačinih. Ob morebitnih slušnih spremljajočih pojavih med opombe (točka 15) vpišite oddaljenost priče dogodka od pobočnega procesa oziroma takratne vremenske in druge razmere, ki bi lahko vplivale na zaznavanje.

## 4 Kamninska zgradba okolice

V prvi vrstici z izborom polja (1 do 3) označite **osnovno skupino kamnine** v okolici pobočnega procesa (Verbič 1998, 74), nato pa za dvopičjem vpišite natančno opredelitev vrste kamnine. Če je na območju več vrst kamnin, med opombe vpišite njihovo stratigrafsko lego in narišite stratigrafski stolpec (točka 14). V drugo vrstico vpišite temeljne značilnosti **plastovitosti**, in sicer debelino plasti v metrih ter smer in vpad kamninskih plasti v stopinjah. V tretjo vrstico vpišite usmerjenost in vpad **razpok in prelomov**, oboje v stopinjah. V četrto vrstico z izborom ustreznega polja

(1 do 5) opišite **stopnjo preperelosti kamnine** s pomočjo Schmidtovega kladiva ali opisno z razlago v opombah (točka 15).

*Preglednica 1: Stopnja preperelosti kamnine (Chorley, Schumm in Sugden 1984, 197).*

stopnja preperelosti kamnine	1	2	3	4	5
r (vrednost testa s Schmidtovim kladivom)	10	9	7	5	3

## 5 Premaknjeno gradivo

V prvi vrstici z izborom polja (1 do 3) označite **osnovno skupino kamnine** (glej Verbič 1998, 74), ki sestavlja premaknjeno gradivo (gmoto), nato pa za dvopičje vpišite natančno opredelitev vrste kamnine.

*Preglednica 2: Specifična teža nekaterih snovi (Waltham 1994, 48; Mirtič in ostali 1999; Zorn 2008b).*

snov	specifična teža (kg/m <sup>3</sup> )
voda	1000
glina	1800
muljevec (glinavec in meljevec)	2300
fliš	1700 do 2300
skrilavec (metamorfni)	2300
peščenjak	1900 do 2600
apnenec	2600 do 2700
granodiorit	2690
granit	2700
gabro	3000

V drugi vrstici z izborom ustreznega polja opišete **velikost premaknjenih delcev oziroma blokov** v mm oziroma v m. Obkrožite lahko več polj, vendar jih v opombi rangirajte. V tretji vrstici obkrožite **debelino gradiva** (1 do 5), v četrta pa opredelite **obliko drsne ploskve** (1 do 5; pri zemeljskih plazovih in kamnitih zdrsih). V peto vrstico vpišite morebitne **druge lastnosti kamnine**. V šesto vrstico vpišite izračun **sproščene energije** po formuli  $W = V \cdot \varphi \cdot g \cdot h$  oziroma  $W = (m \cdot v^2)/2$ , pri čemer je  $V$  prostornina gmote (m<sup>3</sup>),  $\varphi$  specifična teža gradiva (kg/m<sup>3</sup>),  $h$  višinska razlika (m),  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ ,  $m$  je masa (kg),  $v$  pa hitrost premikanja gradiva (m/s). V preglednici 2 navajamo okvirne vrednosti specifične teže nekaterih kamnin. Natančne vrednosti za posamezno kamnino preverite v geološki literaturi.

## 6 Voda

V prvo vrstico vnesite **število** in **izdatnost izvirov** v litrih na sekundo za vsako območje posebej. Po območjih (a, b, c) vpišite **število** in **pretok površinskih vodotokov** v drugi vrstici. V tretji vrstici z izborom ustreznega polja (1 do 3) označite pojav **podzemne vode**, v četrti vrstici z izborom ustreznega polja (1 do 6) opišite prevladujočo ter za proces odločilno vrsto podzemne vode (porna, preperinska, kapilarna, razpoklinska, medplastovna, vodni tokovi v preperini) in nazadnje še z izborom ustreznega polja (1 do 2) opredelite globino podtalnice.

## 7 Stabilnost in aktivnost pojava

V prvo vrstico z izborom ustreznega polja (1 do 4) opišite **stabilnost** pobočnega procesa, v drugo vrstico pa, ravno tako z izborom ustreznega polja (1 do 4), njegovo **aktivnost**.

## 8 Vzroki in povodi pojava

V prvi vrstici z izborom ustreznega polja (1 do 5) opišite poglobilni **vzrok**, v drugi (1 do 6) pa poglobilni **povod** pobočnega procesa.

## 9 Značilnosti reliefa

V prvi vrstici z izborom ustreznega polja (1 do 5) opišite **prevladujoč tip reliefa**, v drugi vrstici pa opišite **geomorfološki položaj** glede na lego v porečju (1 do 4) in glede na višinsko razporeditev (a do c). V tretji vrstici **značilnosti reliefa** po območjih (a, b, c) opišite z lastnimi besedami.

## 10 Raba zemljišč

V prvo vrstico z izborom ustreznega polja (1 do 10) vpišite prevladujočo **rabo zemljišč**.

## 11 Pokrajinski učinki, ogroženost, ocena škode in sanacija

V prvo vrstico z izborom ustreznega polja (1 do 2 in 1a do 1f, 2a do 2f) opišite **fizičnogeografske učinke** pojava, v drugo pa **poškodovanost objektov in infrastrukture** (1 do 15). V tretji vrstici z izborom ustreznega polja (1 do 4) ocenite morebitno **škodo**, v četrti pa navedite oceno **vrednosti škode** v evrih (€). V peti vrstici z izborom ustreznega polja (1 do 4) ocenite **verjetnost nadaljnje škode**, v šesti opredelite **ogroženost zemljišč** (1 do 4). V sedmi vrstici navedite obseg **sanacijskih ukrepov** (1 do 4). Manjše sanacijske ukrepe zmore posameznik (1), večje (2) lokalna skupnost, pri zelo obsežnih sanacijskih ukrepih pa je potrebno posredovanje države (3). V osmi vrstici ocenite **nujnost sanacije** (1 do 4). V deveti vrstici prav tako z izborom ustreznega polja ocenite **skupno ogroženost** (1 do 4).

## 12 Odvzemno mesto

V ta del preglednice vpišite koordinate oziroma čim natančnejšo **lego** mesta odvzema  **vzorca kamnine** (prva vrstica),  **gradiva**, ki je bilo premaknjeno s pobočnim procesom (druga vrstica) ali **vode** (tretja vrstica). Podatke vpišite v obliki Gauss-Krügerjevih koordinat ali stopinj, nadmorsko višino vpišite v metrih.

## 13 Skica

Skico narišite na terenu. Prikazuje naj poglobitve značilnosti pojava, tudi pomembnejše izmerjene vrednosti (naklon, razdalja, lega, odvzemno mesto vzorca). Ker je skica dopolnitev fotografskega in drugega gradiva, na njej poudarite bistvene značilnosti pojava. Ob glavni skici je priporočljivo narisati stratigrafski stolpec, skico poteka razpok in prelomov oziroma plastovitosti ter drugih značilnosti kamnin, reliefa in podobno. Priporočljivo je narisati geomorfološko karto širše okolice, s pomočjo katere lahko sklepamo na starejše pobočne procese.

## 14 Fotografski posnetek

Pojav fotografirajte z več stojišč. Za vsako stojišče navedite Gauss-Krügerjeve koordinate ali stopinje ter nadmorsko višino v metrih.

## 15 Opombe

V to polje vpišite vaše opombe, opažanja in razmišljanja. Opombe dopolnite z izjavami očitvev in navedite pregledano strokovno literaturo. Vpišite krajevna in ledinska imena, ki kažejo na pobočne procese, kot sta na primer imeni Podertje in Na plazu. Navedite pripovedke, legende ali pesmi, na podlagi katerih lahko sklepamo na pobočne procese v preteklosti (na primer: Simon Gregorčič, Rabeljsko jezero, 1947). V opombah opišite vremenske razmere (padavine, snežna odeja, oblačnost, megla, močan veter ...) v času obiska terena in vidljivost v metrih.

## 16 Kraj, datum in podpis

Vpišite kraj in datum izpolnjevanja obrazca ter se podpišite.

## Seznam knjig iz zbirke Georitem

- 1 Aleš Smrekar: Divja odlagališča odpadkov na območju Ljubljane
- 2 Drago Kladnik: Pogledi na podomačevanje tujih zemljepisnih imen
- 3 Drago Perko: Morfometrija površja Slovenije
- 4 Aleš Smrekar, Drago Kladnik: Zasebni vodnjaki in vrtine na območju Ljubljane
- 5 David Bole, Franci Petek, Marjan Ravbar, Peter Repolusk, Maja Topole:  
Spremembe pozidanih zemljišč v slovenskih podeželskih naseljih
- 6 Marjan Ravbar, David Bole: Geografski vidiki ustvarjalnosti
- 7 Aleš Smrekar, Drago Kladnik: Gnojišča na Ljubljanskem polju
- 8 Matija Zorn, Blaž Komac: Zemeljski plazovi v Sloveniji

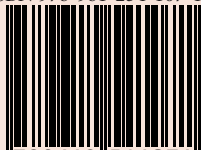






<http://zalozba.zrc-sazu.si>

ISBN 978-961-254-107-1



9 789612 541071

12,00 €