

## **Geohazard - geološko pogojena nevarnost zaradi procesov pobočnega premikanja. Primer občine Bovec**

### **Estimation of geohazard induced by mass movement processes. The Bovec municipality case study**

Miloš BAVEC, Tomaž BUDKOVIČ & Marko KOMAC  
Geološki zavod Slovenije, Dimičeva 14, Ljubljana

*Ključne besede:* geohazard, geološko pogojena nevarnost, pobočni proces, plaz, masni tok, drobirski tok, blatni tok, podor

*Key words:* geohazard, slope process, mass movement, landslide, mass flow, debris flow, mudflow, rockfall

#### **Povzetek**

Na primeru občine Bovec je bila razvita metodologija izdelave karte geološko pogojene nevarnosti zaradi procesov pobočnega premikanja v merilu 1:25.000. Metodologija je usmerjena v neposredno uporabnost izdelka pri prostorskem načrtovanju na nivoju občin, zato so bila glavna vodila pri njeni pripravi strokovna korektnost, čim krajši čas izdelave in enostavnost končnega izdelka. Izdelava temelji na štirih zaporednih fazah, od katerih so prve tri kabinetne: 1) sinteza obstoječih podatkov, 2) izdelava matematičnega modela geološko pogojene nevarnosti zaradi procesov pobočnega premikanja, 3) združitev rezultatov 1. in 2. faze v končni izdelek v merilu 1:25.000, v zadnji, četrti fazi pa metodologija predvideva še dodatni terenski pregled območij, ki so stališča nevarnosti ali/in ogroženosti določena kot najbolj pereča.

#### **Abstract**

Methodology was developed for estimation of geohazard induced by mass movement processes, taking the Bovec municipality as the case study area. The geohazard map in scale 1:25.000 as the final product is aimed to be directly applicable in spatial planning of local communities (municipalities). The requirements that were followed to achieve this aim were: expert correctness, reasonable time of elaboration, and easy to read product. Elaboration of the final product comprises four consecutive phases, of which the first three are done in the office: 1) synthesis of archive data, 2) probabilistic model of geohazard induced by mass movement processes, 3) compilation of phases 1 and 2 into the final map in scale 1:25.000. As the last phase, field reconnaissance of most hazardous areas is foreseen.

#### **Uvod**

Dobro poznavanje geološko pogojene nevarnosti določenega območja je ključni del smotrnega prostorskega planiranja in načrtovanja gradbenih posegov. Z analizo obstoječih geoloških podatkov, detajlnim kartiranjem potencialno nevarnih območij in z ustreznimi metodami, ki služijo kot podpora

geološkim podatkom, tudi daljinskim zaznavanjem, je moč izdelati detajlne karte geološke nevarnosti oziroma določiti območja potencialnih pobočnih premikanj. Ti podatki lahko služijo kot preventiva pred nepotrebni in nesmotrni človeškimi posegi v okolje, ki bi lahko povzročili neželene posledice. Prednosti in rezultati reševanja takih problemov še zdaleč nimajo le akademske

vrednosti, temveč so koristi širšega socialnoekonomskega pomena. Samo v zadnjih letih se je na primerih Loga pod Mangartom, Slanega blata, Macesnikovega plazu, Koseča, Ciprnika, Posavja in še nekaterih drugih pojavov masnih premikanj izkazalo, da bodo za gradbeniške oziroma infrastrukturne posege v prihodnosti nujno potrebne kvalitetnejše ocene geohazarda. Karta geološko pogojene nevarnosti naj bi po našem mnenju postala nepogrešljiv pripomoček pri smotrnem prostorskem planiranju.

V okviru projekta MVŠZT smo razvili metodologijo, ki omogoča oceno nevarnosti zaradi procesov pobočnega premikanja na enostaven in učinkovit način in daje rezultat, ki je neposredno uporaben na nivoju lokalnih skupnosti. V najširšem smislu pojma Geohazard zajema metodologija le del geološko pogojenih nevarnosti, ki so v Sloveniji razen potresov najbolj prisotne. Metodologija sicer daje neposredno uporaben končni rezultat, ki pa ga je mogoče dopolniti še z modeli sedimentiranja posameznih pobočnih pojavov, potresno mikrorajonizacijo in še nekaterimi, načeloma manj pomembnimi elementi geohazarda. Zaradi izjemne heterogenosti prostora smo metodologijo razvili na primeru občine Bovec, ki ponuja celo paleto problemov geohazarada. Še bolj poudarjeno kot drugod v Sloveniji se je tam pokazala nujna po kvalitetnih podatkih, ki bi omogočili varnejše in trajnejše načrtovanje urbanizacije, izgradnje infrastrukture, razvoja turizma itd. Potrebo in smiselnost izdelave tovrstne karte tega območja je po dogodkih v Logu pod Mangartom jasno poudaril že Jurkovšek (2001).

### **Geohazard v smislu posledic procesov pobočnega premikanja**

Masni premiki zemljin in kamnin - plazovi, skalni podori in masni tokovi povzročajo veliko materialno škodo, pogosto pa terjajo tudi človeška življenja. Čeprav ni trdnih dokazov, ki bi podprli to domnevo, pa nekateri strokovnjaki (npr. Alexander, 1993, Van Westen, 1993) predvidevajo, da se nastala škoda in izguba človeških življenj, ki sta posledica naravnih katastrof, iz leta v leto povečujeta. Stopnja materialne škode in število človeških žrtev sta načeloma obratno sorazmerni z gospodarsko razvitostjo dežele, ki jo je doletela katastrofa. Kar 95% žr-

tev se zgodi v deželah tretjega sveta, materialna škoda pa lahko doseže tudi 10% BDP (Van Westen, 1993). Stopnja ekonomske škode je za razliko od materialne višja v razvitejših deželah zaradi omejenih ekonomskih virov manj razvitih dežel (Alexander, 1993). Po nekaterih ocenah so plazovi po vsem svetu vzrok okoli 1000 smrtnim žrtvam in okoli 4 milijardam ameriških dolarjev škode letno (Singhroy et al., 2000). Po drugih podatkih (Galloway, 2001) naj bi petindvajset največjih plazov v dvajsetem stoletju terjalo okoli stoosemdeset tisoč življenj in materialno škodo izjemnih razsežnosti. Tudi območje Slovenije je zaradi svoje geološke pisanosti, morfološke razgibanosti in raznolikih podnebnih razmer močno podvrženo naravnim eksogenim procesom. Sredi devetdesetih let je bilo po oceni Ribičiča in sodelavcev (1994) v Sloveniji med 7000 in 10000 večjih nestabilnih pojavov. Škoda zaradi plazov naj bi v letu 1993 dosegla 12% skupne škode zaradi naravnih pojavov, ki je bila ocenjena na slabe 4% BDP za isto leto (Petkovšek & Marolt, 1994). V letu 2001 je delež škode zaradi plazov znašal 21% skupne škode zaradi naravnih nesreč, kar je zneslo 378 milijonov tolarjev (SURS, 2003).

### **Nekateri primeri iz (geološke) preteklosti**

Z izjemo ravninskih predelov na severovzhodu in osrednjih delov nekaterih večjih kotlin je slovensko ozemlje s stališča geohazarda sorazmerno neugodno. Pri tem zaradi geološke raznolikosti in načeloma večjih naklonov pobočij po zahtevnosti izstopa predvsem območje Alp in alpskega predgorja, k temu pa moramo nedvomno prišteti tudi najširše območje Posavskih gub.

Razen v uvodu naštetih lokacij, ki so problematične še danes, imamo v našem prostoru več bolj ali manj dokumentiranih dokazov o tovrstni dinamiki v preteklosti. Poznamo na primer opise pojavov večjih masnih premikanj z območja med Rimskimi toplicami in Zidanim mostom. Placer (2002) tako med drugimi omenja sledi t.i. Sorčanovega podora pod Grmado južno od Rimskih Toplic, ki je najverjetneje že pred kvartarjem zajezil in spremenil tok reke Savinje. Podor je zaradi odkopavanja v kamnolomu ponovno nestabilen. S človeškim poseganjem v občutljivo naravno ravnovesje je najverjetneje povezan tu-

di masni tok sedimentov, ki je leta 1877 po gradnji Južne železnice vzhodno od Zidanega mosta začasno zajezil tok Savinje in zahteval 14 življenj (slika na naslovnici). V Bovcu in okolici so bili najdeni sledovi masnih tokov velikega obsega (Bavec, 2002), ki segajo v čas predzadnjega glaciala in zadnjega interglaciala (med 100 in 170 ka b.p.) ter v čas otoplitve po zadnjem glacialu (med 20 in 11 ka b.p.) in so ob odložitvi najbrž pokrili večji del Bovške kotline, razen tega pa še veliki podori v bližini Srpenice (npr. Kuntri, ki je vsaj za kratek čas zajezil Sočo), v Bavšici, v Koritnici, v Trenti itd. (Bavec, 2001). Pleistocenske starosti je najverjetneje tudi »plaz Sela« pri Vipavi, ki je v obliki drobirskega toka izpod Čavna vplival na tok Vipave (Popit & Košir, 2003). Med bolj znana in dobro opisana območja s stalnim problemom zaradi procesov pobočnega premikanja spada vsekakor tudi Dobrač. Danes je znano, da podor z Dobrača ob Beljaškem potresu 1348 ni bil edini, pač pa le eden v seriji dogodkov, ki so od poznega pleistocena do danes vplivali na morfologijo in poselitev Spodnje Ziljske doline (npr. Zorn, 2002). Najverjetneje tudi zgodbe o petelinu, ki je kikirikal pod studorskim podorom in Gregorčičeva pesem o zasuti vasi v dolini Jezernice niso čisto brez osnove, dokumentiranih primerov iz geološke zgodovine pa je pravzaprav še precej več (npr. Zorn, 2001; Petje, 2005; Pavšek, 1994, 1996; Orožen Adamič, 1990).

### Metodologija izdelave karte geološko pogojenih nevarnosti zaradi procesov pobočnega premikanja

Metodologija, ki je izrazito usmerjena k neposredni uporabnosti končnega izdelka pri prostorskem načrtovanju na nivoju lokalnih skupnosti (občin), je razdeljena na tri zaporedne faze, (Slika 1).

1) Sinteza obstoječih arhivskih geoloških podatkov v fazno karto geološko pogojenih nevarnosti zaradi procesov pobočnega premikanja v merilu 1:25.000 (Budkovič, 2002).

2) Izdelava verjetnostnega statističnega modela geološko pogojenih nevarnosti zaradi procesov pobočnega premikanja v merilu 1:25.000 (Komac, 2005).

3) Izdelava karte geološko pogojenih nevarnosti zaradi procesov pobočnega premikanja v merilu 1:25.000 na podlagi sinteze fazne karte (1) in verjetnostnega modela (2) v merilu 1:25.000 in izločitev najbolj problematičnih območij.

In kot dodatek:

4) Kartiranje najbolj problematičnih območij v merilu 1:5.000 ali 1:10.000 (odvisno od razpoložljive topografske osnove) in izdelava detajlnih načrtov geološko pogojenih nevarnosti zaradi procesov pobočnega premikanja za ta območja.



Slika 1. Shema izdelave karte geološko pogojene nevarnosti zaradi procesov pobočnega premikanja.

**Faza 1. Sinteza obstoječih arhivskih geoloških podatkov v fazno karto geološko pogojenih nevarnosti zaradi procesov pobočnega premikanja v merilu 1:25.000**

*Izvorni podatki*

Za izdelavo OGK SFRJ so bili primarni geološki podatki zbrani na osnovi topografskih kart v merilu 1:25 000, sledila je sinteza kartiranja v merilu 1:100 000. K vsakemu listu karte 1 : 100 000, tiskane na topografski osnovi greenwiške razdelitve in kvadratnega tipa, je bil izdan tolmač. Največji del ozemlja bovške občine pokriva list OGK SFRJ L 33- 52 Beljak in Ponteča (Jurkovšek, 1987), južno obrobje občine pa je pokrito z listom L 33-64 Tolmin in Videm (Buser, 1987). Za presojo geološko pogojene nevarnosti je merilo OGK SFRJ pregrobo, saj so izpuščene mnoge podrobnosti, ki utegnejo biti zelo pomembne. Zato smo pri izdelavi naše *Karte geološko pogojene nevarnosti na podlagi obstoječih podatkov*, ki predstavlja prvo fazo našega dela, uporabili

rokopisne izvornike obeh listov OGK v merilu 1: 25.000 (Slika 2).

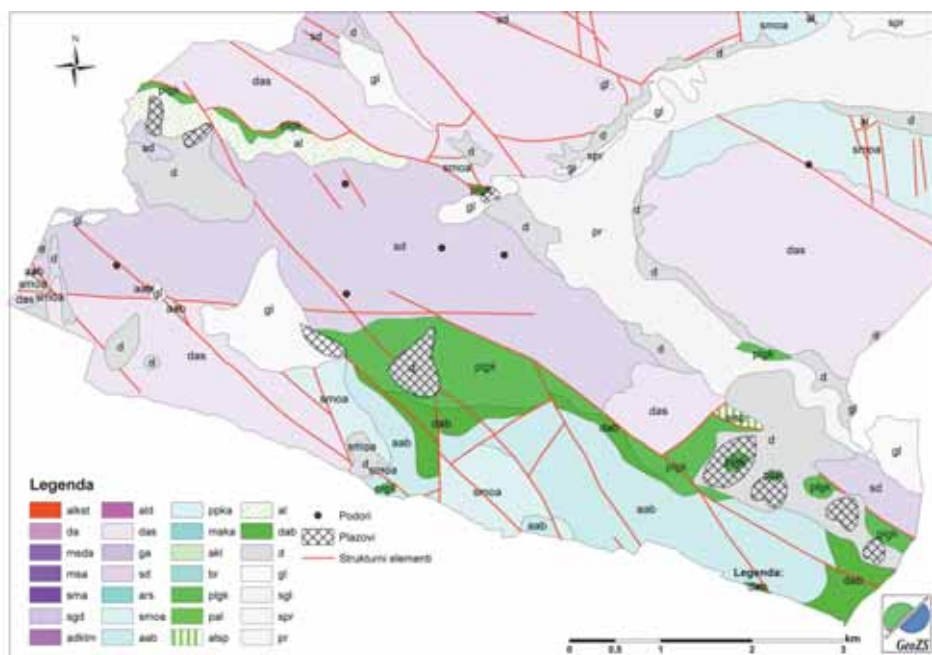
Zaporedje kamnin ali sedimentov, ki je na nekem prostoru nastajalo v določenem časovnem obdobju in podobnih pogojih, imenujemo tu formacija. Termin uporabljamo pogojno, ker nekatere kartirane listostratigrafske enote ne ustrezajo vsem kriterijem, zahtevanim za opredelitev formacije.

*Kriteriji*

Na podlagi izkustveno določenih lastnosti (ekspertne ocene) je bila za vsako formacijo določena podvrženost procesom pobočnih masnih premikov, ki sodijo med geološko pogojene nevarnosti. S stališča geohazadra so najbolj neugodne lastnosti kamnine naslednje:

- sestavljata jo večinoma lapor ali glinovec, ki preperevata v plazljivo zaglinjeno preperino,
- sestavljajo jo plasti karbonatov s tankimi plastmi laporja ali glinovca, vzdolž katerih lahko prihaja do zdrsov.

Na pobočjih, ki jih grade različno nevarne formacije, so lahko akumulirani tudi ne-



Slika 2. Karta litoloških enot (formacij), strukturnih elementov in obstoječih pojavov pobočnega premikanja za del občine Bovec, na podlagi katere z ekspertno oceno dobimo rezultat prve faze. Opisi za posamezne enote so podani v Budkovič (2002).

vezani ledeniški, rečni ali pobočni sedimenti (melišča), ki lahko ob izrednih dogodkih (obilne padavine, močni potresi) zdrsnejo po pobočju.

Kamnina ali njena preperina sta lahko stabilni, rušljivi ali plazljivi ter tako za prostorske posege različno primerni oziroma neprimerni. Na območju bovške občine je bilo na osnovi OGK SFRJ ugotovljenih 28 t.i. formacij. Od tega je s stališča geohazarda potencialno nevarnih 10, ostalih 18 pa je v splošnem stabilnih, vendar tudi na njih občasno prihaja do pobočnih premikanj.

Tektonska pretrtost znatno vpliva na stopnjo geološko pogojene nevarnosti. Razpoke in prelomi so kompaktno kamnino razkosali v bolj ali manj labilne bloke, ki se lahko po poružitvi razvijejo v skalne podore. Če prelomi sekajo bolj zaglinjene kamnine, se lahko v pregnetenih conah pojavijo zemeljski plazovi z globokimi drsinami. Podori se na območju bovške občine pogosto pojavljajo ob narivnih robovih, kjer trde kamnine ležijo na mehkih.

#### *Rezultat prve faze*

Na karti smo izdvojili tri glavne skupine nevarnih območij.

Plazovita območja so praviloma povezana s formacijami, v katerih se pojavlja več laporja in glinovca. Te prepevajo v debelo zaglinjeno preperino, ki posebno ob obilnih padavinah rada splazi. Plazijo tudi sedimenti melišč in diamikti (morene, stari masni tokovi), ki so na teh kamninah odložene. Takšne razmere se pojavljajo na južnem pobočju Rombona, v Loški Koritnici, v Mangartskem potoku, v dolini Učje, v dolini Slatnika, na severnem pobočju Kobariškega Stola, v Vrsniku in na prelazu Vršič.

Območja, kjer lahko zemeljski plazovi preidejo v masne tokove sedimentov so: strma pobočja dolin Učje, Mangartskega potoka, Loške Koritnice in Slatnika. Takšne razmere lahko nastanejo, ko plazovi zaglinjene preperine, melišč ali diamiktov, ki polze po neprepustni preperini, zaprejo pot gorskim hudournikom. Ti plazovino prepojijo z vodo in jo spremenijo v masni tok, ki lahko z veliko hitrostjo zdrvi po hudourniški strugi v dolino. Takšen tok ima lahko veliko hitrost in rušilno moč.

Skalni podori lahko nastanejo na več načinov.

– V plastovitih karbonatnih kamninah, kjer plasti leže vzporedno s pobočjem, prihaja do zdrsov kamnine po plastovitosti, npr. na Bavškem Grintavcu, Javorščku, Črnem vrhu in drugod. Takšni zdrsi so pogostejši ob lapornih lezikah.

– V strmih skalnih stenah izpadajo s prelomi ali razpokami omejeni bloki kamnine, kot se je pokazalo med velikonočnim potresom leta 1998 v Lepeni.

– Večji skalni podori se razvijejo na območju narivnih robov, kjer je trda kamnina narinjena na mehkejšo – območje južnega obrobja Rombona.

– Do velikih skalnih podorov lahko pride vzdolž aktivnih prelomov kot v primeru poružitve dela južnega pobočja Polovnika vzdolž idrijskega preloma. Tam odloženi podor Kuntri je povezan z začasno zaježitvijo Soče.

## **Faza 2. Izdelava verjetnostnega modela,**

### *Vhodni podatki in opis metode*

Podatki o formacijah iz (fazne) karte geološko pogojene nevarnosti (Budkovič, 2002; opisano zgoraj) so služili kot eden od pomembnejših vhodnih podatkov pri izdelavi verjetnostnega modela napovedi nevarnih območij glede na premike pobočnih mas. Kot osnova vsem analizam so služili tudi podatki o pojavih premikanj pobočnih mas, ki so bili v večji meri dobljeni iz karte geološko pogojene nevarnosti (Budkovič, 2002) in dopolnjeni s podatki iz baze o zemeljskih plazov GIS\_UJME (Komač et al., 2005).

Poleg podatkov o geologiji oz. litologiji, so bili pri analizah vpliva in izdelavi modela uporabljeni še podatki o nadmorskih višinah, o naklonu, ukrivljenosti in usmerjenosti pobočij, oddaljenosti od površinskih tokov in od strukturnih elementov, o sinhronosti vpadov plasti in usmerjenosti pobočij ter podatki o rabi tal. Za neparametrično analitično metodo pojavljanja plazov ali podorov v odvisnosti od lastnosti prostorskih dejavnikov je bila je izbrana metoda testiranja  $\chi^2$  (hi kvadrat). Na osnovi rezultatov analiz so bili prostorski dejavniki, ki so bili prej razdeljeni na razrede, ponovno ordinalno razvrščeni glede na vrednost parametra  $\chi^2$  ob sočasnem upoštevanju pozitivnega oz. negativnega vpliva razreda dejavnika na pojavljanje plazov ali podorov. Taka razvrstitev



tev je bila nujna pred normalizacijo vhodnih podatkov in njihovo vključitvijo v model napovedi verjetnosti pojavljanja plazov ali podorov, katerih sinteza je karta nevarnih območij glede na premike pobočnih mas. Analize so bile opravljene na testnem nizu populacije plazov oz. podorov, kvaliteta modela pa je bila preverjena s kontrolnim nizom. Rezultati univariatne analize podajajo posamičen vpliv prostorskih dejavnikov na pojavljanje plazov v bovški občini. Zaradi prepletanja vplivnih dejavnikov, je bil proučen njihov sočasni vpliv na obravnavani pojav. Na podlagi izračunanih pomembnosti posameznih razredov za posamezen prostorski dejavnik so bili le-ti razvrščeni glede na njihovo pomembnost in normalizirani, da je bila zagotovljena enakost podatkov pred postopkom modeliranja. Iskanje idealnega modela napovedi verjetnosti pojavljanja plazov ali podorov je potekalo po principu računanja s kombinacijami različnih uteži za vhodne vplivne parametre in sprotno preverjanje kvalitete vsakega modela. Za izdelavo modela napovedi verjetnosti pojavljanja plazov in masnih tokov je bilo izdelano 3142, za model napovedi verjetnosti pojavljanja podorov pa 7674 modelov, skupaj 10816 modelov.

#### *Statistična analiza podatkov*

Rezultati univariatne statistike (Komac, 2005) pokažejo, da je pojavljanje plazov in masnih tokov na območju občine Bovec pomembno (signifikativno) povezano z naslednjimi prostorskimi dejavniki, ki so razporejeni od najpomembnejših do manj, a še vedno pomembnih:

- geološkimi formacijami: starejša sprijeta morena z večjimi in manjšimi bloki karbonatnih kamnin oz. diamiktit (sgl), melišča (d), nesprijeta morena oz. diamikt (gl), apnenec, lapor, dolomit in dolomit z rožencem (ald), peščenjak, lapor, glinovec, konglomerat (plgk) in apnenec z redkimi lečami roženca, laporni apnenec, lapor (al),

- razredi nadmorskih višin: (vsi v m): 500 – 600, 1000 – 1100, 600 – 700, 1400 – 1500 in 800 – 900

- razredi naklona pobočij (°): 17 – 20, 14 – 17, 26 – 29, 23 – 26 in 20 – 23,

- blago konveksnimi deli pobočij (0,1 – 0,5) in prevojnimi deli (-0,1 – 0, 1),

- južnimi pobočji, severovzhodnimi in zahodnimi pobočji,

- razredi oddaljenosti od površinskih tokov (m): 250 – 300, 200 – 250, 300 – 350, 150 – 200 in 350 – 400,

- razredi oddaljenosti od strukturnih elementov (m): 350 – 400, 300 – 350, 250 – 300, 200 – 250, 400 – 450,

- sinhronostjo vpadov plasti z usmerjenostjo pobočij v območju razlike do 22,5°, kar potrjuje posledičnost sovpadanja plasti in pobočij, vendar pa se ta trend zmanjševanja vpliva logično ne nadaljuje z večanjem razlike. Pričakovano bi morala manjša razlika bolj vplivati na pojavljanje premikov pobočnih mas,

- razredi rabe tal: gozd in ostale poraščenepovršine, odprta zemljišča brez ali z nepomembnim rastlinskim pokrovom, kmetijska zemljišča – ostali ekstenzivni pašniki in kmetijska zemljišča v zaraščanju.

Pojavljanje podorov na območju občine Bovec je pomembnejše (signifikativno) povezano:

- s formacijama grebenski apnenec (ga) ter skladnati dachsteinski apnenec s plastmi dolomita (das),

- z razredi nadmorskih višin (m) 700 – 800, 900 – 1000, 600 – 700 in 800 – 900,

- z razredi naklona pobočij (°) 47 – 50, 38 – 41 in pogojno 41 – 44,

- pogojno s severovzhodno orientiranimi pobočji,

- razredi oddaljenosti od vodotokov 350 – 400 in 500 – 1000 metrov,

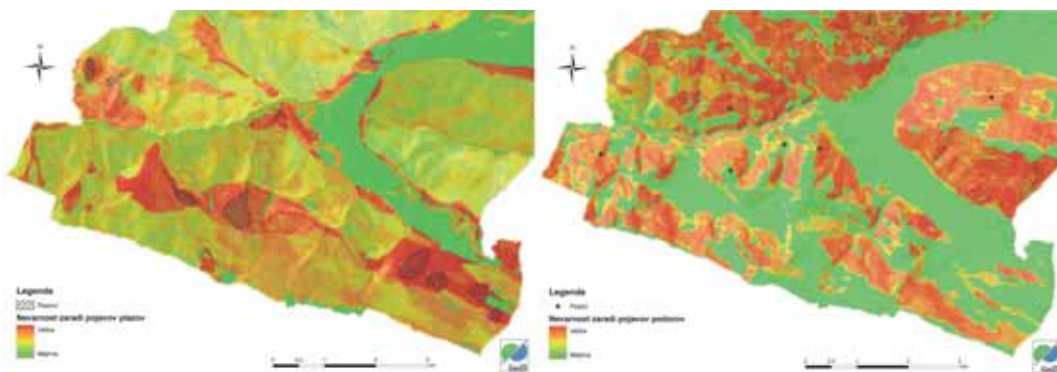
- pogojno razred oddaljenosti od strukturnih elementov 25 – 50 metrov,

- v primeru podorov so rezultati modela pokazali, da sinhronost vpadov plasti z usmerjenostjo pobočij statistično ne vpliva na njihovo pojavljanje,

- pogojno razred rabe tal gozd in ostale poraščene površine.

### ***Faza 3. Primerjava verjetnostnega modela z ekspertno ceno in izdelava karte geološko pogojenih nevarnosti zaradi procesov pobočnega premikanja v merilu 1:25.000***

Primerjava prve (ekspertna ocena) in druge faze (statistični model) je potrdila našo domnevo, da lahko kvaliteten izdelek dobimo le s komplementarnim pristopom oziroma sestavljanjem/zlitjem rezultatov obeh faz (Slika 3). Res je, da dasta oba pristopa primerljive rezultate, vseeno pa se izkaže, da je



Slika 3. Verjetnostni model napovedi nevarnih območij zaradi pojavov plazov z znanimi lokacijami plazov (levo) in verjetnostni model napovedi nevarnih območij zaradi pojavov podorov z znanimi lokacijami podorov (desno) za isti del občine Bovec kot na sliki 2.

navzkrižno preverjanje in dopolnjevanje ključno za kvaliteto izdelka. Izkušen geolog bo sicer dobro razdelil formacije na bolj ali manj nevarne, težko pa bo pri končnem izdelku upošteval vse prostorske dejavnike zato bo njegova karta pregroba. Po drugi strani bo statistični model upošteval vse prostorske dejavnike, bo pa na nekaterih točkah neživljenjski in nujno potrebuje intervencijo izkušenega geologa, v končni fazi pa tudi detajlno kartiranje oz. terenski pregled ključnih območij. Poglejmo nekaj primerov uskladitve faznih rezultatov.

1) Statistično določen vpliv litološke sestave (formacij) na pojavljanje premikov pobočnih mas se dobro ujema s strokovno ocenjenim vplivom. Ker bo ekspert celotno formacijo označil kot nevarno, je potreben popravek, ki bo upošteval prostorske dejavnike (naklon pobočij, ukrivljenost itd.).

2) Vpliv dejavnika oddaljenosti od površinskih tokov (rek) na pojavljanje pojavov premikov pobočnih mas je navidezen, saj je pojavljanje premikov pobočnih mas povezano z geomorfologijo obravnavanega območja, ki se odraža v statistični povezanosti lokacij pojavov in oddaljevanja od tokov. Čeprav statistika pokaže, da je življenje v oddaljenosti 500 do 1000 metrov od rek nevarno, je jasno, da ta kriterij ne zdrži izkustvene ocene.

3) Podatek o značilnih območjih nadmorskih višin pri pojavljanju premikov pobočnih mas je sicer zanimiv, je pa geomorfološko gledano zelo lokacijsko vezan. Zaradi tega je treba vpliv dejavnika nadmorske višine na pojavljanje plazov ali podorov obravnavati s precejšnjo mero previdnosti

oziroma ga razumeti izključno kot lokalno koincidenco.

4) Statistični model pokaže, da pojav podorov ni povezan s sinhronostjo vpadov in naklonov pobočij. To v primeru Bovške občine ne drži, resnica je prej nasprotna (Polovnik, Bavšica, Javoršček...). Razlog za tak rezultat je omejena količina podatkov o vpadih plasti. Potrebna je intervencija eksperta in po potrebi terensko preverjanje.

### Zaključek

Rezultat raziskovalnega projekta »Geohazard - razvoj metodologije za oceno geološko pogojene nevarnosti« je karta v merilu 1:25.000, ki opisuje obstoječe, predvsem pa tudi predvidene pojave masnega premikanja (plazenje, skalni podori, drobirski tokovi...). Metodologija je usmerjena v oceno geološko pogojenih nevarnosti na nivoju posameznih lokalnih skupnosti (predvsem občin) v merilu 1:25.000 in omogoča neposredno uporabo pri izdelavi občinskih prostorskih planov. Mogoča in potrebna je tudi nadgradnja z detajlnim kartiranjem najbolj problematičnih območij v merilu 1:5.000 ali 1:10.000.

Izdelava take karte je sorazmerno hitra in temu ustrezno strokovno nezahtevna, za dopolnitev do popolne karte geohazarda pa bi jo bilo smiselno dopolniti še z ostalimi vidiki geološko pogojenih nevarnosti (z modeli sedimentiranja posameznih pobočnih pojavov - npr. modeli razširjanja drobirskih tokov, s seizmično mikrorajonizacijo, s kartami poplavnih območij ipd.). Taka nadgradnja je

časovno zahtevna, je pa popolnoma kompatibilna s tu predstavljenim izdelkom. Smiselno bi bilo, da lokalne skupnosti kot obvezno podlago pri izdelavi prostorskih načrtov upoštevajo karto geološko pogojene nevarnosti zaradi procesov pobočnega premikanja v merilu 1:25.000, ki rešuje največji del problema Geohazarda, nadgradnjo pa izvedejo sčasoma v skladu z možnostmi in potrebami.

### Reference

- Alexander, D. 1993: Natural disasters. - UCL Press Ltd., University College London, 632 pp, London.
- Bavec, M. 2001: Kvartarni sedimenti Zgornjega Posočja. - 131 pp., Ljubljana. Doktorska disertacija, NTF Ljubljana.
- Bavec, M. 2002: Nove časovne in genetske opredelitve nekaterih mlajšekvartarnih sedimentov in kamnin v Bovški kotlini in njeni bližnji okolici. - *Geologija*, 45, 291-298.
- Budkovič, 2002: Karta geološko pogojene ogroženosti na primeru občine Bovec. - *Ujma*, 16, 141 - 145.
- Buser, S. 1987: Osnovna geološka karta SFRJ, list Tolmin in Videm, 1:100.000.- Zvezni geološki zavod, Beograd.
- Galloway, J. 2001: Geologic Hazards. - Cañada College, p. 7, Redwood City. (<http://www.pls.lib.ca.us/smcccd/faculty/galloway/haz.9.html>, 2001)
- Jurkovšek, B. 1987: Osnovna geološka karta SFRJ, lista Beljak in Ponteba, 1:100.000. - Zvezni geološki zavod, Beograd.
- Jurkovšek, B. 2001: Izdelava karte geološko pogojene ogroženosti občine Bovec (1:25.000). - *Ujma*, 14-15, 289 - 294.
- Komac, M. 2005: Verjetnostni model napovedi nevarnih območij glede na premike pobočnih mas - primer občine Bovec. - *Geologija*, 48/2 (v tisku), Ljubljana.
- Komac, M., Ribičič, M., Šinigoj, J., Krivic, M. & Kumelj, Š. 2005: Analiza pojavljanja plazov v Sloveniji in izdelava karte verjetnosti plazenj. Projekt: Novelacija in nadgradnja informacijskega sistema o zemeljskih plazovih in vključitev v bazo GIS\_UJME, Fazno poročilo za leto 2005. - Geološki zavod Slovenije, 138 p., Ljubljana.
- Orožen Adamič, M. 1990: Podor v Trenti. - *Ujma*, 4, 18, Ljubljana.
- Pavšek, M. 1994. Skalni podor v Trenti. - *Ujma*, 8, 24 - 29, Ljubljana.
- Pavšek, M. 1996: Skalni podor na Velikem Mangartu. - *Ujma*, 10, 67 - 69, Ljubljana
- Petje, U. 2005: Analiza nevarnosti padajočega kamna na cestah v alpskem prostoru, Magistrsko delo. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.
- Petkovšek, B. & Marolt, P. 1994: Rezultati študije ogroženosti republike Slovenije z zemeljskimi plazovi. - Prvo slovensko posvetovanje o zemeljskih plazovih, Idrija, 17. in 18. november 1994. - Idrija : Rudnik živega srebra, 21-29, Idrija.
- Placer, L. 2002: Gravitacijski zdrsi ob spodnji Savinji. - *Ujma*, 16, 146 - 148, 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, 17. in 18. november 1994. - Idrija : Rudnik živega srebra, str. 139-153, Idrija.
- Popit, T. & Košir, A. 2003: Pleistocenski plaz pri Selu v Vipavski dolini. - *Geološki zbornik*, 17, 133-138, Ljubljana.
- Singhroy, V., Van Westen, C.J., Bannert, D., Wasowski, J., Lacoul, M., Ohkura, H., Mitchell, C. & Massonnet, D. 2000: Report of the Landslide Hazard Team - Executive Summary. - The CEOS Group, Committee on Earth Observation Satellites Disaster Management Support Group, USA. (<http://disaster.ceos.org/landslide.htm>, 2001)
- SURS, 2003: Statistične informacije št. 2 - Okolje št. 1. - Statistični urad Republike Slovenije, 8 str., Ljubljana.
- Van Westen, C.J. 1993: Remote Sensing and Geographic Information Systems for Geological Hazard Mitigation. - *ITC-Journal*, 1993(4), ITC, p. 393-399, Enschede.
- Zorn, M. 2001: Gorski relief kot posledica skalnih podorov. - Diplomsko delo. Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo, Ljubljana.
- Zorn, M. 2002: Podori na Dobraču. - *Geografski vestnik*, 74, 9 - 20, Ljubljana.