

RAZGLEDI

POKRAJINSKI UČINKI SKALNEGA PODORA V POLOGU

AVTORJA

dr. Blaž Komac

Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU, Gosposka ulica 13, SI – 1000 Ljubljana, Slovenija
blaz.komac@zrc-sazu.si

dr. Matija Zorn

Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU, Gosposka ulica 13, SI – 1000 Ljubljana, Slovenija
matija.zorn@zrc-sazu.si

UDK: 911.2:551.435.6(497.4Polog)

COBISS: 1.01

IZVLEČEK

Pokrajinski učinki skalnega podora v Pologu

Na začetku maja leta 2004 se je v Pologu v dolini Tolminke sprožil skalni podor. Skalni podor ni ogrozil naselij ali infrastrukture, je pa povzročil mnogo posledic v naravnem okolju, med drugim je zajezil reko Tolminko. Po podoru smo lahko opazovali še mnoge druge pokrajinske učinke skalnih podorov. V članku posebej izpostavljamo ojezeritev, zasipavanje jezera z gradivom, ki izvira gorvodno od skalnega podora, ter razmerje med pobočjem, na katerem se je sprožil podor, in erozijo reke.

KLJUČNE BESEDE

geografija, geomorfologija, geomorfni procesi, skalni podor, pokrajinski učinki, Polog, Tolminka

ABSTRACT

Influence of the Polog rockfall on natural landscape

A rockfall was triggered in the Tolminka valley at Polog in the beginning of May, 2004. Rockfall didn't endangered settlements or infrastructure, but it caused many disturbances in natural environment, for example it dammed the Tolminka River. After the rockfall we could observe many impacts of rockfalls on the natural landscape. We put special emphasis on damming of the valley, filling up the lake with sediments from upstream of the rockfall and to the ratio between the rockfall slope and erosion of the river.

KEY WORDS

geography, geomorphology, geomorphic processes, rockfall, impact on landscape, Polog, Tolminka River

Uredništvo je prispevek prejelo 4. septembra 2009.

1 Uvod

Dne 10. 5. 2004 se je v dolini Tolminke nasproti planine v Pologu sprožil skalni podor. Skalni podor je pojav, pri katerem se skalna gmota odtrga od podlage in zgrmi navzdol (Zorn 2002; Zorn in Komac 2002; Komac in Zorn 2007). Hitro premikanje gradiva običajno spremlja močan hrup (bobnenje), zlasti pri večjih skalni podorih je pogost spremljajoči pojav tudi zračni udar (Vidrih in Ribičič 1999).

Ker se je v dolini Tolminke premaknilo veliko gradiva, razsežnosti skalnega podora pa najprej niso bile povsem znane, so se prebivalci Tolmina bali morebitnih posledic. Območje so zato nekaj časa opazovali. Takšen razmeroma majhen pojav bi sicer težko ogrozil mesto, vendar pa se je prav na tem območju v kvartarju utrgal skalni podor, ob katerem je drobirski tok iz povirja Tolminke prineslo skoraj do Mosta na Soči (Šifrer 1964/65; Zorn 2002; Komac in Zorn 2007).

2 Vzroki za nastanek skalnega podora

Po vzrokih nastanka je bil pojav v Pologu podoben skalnemu podoru nad vasjo Koseč (Komac in Zorn 2002a), pa tudi pojavu, ki je pred leti zaprl cesto do vasi Krn (Pavšek 1994b). Oba sta se sprožila na stiku zgornjekrednega rdečkastega apnenca in istodobnega laporovca z vmesnimi polami in gomolji roženca, znanega kot *scaglia*, ter spodnjekrednega fliša, ki ga sestavljajo skrilavi glinavec, kalkarenit, roženec in apnenčeve breče. Zgoraj ležeče kamnine so za vodo bolj prepustne kot spodnje, zato so na njihovem stiku pogosti izviri. S povečanjem ravni talne vode se povečata porni tlak in obtežba pobočja, zato pride do zdrsa kamnin. Okolico skalnega podora v Pologu gradi jursko-kredni beli mikritni ploščasti apnenec z roženci, podor pa se je sprožil v omenjenem spodnjekrednem flišu. Za sprožitev je bila pomembna tudi lega blizu naravnega stika med triasnimi apnenci ter omenjenimi manj prepust-



MATIJA ZORN

Slika 1: Skalni podor v Pologu (14. 5. 2004).

nimi jurskimi in krednimi plastmi (Buser 1986). Sklepamo, da je geološka sestava območja poglavitni vzrok za nastale pojave.

Na sprožitev skalnega podora na Koseču je posredno vplival tudi potres 12. 4. 1998, saj so takrat na pobočju ponekod nastale razpoke (Komac in Zorn 2002a). Možno je, da je do podobne vzročne povezave prišlo tudi pri položnem podoru.

Pomembno vlogo pri nastanku ima tudi Tolminka, ki z veliko erozivno močjo pogloblja strugo, z bočno erozijo pa spodkopava pobočja, da postajajo nestabilna. Podiranje in drugi pobočni procesi tako sproti prilagajajo naklon pobočij.

3 Poglavitni pokrajinski učinki skalnega podora

Skalni podori v pokrajini povzročajo spremembe v vseh treh območjih svojega delovanja, in sicer na mestu nastanka, na območju svoje poti navzdol, pa tudi na območju, kjer se gradivo ustavi. Njihove posledice so vidne v naravi (naravnogeografski učinki), vplivajo pa tudi na človeka (družbenogeografski učinki). Pri skalnem podoru v Pologu smo opazovali predvsem naravnogeografske učinke, saj se je sprožil na nenaseljenem območju in od antropogenih elementov v pokrajini poškodoval le stezo, ki vodi s Čadrga v dolino Tolminke.

Skalni podor je nastal na območju močno pretrte kamnine, kjer je že prej prihajalo do podiranja. Na to kaže nekdanje obsežno melišče, ki pa ga je poraščal gozd. Levo od skalnega podora je na sredi pobočja skoraj navpičen prelom. Odlomna stena je iz plastovite in močno nagubane kamnine, plasti vpadajo v smeri proti pobočju. Območje skalnega podora obsega približno 20 ha, sprožilo pa se je nekaj deset tisoč m³ gradiva.



MATIJA ZORN

Slika 2: Odlomni rob skalnega podora (14. 5. 2004).

Preglednica 1: Pokrajinski učinki skalnih podorov (prirejeno po Abele 1974 ter Zorn in Komac 2002).

naravnogeografski učinki	družbenogeografski učinki
<p>Neposredni učinki (nastanejo zaradi premikanja gradiva):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) spremembe reliefnih oblik na mestih sprožitve; 2) nastanek tenzijskih (napetostnih) razpok, vzporednih z odlomno ploskvijo; 3) poškodbe na območju poti: <ul style="list-style-type: none"> • reliefne poškodbe, • poškodbe na prsti in vegetaciji; 4) poplave in udarni valovi; 5) zračni udari. 	<p>Neposredni učinki (nastanejo zaradi premikanja gradiva):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) poškodbe alpinističnih smeri, planinskih in zavarovanih plezalnih poti; 2) poškodbe infrastrukturnih objektov; 3) poškodbe stanovanjskih in drugih objektov; 4) poplave in udarni valovi; 5) zasutja naselij.
<p>Posredni učinki (nastanejo po odložitvi gradiva):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) kupi premaknjenege gradiva na pobočjih in v dnu dolin (spremembe oblikovanosti območja); 2) jezera za odloženim gradivom: <ul style="list-style-type: none"> • jezerske usedline (na primer jezerska kreda), • zamočvirjena območja za pregradami odloženega gradiva, • preboji odloženega gradiva (nastanejo pogosto v obliki »katastrofalnih« dogodkov, ki celo bolj preoblikujejo pokrajino kot pobočni procesi (udarni valovi, povečana erozijska moč vode, nastajanje rečnih teras ...), 3) sprememba hidroloških razmer na mestu odložitve: <ul style="list-style-type: none"> • izviri pod melišči oziroma pod odloženim gradivom, • prestavitve vodotokov zaradi zasutja stare struge, • spremembe v odtoku; 4) spremembe prsti in vegetacije; 5) spremembe mikroklimе: <ul style="list-style-type: none"> • sprememba ekspozicije in naklona manjših reliefnih oblik in s tem temperaturnih razmer, • krajevne zaježitve hladnega zraka v konkavnih oblikah, • povečanje vlage v zraku zaradi nastanka jezer ali močvirnih območij, stoječe vode vplivajo tudi na temperaturo v okolici. 	<p>Posredni učinki (nastanejo po odložitvi gradiva):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) vpliv na kulturno pokrajino (opuščanje obdelave, ogozdovanje) in razmestitev naselij; 2) pregrade in zamočvirjena območja za njimi kot reliefne prepreke za komunikacijo: <ul style="list-style-type: none"> • prometne prepreke, • politična, kulturna in jezikovna meja; 3) izraba gradiva v industriji; 4) hidroenergetska izraba; 5) območja pobočnih procesov kot turistična območja (velika doživljajska vrednost); 6) skalni podori, ohranjeni v krajevnih in ledinskih imenih; 7) skalni podori, ohranjeni v pripovedkah, pesmih in legendah.

V dolini Tolminke so se v njenem zatrepu in zlasti na vzpetini Osojnici ob potresu 1998 prav tako sprožili veliki skalni podori. Od opisanega podora jih poleg drugačnih razlogov za sprožitve razlikuje predvsem dejstvo, da so nastali v apnencu (Ribičič in Vidrih 1998).

Podorno gradivo se je po pobočju razporedilo v obliki treh »jezikov«, na katerih sta popolnoma uničena rastle in prst.

Pri trku podornega gradiva ob police v steni so ponekod nastali sekundarni skalni odlomi. Del gradiva se je odložil že na pobočju v obliki melišč, večina pa v dolini Tolminke.



Slika 3: Barvni ortofotografski posnetek skalnega podora (© Geodetska uprava Republike Slovenije 2005).

Kmalu po skalnem podoru so na strmem pobočju nastali globoki in široki erozijski jarki, po katerih je voda odnašala gradivo. Zaradi velikega naklona pobočja so se skale po njem valile le zaradi gravitacije.

Ponekod sta bila poškodovana tudi prst in rastje na drugem, desnem bregu Tolminke. Skale so na desni breg priletele tudi do 10 m nad vodotok in se raztreščile, nekatere pa so se zarile v preperino.

3.1 Zajezitveno jezero

Na potresno ogroženih območjih, zlasti v ozkih rečnih dolinah v gorskem svetu, so zemeljski plazovi in skalni podori včasih tako veliki, da sežejo v dolinsko dno ali ga celo zatrpajo. Tako ustvarijo tudi več sto metrov visoke potresne (oziroma plazovne ali podorne) pregrade. Ena največjih pregrad, visoka je kar 600 m, je nastala februarja 1911 ob potresu z magnitudo 7,6 v Pamirju v Tadžikistanu, kjer se je



MATIJA ZORN

Slika 4: Podorno gradivo je uničilo gozd in odstranilo preperino (24. 4. 2006).



BLAŽ KOMAC

Slika 5: Nekatere skale so padle tudi na desni breg Tolminke (24. 4. 2006).

MATIJA ZORN



Slika 6: Na dnu jezera so se v obliki delte odlagali prod in drobnozrnati jezerski usedlinami (24. 4. 2006).

BLAŽ KOMAC



Slika 7: Nanos je zajezil Tolminke; spredaj: preboj Tolminke skozi podorno gradivo, zadaj: jezero (24. 4. 2006).

sprožil 2 km³ velik kamniti zdrs. Za njimi ponavadi že v nekaj dneh nastanejo jezera. Zdrse lahko sprožijo tudi obilne padavine. Več kot polovica (55 %) pregrad se podre že po enem tednu, večina (89 %) pa v enem letu. Največ pregrad se podre zaradi prelitja (Komac, Natek in Zorn 2008).

Tako je tudi podorno gradivo, ki je doseglo dolino Tolminke, za krajši čas zajezilo reko. Nastalo je nekaj metrov globoko in nekaj sto metrov dolgo jezero. Reka je sprva odtekala skozi podorno gradivo, ki je zelo prepustno, saj ga sestavljajo različno veliki kamninski bloki. Postopoma si je izdolbla strugo in nižala podorno gradivo. Takšna jezera zaradi preboja podornih pregrad ponavadi ne obstanejo dolgo. Ob preboju se pogosto zgodijo katastrofalni dogodki, ki lahko celo bolj preoblikujejo pokrajino kot sami podori (Abele 1974).

Čeprav v Sloveniji že poznamo primere, da je skalni podor dosegel reko, pa še ni bila opisana zajezitev, ki bi nastala zaradi podora. Po ugotovitvah nekaterih avtorjev (na primer Grimšičar 1988; Zorn 2003/04; Komac in Zorn 2007) naj bi skalni podor Kuntri v Soški dolini ob koncu pleistocena oziroma na začetku holocena zajezil Sočo in nastalo naj bi tako imenovano Srpeniško jezero. V Trenti se je nad Fačerjem leta 1993 sprožil skalni podor, ob katerem so posamezne velike skale preskočile cesto ter padle v strugo Soče in tudi prek nje, vendar Soče niso zajezile (Pavšek 1994a). Bolj pogoste so pregrade zaradi zemeljskih plazov; najbolj znano je jezero na Lučnici, ki je nastalo zaradi pregrade zemeljskega plazu ob novembrskih poplavih 1990 (Natek 1991).

Z nastankom in izginotjem takšnih jezer je povezanih še več pokrajinskih učinkov. Na dnu jezera se je v enem letu odložilo približno 2700 m³ proda in drobnozrnatih jezerskih usedlin, ki jih je Tolminka prinesla iz porečja gorvodno od podora. Količina gradiva je velika še posebej zato, ker so se v povirju reke ob potresu leta 1998 sprožile ogromno gradiva, ki vodotoki prenašajo naprej. Zaradi prevlade drobnozrnatega gradiva se je povečala prodonosnost rek, tudi Tolminke. Ocenjujejo, da je približno 200.000 m³ gradiva, ki se je sprostilo ob potresu leta 1998 v Zgornjem Posočju, doseglo vodotoke. Ob prihodnjih močnejših padavinah pa naj bi vodotoke doseglo še približno 480.000 m³ ob potresu sproščenega gradiva (Mikoš in ostali 2006).



BLAŽ KOMAC

Slika 8: Reka si je pot najprej utrla skozi gradivo, potem pa udarila čezenj (24. 4. 2005).

MATIJA ZORN



Slika 9: Tolminka je v dveh letih v odloženo gradivo pod skalni podorom vrezala okrog 1,5 m globoko strugo, od tega samo v desetih dneh po podoru za približno 1 m (24. 4. 2006).

MATIJA ZORN



Slika 10: Cerkvica sv. Duha na Javorci stoji nasproti podoru (14. 5. 2004).

Območje skalnega podora je zanimivo za opazovanje rečne dinamike. V jezeru se je zaradi zmanjšanega strmca struge usedalo gradivo in nastala je delta. Ko je voda po preboju odtekla iz jezera, se je vrezovala v gradivo in oblikovala približno pol metra visoke rečne terase.

Močno se je spremenila tudi struga reke pod skalnim podorom, saj je Tolminka po preboju jezerske pregrade dolvodno premestila nekaj tisoč kubičnih metrov podornega gradiva in ga zaradi pomanjkanja prostora odložila kar v strugo kot podolgovat vršaj. Vanj vrezuje terase. Dve leti po podoru je bila rečna struga že skoraj dva metra globlje od zgornjih teras.

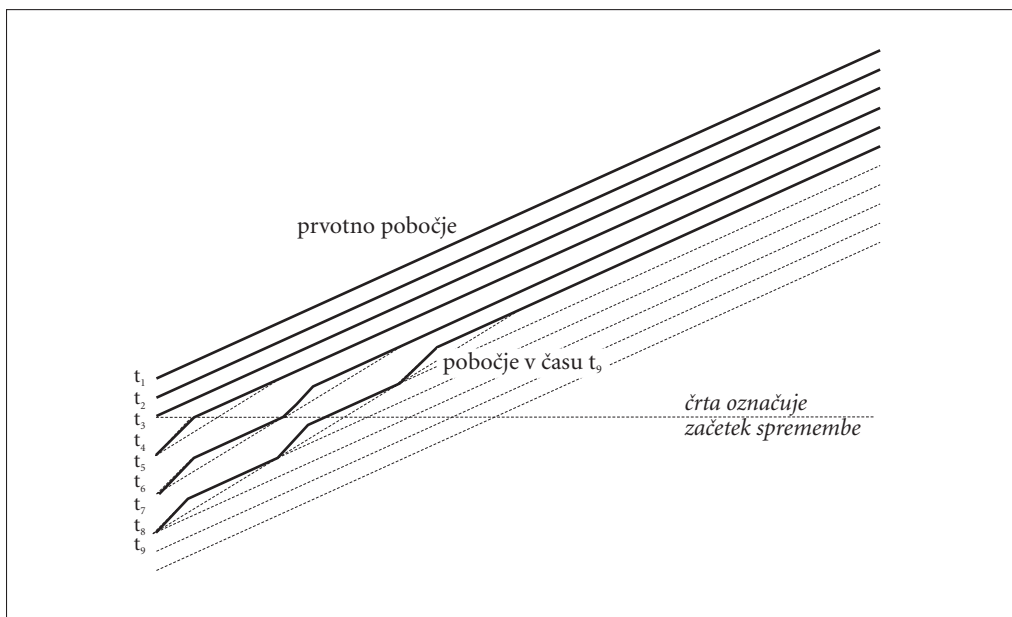
Vrezovanje v gradivo je bilo zelo hitro. Potekalo je s hitrostjo približno decimeter na dan (1 m v desetih dneh). Tolminka je imela namreč veliko erozijsko moč, saj ji je pregrada na tem mestu močno povečala strmec, ki ga je reka poskušala izravnati. V ozki dolini je odložila gradivo v razdalji nekaj sto metrov.

Podorno jezero je krajevno dvignilo talno vodo, ki je prepojila pobočja ob jezeru. Na desnem bregu je zalila pobočja, porasla s travo in gozdom. Ko je jezero odteklo, je upadla tudi raven talne vode.

3.2 Bočna erozija in pobočni procesi

Skalni podor je zanimiv še s teoretskega vidika. Ker je nastal ob vodotoku, lahko na njegovem primeru pokažemo na razmerje med vodotokom in pobočjem nad njim. Penck (1972) je leta 1924 predstavil paradigmo o nadomeščanju pobočij oziroma diferencialno metodo razvoja površja. Ugotovil je, da je učinek erozije odvisen od naklonskih lastnosti posameznega odseka pobočja, naklon tega odseka pa predvsem od velikosti delcev mobilnega gradiva ali preperine.

Predpostavil je, da na pobočju nastaja preperina, ki v določenih razmerah postane nestabilna. Mobilnost njenih delcev je odvisna predvsem od njihove vrste, velikosti, naklona pobočja in debeline preperine.



Slika 11: Na razvoj pobočja pogosto vpliva rečna erozija. Dokler je erozija stalna, se razvija premočrtno pobočje ($t_1 - t_3$), ko pa se zaradi določenega razloga poveča (t_3), nastane konveksna stopnja, ki se s pobočnimi procesi sčasoma pomika navzgor ($t_3 - t_8$), dokler ne doseže vrha pobočja. Končni rezultat takega idealiziranega razvoja je tako imenovani vzporedni umik pobočja (Penck 1972, 149).

Ko se preperina dovolj odebeli, se gradivo premakne v nižjo lego, pobočje pa v spodnjem delu postane najprej položnejše, če pa se gradivo odlaga daljše obdobje, pa sčasoma pa konkavne oblike. Gradivo se po pobočju premika navzdol toliko časa, dokler celotno pobočje ni prekrito z gradivom (s preperino ali z meliščem) oziroma dokler celotno pobočje ne doseže naklona posipnega kota, ki je v naših razmerah približno 32°. Ta proces imenujemo nadomeščanje pobočij, ker prvotno strmo kamnito pobočje zamenja položnejše pobočje iz pobočnega gradiva in preperine.

Kadar pa reka erodira vznožje pobočja in odnese njegov spodnji del, se opisano ravnovesje poruši in gradivo zdrsne navzdol. Pri tem v spodnjem delu pobočja nastane praviloma strma konveksna stopnja, ki se nato s preperevanjem in podiranjem počasi pomika po pobočju navzgor. Reka sproti odnaša gradivo, zato ostane pobočje strmo in konveksno. Če spodkopavanje reke zastane, nastane pod steno konkavno pobočje oziroma melišče. Stena na pobočju se zaradi preperevanja sicer še vedno pomika po pobočju navzgor, vendar ne tako hitro, zato tudi melišče nastaja počasneje. Po daljšem času brez erozije je strma stena le še visoko nad gladino reke in močno oddaljena od nje. Sprva strmo melišče pa postane položnejše pobočje.

Pri takšnem razvoju površja velja naslednje razmerje med intenzivnostjo globinske erozije (E), intenzivnostjo denudacije na pobočju tik nad vodo (A) in naklonom pobočja oziroma njegovega odseka (α):

$$E = A : \cos(\alpha).$$

Podobno lahko opišemo tudi razmerje med intenzivnostjo globinske erozije v časovni enoti (t_α), intenzivnostjo bočne erozije v časovni enoti (t_α), denudacijo oziroma umikom odseka pobočja v enoti časa (t_0) in naklonom odseka pobočja med dvema pregiboma (α). To razmerje lahko izrazimo z enačbo (Penck 1972, 138 in 144):

$$t_0 = t_\alpha \cdot \sin(90 - \alpha) \text{ ali } t_\alpha = t_0 : \cos(\alpha)$$

in z enačbama:

$$t_0 = t_\alpha \cdot \sin(\alpha) \text{ ali } t_\alpha = t_0 : \sin(\alpha).$$

Ob globinski eroziji na spodnjem delu pobočja nastane strm konveksen pregib, ki se kot nekakšna stopnica prenaša po pobočju navzgor. Pobočne stopnje nad pregibi se zato skrajšujejo, pod njimi pa podaljšujejo. Zanimivo je, da z dolgotrajno, zvezno erozija na pobočju nastanejo nezvezne oblike, kot je pregib. Pregib je tisti del pobočja, kjer se skokovito spremeni naklon. To vpliva tudi na kasnejši razvoj in prevladujoče pobočne procese. Penck (1972) ugotavlja, da je takšen razvoj pobočij praktično neodvisen od podnebja.

Tolminka z erozijo spodkopava pobočja in zmanjšuje njihovo stabilnost. Po Savigearju (1952, 45) se ob takšnem »neoviranem odstranjevanju« gradiva pobočja vzporedno ali »paralelno umikajo« (uporabi angleški izraz *parallel retreat* nekako v smislu Pencka (Burt 2003, 584)). Penckovi (1972) razlagi ohranjanja naklona pobočij ob stalnem spodkopavanju sta pri nas sledila Gams (1970/71, 57) in Radinja (1973, 80) pri obravnavi slovenskih obalnih klifov.

Pri pobočju, kjer je nastal skalni podor, ne vemo, ali je spodkopavanje potekalo počasi in zvezno, ali pa je že prej prihajalo do večjih skalnih odlomov (takšno geomorfno dogajanje je značilno za območje slapu Čedca na Jezerskem; Ramovš 1983; Erhartič in Jelenko 2009).

Po opisanem Penckovem modelu bi se morala motnja (večji odlom) zvezno ali počasi prenašati po pobočju navzgor in sčasoma doseči vrh pobočja.

Pri tem moramo opozoriti, da skalni podori v zgornjih delih pobočij niso nič neobičajnega, čeprav njihov nastanek ni vedno neposredno povezan z rečnim (erozijskim) preoblikovanjem površja. Skalni podori v ovršjih na primer pogosto nastanejo zaradi potresa. V Zgornjem Posočju se je to zgodilo v letih 1976, 1998 in 2004 (Natek, Komac in Zorn 2003; Komac in Zorn 2007, 82–90 in 93).

Na primeru skalnega podora v Pologu lahko vidimo, da intenzivnost rečne erozije posredno (prek pobočnih procesov) vpliva na oblikovanost pobočij, tako da spreminja njihov naklon in ukvirjenost oziroma njihovo konveksnost in konkavnost. Ker je ob stalni eroziji naklon pobočja enakomeren (nastane premočrtno pobočje), sta erozija in akumulacija pobočnega gradiva v ravnovesju.

Večina pobočij v naših gorskih pokrajinah še ni takšnih, saj so ledeniki z brušenjem povečali njihove naklone. Po umiku ledenikov so pobočja postala nestabilna, nastali so številni veliki skalni podori. Ker je od takrat minilo »komaj« dobrih 10.000 let, se pobočja še niso povsem prilagodila »novim« razmeram.

To dokazuje pogostnost in velikost pobočnih procesov v gorskem svetu (Komac in Zorn 2007), ki so ponekod tudi poglavitni preoblikovalni dejavnik površja (Zorn 2002).

Erozijsko-denuvacijski procesi potekajo povsod, kjer je povprečni naklon površja nad 3° (Penck 1972), le njihova intenzivnost je glede na velikost naklona različna. V Sloveniji so jim podvržene gorate, hribovite in gričevnate pokrajine. Intenzivnejši so ob vodotokih, kjer voda hitreje odnaša gradivo (Hrvatini, Perko in Petek 2006) in v erozijskih žariščih (Zorn 2008).

Vsi geomorfni procesi pa niso povezani z erozijskim delovanjem rek ali ledenikov. Večji naklon pobočja je lahko tudi posledica večje krajevne odpornosti kamnin. Zato le na podlagi reliefnih oblik ne moremo vedno sklepati na dosednji geomorfni razvoj pobočja oziroma na procese, ki so ga oblikovali. V reliefu je namreč zapisanih le nekaj zadnjih razvojnih faz ali celo samo zadnja razvojna faza, pri čemer so sledovi starejših faz v reliefu praviloma manj vidni (Penck 1972), kar lahko označimo s podobo palimpsesta (Vervloet 1986).

4 Sklep

Na relief vpliva silno zapleteno in spreminjajoče se razmerje med geološko sestavo ter hidrološkimi in geomorfnimi procesi. Naloga geomorfologije je, da ta razmerja pojasni. Razumevanje naravnih procesov pa ni samo sebi namen, saj je pomembno za človeka in njegove dejavnosti v pokrajinah, kjer so ti pojavi pogosti, pa tudi tam, kjer jih lahko pričakujemo redkeje. Geomorfologija je z vidika preventive in pripravljenosti na naravne procese za družbo gotovo bolj pomembna, kot ji kdaj priznamo. Za razumevanje razvoja reliefa (Zorn in Komac 2008) je zato zelo pomembno dokumentiranje geomorfnih procesov (Komac in Zorn 2002b) in njihovih učinkov. Ti so res vidni v naravi, kjer se ponavadi tudi ohranijo, zaradi njihovega razumevanja pa moramo ohranjati tudi družbeni spomin nanje. Že omenjena analogija s palimpsestom je ustreznna za opis pokrajin, saj kaže na to, da pri preučevanju sodobnih geografskih pojavov in procesov ne smemo zanemariti sledov preteklih procesov in pojavov v pokrajini, ki so element resničnega geografskega okolja (Ilešič 1964; Komac 2009). Med tako imenovane historizme oziroma preostanke preteklosti, ki jih lahko razumemo tudi kot podedovano geografsko okolje Ilešič (1964, 294) šteje »... vse tiste pokrajinske poteze, ki so ugasnile ali se bistveno spremenile, ne glede na to, ali so te poteze morda samo raztresene, kričiče izjeme v pokrajini, ki so jo v bistvu preoblikovali že sodobni procesi (npr. zgodovinski ostanki sredi modernih mest) ali pa v pokrajini še vedno prevladujejo (stare agrarne strukture) ...«.

Opisani pojav v dolini Tolminke je zanimiv zaradi lege ob gorski reki z močno spremenljivim pretokom. Za pobočja, ki ležijo ob rekah, je značilno, da jih reke zlahka spodkopavajo, s čimer se mora na pobočjih nenehno vzpostavljati dinamično ravnovesje. Takšno pobočje je le redko daljši čas stabilno. Posledica so z vidika človeka lahko naravne nesreče, z vidika narave pa so le procesi, s katerimi se geomorfni sistem prilagaja novim razmeram.

Zaradi velike dolžine pobočja in velike erozijske moči Tolminke se bo prilagajanje pobočij nad Tolminko nadaljevalo, spomin na skalni podor iz leta 2004 pa naj ohrani ta zapis.

5 Viri in literatura

- Abele, G. 1974: Bergstürze in den Alpen, ihre Verbreitung, Morphologie und Folgeerscheinungen. Wissenschaftliche Alpenvereinshefte 25. München.
- Burt, T. P. 2003: Some observations on slope development in South Wales: Savigear and Kirkby revisited. *Progress in Physical Geography* 27-4. London.
- Buser, S. 1986: Osnovna geološka karta SFRJ 1 : 100.000, list Tolmin in Videm (Udine). Beograd.
- Erhartič, B., Jelenko, I. 2009: Vpliv naravnih nesreč na naravno in kulturno dediščino. Naravne nesreče v Sloveniji 1. Ljubljana.

- Gams, I. 1970/71: Severna obala Strunjanskega polotoka. *Proteus* 33-2. Ljubljana.
- Grimšičar, A. 1988: Zemeljski plazovi v Sloveniji: I. zgodovina. *Ujma* 2. Ljubljana.
- Hrvatina, M., Perko, D., Petek, F. 2006: Land use in selected erosion-risk areas of Tertiary low hills in Slovenia. *Acta geographica Slovenica* 46-1. Ljubljana.
- Ilešič, S. 1964: Preostanki preteklosti v pokrajini kot element resničnega geografskega okolja. *Geografski vestnik* 36. Ljubljana.
- Komac, B. 2009: Družbenogeografski spomin in naravnogeografski spomin na naravne nesreče. *Acta geographica Slovenica* 49-1. Ljubljana.
- Komac, B. 2006: Dolec kot značilna oblika dolomitnega površja. *Geografija Slovenije* 13. Ljubljana.
- Komac, B., Zorn, M. 2002a: Plaz nad kosečem – geografski pogled na ujmo. *Ujma* 16. Ljubljana.
- Komac, B., Zorn, M. 2002b: Aplikativne možnosti geografije pri preučevanju pobočnih procesov. *Dela* 18. Ljubljana.
- Komac, B., Zorn, M. 2007: Pobočni procesi in človek. *Geografija Slovenije* 15. Ljubljana.
- Komac, B., Natek, K., Zorn, M. 2008: Geografski vidiki poplav v Sloveniji. *Geografija Slovenije* 20. 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* 86, 2–3. Amsterdam.
- Natek, K. 1991: Plazovi v Gornji Savinski dolini. *Ujma* 5. 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. Krakow.
- Pavšek, M. 1994a: Skalni podor v Trenti. *Ujma* 8. Ljubljana.
- Pavšek, M. 1994b: Zemeljski plaz pod Krnom. *Ujma* 8. Ljubljana.
- Penck, W. 1924: Die Morphologische Analyse: ein Kapitel der Physikalischen Geologie. Stuttgart.
- Penck, W. 1972: Morphological analysis of land forms. New York.
- Radinja, D. 1973: Prispevek k spoznavanju recentnega abrazijskega reliefa na primeru Strunjanske obale. Mednarodni mladinski raziskovalni tabori 1971–1972. Ljubljana.
- Šifrer, M. 1964/65: Kvartarni razvoj doline Soče med Tolminom in Ročinjem. Inštitut za geografijo SAZU. Ljubljana.
- Ramovš, A. 1983: Slapovi v Sloveniji. Ljubljana.
- Ribičič, M., Vidrih, R. 1998: Plazovi in podori kot posledica potresov. *Ujma* 12. Ljubljana.
- Vervloet, A. 1986: Inleiding tot de historische geografie van de Nederlandse cultuurlandschappen. Wageningen.
- Vidrih, R., Ribičič, M. 1999: Posledice potresa v naravi. *Ujma* 13. Ljubljana.
- Savigear, R. A. G. 1952: Some observations on slope development in South Wales. *Transactions of the Institute of British Geographers* 18. Oxford.
- Zorn, M. 2002: Rockfalls in Slovene Alps. *Geografski zbornik* 42. Ljubljana.
- Zorn, M. 2003/04: Nekateri večji podori v Alpah. *Ujma* 17-18. Ljubljana.
- Zorn, M. 2008: Erozijski procesi v slovenski Istri. *Geografija Slovenije* 18. Ljubljana.
- Zorn, M., Komac, B. 2002: Pobočni procesi in drobirski tok v Logu pod Mangartom. *Geografski vestnik* 74-1. Ljubljana.
- Zorn, M., Komac, B. 2008: Zemeljski plazovi v Sloveniji. *Georitem* 8. Ljubljana.

6 Summary: Consequences of the Polog rockfall on natural landscape

(translated by the authors)

A rockfall that was triggered in the Tolminka valley (Western Slovenia) in the beginning of May 2004 caused many disturbances in natural environment: it dammed the Tolminka River, which is a rather rare event in Slovenian Alps.

The rockfall was triggered at the contact of Upper Cretaceous reddish limestone and concurrent Lower Cretaceous flysch. Many springs appear on the lithological contact since the above rocks are more permeable than the bottom ones. In 2004, rise of ground water level increased the pore pressure and the load of the slope causing the slope to break.

We could observe several other impacts of rocks on the natural landscape, but we put special emphasis on the damming of the valley, filling up the lake with sediments from upstream of the rockfall and to the ratio between the rockfall slope and lateral erosion of the river.

Penck introduced the differential method of surface development paradigm in 1924. He noted that the effect of erosion depends on the characteristics of different parts of the slope with the same inclination, which he called slope segments. By denudation and accumulation steep slopes are slowly replaced with regolith slopes, having an inclination about 32°. However, where a river erodes the foot of the slope, the described equilibrium is altered. The eroded part of the slope slowly moves back and up, thus steepening the slope. Rockfalls or landslides also often modify such slopes.

Also, several meters deep and several hundred meters long lake was formed behind the rockfall dam. River initially flowed through highly porous rocky material. The lake was not persistent over time and a breakthrough of the rockfall dam occurred. Such events may transform the landscape even more than rockfalls themselves.

The described geomorphic processes are interesting due to the position of rockfall next to the mountain river with strongly variable flow and high sediment discharge, since the slopes along rivers are easily undermined by it. In the area described, the transformation of slopes depends on complex and changing relationship between geological structure, hydrological and geomorphic processes and tectonic situation with frequent earthquakes.

The task of geomorphology is to clarify the relationships between the mentioned processes. Based on the documentation of geomorphic processes and their effects in situ it was possible to understand the development of relief in a given area.