

Mehanizmi plazenja nad Kosečem v občini Kobarid in s tem povezani sanacijski ukrepi

Mechanisms of sliding above village Koseč and with them linking remediation measures

Mihael RIBIČIČ¹ & Marko KOČEVAR²

¹ZRMK, tehnološki inštitut za graditeljstvo, d.o.o., Dimičeva 12, 1000 Ljubljana; mribicic@gi-zrmk.si

²Geoinženiring d.o.o., Dimičeva 14, 1000 Ljubljana; m.kocevar@geo-inz.si

Ključne besede: plaz, hribinski podor, drobirski tok, fliš, scaglia, sanacija, Koseč, Kobarid, Slovenija

Key words: landslide, rock fall, debris flow, flisch, scaglia, remediation, Koseč, Kobarid, Slovenia

Kratka vsebina

Večji hribinski podori pogosto povzročijo sekundarne pojave. Teh je nastalo posebej veliko ob hribinskem podoru nad Kosečem. Podor sam je nastal kot posledica hribinskega plazu, ki se skozi celo leto 2002 giblje s hitrostjo 1.2 m na mesec. Kinetični udar podora je nadalje sprožil še večji zemljinski plaz, ki je zasul grapo hudourniškega potoka Brusnika. Po močnejših deževjih so se začeli prožiti še drobirski tokovi. Sanacija zaradi težke dostopnosti na območju hribinskega podora in zemljinskega plazu ni možna. Sprejeta je bila odločitev, da se izvajajo zaščitni ukrepi (ogledi CZ, geološki ogledi, alarmni sistem, razširitev struge, nov most, geodetsko merjenje premikov, inklinometerske meritve) in selitev najbolj ogroženih hiš.

Abstract

Larger rock falls frequently cause additional secondary phenomena. A lot of them occurred after rock fall which happened above Koseč near Kobarid. Rock fall arose from rock slide, which is even now moving with velocity of 1.2 m per month. The kinetic stroke additionally triggered larger soil landslide, which filled up the gorge of torrent Brusnik. Heavy rainfalls several debris flows triggered. The remediation on the place of events are not possible because of the huge dimensions of sliding material and heavy accessibility of sliding region. Because of this only protection measures are executed (inspection of local authorities, geological inspections, alarm system, expend of brook bed, new bridge, geodetic measurements of movements, inclinometer measurements) and moving out the most threaten houses.

Uvod

Pri velikih plazovih, ki so se v zadnjem času sprožili v Sloveniji, smo ugotovili, da ponavadi zelo velik plaz spremljajo tudi druge vrste pojavov nestabilnosti, ki izvirajo iz

osnovnega izvora plazenja (Ribičič, 2002 – 1). Podobno se je zgodilo tudi pri hribinskem podoru Strug nad Kosečem.

Hribinski podor je nastal 22.12.2001 (slika 1). Po tem dogodku je na območju plazenja nastal kompleksen sistem plazenj. V se-



Sl. 1. Kompleksen sistem plazenj na območju Strug nad Kosečem

Fig. 1. The complex system of sliding on the area of Strug above Kos

danjem času (april 2003) opazujemo naslednje pojave plazenj:

- hribinski podor (zgornji del slike 1) z volumnom $\sim 45.000 \text{ m}^3$,
- hribinski plaz (slika 2) z volumnom $\sim 50.000 \text{ m}^3$,
- zemljinski plaz (slika 3) z volumnom $\sim 180.000 \text{ m}^3$,
- površinski zemljinski plaz z volumnom $\sim 30.000 \text{ m}^3$,
- desni bočni relaksacijski zemljinski plaz (slika 4) z volumnom $\sim 35.000 \text{ m}^3$,
- desni bočni fosilni zemljinski plaz (na sliki 6) z volumnom $\sim 280.000 \text{ m}^3$,
- drobirski tokovi (slika 5) z volumni $\sim 1.000 \text{ m}^3$.

Skupni volumen plazečih in labilnih mas znaša 621.000 m^3 . Zgoraj ocenjeni volumni plazenj so bili določeni s pomočjo primerjave letalskih posnetkov narejenih pred in po sproženju plazov. Položaj naštetih pojavov plazenj je prikazan na sliki 6.

Opis mehanizmov plazenj

Hribinski plaz je prvi dogodek, ki se je zgodil in je povzročil tudi vse naslednje dogodke. V zaledju hriba Planica je nastala

drsna ploskev (slika 2), ob kateri je prišlo do zdrsa velikega kamninskega bloka scaglie.

Nastanek drsne ploskve hribinskega plazu je bil posledica več medsebojno delujočih neugodnih faktorjev (Ribičič & Kočevár, 2002). Prvi je tektonika. Hribinski plaz je nastal na območju nad regionalnim narivom kredne scaglie na kredne fliš (inženirskogeološki profil - slika 7). Nariv se nahaja v peti hribinskega plazu in predstavlja spodnji del drsne ploskve na območju, kjer se drseči hribinski material izriva iz pobočja. Zaradi tektonskih napetosti so kamnine močno razpokale. Razpokanost kamnin se je pridružila izraziti plastovitosti krednih skladov.

Naslednji vplivni faktor za nastanek porušitve naravnega ravnotežja je pripovršinsko preperevanje kamnin. Zdrs je nastal v gornji 10 – 20 m debeli plasti, ki je v dolgotrajnem obdobju zaradi delovanja atmosferskih preperel. Stiki med različnimi skladi kamnin so postali manj tesni in trenje na stičnih ploskvah se je zmanjšalo. Drsna ploskev vzporedno s pobočjem se je povezala s spodnjim izravnanim delom in nastali so vsi pogoji za porušitev. K temu je najbrž pripomogel tudi velikonočni potres leta 1998, kot naslednji vplivni faktor, ki je povzročil delne premike vzdolž potencialne drsne ploskve, kar je zmanjšalo strižni odpor na njej (Ribičič & Vidrih, 1998 in Vidrih et al., 2001). Ob potresu so se zelo verjetno odprle



Sl. 2. Hribinski plaz z dobro vidno zaledno drsno ploskvijo

Fig. 2. Crown of the rock slide with the main scarp

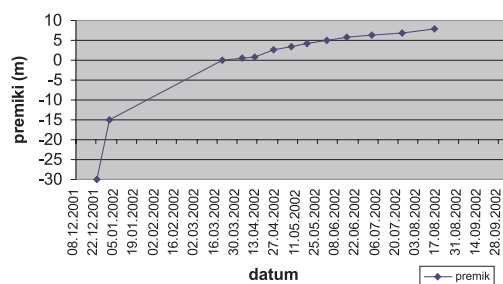


Diagram 1. Premiki hribinskega plazu Strug
 Diag. 1. The movements of rock slide Strug

tudi navpične razpoke, ki so povečale vtekanje vode v telo plazu. Podobne razpoke so namreč okoliški kmetje opazovali na bližnjih pobočjih po velikonočnem potresu. Dne 22. decembra 2001 je teža preperelega hribinskega materiala scaglie premagala strižni odpor na kritični drsni ploskvi in prišlo je do hitrega premika celotnega hribinskega plazu za okoli 15 m po vertikali, kot je vidno na sliki 2.

Gibanje hribinskega plazu se je po začetnem hitrem premiku zmanjšalo in nato skozi leto 2002 nadaljevalo s hitrostjo okoli 1.2 m na mesec. S pomočjo analiz prvih slik podornih mehanizmov in kasnejšega geodetskega opazovanja smo konstruirali diagram premikov hribinskega plazu (Diagram 1) v času in diagram hitrosti premikanja hribinskega plazu (Diagram 2). Diagrama kažeta, da bo s časom verjetno prišlo do ustavitve gibanja hribinskega plazu za določeno obdobje, dokler ga ne bodo eksogene sile zopet aktivirale.

Hribinski podor je torej nastal kot posledica hitrega začetnega premika hribinskega plazu. Ob premiku so se naenkrat zrušile površinske kamnite gmote, ki so se kot skale in kamenje v približni količini 45.000 m³ zvalile navzdol po strmeh pobočju. Pri tem so posnele gozd, ves preperinski pokrov do gole skale in udarile na travnik ob vznožju strmega pobočja. V današnjem času se posledice hribinskega podora, ki je bil trenutni pojav, manifestirajo kot občasno padanje kamnov in skal iz razkrite površine podora.

Kinetična energija padca kamnite gmote blokov, skal in kamnov scaglie, pomešane tudi s posnetim pobočnim preperinskim materialom je povzročila sproženje večjega zemljinskega plazu v volumnu približno

180.000 m³ (slika 3). Na njem se je čez nekaj mesecev začelo površinsko plazenje zgornjih do 4 m debelih glinasto-grušnatih zemljin, lokalno pa ga je erodiral tudi potok, ki je v njega v gornjem delu vrezal globoko strugo.

Zelo verjetno so zemljinske mase, ki jih sestavlja grušč iz kamnov scaglie v glinasto-meljni-peščeni osnovi, ostanek starih plazenj in podorov, o katerih je veliko znakov na pobočjih Planice (Ribičič, 2002 - 3). Mase zemljinskega plazu so se nakopičile v grapi potoka Brusnika. Struga potoka se je premaknila na levi rob plazu.



Sl. 3. Zemljinski plaz, slikan iz pete plazu proti hribinskem podoru

Fig. 3. Soil landslide captured from toe in the direction against rock fall

Toda to še ni bil konec nenavadnih, med seboj povezanih porušitev naravnih ravnotežij. Ob zdrsu zemljinskega plazu za skoraj 50 m je na desni strani (gledano navzdol) zaradi bočne relaksacije (razbremenitve) nastal do 8 m visok odlomni zdrsni rob. S tem se je zmanjšala bočna podpora labilnim masam desno od zemljinskega plazu in nastal je nov manjši zemljinski plaz, ki ga glede na nastanek imenujemo desni bočni relaksacijski zemljinski plaz (slika 4). Sestava materiala tega plazu je podobna glavnemu zemljinskemu plazu. Sestavljen je iz peščenomelnega grušča scaglie.

V prvih mesecih po podoru se je nadaljevalo počasno gibanje hribinskega plazu vzdolž drsne ploskve in ob tem intenzivno kršenje skal in kamnov iz površine podora. Na območju pod podorom in nad zemljinskim plazom je nastajalo obsežno melišče (na sliki 1 pod podorom).



Sl. 4. Desni bočni relaksacijski plaz z izrazitim desnim odlomnim robom

Fig. 4. Right flank relaxation soil landslide

Kopičenje materiala scaglie, ki je spremljalo premike hribinskega plazu, se je nadaljevalo skozi večmesečno sušno pomladno obdobje. Sredi aprila 2002 so se začele občasne padavine. Na tektonskem kontaktu scagliafliš na levi strani in sredini se je pojavilo več izvirov, ki so razmakali lapor v podlagi. Kamninski material scaglie je začel najprej polzeti po laporju in se nato kotaliti. Drobne frakcije sedimentov iz laporja in kamninski material so se pri tem zmešali in se ob vsebnosti vode iz izvirov spremenili v drobirske tokove (slika 5). Drobirski tokovi so ob močnih padavinah tekli po strugi potoka Brusnika skozi vas Koseč in v potok Ročica, kjer so se ustavljali (Mikoš et al., 2003).



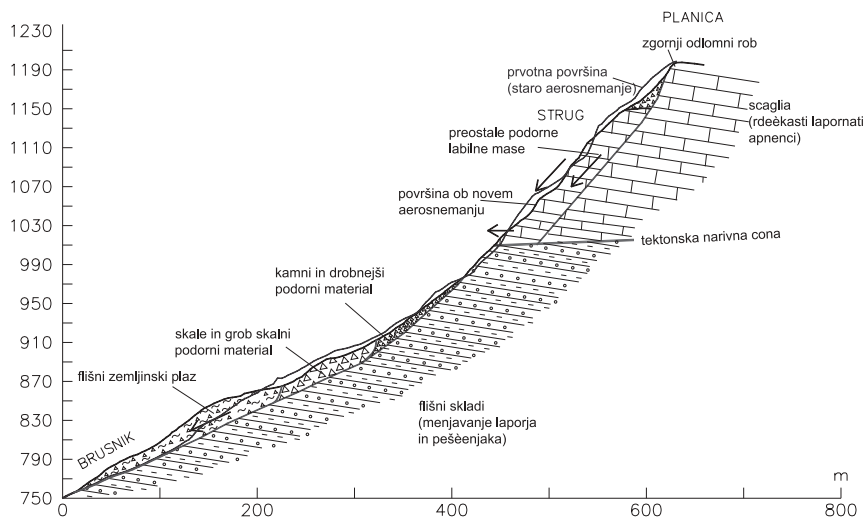
Sl. 5. Po potoku Brusnik tečejo drobirski tokovi, ki nosijo večje skale. Drobirski tokovi so porušili tudi zajetje male hidrocentrale

Fig. 5. Debris flows are moving in the channel of brook Brusnik, carried large rocks. Debris flows destroyed a small hydroelectric power station.

Raziskave na območju plazenj in vasi Koseč

Razumevanje mehanizma nastanka vseh opisanih pojavov je pomembno iz več razlogov:

- zaradi napovedovanja bodočih dogajanj,
- za opredelitev nujnih začetnih varnostnih ukrepov,
- za določitev nujnih ukrepov varovanja življenja prebivalcev Koseča in Ladre,
- za določitev območja ogroženosti vzdolž potoka Brusnika in Ročice.



Sl. 7. Profil preko plazu Strug

Fig. 7. Cross-section across the slide Strug



Sl. 6. Inženirskogeološka karta območja plazu Strug

Fig. 6. Engineering geology map of the landslide Strug

Za odgovor na gornje točke so bile izvedene terenske geološke in hidrotehnične raziskave. Najprej je bila, po reambulaciji vseh znanih geoloških podatkov za območje opisanih pojavov nestabilnosti, na osnovi podrobnega inženirskogeološkega kartiranja izdelana inženirskogeološka karta (slika 8) s

profilom (slika 9). Inženirskogeološko kartiranje je pokazalo, da so se podobni dogodki dogajali že v preteklosti. Izločena so bila območja, kjer so se kopičili podorni materiali (pretežno scaglia). Poleg tega je bilo kartiranje usmerjeno tudi v kategorizacijo stabilnosti terena. Z njegovo pomočjo je bil poleg že opisanih pojavov nestabilnosti izlo-

čen tudi velik fosilni plaz (inženirskogeološka karta - slika 6). Rezultati inženirsko geološkega kartiranja so bili potrjeni tudi z vrtanjem štirih vrtin, ki so pokazale debele pobočne nanose in tudi da stoji del vasi Koseč ob strugi potoka Brusnika na starih podornih nanosih, debelih preko 10 m.

Do številnih podatkov o dogajanju na območju plazov smo prišli tudi na osnovi rednih geoloških, hidrotehničnih in geodetskih opazovanj, ki so se preko celega leta 2002 redno izvajali. Vse spremembe na pojavih plazenja so se registrirale, fotografirale in analizirale. Postavljena je bila tudi avtomatična vremenska postaja, ki je določeno razdobje dajala podatke o dnevnih padavinah v vasi Koseč.

Nujni ukrepi za zaščito prebivalstva

Na osnovi proučevanja inženirskogeoloških raziskav in dogajanj na plazu je kmalu postalo jasno, da je obsežnost plazov tako velika, da njihova sanacija ni mogoča. Sanacijske ukrepe na samem območju plazenj onemogoča tudi zelo težek pristop, ki je mogoč samo peš.

Zato se je pokazalo, da je treba najprej izvesti nujne ukrepe za zaščito življenja in premoženja prebivalstva Koseča. Prvi začetni ukrepi takoj po nastanku hribinskega podora so bili izselitev ogroženega prebivalstva. Ko se je prebivalstvo lahko vselilo na-



Sl. 8. Razširitev struge in gradnja novega mostu

Fig. 8. Widening of the channel of the brook and building of the new bridge

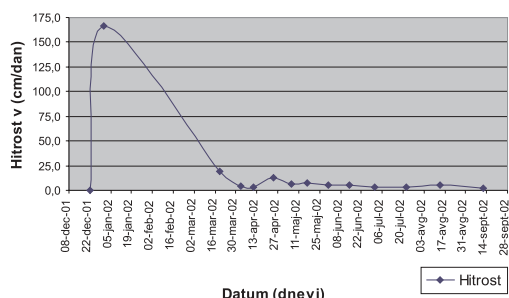


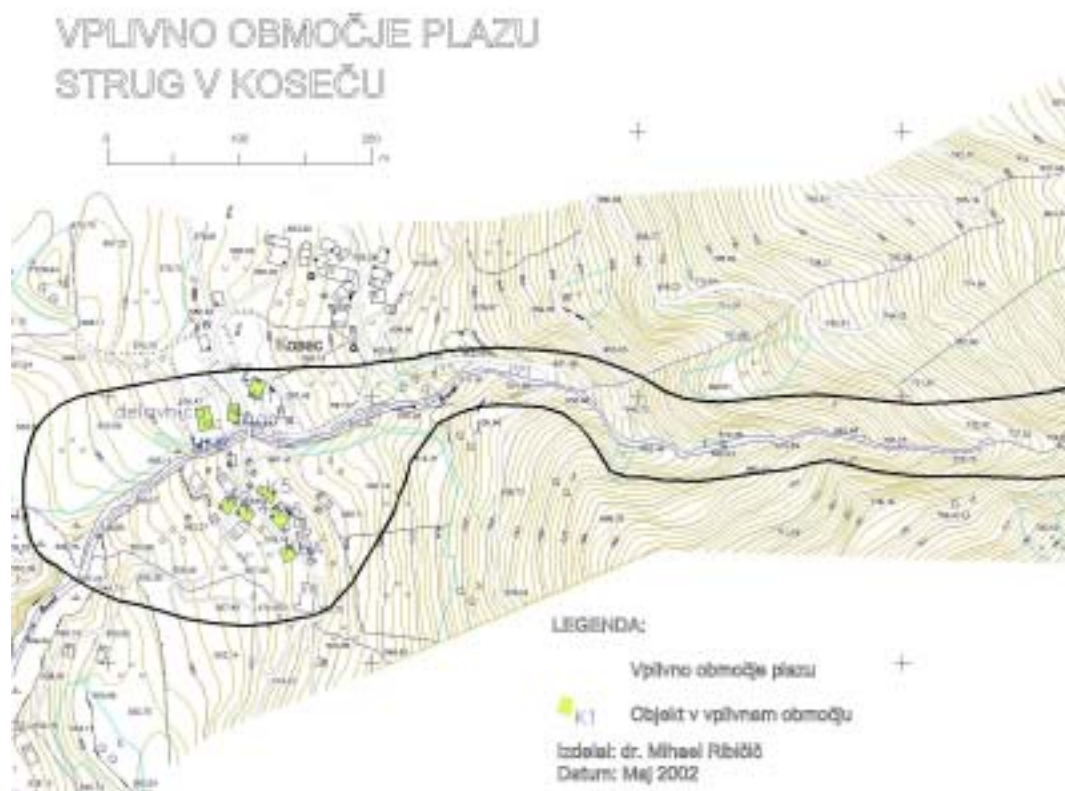
Diagram 2. Hitrost premikanja hribinskega plazu Strug

Diag. 2. The velocity of movement of rock slide Strug

zaj, pa je za najbolj ogrožene hiše neposredno ob strugi potoka Brusnika ostala prepoved nočnega bivanja.

Opazovanje (geološko, hidrotehnično, geodetsko, inklinometri, civilna zaščita), meritve padavin in postavljeni sirenski alarmni sistem so služili za ugotavljanje in reakcijo na morebitno neposredno ogroženost za prebivalstvo in nepremičnine. Sušno pomladansko vreme v letu 2002 je na eni strani omogočilo, da ni bilo treba izvajati posebnih varnostnih ukrepov, kot je selitev prebivalcev iz ogroženega območja, na drugi pa začetek izvajanja gradbenih ukrepov.

Izvedena sta bila dva pomembna gradbeni ukrepa; razširitev in obložitev struge potoka Brusnik skozi Koseč in izgradnja novega mostu (slika 8). Glede na vsa opazovanja in meritve smo namreč pričakovali možnost, da bo ob močnih padavinah prišlo do gibanja plazečih se mas po potoku navzdol, majhen profil struge pa tega ne bi prenesel in prišlo bi do razlivanja materiala na območju vasi Koseč. To bi se zgodilo najprej ob starem kamnitem mostu in ogroženo bi bilo več hiš ter žaga in lesna delavnica. Profil struge je bil zato povečan za okoli petkrat na 25 m². In res, ko so se začela deževja v maju 2002, je prišlo do drobirskih tokov, ki bi, če struga ne bi bila razširjena in obložena s skalno zložbo, povzročili veliko škodo. Istočasno je bil zgrajen nad vasjo avtomatični alarmni sistem, ki bi sprožil sirene, če bi plazeči material v veliki debelini prekinil žice napeljene preko struge. Podoben sistem je bil kasneje v letu 2003 postavljen tudi nad vasjo Ladra.



Sl. 9. Karta vplivnega območja plazu Strug

Fig. 9. The map of the influence area of the slide Strug

Končni sanacijski ukrepi za ublažitev posledic plazu Strug

Ker se je pokazalo, da sanacija med seboj povezanih plazenj ni mogoča, je bila sprejeta odločitev, da se ogrožene hiše in drugi objekti odstranijo in se postavijo nadomestni. Po v tistem času sprejetem Zakon o ukrepih za odpravo posledic, preprečitev širjenja in ustalitev zemeljskih plazov večjega obsega (Uradni list RS, št. 21/02), med katere je bil uvrščen tudi plaz Strug, je treba v ta namen opredeliti vplivno območje plazu in izdelati lokacijski načrt, ki bo pokrival vse ukrepe in sanacije. Za Koseč je bila na osnovi geološke presoje in analize opazovanj izdelana Karta vplivnega območja plazu Strug (slika 9), ki je pokazala, da je treba za šest stanovanjskih hiš s pripadajočimi gospodarskimi poslopji poiskati nadomestno lokaci-

jo. Isto velja tudi za obrtne delavnosti, žago in lesno delavnico, medtem ko male hidrocentrale ni mogoče nadomestiti. Isti postopek – ocena ogroženosti in temu sledeči ukrepi pa je v bodočnosti treba izvesti še za naselje Ladra.

Zaključek

Tako, kot za večino težko obvladljivih plazov izrednih dimenzij velja tudi za plaz Strug, ki je sestavljen iz različnih vrst plazovitih pojavov, da ni možno ali smiselno izvesti končne sancije, temveč posledice lahko le ublažimo (Ribičič, 2002 - 1). Pokazalo se je tudi, da le z vsakodnevnim spremljanjem sprememb plazenj in meritvami, ob poznavanju vseh možnih posledic plazenj, lahko odgovorno in realno ocenjujemo ogro-

ženost in njej ustrezno izvajamo ukrepe za zaščito življenja ljudi in premoženja.

Nerealne ocene ogroženosti, ki nastanejo ponavadi zaradi slabega poznavanja razmer na plazju, širijo paniko in vznemirjajo ljudi, ki so bodisi na ogroženih, bodisi na varnih območjih. Pomebno je hitro reagiranje in kontinuirano izvajanje ukrepov brez daljših prekinitev (četudi zaradi ugodnih vremenskih razmer ni trenutne ogroženosti), saj prihaja v nasprotnem primeru do neuresničevanja že sprejetih ukrepov in splošnega vtisa, da raziskovalci ne vedo, kaj želijo.

V primerih prepočasnega izvajanja potrebnih del, se od nekaterih ogroženih, ki so pod velikim psihološkim pritiskom negotovosti in od posameznih strokovnjakov, ki imajo zaradi različnih razlogov druge ideje sanacije, pojavijo pritiski, ki celoten proces izvajanja ukrepov še dodatno upočasnijo. Pri plazovih velikega obsega, kot je plaz Strug, velja tudi, da je izredno težko sprejeti dejstvo, da je človeška moč omejena in da ni mogoče izvesti končne sanacije.

LITERATURA

Ribičič, M. & Vidrih, R., 1998: Plazovi in podori kot posledica potresov = Earthquake-triggered landslides and rockfalls. *Ujma*, 12, str. 95-105, 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, 153-175. Amsterdam.

Ribičič, M., 2002 (1): Zemeljski plazovi, usadi in podori. Nesreče in varstvo pred njimi (posebna publikacija), Uprava RS za zaščito in reševanje Ministrstva za obrambo, ur. B. Ušeničnik, 260-266, Ljubljana.

Ribičič, M., 2002 (2): Varstvo pred zemeljskimi plazovi. Nesreče in varstvo pred njimi (posebna publikacija), Uprava RS za zaščito in reševanje Ministrstva za obrambo, ur. B. Ušeničnik, 523-532, Ljubljana.

Ribičič, M. & Kočevar, M., 2002: Mehanični plazovi nad Kosečem v občini Kobarid in s tem povezani sanacijski ukrepi. 1. Slovenski geološki kongres, abstr., Mežica.

Ribičič, M., 2002 (3): Plaz Strug nad Kosečem v občini Kobarid. *Gradbenik*, 4 /2002, 2, Ljubljana.

Mikoš, M., Fazarinc, R., Kočevar, M. & Ribičič, M., 2003: The Strug Landslide with consecutive debris flows. Conference: EGS - AGU - EUG Joint Assembly, April 2003, Nice, France.