

Strukturni pogled na plaz Slano blato

Structural aspect on the Slano blato landslide (Slovenia)

Ladislav PLACER, Jernej JEŽ & Jure ATANACKOV

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, SI-1000 Ljubljana, Slovenija
e-mail: lplacer@geo-zs.si; jjez@geo-zs.si; jatanackov@geo-zs.si

Ključne besede: Gravitacijski zdrs, strukturno-tektonska zasnova, mehanizem obnavljanja, Vipavska dolina, jugozahodna Slovenija

Key words: Gravity slump, structural-tectonical predisposition, mechanism of regeneration, Vipava valley, SW Slovenia

Izvleček

Aktivni preperinski plaz Slano blato nad Lokavcem v Vipavski dolini v Sloveniji predstavlja kompleksen pojav. Zaledje plazu tvori velik fosilni splazeli blok Male Gore, ki je zdrsnil s pobočja Čavna za okoli 300 m navzdol in se pri tem nagnil proti pobočju. Zato domnevamo, da je njegova plazina konkavne oblike. Ker je blok zgrajen v spodnjem delu iz eocenskih flišnih kamnin v zgornjem pa iz triasnih karbonatnih kamnin, ki so narinjene na fliš, obstaja verjetnost, da je flišna podlaga zaradi gravitacijskega zdrsa dobila obliko konkavno usločene zaporne kotanje, ki predstavlja lovilno strukturo za zadrževanje podzemne vode, ki počasi izteka skozi pretrte kalkarenitne plasti v flišu. Po dostopnih podatkih se je plaz Slano Blato sprožil leta 1887 zaradi umetnega spodkopavanja, leta 2000 pa zaradi erozijskih procesov. Glede na strukturne razmere domnevamo, da se generira v pretrtih in preperelih flišnih kamninah, ki so prepojene s stalno ali občasno dotekajočo vodo iz podzemnega strukturnega zajetja v fosilnem splazelem bloku Male Gore. Sobivanje starejšega strukturnega in mlajšega aktivnega preperinskega plazu opazujemo tudi drugod ob naravnem čelu Trnovskega in Hrušiskega pokrova (Nanosa), posebej zanimiva sta v tem smislu plazova Razdrto in Strane.

Abstract

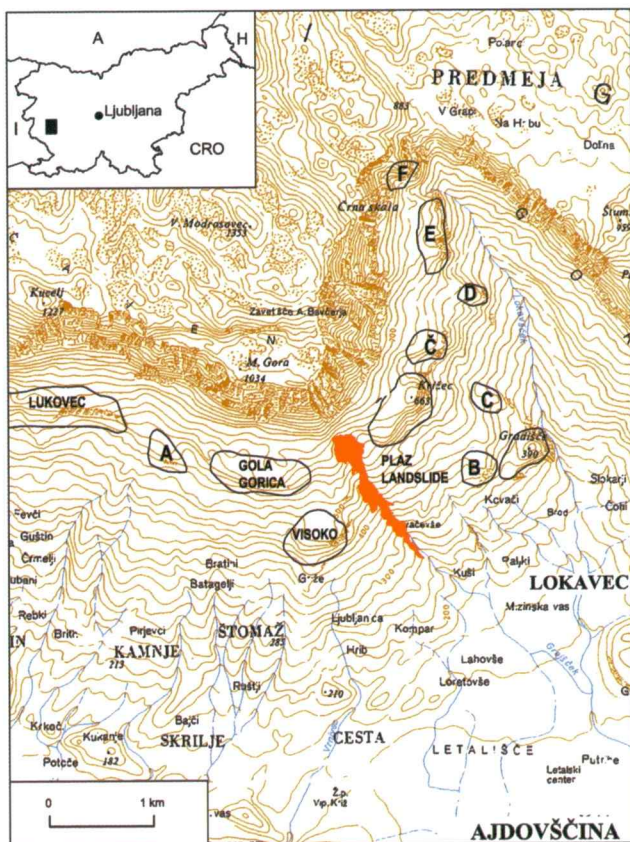
The active landslide Slano blato above Lokavec in the Vipava valley, Slovenia, is a complex phenomenon. The hinterland of the landslide consists of the large fossil block of Mala Gora that slid about 300 m down the slope of Mt. Čaven, and was tilted with respect to the slope. We presume that the corresponding failure surface is concavely shaped. The block consist in its lower part of Eocene flysch beds and in its upper part of Triassic carbonate rocks that are thrust over the flysch. It is probable that due to gravitational slumping the flysch basement obtained a concave shape, that serves as a catchment structure for retaining the ground water. It slowly percolates through the crushed calcarenitic layers in flysch. According to available data the Slano blato was triggered in 1887 by earthworks, and in 2000 by natural erosion processes. The structural characteristics allow the assumption that movement occurs in crushed and weathered flysch beds that are percolated by a steady or periodical supply of groundwater from the structural reservoir in the Mala Gora fossil slumped block. Coexistence of the older structural and the younger active weathered material landslides can be observed also at other localities along the thrust front of the Trnovo and Hrušica (Nanos) nappe. Especially interesting in this respect are the Razdrto and Strane landslides.

Uvod

Plaz Slano blato nad Lokavcem pri Ajdovščini v Vipavski dolini (sl. 1) se je prvič sprožil leta 1887 pri sanaciji stare ceste od naselja Cesta, mimo Štomaža na Predmejo, ki je vodila preko zgornjega dela današnjega plazu (KOVAČ & KOČEVAR, 2000/2001). Pobočje je bilo tedaj sanirano. Ponovnega zanimanja strokovne javnosti je bil deležen po mesecu novembru leta 2000, ko je prišlo do premikov, ki so znašali tudi do 100 m na dan (FIFER-BIZJAK & ZUPANČIČ-VALANT, 2007). Kljub številnim sanacijskim ukrepom, plazenje do danes še ni popolnoma zaustavljeno. Plaz Slano blato je dolg več kot 1300 m

in širok od 70 do 150 m (LOGAR et. al., 2004). Debelina splazele mase se giblje od 3 do 11 m. Volumen je ocenjen na okoli 1.000.000 m³ (sl. 2).

Splošne geološke, hidrogeološke in inženirsko-geološke raziskave plazu sta opravila KOČEVAR & RIBIČIČ (2001, 2002). Z geotehničnimi raziskavami na plazu sta se ukvarjala FIFER-BIZJAK & RIBIČIČ (2004). Ribičič in Kočevar (RIBIČIČ, 2002; RIBIČIČ & KOČEVAR, 2002; RIBIČIČ, 2003) sta podala predloge sanacije, ZUPANČIČ-VALANT in sod. (2005) so opisali premike plazu. Ribičič (2006) je prikazal spremljanje sprememb na plazu z uporabo novjših tehnologij, LOGAR in sod. (2005) so primerjali današnje stanje z zgodovinskimi podatki. Geome-



Slika 1. Topografska karta širše okolice plazu Slano blato
Figure 1. Map of wider area around of the Slano blato landslide

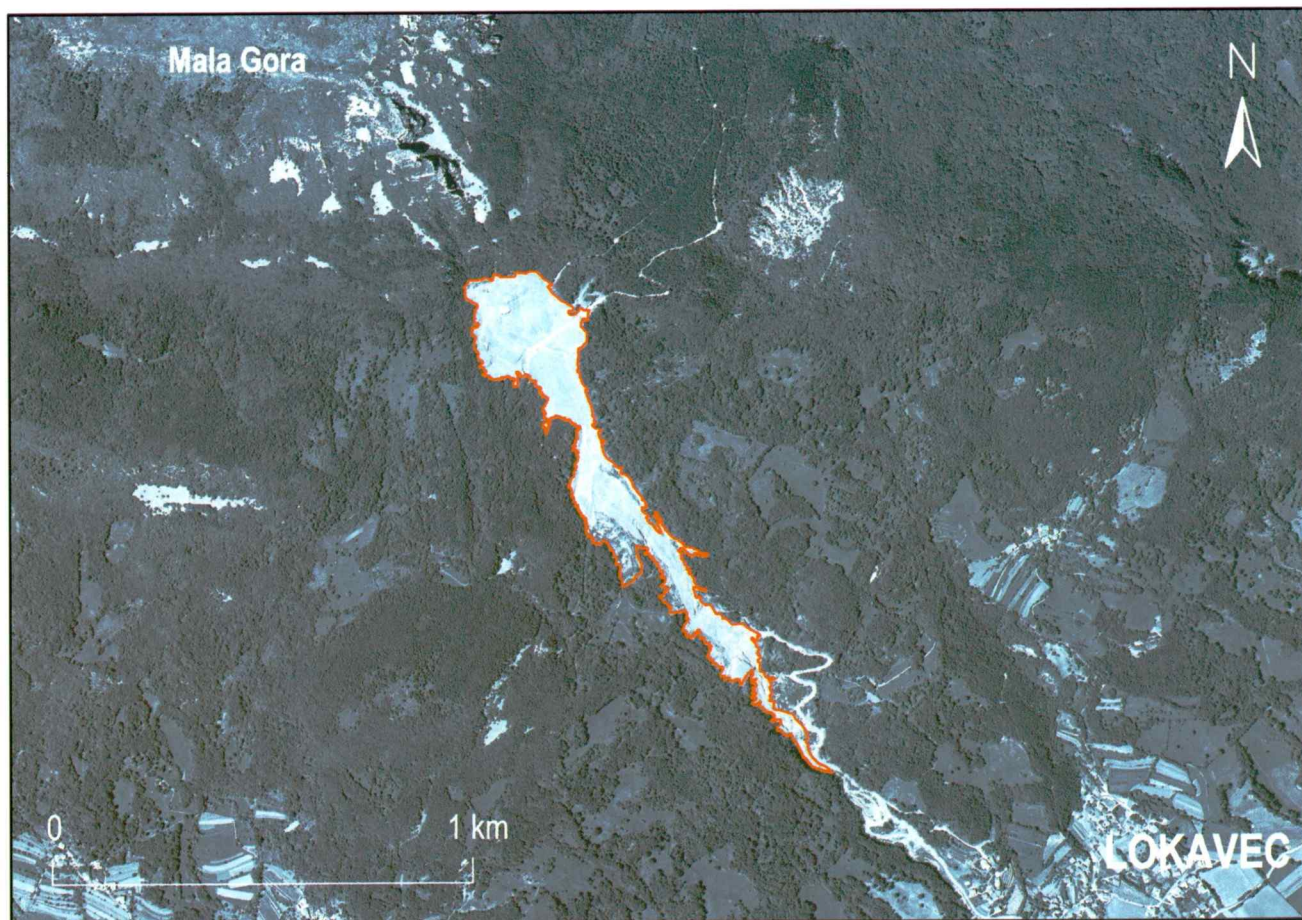
hanske lastnosti materialov iz plazu Slano blato so MAJES in sod. (2002) primerjali z materiali iz plazov Stože in Strug. MIKOŠ in sod. (2005) so Slano blato predstavili kot tipičen primer obnašanja plazu v kraških hidroloških razmerah.

Poleg omenjenih, so bile opravljene še mnoge druge študije in elaborati, ki zajemajo: meritve padavin v okolici plazu, meritve pretokov vode, izotopske analize, sondažne raziskave, inklinometriške meritve, geodetsko opazovanje premikov in geostatične izračune.

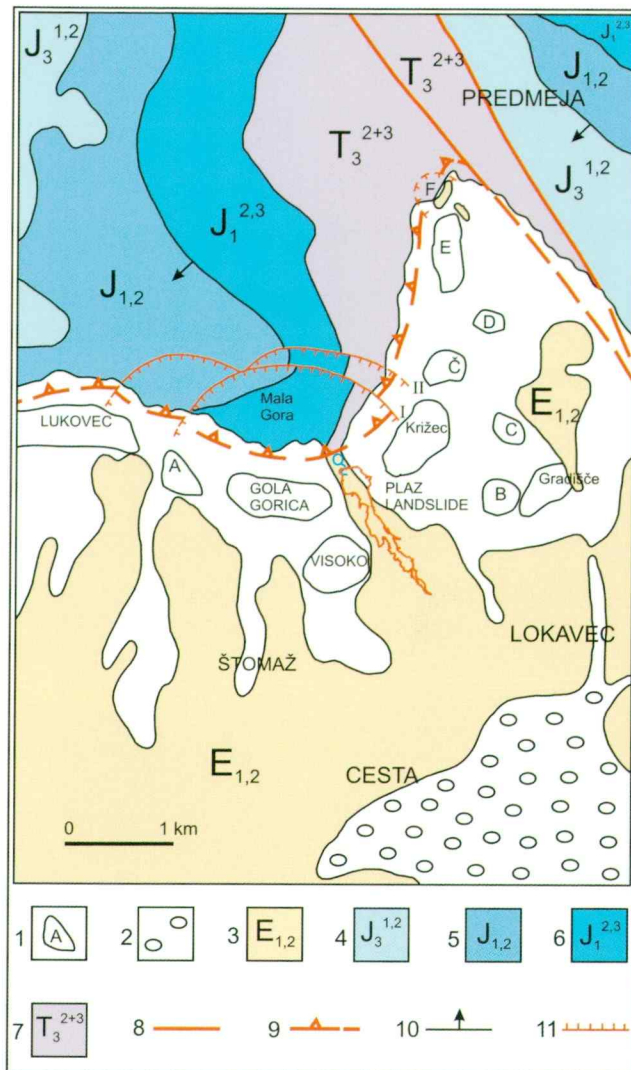
Kljub številnim laboratorijskim in terenskim raziskavam, ki so bile opravljene na plazu predvsem z namenom učinkovite sanacije, strukturno geološki vidik plazu še ni bil raziskan, čeprav predstavlja pomemben generator njegovega obnavljanja. V tem članku je prikazan hipotetični strukturno-hidrogeološki model recentnega plazu, dejanske razmere pa bi lahko ugotovili le s strukturnim vrtanjem.

Geološka zgradba

Plaz Slano blato se je sprožil v preperini eocenskih flišnih kamnin, ki jih prekrivajo narinjeni zgornjetriasni in jurski karbonati Trnovskega pokrova (BUSER, 1968). Opisane razmere so poenostavljeno prikazane na geološki skici (sl. 3). Skladno z visoko duktilnostjo flišnih kamnin so se intenzivno nagubane in prelomljene, medtem ko



Slika 2. Ortofotografski posnetek plazu Slano blato
Figure 2. Orthophotographic image of the Slano blato landslide



Slika 3. Poenostavljena geološka karta, dopolnjena po OGK, list Gorica (BUSER, 1968), 1. koluvij, večji gravitacijski bloki: Mala Gora, Lukovec, Gola gorica, Visoko, Križec, Gradišče, A, B, C, Č, D, E, F; 2. aluvij; 3. eocenski fliš; 4. malmski apnenec; 5. liasni in dogerski apnenec; 6. liasni apnenec; 7. norijski in retijski apnenec in dolomit; 8. prelom; 9. meja Trnovskega pokrova; 10. vpad plasti; 11. plazina (zdrсна ploskev)

Figure 3. Simplified geologic map, modified after the Basic geologic map, sheet Gorica (BUSER, 1968), 1. Colluvium, the biggest gravity blocks: Mala Gora, Lukovec, Gola gorica, Visoko, Križec, Gradišče, A, B, C, Č, D, E, F; 2. Alluvium; 3. Eocene flysch; 4. Limestone – Malm; 5. Limestone – Lias and Dogger; 6. Limestone – Lias; 7. Limestone and Dolomite – Norian and Rhaetian; 8. Fault; 9. Boundary of Trnovo nappe; 10. Dip of beds; 11. Curved shear surface

so mezozojske kamnine debeloplastnate in položno vpadajo proti jugozahodu do zahodu-jugozahodu. Pobočja so prekrita z melišči in podornimi bloki, zaradi česar je narivna ploskev Trnovskega pokrova vidna le visoko nad Lokavcem v pobočju Male Gore, tik nad zgornjo mejo plazu Slano blato. Golice flišnih kamnin so pogostejše v iztekih melišč in podorov, najvišje pa sega flišna podlaga ravno v profilu plazu in pod Predmejo.

Geološka skica je glede na OGK dopolnjena v tem, da je na njej blok E (sl. 3) obravnavan kot gravitacijski pojav. Preloma, ki potekata v smeri NW–SE mimo Predmeje sta del prelomne cone Predjamskega preloma.

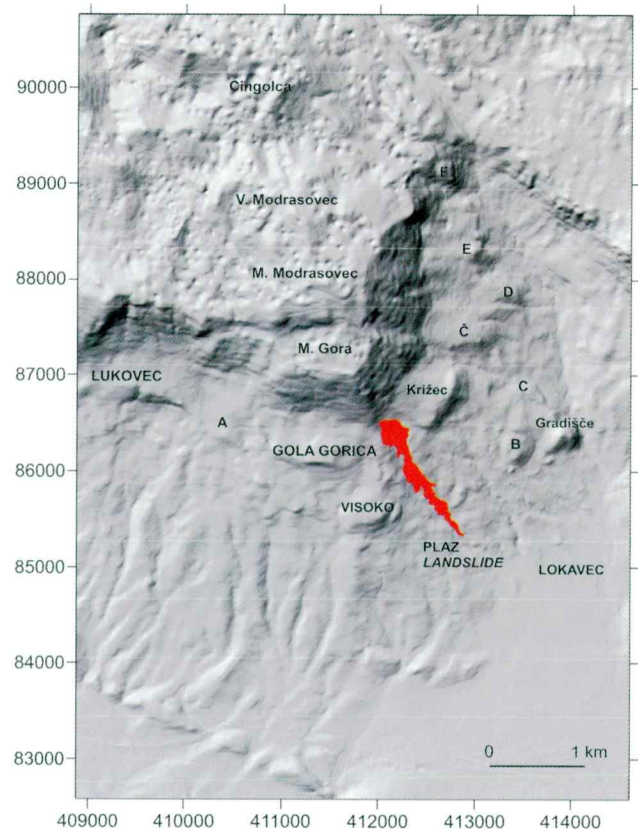
Geomorfologija

Iz topografske karte obravnavanega območja na sl. 1 je razvidno, da je Mala Gora pod Malim Modrasovcem gravitacijsko spolzeli blok velikih razsežnosti. Dve pomembnejši zdrsni ploskvi sta na geološki karti označeni z I in II (sl. 3). Pod njim ležijo manjši karbonatni bloki, ki so spolzeli z roba Trnovske planote in malogorskega bloka in se nahajajo na različnih višinah (sl. 1, sl. 3). Tako je Mali Modrasovec na robu Trnovske planote na višini 1300 m, gravitacijsko spolzeli bloki pa so: Mala Gora na 1034 m in manjši karbonatni bloki na različnih nivojih. Prvi med 650 in 700 m (Lukovec, blok A, Gola Gorica, Križec, blok Č), nato bloki okoli 500 m (Visoko, blok D) in bloki okoli 400 m (Gradišče, bloki, B, C). Izven tega prostora ležita bloka E (700 m) in F (880 m). Prvi je zagotovo gravitacijsko premaknjen saj najdemo flišne golice tudi nad samim blokom, na premik drugega pa domnevamo po geomorfoloških značilnostih.

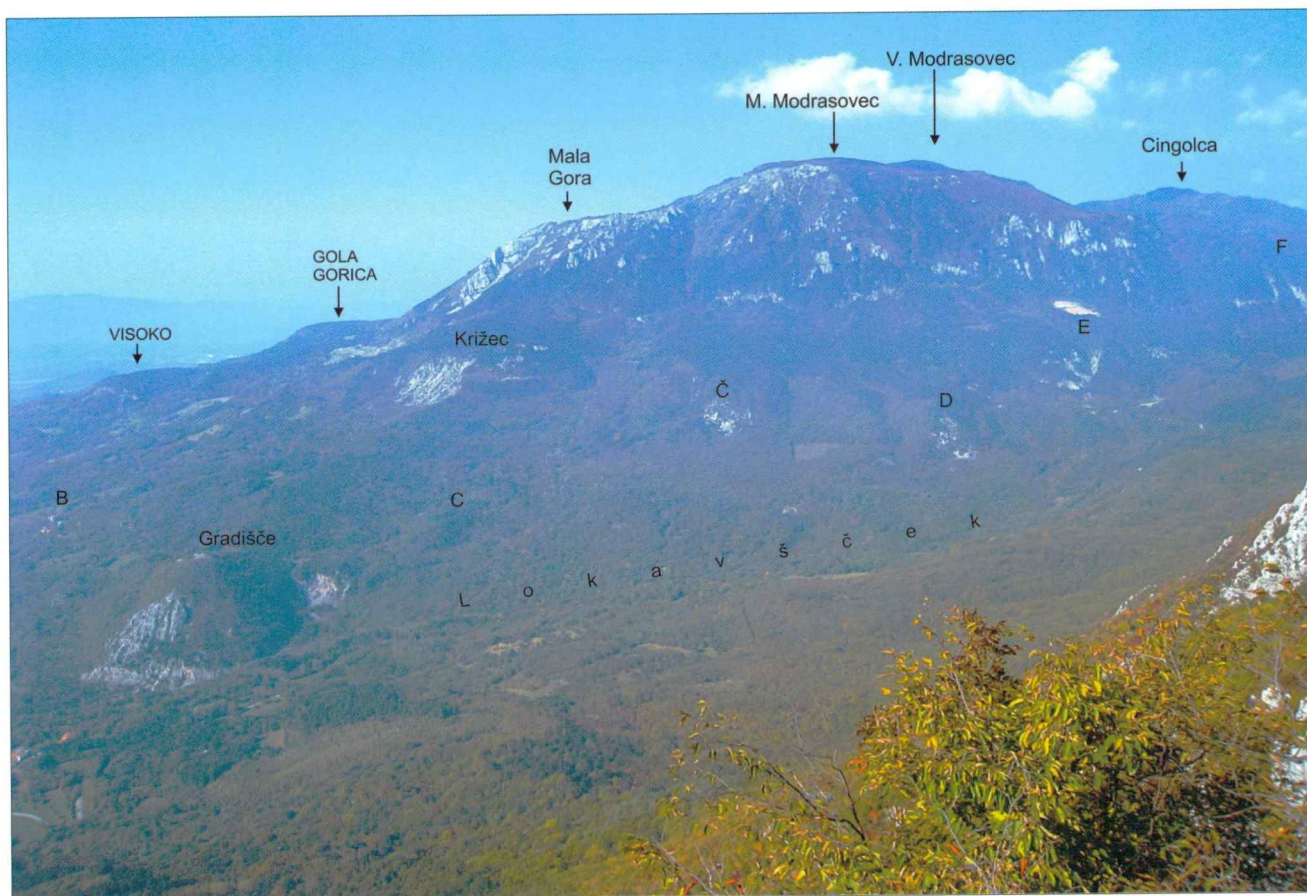
Gravitacijski zdrs Male Gore in ostalih blokov, razen bloka F, je še izraziteje viden na digitalnem modelu reliefa (sl. 4).

Povezava med geološko zgradbo in geomorfološko sliko

Zgradba zaledja plazu Slano blato je ilustrirana s fotografijo vzhodnega pobočja Modrasovca, ki je bila posneta z Otliskega maja (sl. 5). Tu so izpisana imena vrhov in gravitacijskih blokov, tako kot na topografski karti (sl. 1), na sl. 6 pa so izri-



Slika 4. Digitalni model reliefa
Figure 4. Digital elevation model



Slika 5. Fotografija Velikega Modrasovca, Male Gore in pobočja nad Štomažem. Posneto z Otlíškega maja na vzhodu
Figure 5. View of Veliki Modrasovec, Mala Gora (Mt. Čaven) and slope above Štomaž. View from Otlíški maj on east

sane strukturne meje in zgornja meja pokritosti z melišči. Vidni sta zdrsní ploskvi gravitacijskega bloka Male Gore, ki imata v vidnem območju videz normalnih prelomov (I, II). Krovna narivna ploskev Trnovskega pokrova je vidna le nad izvornim območjem plazju, drugod pa je prekrita z melišči. Geološki profil na sl. 7A je orientacijski in izhaja iz fotografije na sl. 6, zato je čelni del nariva prikazan kot kombinacija preseka in fotografije. Prostorski odnosi v tem delu so prikazani na sl. 7B. V profilu je prikazana vloga »normalnih prelomov« I in II, ki predstavljata vidni del konkavno usločene drsne ploskve fosilnega plazju Male Gore, katerega učinek je viden v posedku zatrepne ravnice. Čelo fosilnega plazju iz flišnih kamnin je že erodirano, saj ni nikjer opaziti izbokline v pobočju pod Malo Goro. Manjši satelitski bloki so domnevno nastali po zdrsu Male Gore in po eroziji čelne izbokline, saj ležijo na že erodiranem in uravnoteženem pobočju.

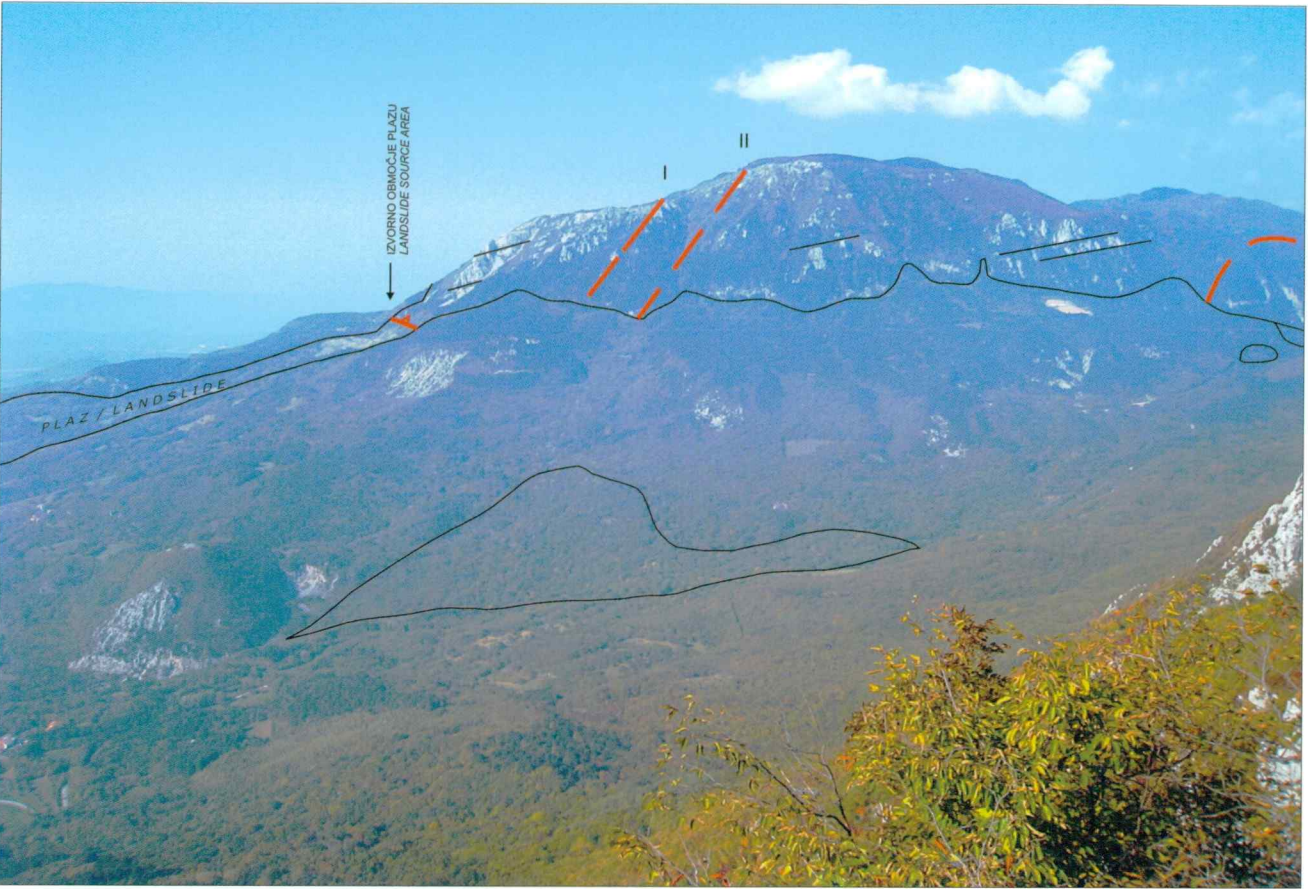
Na sl. 7 je razvidno, da je zdrseli blok Male Gore ustvaril strukturno kadunjo v katere podlagi so slabo propustne flišne kamnine, zapolnjujejo pa jo prepustni karbonati. Strukturna kadunja predstavlja potencialno hidrogeološko past, ki je sposobna za krajši ali daljši čas zadrževati podzemno vodo.

Plaz Slano blato

Masa plazju Slano blato se napaja z vodo na izvornem območju plazju nekaj deset metrov pod

narivno ploskvijo Trnovskega pokrova, kjer se nahaja niz solzil (sl. 7B). Pred nastankom plazju je tu obstajala zamočvirjena izravnava. Voda izteka iz strukturne kadunje skozi pretrti in prepustni flišni peščenjak ter napaja različne razrahljane flišne plasti po lezikah in razpokah, ki potem v obliki blatnega toka polzijo po pobočju. Zanimiva je prostorska lega strukturne kadunje nad območjem solzenja. Na sl. 8 je podana skica morfologije narivne ploskve Trnovskega pokrova, ki je v generalnem pogledu posneta in dopolnjena po strukturni karti flišne podlage Trnovskega gozda (PLACER & ČAR, 1974). Tej je dodan detajl deformacije zaradi zdrsa Male Gore. Strukturna kadunja, ki je v preseku vidna na sl. 7 se razteza v smeri W-E. Solzila na izvornem območju plazju se nahajajo pod vzhodnim delom strukturne kadunje.

Lega solzil in prisotnost strukturne kadunje ter odnos med njima navajata na domnevo, da podzemna voda ne izteka iz kotanje po njenem dnu, temveč bistveno počasneje skozi flišne plasti. To povzroča razmakanje in rahljanje tektoniziranih flišnih plasti. Zato je možno, da je strukturna kotanja konkavno usločena tudi v vzdolžni smeri. Po generalni legi narivne ploskve Trnovskega pokrova odteka večina podzemne vode proti Lijaku in Mrzleku. K solzilom nad Slanim blatom pripada le malo napajalnega območja, zato je podzemno zajetje v strukturni kadunji ena od možnih in verjetnih razlag za počasno in dolgotrajno namakanje plazju.

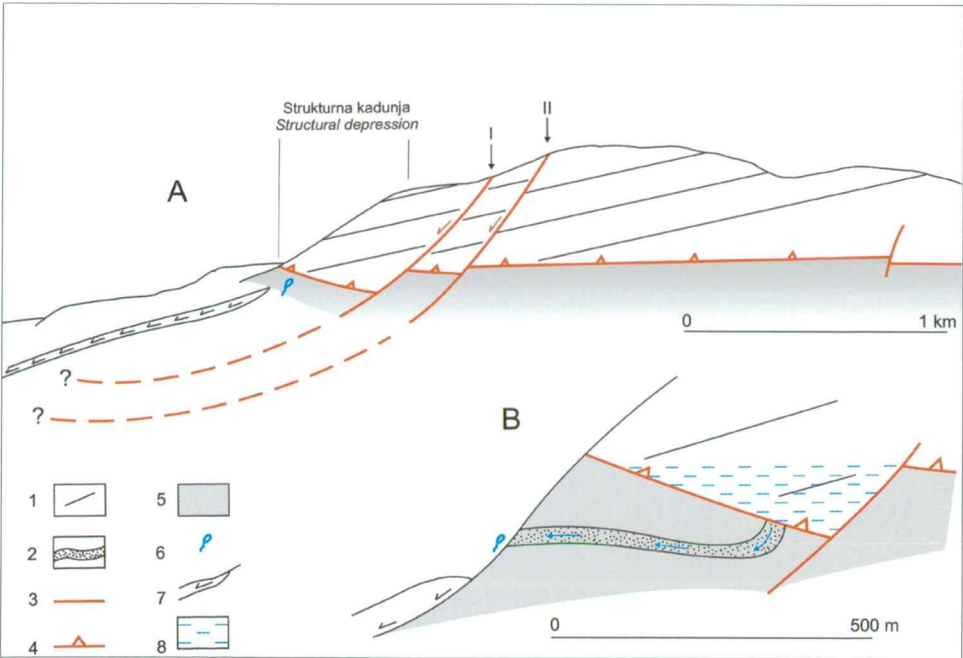


Slika 6. Vidne geološke strukture na sl. 5
Figure 6. Geological structures visible on fig. 5.

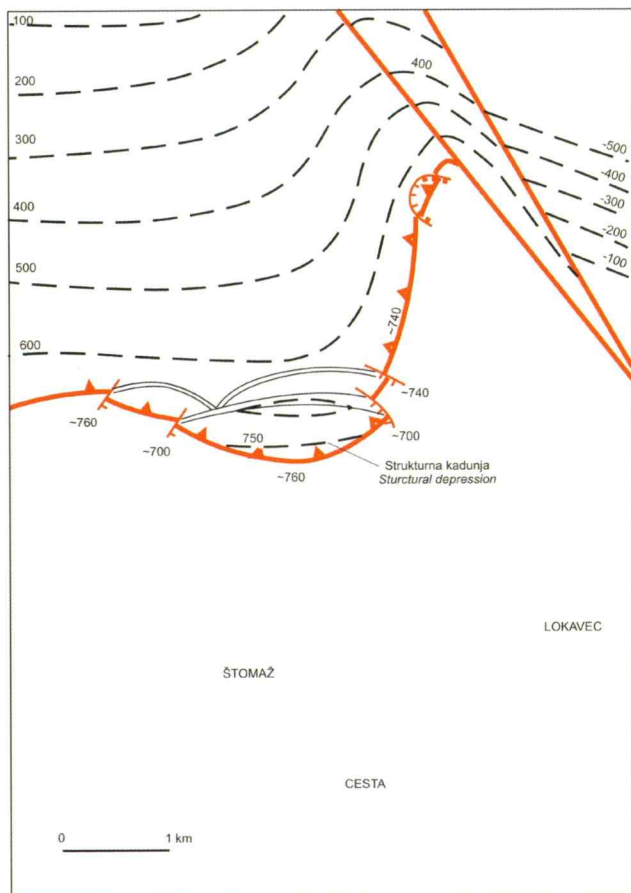
Sklep

Pogled na strukturni okvir plazu Slano blato odkriva zanimivo prekrivanje starejših in mlajših gravitacijskih pojavov, kar je značilno za celotno naravno čelo Trnovskega in Hrušiškega pokrova nad Vipavsko dolino in Postojnsko kotlino. Sožitje starejšega fosilnega in aktivnega plazu je zna-

čilno tudi za plazova na Razdrtem in v Stranah. Vzrok za take razmere je aktivna subrecentna in recentna tektonika. Zato je za racionalno sanacijo večjih plazov potrebno poznati poleg geoloških razmer neposredno na plazu, tudi širšo okolico in regionalno tektonsko problematiko. Tej zahtevi bi najboljše ustregli s predpisi in ustreznimi denarnimi sredstvi že v fazi primarnih raziskav.



Slika 7. **A** Shematski geološki profil preko Velikega Modrasovca in Male Gore po fotografiji na sl. 6. **B** Detajl strukturne kadunje, 1. lezika v mezozojskih karbonatih; 2. eocenski apneni peščenjak; 3. plazina (zdrsna ploskev); 4. meja Trnovskega pokrova; 5. eocenski fliš; 6. solzila; 7. plaz; 8. strukturno zajetje
Figure 7. **A** Schematic geologic section across Veliki Modrasovec and Mala Gora on photo fig. 6. **B** Detail from structural depression, 1. Bedding planes in Mesozoic carbonate rocks; 2. Eocene calcarenite; 3. Curved shear surface; 4. Trnovo nappe boundary; 5. Eocene flysch; 6. Seepage areas; 7. Landslide; 8. Structural reservoir



Slika 8. Strukturna karta narivne ploskve mezozojskih karbonatnih kamnin Trnovskega pokrova na eocenski fliš. Lega strukturne kadunje. Dopolnjeno po PLACER & ČAR (1974, sl. 2) 1. prelom; 2. meja Trnovskega pokrova; 3. plazina (zdrnsna ploskev); 4. izohipsa flišne podlage; 5. presečnica flišne podlage in plazine (zdrnsne ploskve)

Figure 8. Structural map of the thrust surface of Mesozoic carbonate rocks of the Trnovo nappe on the Eocene flysch. Position of the structural basin. Modified after PLACER & ČAR (1974, fig. 2), 1. Fault; 2. Boundary of Trnovo nappe; 3. Curved shear surface; 4. Contour line of flysch basement and shear surface

Reference

- BUSER, S. 1968: Osnovna geološka karta Jugoslavije 1 : 100.000, list Gorica. Zvezni geološki zavod, Beograd.
- FIFER-BIZJAK K. & RIBIČIČ, M. 2004: Geotehnične raziskave za plaz Slano Blato = Geotechnical research work for the landslide Slano Blato. Razprave četrtega posvetovanja slovenskih geotehnikov, Rogaška Slatina, 297–304, Slovensko geotehniško društvo (Maribor).
- FIFER-BIZJAK, K. & ZUPANČIČ-VALANT, A. 2007: Rheological investigation for the landslide Slano Blato near Ajdovščina (Slovenia). *Geologija* (Ljubljana) 50/1: 121–129.
- KOČEVAR M. & RIBIČIČ M. 2001: Plaz Slano blato nad Lokavcem pri Ajdovščini. *Gradbenik* (Ljubljana) 5/3: 40.
- KOČEVAR M. & RIBIČIČ M. 2002: Geološke, hidrogeološke in geomehanske raziskave plazu Slano blato = Geological, hydrogeological and geomechanical investigation of Slano blato landslides. *Geologija* (Ljubljana) 45/2: 427–432.
- KOVAČ, M. & KOČEVAR, M. 2000/2001: Plaz Slano blato nad Lokavcem pri Ajdovščini. *Ujma* (Ljubljana) 14–15: 122–129.
- LOGAR, J., BENKO I., FIFER-BIZJAK K., KOČEVAR, M., MIKOŠ, M., RIBIČIČ, M. & MAJES, B. 2004: The history of Slano Blato landslide through four states. Abstracts of the Contributions of the European Geosciences Union General Assembly, 6, (Katlenburg-Lindau).
- 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: 447–457.
- MAJES, B., PETKOVŠEK, A. & LOGAR, J. 2002: Primerjava materialnih lastnosti drobirskih tokov in plazov Stože, Slano blato in Strug = The comparison of material properties of debris flows from Stože, Slano blato and Strug landslides. *Geologija* (Ljubljana) 45/2: 457–463.
- MIKOŠ, M., MAJES, B., BRILLY, M. & RIBIČIČ, M. 2005: Activity of the Slano Blato landslide as an example of a landslide behaviour in karstic hydrological conditions. Abstracts of the Contributions of the EGU, 7, (Katlenburg-Lindau).
- PLACER, L. & ČAR, J. 1974: Problem podzemeljske razvodnice Trnovskega gozda, Križne gore in Črnovrške planote = Hydrological problematics of the High karst between Idrija and Vipava rivers (Trnovski gozd, Križna gora and the plateau of Črni vrh). *Acta carsologica* (Ljubljana) VI/5: 81–93.
- RIBIČIČ, M. 2002: Izračun volumnov in sanacija plazu Slano blato nad Lokavcem pri Ajdovščini = Volume analysis and rehabilitation of the Slano Blato landslide. *Ujma* (Ljubljana) 16: 335–345.
- RIBIČIČ, M. 2003: Calculation of the moving landslide masses volume from air images. *Geologija* (Ljubljana) 6/2: 413–418.
- RIBIČIČ, M. 2006: Prikaz novjših tehnologij spremljanja sprememb na plazovih na primeru plazu Slano blato. 2. Slovenski geološki kongres, Zbornik povzetkov (Idrija): 128–129.
- RIBIČIČ, M. & KOČEVAR, M. 2002: Končna sanacija plazu Slano blato nad Lokavcem pri Ajdovščini = The final remediation of the landslide Slano blato above settlement Lokavec at Ajdovščina. *Geologija* (Ljubljana) 45/2: 525–530.
- ZUPANČIČ-VALANT A., ŽUMER M., FIFER-BIZJAK K. 2005: Movement description of landslide Slano Blato. The Society of Rheology 77th Annual Meeting, Program and abstracts (Vancouver): 16–20.