

GEOLOŠKE ZNAČILNOSTI PLAZU

Geological Characteristics of the Stože Landslide

Borut Petkovšek* UDK 551.3:624.13(497.4)

Povzetek

Glavni namen prispevka je prikazati inženirskogeološke značilnosti plazu Stože. Kot danes vemo, v trenutku nesreče ni šlo le za en sam dogodek, temveč sta se združili dve dogajanji, ki sta pripeljali do zasutja Loga pod Mangartom:

- najprej se je v zgornjem delu sprožil zemeljski plaz,
- sledil pa mu je drobirski tok v spodnjem delu.

Geološko kartiranje širšega območja je pokazalo, da zelo dobri razlogi za nastanek tega ogromnega plazu obstojajo že v geološki sestavi ozemlja. Plaz, ki je bil širok okrog 300 m, dolg 1,5 km in globok do 50 m, je nastal v ledeniški moreni in pobočnih nanosih na nadmorski višini okrog 1525 m. Ti kvartarni sedimenti prekrivajo starejši dolomit, ki je tektonsko močno predrt in razpokan, leži pa na plasteh laporja in lapornega apnenca, ki so za vodo malo prepustne. Zaradi svoje razpokanosti je dolomit izdaten vodonosnik, v katerem se v času močnih padavin podzemna voda dvigne visoko nad stik z neprepustno laporno podlago in tako namoči tudi grušč in zaglinjeno ledeniško moreno. Novembrski podatki o padavinah v letu 2000 kažejo, da je na tem območju padla izjemno velika količina padavin.

Po dnu doline, v kateri se je sprožil plaz, teče Mangartski potok. Plaz ga je zasul in zajezil. Potok je v nekaj dneh tako prepočil plazino z vodo, da je nastal iz nje drobirski tok, ki je stekel celo po pobočju z naklonom 8°, se prelil po strugi Predelice in se ustavil šele po 4 km v dolini Koritnice, kjer je preplaval in zasul Log pod Mangartom na nadmorski višini okrog 600 m.

Del pobočja nad plazom (prostornine okrog milijon m³) je ostal na mestu in je še danes v labilnem ravnovesju. Podobno so ostali na pobočju še nekateri deli plazu ...

Ta prispevek prikazuje inženirskogeološko delo ekspertne skupine za geotehniko, opisuje vzroke

za nastanek plaz u in podaja prve predloge skupine za zagotovitev vsaj začasne varnosti prebivalcev ogrožene vasi.

Abstract

The engineering geological background of the Stože landslide is the main topic of this contribution. The event is, in fact, a combination of two processes:

- the sliding of soil in the upper part, and
- debris flow in the lower part.

Geological mapping of the site proved the existence of very good geological reasons for the triggering of a huge landslide (300 m in size, 1.5 km long and up to 50 m thick). The event occurred at an altitude of 1525 m, in glacial moraine and slope debris, covering tectonically highly-fractured dolomite lying on impermeable layers of marly limestone. Dolomite is an excellent aquifer and, during heavy precipitation, the water level in the rock rises substantially, saturating the overlying soils, rich in clay, with water.

Precipitation data for November 2000 reveal that very intensive rainfall was registered in this region. In the lower part of the slope, at the bottom of a small valley, runs a torrent named Mangartski potok. The first landslide movement dammed up the torrent, resulting in a huge debris flow which flooded the village of Log pod Mangartom some 4 km downstream at an altitude of about 600 m.

A part of the slope debris above the landslide (approx. 1 million m³) remained in place, but its stability was reduced to the limit state of equilibrium and continues to pose a threat...

This paper presents the engineering geological work done by the Geotechnical Expert Group, describes the causes of the landslide and gives an overview of the initial measures proposed to ensure the safety of inhabitants in the threatened village.

Uvod

Da se je plaz Stože pod Mangartom sprožil novembra lani, vemo že vsi. Da je to plaz izredno velikih dimenzij, tudi. Vemo celo to, da v tem primeru ne moremo govoriti le o klasičnem plazenju, ampak je bilo potrebno še nekaj več, da se ta ogromna količina blokov apnenca in dolomita, grušča, peska, melja in gline ni ustavila na Mangartski planini, ampak je po izredno položnem dnu te doline zdrsela navzdol. Na svoji poti je porušila most in prekinila dve cesti, proti Predelu in proti Mangartu, se pretočila po strugi Mangartskega potoka v strugo Predelice in po njej pritekla v Log pod Mangartom. Govorimo torej tudi o utekočinjenju plazovine, čemur strokovnjaki pri nas pravijo drobirski tok.

Geologijo širšega območja predstavlja kolega Jurkovšek v svojem prispevku, zato se bom osredotočil na geologijo neposredne okolice plaz u in plaz u samega, da bi tako lažje utemeljil razvoj dogodkov tistega usodnega novembrskega dne.

Logični zaključek tega prispevka bi bila predstavitev programa potrebnih raziskav na plaz u, vendar o tem govori prispevek drugega avtorja.

Geološka sestava plaz u in njegove neposredne okolice

Glede na geološki položaj je plaz Stože zelo lahko locirati. Sprožil se je v grušču in v ledeniški moreni, ki ležita na julsko-tuvalskih, za vodo slabo prepustnih plasteh laporja in lapornega apnenca. Kamnino na tem ozemlju prečkata dva močna preloma alpske smeri (sever–jug), ki nista prizadela le laporja in lapornega apnenca, ampak tudi glavni dolomit nad njima, ki tvori bližnja vrhova Vršič in Mali Vršič. Zaradi močne tektonike je dolomit v Vršiču razkosan v bloke, po razpokah pa se voda hitro preceja do spodnje ležečih, manj prepustnih plasti in nato izteka na površino skozi kvartarne sedimente: ledeniško moreno in grušč (slika 1).

Plaz Stože se je torej sprožil na južnem pobočju grebena, 200–500 m severozahodno od Mangartške planine. Odločni rob je v času glavne sprožitve segel na koto 1525 m, torej tja, kjer se kvartarna sedimentacija ledeniške morene zoži in stanjša. Na površini se pojavijo stopnice dolomita, na kar opozarja tudi lokalno ime Štenge, medtem ko sta lapor in laporni apnenec, ki ležita pod njim, prekrita z moreno in gruščem. Nad Štenge se plaz v času velikega odloma ni razširil, vendar pa je spravil v labilno ravnovesje tudi

* dr., Zavod za gradbeništvo Slovenije, Dimičeva 12, Ljubljana, borut.petkovsek@zag.si

pobočje nad seboj. Kasneje se je zaradi strmine odloma nestabilnost pobočja začela lokalno širiti še nekoliko navzgor, v pobočni grušč z bloki dolomita (sliki 2 in 3).

Pri prvem obhodu plazu, ki smo ga opravili nekaj dni po sprožitvi, sem bil član skupine, ki je pristala s helikopterjem nad zahodnim odlomnim robom. Povzpeli smo se vse do grebena in pri tem opazovali posledice sprožitve tudi na pobočju nad plazom. Povsod smo v zaglinjenem grušču našli razpoke širine dlani in različnih dolžin, v pobočnih vršajih pod stenami Vršičev pa tudi svežo stopnico. Vsi ti pojavi so jasno pričali o porušitvi prvotnega naravnega ravnovesja pobočja nad plazom. Takšne dokaze o nestabilnosti pobočja smo našli še večkrat tudi ob vzhodnem odlomnem robu plazu, potem ko smo se spuščali proti Mangartski planini.

Močvirna tla na Stožah nad plazom dokazujejo, da podlago tankemu pokrovu močno zaglinjene gruščne preperine tvorijo neprepustne glinaste in lapornate kamnine. To smo kasneje lahko potrdili tudi s kartiranjem, ko je vreme omogočilo, da smo skartirali samo območje plazu. Na odlomu smo, tako v severozahodnem kakor tudi v severovzhodnem delu, našli izdanke lapornate kamnine, ki kljub njeni močni tektonski prelomljenosti po celem območju plazu enakomerno vpada v smeri proti jugu-jugozahodu (sliki 4 in 5).

Nad plazom so na površini trije večji izviri, pri kartiranju plazu pa smo v sami plazini našli še več vodnih dotokov.

Razen zgornjega odlomnega robu plazu in pobočja nad njim je nestabilen tudi njegov vzhodni rob. Po glavnem od-

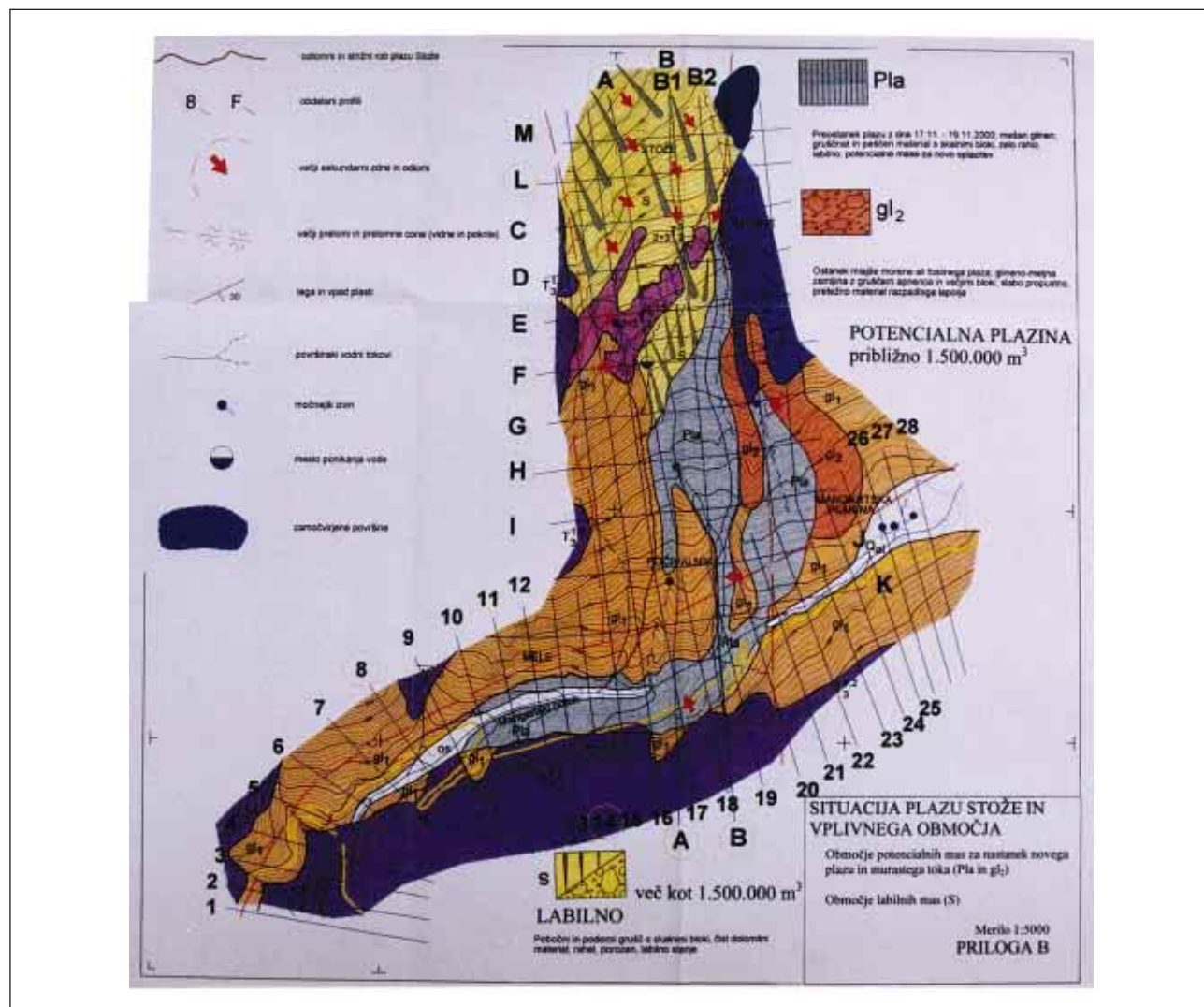
lomu smo v tem delu, na koti okrog 1350 m, opazovali širjenje plazu proti jugovzhodu in njegovo usmerjanje proti Mangartski planini. Plaz se je pomaknil vse do roba gozda nad planino. Vzhodni rob plazu je precej močneje zaglinjen od ostalih, ki so v decembru, v času našega opazovanja, mirovali.

Vso plazino tvorijo kvartarni sedimenti. Med njimi zlasti v zgornjem delu močno prevladuje zaglinjena ledeniška morena, ki jo sestavljata pusta do plastična glina in melj, z dolomitnim in lapornim gruščem, s samicami ter z velikim bloki apnenca. V spodnjem delu, pod koto 1350 m, je bilo glinaste sestavine vse manj, vse več pa je bilo dolomitnega gruščja s peskom in meljem. Tudi zahodni del plazu je manj zaglinjen in zato stabilnejši. Stabilen je tudi greben gruščja tik nad Mangartskim potokom. Ti deli so ostanki gruščnega nanosa in vršajev.

Vzroki za nastanek plazu in prvi ukrepi v letu 2000

Vzroki

Vzrokov za nastanek je bilo v trenutku splazitve več, saj so se nakopičile za stabilnost pobočja tako izjemno neugodne razmere, da so sprožile plaz dimenzij, kakršnih domačini na tem območju ne pomnijo.



Slika 1. Inženirskogeološka karta ožjega območja plazu (izdelala ekspertna skupina za geotekniko)
 Figure 1. Engineering geological map of central landslide area (produced by Geotechnical Expert Group)



Slika 2. Izdanek laporja na severovzhodnem odlomnem robu plazu (foto: B. Petkovšek)
Figure 2. Marl outcrop in the northeastern fracture zone of the landslide (photo: B. Petkovšek)



Slika 3. Nestabilno pobočje nad plazom (foto: B. Petkovšek)
Figure 3. Unstable slope above the landslide (photo: B. Petkovšek)



Slika 4. Vpadi laporja na severozahodnem odlomnem robu plazu (foto: B. Petkovšek)
Figure 4. Marl intercalations in the northwestern fracture zone of the landslide (photo: B. Petkovšek)



Slika 5. Pogled po plazju navzdol, z vidnimi vpadi plasti (foto: B. Petkovšek)
Figure 5. View of landslide from the top, with visible intercalated layers (photo: B. Petkovšek)

Po pričevanju domačina Bernarda Cudra se je v preteklosti pobočje v območju plazju večkrat premikalo. Pojavljali so se manjši zdrsi grušča in morene, ki so zapolnjevali strugo obeh na tem območju stalnih hudournikov. Ko sta si hudournika izdolbla v grušču dovolj globoko strugo, jo je ponovno zapolnila nestabilna zemljina na pobočju. Zadnji večji premik, ki so ga registrirali domačini, se je zgodil leta 1983 po daljšem deževnem obdobju. Takšni premiki so bili bolj površinski, lahko pa so občasno ustvarjali tudi globlje razpoke, ki so omogočale pretakanje vode skozi glinasto moreno.

Iz geološkega opisa plazju in njegove neposredne okolice je razvidno, da so geološke razmere na tem območju nadvse primerne za nastanek plazju – tako zaradi nepropustne podlage, ki je tektonsko poškodovana in zato podvržena hitrejšemu preperevanju, kakor zaradi močno razpokanega dolomita nad to podlago, ki omogoča akumulacijo vode v hribu. To potrjujejo številni izviri na površini in izdatni vodotoki iz plazju v skupni količini nad 300 l/s teden dni po sprožitvi plazju.

Sestava ledeniške morene v tem delu je odraz sestave matične kamnine. Lapor in laporni apnenec sta povzročila močno zaglinjenost ledeniške morene zlasti v zgornjem delu plazine. Deli pobočja zahodno od plazju, kjer je zaglinjenost bistveno manjša, so ostali stabilni, medtem ko se je vzhodni rob plazju, kjer je gline več, pomikal tudi še potem, ko se je glavna plazina že stabilizirala.

Neposredni povod za nastanek plazju pa so seveda izredno močne padavine v daljšem časovnem obdobju pred splazitvijo, ki so povzročile, da se je masa ledeniške morene dobro prepojila z vodo. Tik pred sprožitvijo so bile padavine tudi izredno močne, vendar so dvodnevne maksimume padavin, ki so bili večji od teh, registrirali tudi že prej.

Dodatno bi k nestabilnosti pobočja lahko prispeval tudi zadnji potres, ki bi v presušeno glinasto moreno lahko vnesel mlajše razpoke in z njimi lažjo komunikacijo vode po zaglinjeni ledeniški moreni.

Prvi interventni ukrepi na plazju

S tem ko smo definirali glavne vzroke, ki so botrovali nastanku plazju, lahko začnemo govoriti tudi o ukrepih za izboljšanje stanja na plazju in za zavarovanje prebivalcev Loga. Seveda pa je pri izboru teh ukrepov bistven cilj, ki ga želimo doseči. Najpomembnejša vprašanja, ki so takrat mučila ekspertno skupino, so bila:

- Koliko časa imamo za ukrepe?
- Koliko sredstev je na razpolago?
- Kaj je glavni namen naših ukrepov?
- Kakšne posege v okolje si lahko privoščimo z naravovarstvenega vidika?

Hitro je postalo jasno, da ne časa ne denarja ni v izobilju.

Naloga strokovne skupine je bila, da poda seznam najnujnejših ukrepov, ki bi zagotovili sprva začasno, kasneje pa trajno varnost prebivalcev Loga pod Mangartom.

Problem pomanjkanja časa in denarja se je skupina odločila premostiti tako, da je predlagane ukrepe razdelila v dve časovni prioriteti:

- ukrepi, ki jih je bilo potrebno začeti izvajati nemudoma,
- kasnejši ukrepi, ki bi zagotovili trajnejšo rešitev za prebivalce Loga.

V prvo skupino, torej med najnujnejše in takojšnje ukrepe, sodi nedvomno vzpostavitev alarmnega sistema. Ta naj bi ob premikih, za katere ocenjujemo, da so dovolj veliki, da ogrožajo stabilnost plazu (premiki, večji od 1 m), opozoril prebivalce na novo nevarnost. Alarmni sistem je vzpostavljen na dveh prerezih. Eden stoji nad odlomnim robom plazju, drugi pa je postavljen nižje, v dolini Mangartskega potoka, kjer bi se možna nevarna premikanja plazju ponovno registrirala. Iz časovnega zamika med obema alarmoma bi bilo mogoče oceniti, v kolikšnem času bo splazela masa doseglja Log.

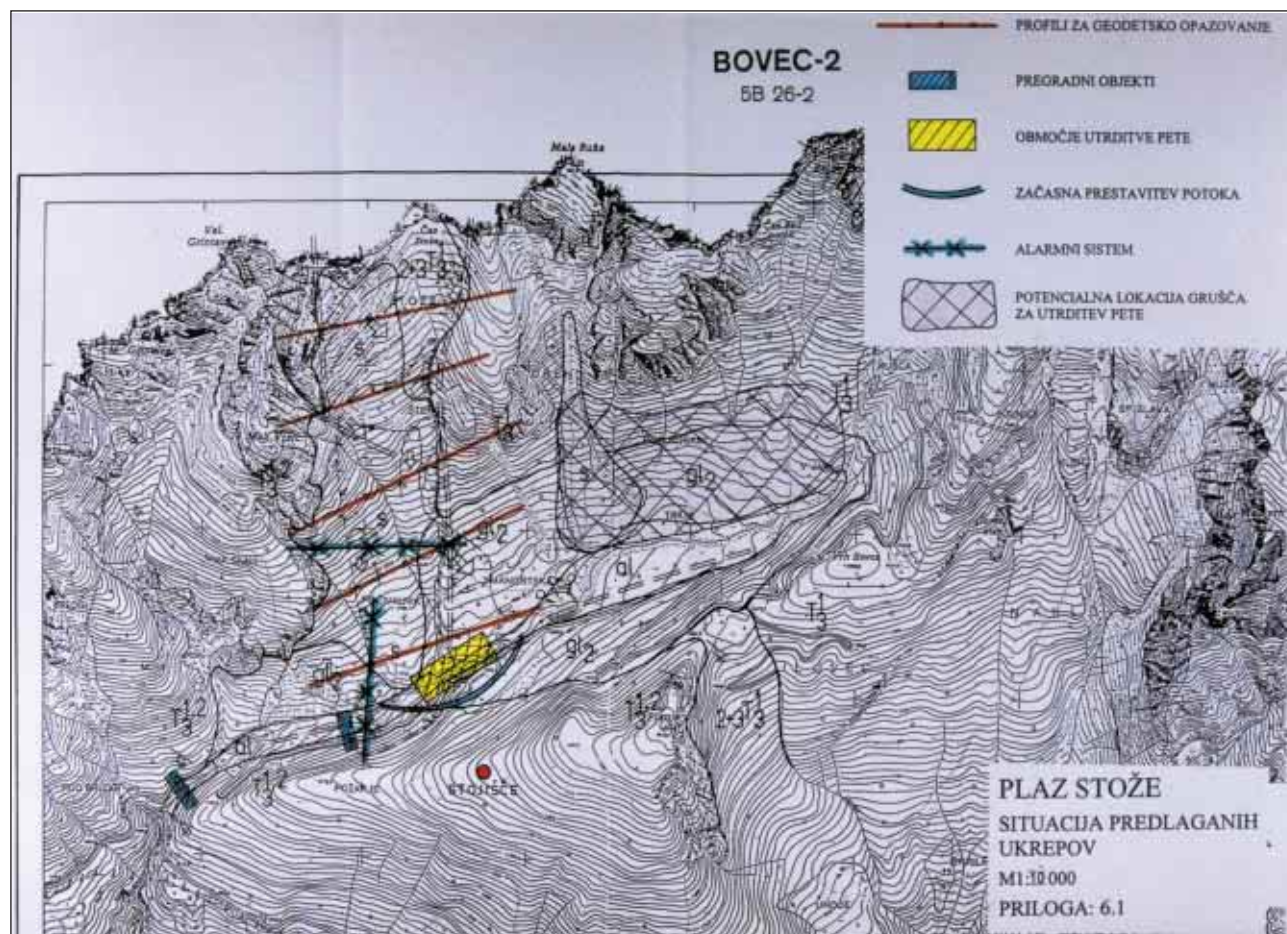
Po naših pričakovanjih bi nevarnost drobirskega toka v spodnjem delu plazju močno zmanjšali, če bi preprečili napajanje plazvine z vodo iz Mangartskega potoka. Tako smo predlagali, da se v dolini Mangartskega potoka izdelajo objekti za odvodnjavanje, ki bo vodi iz Mangartskega potoka

ka omogočil neoviran prehod skozi plazovino. Pri tem je bilo treba upoštevati, da vsak premik plazju v spodnjem delu lahko pretrga cevi za odvodnjavanje, če bi jih tam namestili. Naš predlog se zato nanaša na izdelavo kanala, zapolnjenega z dobro prepustnim materialom, ki bi po eni strani odvodnjaval Mangartski potok, po drugi pa s svojo težo izboljševal stabilnostne razmere v območju plazju.

Ponovni splazitvi zgornjega dela plazju lahko po naših pričakovanjih botruje predvsem voda, ki se steka v plazju po površini in skozi kamnino. Prvo je lažje ujeti z usmerjanjem površinskih vodotokov iz območja plazju. Težje je preprečiti dotekanje vode v plazju skozi porušeni dolomit, torej zajeti kontaktne izvire iz kamnine pod plazju, zato so poleg teh najnujnejših prvih ukrepov predvidene tudi dolgoročneje rešitve v obliki zaporednih pregrad in lovilcev plazju. Ti objekti pa so že predmet dolgoročnejših raziskav, projektiranja in izvedbe, ki časovno ne sodijo več med takojšnje ukrepe.

Literatura:

1. Osnovna geološka karta Slovenije, list Beljak in Ponteba. Geološki zavod Ljubljana. Ljubljana, 1986.
2. Ekspertna skupina za geotehniko, imenovana s strani Republiškega štaba za civilno zaščito, s sodelavci, 2000. Plazju pod Mangartom – končno poročilo ekspertne skupine za področje geotehniko, Ljubljana.



Slika 6. Predlog ukrepov na plazju, ki ga je izdelala ekspertna skupina za geotehniko
Figure 6. Proposal of landslide measures compiled by the Geotechnical Expert Group