

Evidentiranje in analiziranje sprememb plazu nad Belco z geodetskimi metodami

Dušan Petrovič*, Janez Goršič*, Albin Mencin*, Klemen Kozmus Trajkovski*,
Tilen Urbančič*, Dejan Grigillo*

Ključne besede: zemeljski plaz, oslonilne točke, daljinsko vodeni letalnik, TLS, primerjava oblakov točk

Key words: landslide, control points, unmanned aerial vehicle, TLS, point clouds comparison

Razširjen povzetek

Plazovito pobočje nad naseljem Belca v dolini Save Dolinke je eno bolj aktivnih erozijskih žarišč v Slovenji. Okoli 100 m široko in 500 m dolgo strmo plazišče s povprečnim nagibom okoli 45° v zgornjem delu vsebuje znatne količine nestabilnega materiala. V februarju 2018 je po deževju in zmrzali prišlo do večjega skalnega podora (ocena 27.000 m^3 kamnitega gradiva, Kostevc 2018), ki je zasul gozdno cesto, ki je potekala preko plazu ob dolini Belce do pašnih planin pod Kepo. Ceste zaradi nestabilnosti niso sanirali, zato so kmetje morali živino na pašo na planino goniti preko Avstrije in prelaza Sedlišč (1438 m). Ponoven podor se je zgodil po obilnem lokalnem deževju konec oktobra 2018, ko je grušč odlomljenega materiala zasul spodnji del struge potoka Belca, hidroelektrarno in žago ter nevarno ogrožal stanovanjske objekte ob glavni cesti Jesenice - Kranjska Gora. Prva sanacija je vsebovala odvoz nakopičenega materiala ob žagi in hidroelektrarni ter odvoz materiala iz struge do izliva v Savo Dolinko. Hkrati se je izkazalo, da je na mestu odloma v zgornjem delu pobočja še veliko terenskih razpok (slika 1), ki so predstavljale grožnjo za ponoven podor, zato je bila 5. 12. 2018 izvedena nadzorovana sprožitev dela dodatnega nestabilnega materiala, katerega količina pa ni dodatno ogrožala objektov in infrastrukture. Nadaljnje nadzorovano proženje preostalega nestabilnega materiala je predvideno za pomlad 2019 (objava RTV Slovenija).

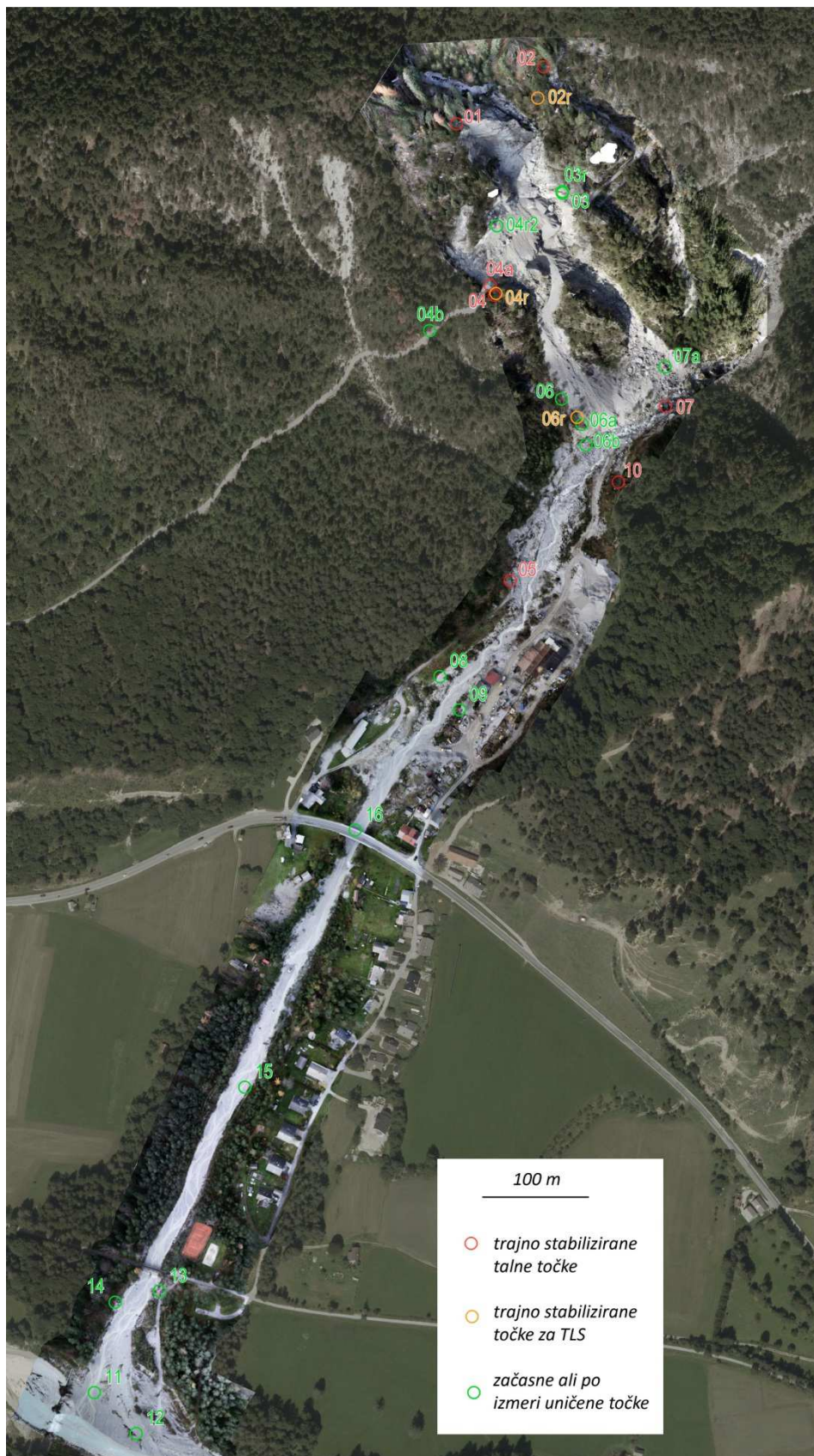


Slika 1 - vidne razpoke terena v zgornjem delu plazišča

* UL, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Jamova c. 2, Ljubljana

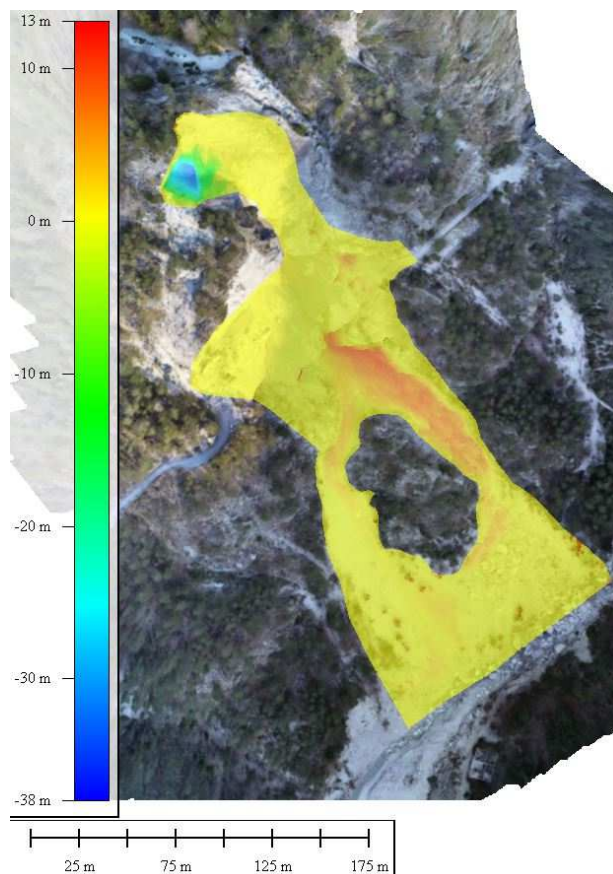
Raziskovalci Katedre za kartografijo, fotogrametrijo in daljinsko zaznavanje ter Katedre za inženirsko geodezijo Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani smo se evidentiranja plazu lotili 8. 11. 2018, nekaj dni po jesenskem podoru. Okoli območja plazu in struge potoka Belca smo vzpostavili 16 oslonilnih točk (slika 2) in njihovo lego določili z metodo RTK GNSS z inštrumentom Javad Triumph-LS. Dve točki sta bili vzpostavljeni nad plazom (01 in 02), dve v sredini plazu, na območju dostopa nekdanje ceste (04, 04a), preostale pa v dolini vzdolž struge do izliva v Savo Dolinko. Na osrednje območje plazu oslonilnih točk zaradi nevarnosti plazenja nismo postavljali. V treh misijah smo z daljinsko vodenim letalnikom fotografirali celotno območje plazu in struge Belce do sotočja, pri čemer smo plaz fotografirali s poševnimi posnetki pod kotom 45° , strugo pa z nadirnimi posnetki. Iz pridobljenih podatkov smo izračunali oblak točk, ga umestili v državni koordinatni sistem in iz njega izgradili digitalni model površja ter ortofoto. Digitalni model struge se je izkazal kot ustrezen, medtem ko model plazu zaradi izjemne reliefne razgibanosti pobočja in neugodne lege nekateterih oslonilnih točk za izmero z metodo GNSS ni zadostil pričakovani kakovosti. Snemanje smo zato ponovili 4. 12. 2018, ko smo se osredotočili na plaz. Šestim stabiliziranim oslonilnim točkam iz prve izmere smo dodali in stabilizirali štiri dodatne talne (03, 04b, 06, 07) in dodatne oslonilne točke za terestrično lasersko skeniranje (TLS), na sliki 2 označene z r, vse pa izmerili tako s klasično tahimetrično izmero z instrumentom Leica TCRP1201 kot tudi z izmero GNSS, a tokrat z dvema različnima instrumentoma (Javad Triumph-LS in Leica Viva GS15) in dvema metodama izmere, RTK in hitro-statično.

Območje plazu smo poševno fotografirali z daljinsko vodenim letalnikom, sočasno pa z enega stojišča v bližini točke 10 vidni del plazu tudi skenirali s terestričnim laserskim skenerjem Riegl VZ-400. Po izračunu koordinat vseh oslonilnih točk smo pri obdelavi fotografij z letalnika in pri obdelavi podatkov skenerja upoštevali lege oslonilnih točk in izračunali georeferencirane oblake točk pobočja plazu. 11. 12. 2018, nekaj dni po izvedenem nadzorovanem proženju plazu, smo meritve ponovili, ponovno smo opravili poševno in dodatno še nadirno fotografiranje z letalnikom ter terestrično lasersko skeniranje. Tri talne in ena za TLS namenjena stabilizirana točka so se sicer pri razstrelitvi uničile, vendar je število in razporeditev preostalih točk omogočalo izdelavo in georeferenciranje oblakov točk, prav tako pa tudi izdelavo digitalnih modelov površja in ortofota.



Slika 2 - mozaik izdelanih in državnih ortofotov območja z oslonilnimi točkami vseh opravljenih izmer

Primerjava digitalnih modelov površja plazu pred in po nadzorovanem proženju je prikazana na sliki 3. Prostornina nasutega (dodatnega) materiala, na sliki v oranžno-rdečih odtenkih, je okoli 15.000 m³. Izračunana prostornina odstreljenega dela, na sliki v zeleno-modrih odtenkih, je okvirno 11.000 m³. To območje je imelo pred umetno sproženim podorom nezadostno gostoto pridobljenega oblaka točk, predvsem zaradi snemanja zgolj poševnih fotografij. Poleg tega so po odlomu nastale previsne stene, kar predstavlja težavo pri izračunih iz višinskih modelov. Območja nasutega materiala imajo v obeh izmerah zadostno gostoto oblaka točk in topografsko niso problematična, zato lahko sklepamo, da je tudi okvirna prostornina sproženega odloma 15.000 m³.



Slika 3 - primerjava višinskih modelov območja plazu pred in po nadzorovanem odlomu

Na osnovi vseh izdelkov ter uporabe podatov Laserskega skeniranja Slovenije, morda pa tudi morebitnih pridobljenih drugih meritev (Kostevc 2018), bomo skušali še dodatno čim točneje in ustrezneje interpretirati dosedanje in morebitne prihodnje podore na območju plazu.

Literatura

Vir: Kostevc, M. 2018. Ocena ogroženosti naselja Belca pred drobirskim tokom, diplomska naloga, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire.