



## MDL LASERACE300 Z ABSOLUTNIM KOTOMEROM

Terenske meritve morfoloških sprememb na plazu Strug v občini Kobarid v letu 2003

### POSTOPEK DELA

Delo na terenu:



Terenske meritve so bile izvršene s pasivnim 3D laserskim merilcem razdalj s kotnim enkoderjem. Instrument je bil v osnovi izdelan za potrebe izraelske vojske, ki je sedaj na razpolago tudi za civilne namene z blagovnim imenom LaserACE300. Oprema omogoča meritve razdalj do 300 metrov z ločljivostjo 1 cm in natančnostjo  $\pm 10$ cm. Podatki meritev se s predhodno obdelavo potem vnesejo v programska orodja za obdelavo 3D prostorsko opredeljenih podatkov (AutoCAD in QuickSurf) ali katerikoli 3D volumetrični program (Surfer, ARC Grid).

Izvirne podatke, ki jih pošilja LaserACE300 se je direktno beležilo prek terminalskega softverja ZTerm v ASCII datoteke v dlančniku. Datoteke se je številčilo in zapisalo kaj vsebujejo. Zraven se je beležilo stojišče, višina stojišča in višina trasirke (pri aktivnem merjenju s trasirko). Npr. položaje skal se je zapisovalo v eno, a položaje profilov v drugo datoteko. Vse profile se je zajemalo z maksimalno možno raztegnjeno trasirko na višino 2.15cm.

Z opisano opremo je mogoče natančno posneti površino plazišča, določati volumne in profile in s ponovnimi meritvami ugotavljati premike mas oziroma spremembe volumnov mas.



Na terenu je mogoče posebej posneti sam teren in posamezne značilne objekte (skale, grape, grebene, razpoke v terenu) ter oblikovati kompozitni 3D digitalni model terena (ničelna meritve). S ponovljenimi meritvami lahko dobimo nove 3D modele, ki skupaj tvorijo 3D+1 model, ki vključuje še časovno komponento.

Na dobljenem 3D+1 modelu lahko tako ločeno spremljamo spremembe na površini terena, premike posameznih skal ali objektov, spremembe v poteku strug potokov oziroma spremembe kakršnih koli drugih morfoloških pojavov v okviru natančnosti razdalje  $\pm 10$  cm.

Stalne točke na terenu so označene z nastavki za prizme in CD. Testne meritve so pokazale, da je s inštrumentom možno meriti tudi razdaljo iz vasi do prizme na vrhu plazu.

### **V pisarni:**

Podatke se je iz dlančnika preneslo v PC in potem obdelalo s programom za pretvorbo izvornih podatkov v skript datoteko. Na to se je v AutoCAD-u izvedlo skript datoteko, kar je izrisalo 3Dtočke v polarni obliki. Vsi podatki so se risali relativno v koordinatno izhodišče 0,0,0. Potem se je te podatke ustrezno zasukalo v poznane točke stojišč oz. referenčnih točk. Pri vsakem zajemu se je referenčne točke posnelo večkrat. Le-te točke se je preračunalo z metodo najmanjšega kvadrata odstopanja, tako da je bil zasuk v referenčne točke kar se da natančen. Nato se je vse podatke translatorsno premaknilo v znano točko na terenu predhodno določeno z GPS v Gauss-Krüger koordinatnem sistemu, tako da se je dobil absolutni sistem oz. podatke v geodetskem koordinatnem sistemu. Vse podatke profilov se je nato spustilo po Z koordinati za višino trasirke 2.15m. Vsako entiteto meritev (skale, CD-ji, teren, profili, stojišča...) se je zapisalo v enoličen sloj (layer). 3D operacije modela se je izvajalo s programskim dodatkom AutoCAD-a QuickSurf. Rezultati meritev in analize meritev so zapisani v datotekah \*.DWG v formatu za AutoCAD 2002.

### **REZULTATI MERITEV**

Terenske meritve na plazu smo opravili 12.-13.8.2003, 3.-4.9.2003, 1.-2. 10. 2003 in 28. 11. 2003. Odvzem podatkov je organiziran tako, da so se ločeno zbrani podatki o površini plazu, odlomnem robu, večjih kamnih na plazu in položaju večjih erozijskih jarkov. Za boljše spremljane premikov plazu sta posneta še dva prečna profila v osrednjem delu plazu in erozijski jarek na južni strani.

Vsakič so bila snemanja opravljena s stalnih stojišč in vsakič so posnete tudi stalne točke na plazu, in karakteristični pojavi: odlomni rob, prečni profili in profil erozijskega jarka. Osnova za izračune so bile nekatere stalne točke določene z geodetsko izmero, tabela 1.


**STOJIŠČA; ZAVRTANA ARMATURNA ŽELEZA  $\phi=16\text{mm}$  Z NERJAVEČIM NASTAVKOM ZA PRIZMO:**

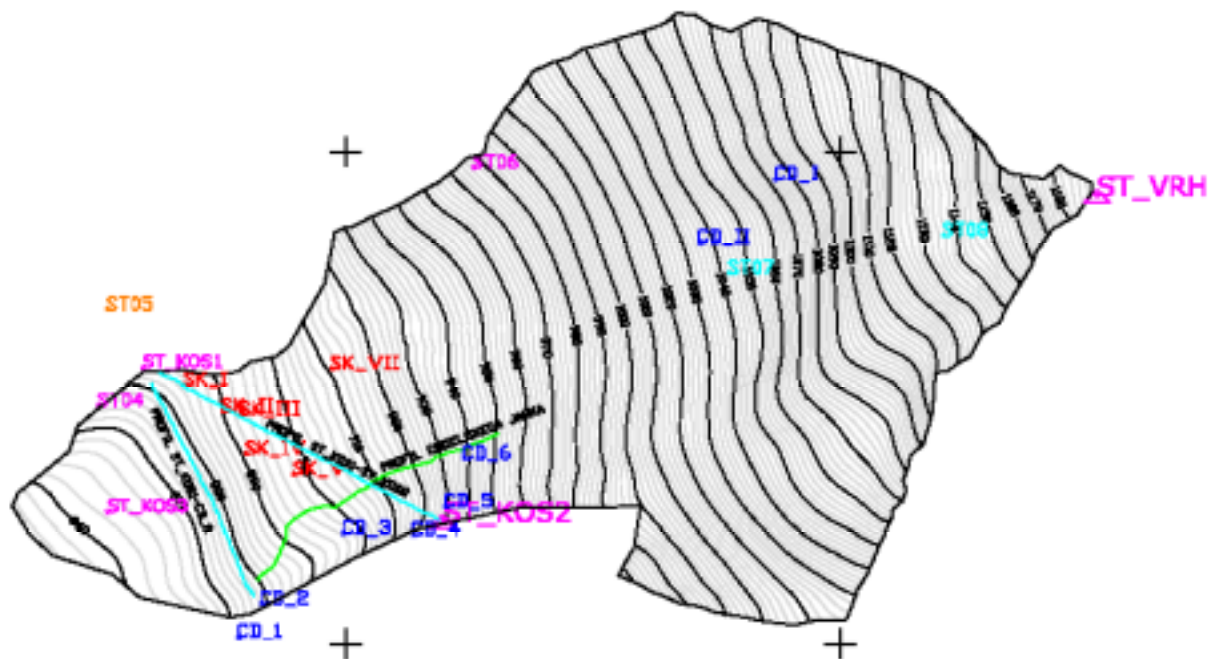
Št.	Točka ID	Vzhodno	Severno	Višina	Opomba
1	ST_KOS2	5394917,994	123911,742	885,076	na levem robu plazu zavrtano v skalo
2	ST_KOS2	5395039,063	123848,895	924,524	prizma pod veliko skalo v desne robu
3	ST_KOS3	5394903,723	123852,881	864,228	velika skala v sredini vznožja plazu
4	ST04	5394900,04	123896,37	874	v levem robu plazu zavrtano v skalo
5	ST05	5394903,6	123935,55	885,27	zabito v ravnini ST_KOS1 izven plazu
6	ST06	5395051,67	123993,55	980,36	zavrtano v levem robu na sredini plazu
7	ST_VRH	5395303,542	123981,845	1199,13	na vrhu plazu zavrtano v manjšo skalo

**SKALE; ZAVRTANA ARMATURNA ŽELEZA  $\phi=16\text{mm}$  Z NERJAVEČIM NASTAVKOM ZA PRIZMO:**

Št.	Točka ID	Vzhodno	Severno	Višina	Opomba
8	SK_I	5394934,909	123904,692	887,286	
9	SK_II	5394950,157	123894,096	892,022	
10	SK_III	5394957,373	123892,9	896,371	
11	SK_IV	5394959,768	123876,812	893,788	
12	SK_V	5394979,075	123868,313	900,607	
13	SK_VII	5394994,331	123911,324	917,608	

**DEBLA DREVES IN SKALE; PRIVIJAČENI CD-ji:**

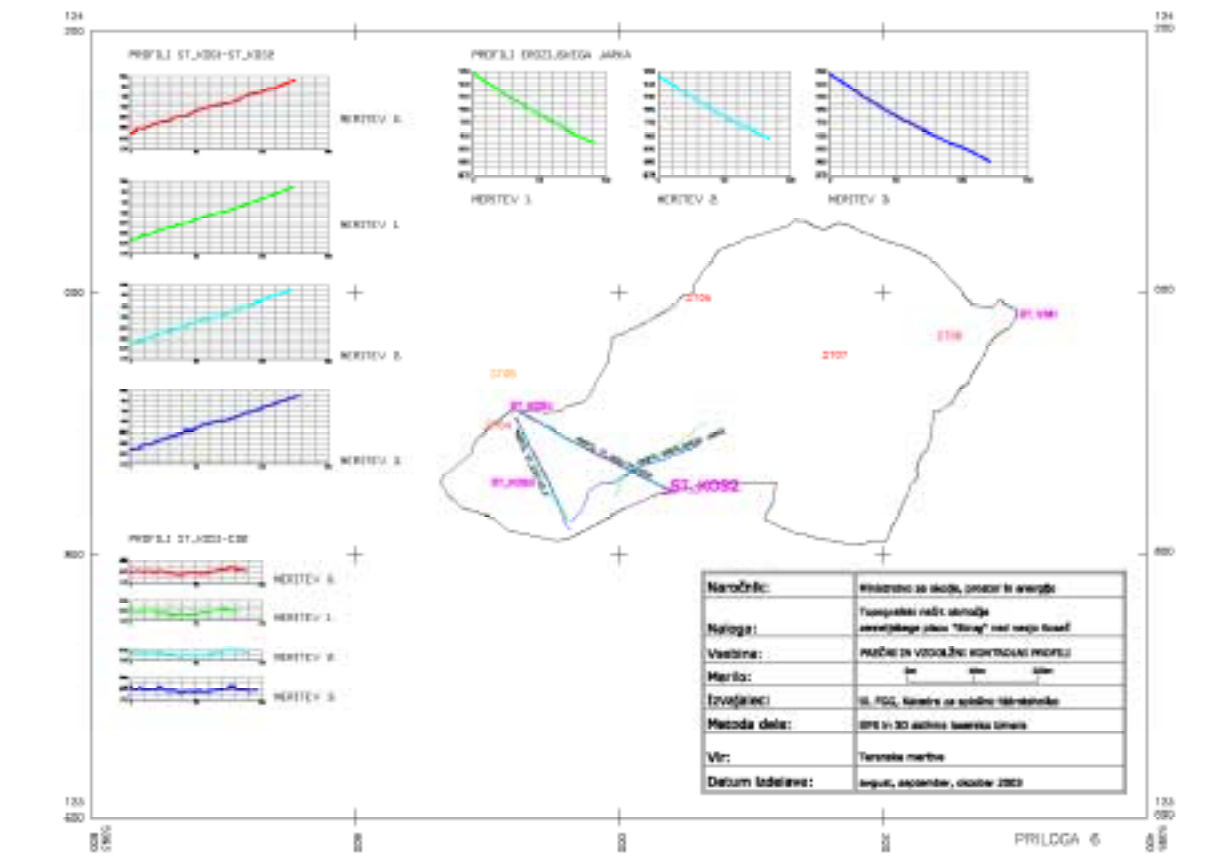
Št.	Točka ID	Vzhodno	Severno	Višina	Opomba
14	CD_1	5395047,63	123874,73	940,64	drevo v gozdu južno
15	CD_2	5395040,39	123855,1	936,04	na skali v gozdu južno (STABILNO)
16	CD_3	5395027,31	123843,87	915,49	drevo v gozdu južno
17	CD_4	5394999,07	123844,35	902,72	podrto drevo v plazu
18	CD_5	5394965,97	123816,22	880,22	drevo na grebenu pod sivico
19	CD_6	5394956,69	123802,87	874,97	drevo ob jarku pod sivico
20	CD_I	5395173,64	123988,76	1081,92	na drevesu bukve v udoru
21	CD_II	5395142,78	123963,08	1041,19	na koncu udara na lesenem kolu





Podatki ničelne meritve in stabilnih delov plazu zmerjenih v kasnejšem obdobju so prikazani v gornji sliki. Meritve morfoloških sprememb so zajele osrednji del plazu, kjer so tudi sicer bile opazni sledovi erozije (profil v zeleni barvi).

Ostala območja prizadeta v manjši meri z erozijo in težko dostopna za opazovanje so pokrita s stalnimi točkami za merjenje morebitnih premikov.



Analiza podatkov kaže, da na plazu ni bilo zaznavnih premikov razen premeščanja in poglobljanja erozijskega jarka.

## ANALIZA REZULTATOV

Podatki meritev kažejo, da med meritvami ni prišlo do večjih premikov skal in ostalih stalnih točk. Tudi površina plazu v celoti se ni bistveno spremenila. Med ničelno in prvo meritvijo ni bilo padavin in tudi nobenih premikov nismo opazili. Padavine do katerih je prišlo med prvo in drugo ter med drugo in tretjo meritvijo so povzročile predvsem spiranje drobnih frakcij materiala. Večje spremembe so bile lokalnega značaja in so zajele predvsem območje ob osrednjem južnem delu plazu, kjer se je preoblikoval erozijski jarek.



Po drugi meritvi se je erozijski jarek s svojim izviro premestil bolj proti južnemu robu in podaljšal proti iztoku s plazju. Pri tretji meritvi je plaz zadržal svojo traso le da se je nekoliko poglobil.

Podatki prečnih profilov, kažejo na manjše spremembe do katerih je prišlo med posameznimi meritvami. Opazno je predvsem manjše odnašanje materiala na osrednjem in južnem delu plazju. Na severnem delu plazju ni bilo opaznih premikov.

Drugih opazni sprememb ali premikov ni. Lastnosti sistema za zajem in obdelavo podatkov ter njihova točnost je razvidna iz opazovanj stalnih točk pritrjenih za skale, , se tudi po fotografijah sodeč niso premaknile.



---

## ZAKLJUČKI

Sistem za merjenje se je pokazal za ustrezen in uporaben pri meritvah na daljavo v nevarnih razmerah, ko je gibanje po plazu tudi smrtno nevarno. Kljub sorazmerno majhnim spremembam površine plazu nam je uspelo posneti morfološke spremembe bistvene za dinamiko gibanja plazu. Oprema dejansko omogoča ročno digitalizacijo terena in snemanje posameznih pojavov oziroma točk. Med posameznimi snemanji do večjih premikov ni prišlo in možnosti opreme pri snemanju površine niso prišle do polnega izraza. Opazne manjše spremembe, reda velikosti enega metra, smo uspeli posneti s trasirko po točno določeni trasi. Tako smo dobili vzdolžne profile glavnih erozijskih jarkov in njihovo spremembo. S točno določenimi prečnimi profili smo ugotovili spremembe v površini plazu. Pokazalo se je, da v razmerah kakršne so na plazu, že manjše odstopanje pri snemanju prečnega profila, popači posnetek morfologije do mere, ko primerjava ni več mogoča.

Poleg morfološkega snemanja terena s sistemom LaserACE300 priporočamo v bodoče tudi snemanje terena s pomočjo digitalne kamere. Posnetke je potrebno izdelati sistematično z registracijo stojišča in smeri snemanja, tako da lahko primerjamo posnetke izdelane vsakič z enakim položajem snemanja.