

Brane VLAJ
univ.dipl.inž.geol., DDC – Ljubljana

Franc ŽIGMAN
univ.dipl.inž.fiz., IRGO – Ljubljana

MACESNIKOV PLAZ NAD SOLČAVO

POVZETEK

V letu 2001 so bila izvedena dodatna raziskovalna dela na plazu, kot nadaljevanje in nadgradnja predhodnih raziskav, izvedenih v okviru izdelave študije o možnostih sanacije Macesnikovega plazu iz leta 2001. V pričajučem prispevku bomo podali pregled izvršenih terenskih raziskovalnih del.

V tej fazi je bil geodetsko posnet predvsem zgornji del plazu nad montažnim mostom. Natančno so bili posneti odlomni robovi vseh številnih krakov plazu. Pri tem je bilo ugotovljeno, da se plaz v zgornjem delu nezadržno širi, pojavljajo se novi odlomi na obeh straneh osrednjega plazu. Nadaljevali so kontrolne meritve deformacij površine, oziroma premikanja plazu. Te meritve vršimo na 10 prečnih profilih. Meritve kažejo na konstantno premikanje plazu v zgornjem in osrednjem delu. Največji horizontalni premik je na reperju na sredini najožjega dela plazu v profilu 4 pod montažnim mostom. Dosedanje meritve kažejo, da še vedno ni opaznih premikanj pod čelom plazu v profilu 1 in na skalnem osamelcu v profilu 7 na čelu plazu.

Preiskan je bil zlasti zgornji del plazu nad montažnim mostom. Tu je bilo izvedenih 20 vrtin. Vrtine so globoke 7 do 18 m, večina pa med 10 in 15 m. Vse vrtine so vrtane v hribinsko podlago iz karbonskih plati – skrilavca, temnosivega apnenca, kremenovega konglomerata in peščenjaka. Pomemben je podatek, da nad koto 1160 (Vd 19i) leži hribinska podlaga plitveje kot smo to predvideli dosedaj, to je na globinah od 3,5 do 11 m pod površjem. Z meritvami inklinacij pa je ugotovljeno, da leži aktivna drsina na globinah 3 – 8 m.

Na območju montažnega mostu so izvedene tri vrtine. Rezultati teh treh vrtin so pomembni glede na dejstvo, da je na tej lokaciji bil predviden nov premostitveni objekt. Vrtine kažejo, da je poleg ozkega dela aktivnega plazu tu prisotna globlja fosilna plazina. Temeljenje premostitvenega objekta je močno vprašljivo in odločitev za obnovo začasnega mostu je na mestu. Osrednji del plazu je bil preiskan s šestimi vrtinami. Vrtine so globoke 17 do 40 m, hribina leži na globini 11,6 do 34,7 m. Aktivna plazina je na območju zgornjega dela serpentine na globini 9,5 do 13,5 m, pod cesto pa na globini 21,5 do 22,5 m. Ti podatki so zelo pomembni za nadaljnjo obdelavo na ravni idejnega projekta sanacije plazu. Na tej lokaciji je predviden eden od možnih sanacijskih objektov. Sorazmerno plitvo ležeča drsina omogoča temeljenje. Nižje je drsina tako globoka, da klasične objekte ne bo možno temeljiti. Na vznožju plazu so bile izvedene 4 dodatne vrtine. Hribinska podlaga v vrtinah, globokih 17 – 21 m leži na globini 16 – 20,5 m. Vrtine, locirane pred čelom aktivnega plazu, kažejo na globok fosilni plaz, ki pa je po podatkih meritev inklinacij vsaj v vrtini Vd 2i mže aktiviran na globini 14,5 m, v vrtini Vd 3i pa na globini ca 8 m. Ti podatki so najbolj zaskrbljujoči, ker kažejo na aktiviranje spodnjega dela plazu. Do oktobra 2001 so bili zabeleženi prestrigi inklinacijskih cevi v 16 vrtinah.

Dopolnjena je inženirsko geološka karta. Določene so konture fosilnega plazu, katerega površina in globina sta večji od aktiviranega plazu. V vrtinah, lociranih izven aktiviranega plazu so ugotovljene potencialne drsne ploskve. Obdelani so karakteristični prečni geološki profili na lokacijah možnih sanacijskih objektov in geološki podolžni profil plazu.

Geodetsko so posneti vsi opaženi izviri na obrobju plazu, vseh je 37. Izdelana je hidrogeološka karta, opravljene so meritve nivoja podtalnice v številnih vrtinah iz prve faze raziskav (idejna študija) in dodatnih

raziskav. Podatki teh meritev so zaskrbljujoči. Rezultati meritev nivoja podtalnice v vrtinah na plazu brez dvoma kažejo na dejstvo, da je plazina zasičena z vodo. Tudi primerjava meritev iz sušnega obdobja v avgustu ter julija in kasneje septembra kaže na to, da je v sušnem obdobju nivo v nekaterih vrtinah sicer nekoliko upadel, vendar pa ne toliko, da bi to lahko vplivalo na stabilnostne razmere. Istočasno pa opazovanja meritev nivoja podtalnice nedvomno kažejo na to, da sistem površinskega odvodnjevanja, izveden v zgornjem delu plazu nad montažnim mostom, ne znižuje nivoja podtalnice.

Rezultati dodatnih raziskav so pomemben podatek iz več aspektov. Prvič je sedaj dovolj podatkov o plazu, tako o dimenzijah, kakor tudi o premikih. Pomembni so podatki, ki kažejo, da se plaz konstantno premika. Zaskrbljujoč je podatek, da se je pričelo intenzivnejše premikanje čela plazu, zlasti njegovega širšega, zahodnega kraka. Pomemben je podatek o stanju nivoja podtalnice v vrtinah na plazu. Kljub dolgoletnemu delu in vzdrževanju površinskega sistema odvodnjevanja, le-to ni doprineslo k znižanju podtalnice, kar sicer vztrajno trde izvajalci. Vsi izviri z oboda plazu se stekajo v osrednji del plazu nad montažnim mostom. Nujno bi bilo čimprej izvesti predvidene obodne jarke in vsaj površinsko vodo odvajati v stran od plazu. Nujno je čimprej naročiti idejni projekt za sanacijo plazu. Študija in rezultati dodatnih raziskav dajejo dovolj podatkov v ta namen.

SUMMARY

In the year 2001 there were additional site investigations at the Macesnik landslide. These works were the continuation and improvement of the previous investigations that were part of the study, carried out in the same year, which treated possibilities of the stabilisation of the landslide. The programme and selected results of the site investigations are summarised below.

This phase of investigations also comprised a geodetic survey that was completed at the upper part of the landslide, above the prefabricated bridge. The detailed survey of the failure edges of the numerous ends of the landslide was also carried out. It was concluded that there is the unstoppable widening of the upper part of the landslide and that there is some new zones of failure in the middle of the landslide. There was also a continuation of the geodetic survey of the target points at the landslide surface carried out at ten profiles. The results indicate constant movements of the upper and the middle part of the landslide. The largest horizontal movement was recorded at the target point in the middle of the narrowest part of the landslide, which was in the profile No. 4, immediately below the bridge. The measurements up to date show that there is still no movement at the foot of the landslide at the profile 1 and next to the massive rock next to the profile 7.

Detailed site investigations were carried out at the upper part of the landslide, i.e., above the prefabricated bridge. There was 20 boreholes, 7m to 18 m deep, majority in the depth range in between the 10 m and 15 m depth. All the boreholes were sunk in the carboniferous strata i.e. in the shale, dark grey carbonate rock, flint conglomerate and sandstone. The important finding is that above the level 1160 (Vd-19i) lies the rock base shallower than previously thought, that was 3.5 m to 11 m below the surface. The inclinometer measurements show that there is the active sliding surface in between 3 m and 8 m.

There were the three boreholes in the immediate vicinity of the bridge. The results that come from those boreholes are of particular importance as the new bridge is planned at the same location. The results shows that, above the existing shallow activity, there is a deeper sliding surface that was dormant for some time. In this light, the foundation of the new bridge is not plausible and decision to maintain the temporary bridge is adequate.

The six boreholes were used to investigate the middle part of the landslide. The boreholes were in between 17 m and 40 m deep, with rock strata recorded at depth on between 11.6 m and 34.7 m. The active landslide is in the area of the upper part of the distinctive curve at the road at depth in between 9.5 m and 13.5 m, but immediately beneath the road it is at 21.5 to 22.5 m depth. These results are of particular importance for the decisions related to the scheme design of the stabilisation of the landslide. There was one stabilisation structure predicted at this location, and proportionally shallow slip surface enables sound foundation. Further down the slip surface is of such depth that the foundation of the standard structures is not possible.

There were 4 additional boreholes at the foot of the landslide, of the depth varying in between 17 m and 21 m. The rock base was found at depths in between 16 m to 20.5 m. The results from boreholes, located at the foot of the landslide, suggest that there is an old landslide activated at different depths. The results from the inclinometer in the borehole Vd-2i suggest that the old slide is 14 m deep, while results from borehole Vd-3i suggests the 8 m of depth. These results are of great concern as they suggest the activation of the lower part of the landslide. Until October 2001 the cuts of inclinometer pipes were recorded in 16 separate boreholes.

As part of the continuation of the study some important material was added to the geological map. The contours of the old dormant landslide are drawn, and they go larger and deeper than the activated slide. Some potential failure zones are indicated in the boreholes that are outside of the area of the landslide. Also, the characteristic geological profiles at the positions of the potential stabilisation structures are reworked and improved, as well as the longitudinal section of the whole landslide.

All recorded springs in the area of the landslide were subject to the geodetic survey, the 37 in total. The hydro-geological map is developed on the basis of these records. The measurements of ground water levels were carried out in the boreholes originating both from the first phase of investigations (scheme study) and from the additional investigations. The results of these investigations are a cause for concern. The results clearly indicate that the landslide material is saturated with water. In the dry season (July, August and September) measurements show some lowering of the water table but this is not significant as to influence the stability of the landslide to any degree. At the same rate, the measurements of the water levels indicate without any doubt that the surface drainage measures, installed at the upper part of the landslide, do not help in lowering the water table.

The results of the additional investigations are important from several aspects. The first, there is now enough technical information about the landslide, about its size and the activity. The important message is that landslide is constantly active. The cause for concern is the fact that the activity of the landslide is increasing. This is seen at the foot of the landslide where the movements of higher intensity are recorded, in particular in the west, the wider end of the landslide. The important records are about the level of the water table recorded in the boreholes located at the landslide. In spite of the long-term maintenance of the surface drainage system there was no indication that this had any effect in lowering the water table. This is the opposite of what the contractor permanently insists. All the springs coming from the wider area of the landslide are gathering in the middle part of the landslide next to the prefabricated bridge. There, it is necessary to install the drainage channels to, at least, get control of the flow of the surface water. It is necessary to order the scheme design project for the stabilisation of the landslide without delay. The study and the results of additional investigations now provides sufficient technical information for that purpose.

UVOD

Obsežno plazišče se je aktiviralo pred približno desetimi leti. Danes je Macesnikov plaz eden od največjih plazov v Sloveniji. Od konca leta 1994 do novembra 2000 se je čelo plazu premaknilo za okrog 850 m. Srečna okoliščina je, da je plaz narinjen na velik skalnat osamelec apnenca, ki je gibanje plazu upočasnili. Čelo plazu se danes nahaja okrog 300 m stran od prvih stanovanjskih objektov. Od tega zaselka navzdol proti Solčavi se dolina hudournika Jurčef močno zoži. Po tej dolini poteka tudi cesta Solčava - Sleme. Na tem bolj strmem odseku lahko pričakujemo še hitrejše gibanje plazu, kar pomeni, da je ogroženost Solčave zelo resna.

Po sedmih letih intenzivnega plazenja, so dimenzije Macesnikovega plazu zelo velike. Dolžina plazu je okrog 2.300 m. Širina plazu je zlasti v spodnjem delu pod cesto Solčava - Sleme okrog 150 m, močno pa se je razširil tudi osrednji del nad Panoramsko cesto. Površino plazu ocenjujemo na 20 ha, debelina plazu pa je povprečno od 10 m do 14 m, ponekod nekaj manj, drugod tudi več, tako da lahko ocenimo prostornino aktivirane plazine na najmanj 2.500.000 m³.

Plaz se širi zlasti v zgornjem delu v številne stranske krake. Zaradi tega so uničeni površinski vodotoki, površinske vode tako dodatno zamakajo že tako močno namočeno plazino.

Na Macesnikov plaz je prva opozorila občina Mozirje v letu 1991. V letu 1992 so bile opravljene preliminarne geološke preiskave. V tem času je bila Panoramska cesta še normalno prevozna. Občina je na podlagi prvih preiskav naročila Idejno študijo, ki je bila izdelana maja 1994. Avtorji študije ugotavljajo, da gre za plaz izjemnih dimenzij in da bi bilo potrebno izvesti več in bolj detaljne raziskave.

V letu 1994 je občina Luče le na podlagi Idejne študije naročila izvedbo površinskega odvodnjavanja in preoblikovanja plazu. Dela je pričelo izvajati podjetje PUH avgusta 1994. Že spomladi 1995 se je pričelo zelo intenzivno premikanje plazu. Plaz je porušil Panoramsko cesto, kjer je bila izvedena premostitev z montažnim mostom in dosegel cesto Solčava - Sleme na serpentinu pred Spodnjim Ušovnikom.

V letih 1995 in 1996 je bil zaradi intenzivnega premikanja plazišča večkrat porušen sistem za odvodnjavanje. Dela so se nadaljevala še v leto 1997 in 1998.

Prve obsežnejše geotehnične preiskave plazišča so izvedene v letu 2000. Rezultati teh raziskav so pokazali, da je plazišče bistveno obsežnejše in zahtevnejše, kot je bilo mogoče pričakovati na osnovi predhodno pridobljenih terenskih podatkov.

Pomladi leta 2001 je bilo pripravljeno Preliminarno poročilo k študiji o proučitvi možnosti Macesnikovega plazu nad Solčavo.

Izdelano je bilo na podlagi geoloških in geodetskih del, izvedenih v jeseni leta 2000. V tej dokumentaciji so bili prvič po letu 1994, ko so se na plazu pričela dela na površinskem odvodnjavanju in preoblikovanju plazu, objavljeni rezultati geodetskih opazovanj o premikih plazu in podatki o geološki sestavi. Pridobljeni rezultati so bili predstavljeni naročniku, to je Ministrstvu za promet, Ministrstvu za okolje, prizadetim občanom občine Solčava in strokovni javnosti.

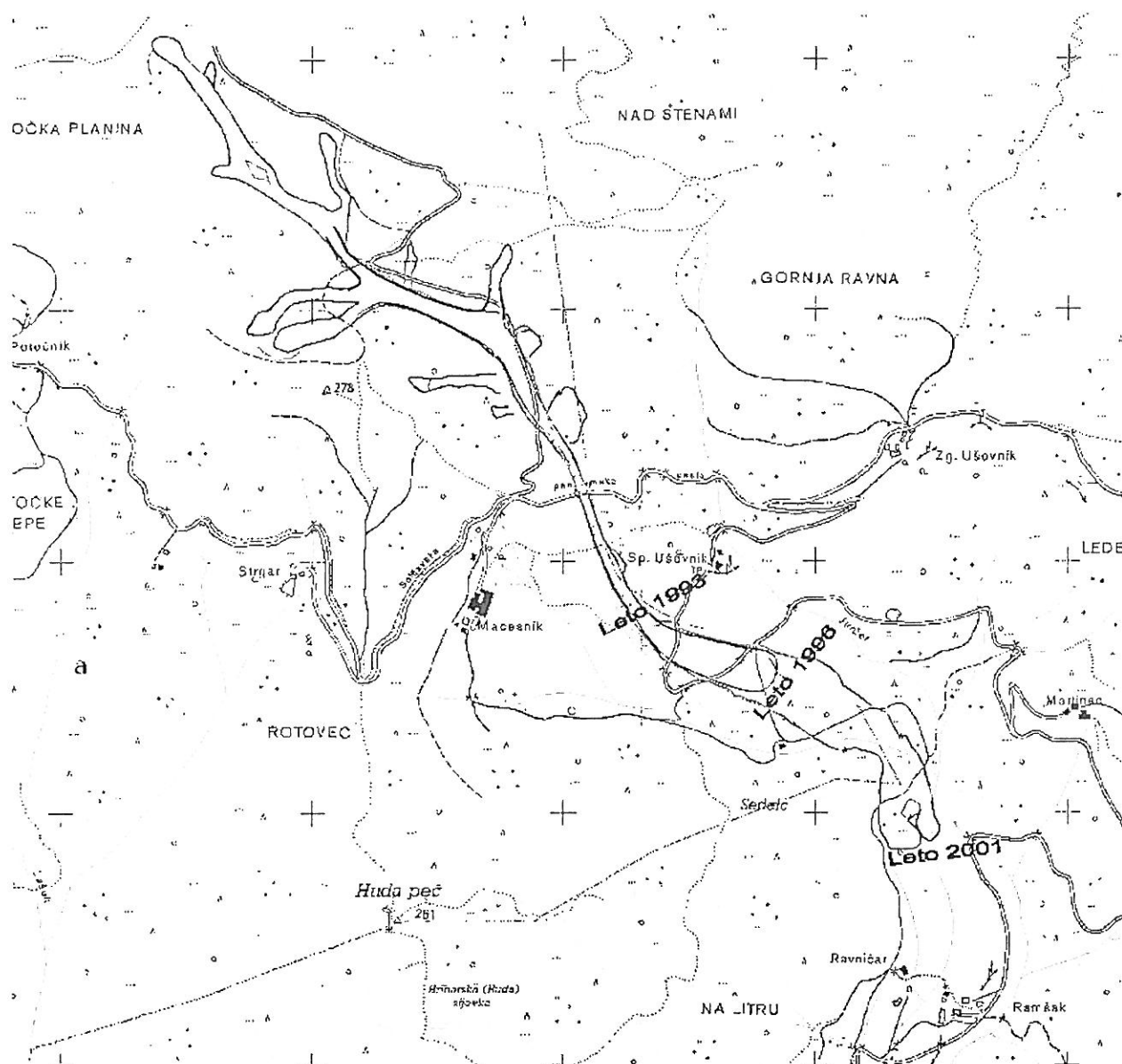
Na podlagi Preliminarnega poročila je bil pripravljen Program nujnih ukrepov za preprečitev širjenja Macesnikovega plazu. V tem programu so predvideni naslednji ukrepi:

vzpostavitev sistema alarmiranja

nujni ukrepi za preprečitev širjenja plazu, to je izgradnja nujnega dela sistema odvodnjevanja za preprečitev zamakanja plazu z odkupom zemljišč in odškodninami.

in priprava projektne naloge za nadaljnje terenske raziskave in izvedba terenskih raziskav.

Te dodatne raziskave predstavljajo dopolnitev in nadgradnjo že izvedenih raziskav, planirane pa so v takem obsegu, da predstavljajo nujno potrebno geodetsko in geološko - geotehnično dokumentacijo, potrebno za naslednjo fazo, to je izdelavo idejnih projektov o možnostih sanacije.



Slika 1: Pregledna situacija z označenimi izravnimi robovi 1993 – 1996 - 2001

GEODETSKA DELA

V novembru 2000 so se pričela geodetska snemanja plazu in geodetska opazovanja premikov Macesnikovega plazu. Geodetske meritve se izvajajo trigonometrično in z GPS meritvami. Zaradi zelo razgibane konfiguracije terena je bila meritev položaja merskih profilov in mreža oslonilnih točk izvedena z GPS statično metodo in GPS instrumenti, meritve deformacij pa s teodolitom in razdaljemerom. Meritve opazovalnih reperjev so se izvedle izključno s statično metodo, ki zagotavlja med razpoložljivimi GPS metodami največjo natančnost.

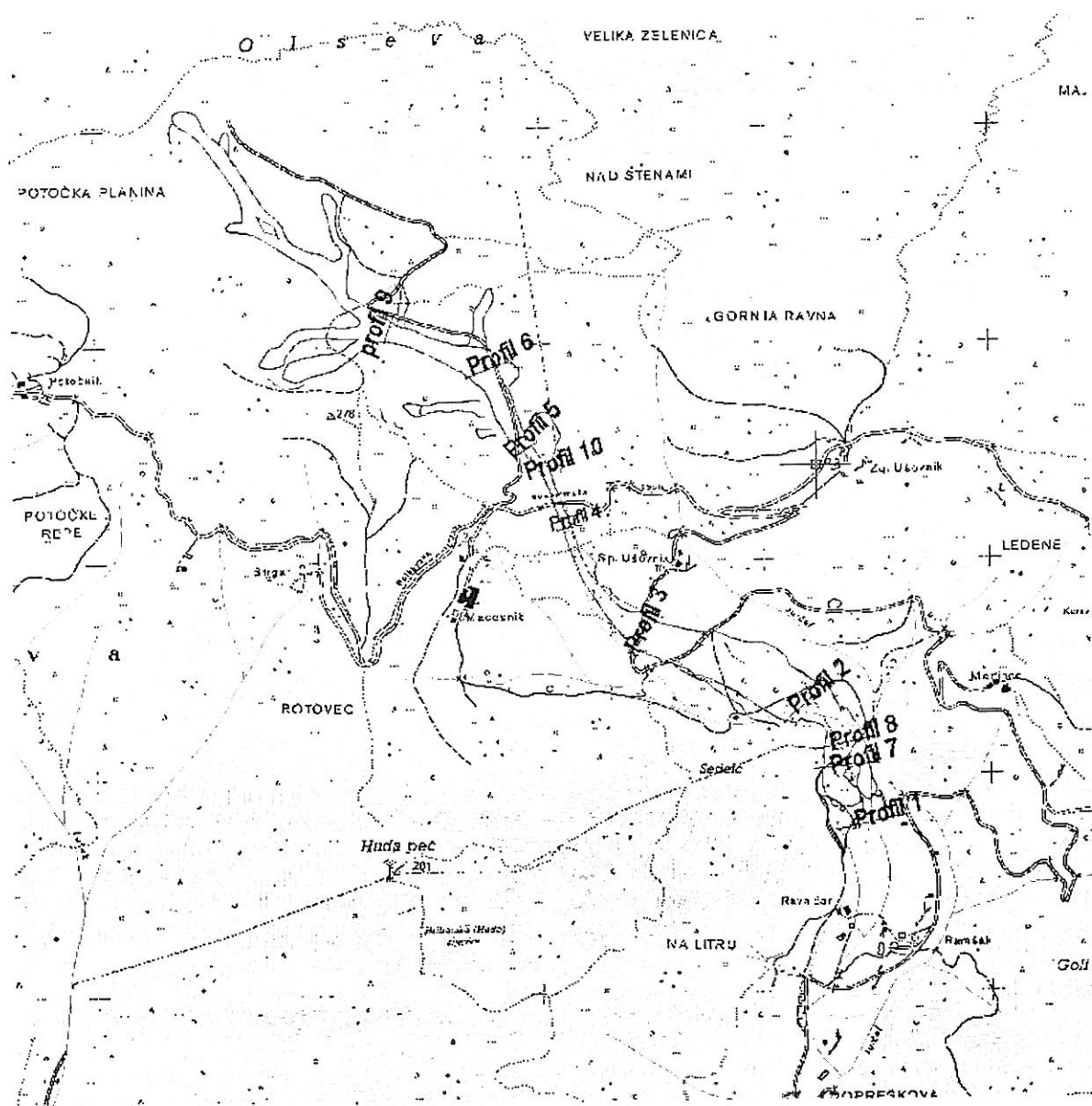
- V okviru geodetske spremljave so se izvedla naslednja geodetska dela:
- izdelava situacije plazu v merilu 1 : 2.500
- posnetek odlomnih robov plazu
- vzpostavitev geodetske mreže
- postavitve desetih opazovalnih profilov
- posnetek desetih prečnih profilov
- posnetek vzdolžnega profila

- sedemnajst serij meritev deformacij v desetih profilih
- posnetek vodotokov na območju plazu
- posnetek pozicij izvedenih vrtin
- posnetek štirih prečnih in treh vzdolžnih geoloških profilov
- posnetek osmih prečnih geotehničnih profilov.

Vsa geodetska opazovanje so bila izvedena skladno s podano projektno nalogo.

Ponovni geodetski posnetki odlomnih robov, narejeni v avgustu in septembru 2001, so pokazali, da se plaz predvsem v zgornjem delu nezadržno širi. Pojavljajo se tudi novi odlomni robovi na obeh straneh osrednjega dela plazu. Prav tako je bilo ugotovljeno, da se opazno širi tudi spodnji, zahodni del plazu, nad skalnim osamcem in grozi, da zasuje potok oziroma odvodni jarek na zahodni strani.

Prvotno so bila geodetska opazovanja gibanja plazu predvidena v petih prečnih profilih, vendar so sprotne analize in ugotovitve narekovele še vgradnjo petih dodatnih merskih profilov, tako da se sedaj opazuje gibanje plazine v desetih merskih profilih. V vsakem merskem profilu sta najmanj dve točki v plazu in dve točki izven plazine in ju obravnavamo kot fiksni.



Slika 2: Situacija merskih profilov

Preglednica 1: ABSOLUTNI POMIKI NA MACESNIKOVEM PLAZU

PROFIL	PRVA MERITEV	ZADNJA MERITEV	ČAS [dni]	TOČKA	POMIK [m]
1	20.11.2000	25.09.2001	309	101	0
				102	0
				103	0
				104	0
				105	0
				106	0
2	20.11.2000	25.09.2001	309	201	0
				202	6,35
				203	8,04
				204	4,86
				205	0
3	20.11.2000	25.09.2001	309	301	0
				302	0
				303	8,75
				304	4,43
				305	0
4	20.11.2000	25.09.2001	309	401	0
				402	0
				403	73,14
				404	0
				405	0
5	20.11.2000	25.09.2001	309	501	0
				502	2,00
				503	32,24
				504	0,36
6	20.11.2000	25.09.2001	309	601	0
				602	7,41
				603	7,37
				604	2,59
				605	0
7	30.11.2000	25.09.2001	299	701	0
				702	4,41
				703	0
				704	0
				705	10,55
				706	0
8	12.01.2001	25.09.2001	256	801	0
				802	3,87
				803	4,75
				804	3,45
				805	0
9	23.04.2001	25.09.2001	155	901	0
				902	2,40
				903	2,38
				904	0
10	08.08.2001	25.09.2001	48	1001	0
				1002	0
				1003	3,45
				1004	3,10
				1005	0

Merski profil 7 poteka preko skalnatega osamelca. Merski profil 8 se nahaja na območju za skalo, tik preden se plaz cepi v dva dela. Merski profil 9 je bil vgrajen aprila 2001 in se nahaja na stičišču krakov, povsem v zgornjem delu plazu. Zadnji je bil vgrajen merski profil 10, ki se nahaja pod profilom 5, takoj nad pontonskim mostom.

Na območju Macesnikovega plazu je zaznati pomike v profilih od 2 do 10, medtem ko je profil 1 stabilen. Tudi točki v profilu 7, na skalnem osamelcu, se nista premaknili. Meritve kažejo na skoraj enakomerno premikanje plazu v zgornjem in osrednjem delu. Največji horizontalni pomik, in sicer 73 m, je izmerjen na reperju na sredini najožjega dela plazu, v profilu 4, ki se nahaja pod pontonskim mostom. V profilu 5 znaša ta vrednost 33 m, v ostalih profilih, razen profila 1, pa od 2 m pa do 10 m.

Hitrost gibanja plazu je bila v času od 20. do 23. novembra 2000 od 690 mm/dan v profilu 4 pa do 50 mm/dan v profilih 2 in 3, kjer je plaz najširši.

V merskem profilu 4 je bil v začetku meritev, v času deževnega obdobje v novembru 2000 povprečen izmerjen pomik 690 mm/da. Med 22. decembrom in 11. januarjem 2001 je povprečni pomik znašal 430 mm/dan.

V obdobju od februarja 2001 do septembra 2001 so se največje mesečne deformacije pričele zmanjševati. V 4 merskem profilu, kjer beležimo največje povprečne deformacije na dan, so bile te v aprilu 236 mm/dan, v juniju 184 mm/dan in v avgustu 100 mm/dan. Približno enak trend zmanjševanja deformacij velja tudi za merske profile 2, 3, 4, 5, 6, 8 in 9. Vsekakor je potrebno to zmanjšanje pripisati bolj sušnemu obdobju oziroma zmanjšanju padavin. Vendar pa zadnje meritve v septembru in oktobru 2001 zopet kažejo na postopno povečanje deformacij v skoraj vseh merskih profilih.

SONDAŽNA DELA

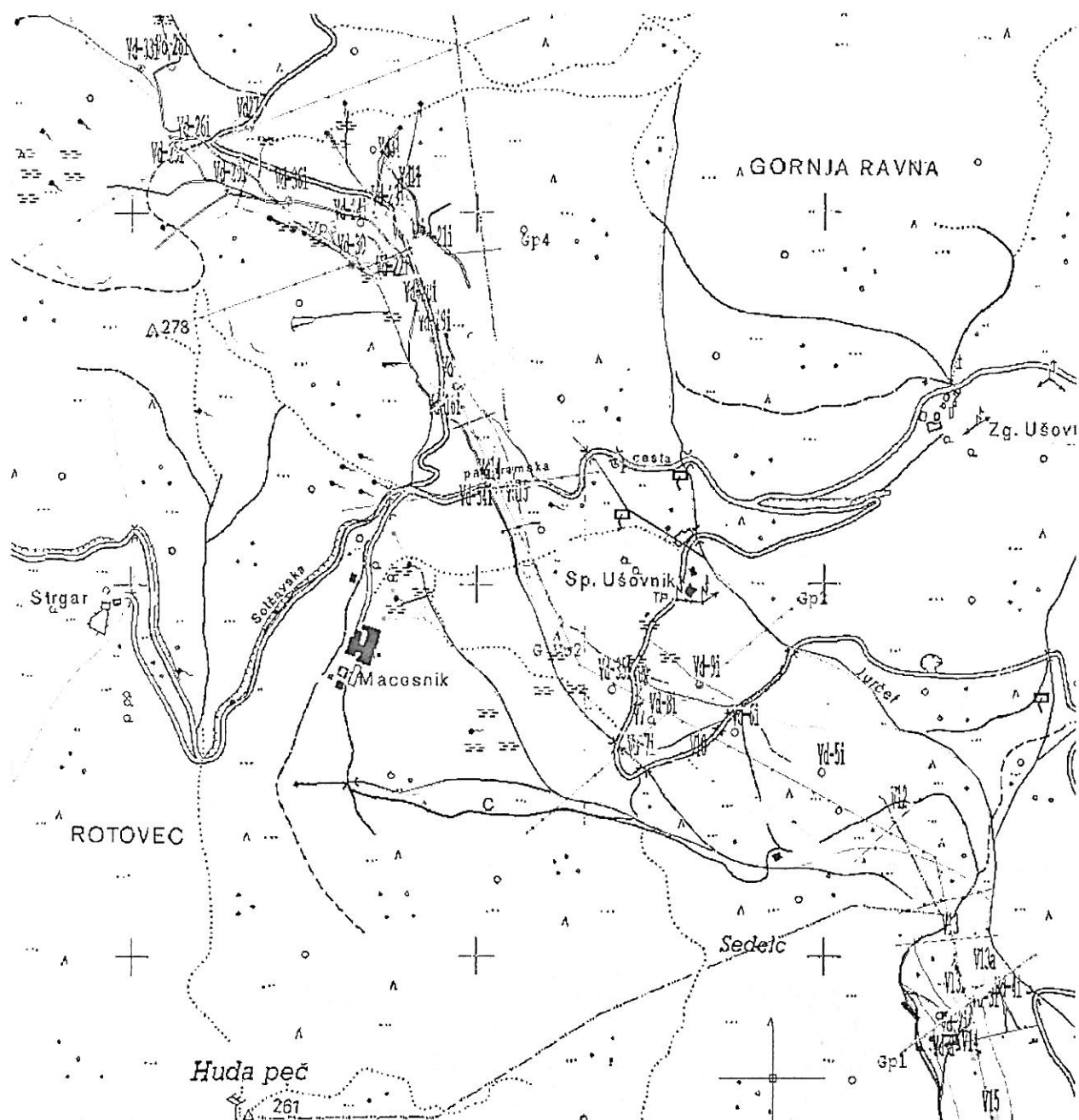
V prvi fazi preiskav je bila predvidena izdelava petnajstih vrtin, od katerih je bilo izvrtanih devet vrtin. Nekatero vrtino so bile narejene po programu, nekaj pa je dodatnih, te so bile potrebne posebno na vznožju plazu. Lokacija teh vrtin je v spodnjem delu in osrednjem delu plazišče pod cesto Solčava – Sleme.

V dodatnih raziskavah pa je bilo narejenih 33 sondažnih vrtin. Na spodnjem delu plazu so bile narejene 4 vrtine. V osrednjem delu je bilo izvrtanih 6 vrtin, na območju montažnega mostu pa so bile izvedene 3 vrtine. Najbolj je bil preiskan zgornji del plazu, tu je bilo izvedenih 20 vrtin.

Pri izdelavi vrtin so bile v 28 vrtinah vgrajene tudi inklinometerske cevi za meritve horizontalnih deformacij. Inklinometerske meritve v posameznih vrtinah opravljamo dokler ne pride do prestriga.

Na vznožju plazu so bile izvedene 4 dodatne vrtine. Hribinska podlaga v vrtinah, globokih od 17 do 21 m, leži na globini od 16 m pa do 20,5 m. Vrtine, ki so locirane pred čelom aktivnega plazu, kažejo na globok fosilni plaz, ki pa je po dodatnih meritvah inklinacij, vsaj v vrtini Vd-2i že aktiviran na globini 14,5 m, v vrtini Vd3-i pa na globini okrog 8 m. Ti podatki so zelo zaskrbljujoči, ker kažejo na aktiviranje spodnjega plazu.

Osrednji del plazu je bil preiskan s 6 vrtinami. Vrtine so globoke od 17 m pa do 40 m. Trdna podlaga se nahaja na globini od 15 m pa do 34,8 m, kar je obenem tudi globina fosilnega plazu. Aktivna plazina pa je na območju zgornjega dela serpentine, na globini od 9,5 m do 13,5 m, pod cesto, v oddaljenosti 120 m pa je aktivna drsina globoka že 22 m. Ti podatki so zelo pomembni in bodo služili za nadaljnjo obdelavo, pri izdelavi idejnega projekta sanacije plazu. Na lokaciji zgornje serpentine je namreč predviden sanacijski objekt. Sorazmerno plitvo ležeča drsna ploskev omogoča učinkovito temeljenje objekta. Nižje pa je drsina že tako globoka, da je temeljenje sanacijskega objekta že vprašljivo.



Slika 3: Situacija vrtin

Preglednica 2: GLOBINA PRESTRIGOV INKLINOMETERSKIH CEVI

VRTINA	GLOBINA PRESTRIGOV [m]
V 7	6,5 – 7,0
V 8	10,5 – 11,0
V 10	14,0 – 15,0
V 12	6,0 in 8,5
V 13	vrtina je v skali
V 13a	5,5
V 13b	10,0
V 15	izven plazu

VRTINA	GLOBINA PRESTRIGOV [m]
Vd 2-i	*5 in 12,5
Vd 3-i	*7,5
Vd 4-i	*/
Vd 5-i	21,5
Vd 6-i	22,0
Vd 7-i	13,7
Vd 8-i	*10
Vd 9-i	*/
Vd 11-i	**8
Vd 16-i	*/
Vd 17-i	6,5
Vd 18-i	*5,5
Vd 19-i	6,5
Vd 20-i	8,0
Vd 21-i	*2,0
Vd 22-i	6,5
Vd 23-i	4,0
Vd 24-i	6,5
Vd 25-i	*3,0
Vd 26-i	3,5
Vd 28-i	**5,0
Vd 29-i	6,0
Vd 31-i	2,0
Vd 32-i	6,5
Vd 33-i	5,5
Vd 34-i	*/
Vd 35-i	13,5
Vd 36-i	4,0

* inklinometer še ni prestrižen

** deformacije niso izrazite

/ inklinometer nima deformacij

Kot smo že prej omenili je bil najbolj preiskan zgornji del plazu nad montažnim mostom. Na tem delu plazišča je bilo izvrtanih 20 vrtin. Zanimiva je ugotovitev, da nad montažnim mostom leži hribinska podlaga plitveje, kot smo to predvidevali do sedaj, to je na globinah od 3,5 m do 10 m pod površjem. Globlje se hribina nahaja le v vrtinah Vd19 in Vd29, kjer je 12 m oziroma 11 m globoko. Ni pa globina aktivne drsine večja. Z inklinometerskimi meritvami je ugotovljeno, da na celotnem zgornjem delu leži aktivna drsina, na globinah od 2 m pa do 8 m.

Na območju montažnega mostu so bile izvedene 3 vrtine, globina fosilnega plazu na tem mestu je od 14 m pa do 27,5 m. Temeljenje premostitvenega objekta je zato na tem mestu močno vprašljivo in zato je bila odločitev o obnovitvi montažnega mostu upravičena.

V geotehničnem profilu 4, kjer je predviden zadrževalni objekt, je globina aktivnega in obenem fosilnega plazu od 5,5 m pa do 7,5 m. Na tem mestu se je odlomni rob razširil za okrog 60 m proti vzhodu. Verjetno bo potrebno na tem delu narediti tudi vzdolžno globoko drenažo.

V geotehničnem prečnem profilu 5 je globina trdne podlage od 7,5 m do 9 m, globina aktivne plazine pa okrog 6,5 m. Na tem mestu se je vzhodni odlomni rob razširil za cca. 40 m. Na tem mestu je predvidena globoka vzdolžna drenaža, možno pa je postaviti tudi pregradni objekt.

V geotehničnem profilu 6 je možno postaviti pregradni objekt obenem z globoko drenažo. Globina hribinske podlage je od 10 m pa do 7 m, globina aktivne plazine pa od 4 m do 6,5 m.

V 7 geotehničnem profilu, ki se nahaja na stičišču posameznih krakov plazu, sta se oba odlomna robova razširila za okrog 10 m na vsako stran. V tem profilu je možno postaviti pregradni objekt z globoko drenažo, ki bi bila zaradi lokacije izredno učinkovita. Globina trdne podlage je od 11 m pa do 7 m, globina aktivne plazine pa največ do 7 m.

Od skupno 33 vrtin so bile v 28 vrtin vgrajene inklinacijske cevi za določitev drsne ploskve. Do konca oktobra so bili prestrižgi zabeleženi v 16 vrtinah, ostalih 12 pa še spremljamo. Meritve opravljamo vsakih 14 dni.

INŽENIRSKO GEOLOŠKA OBDELAVA

Macesnikov plaz predstavlja del starejšega, precej večjega plazu. Starejši oziroma fosilni plaz je verjetno nastal pred več sto leti, na kar kažejo že karakterizirani ostanki drevesnih debel v njem.

Geološka sestava tal območja plazu je razvidna iz inženirsko geološke karte, kjer so prikazane tudi konture fosilnega in aktivnega plazu. Na vzhodni strani omejuje plaz potok Jurčef, na jugozahodni pa potok, ki teče južno od kmetije Macesnik. Zgornji odlomni robovi segajo v bližino narivne cone karbonskih kamnin, ki je v tem delu večinoma prekrita s pobočnim gruščem. Zaradi pregnetenosti in prisotnosti glinovcev te kamnine na površju hitro preperevajo. Ob prisotnosti vode zaglinjeni grušči in preperina postajajo labilni.

Na severozahodnem robu fosilnega plazu so še lepo ohranjeni fosilni odlomni robovi. Vzdolž aktivnega plazu pa smo poleg glavnega odlomnega roba, ki je bil že geodetsko posnet, kartirali več svežih odlomnih robov. Z njimi se plaz širi tako po širini kot dolžini in verjetno tudi po globini. Od februarja 2001 pa do novembra 2001 so se odlomni robovi razširili na vzhodnem delu v območje profila 4, zahodno skozi plaz pa so se povečali v območju krakov in pa v spodnjem delu, kjer so se novi odlomni robovi razširili do struge potoke.

Širina aktivnega plazu meri od 20 m pa do 150 m, fosilnega v osrednjem delu pa znaša tudi preko 350 m.

Na osnovi sondažnih preiskav smo naredili tudi vzdolžni geološki profil plazu in pa pet prečnih profilov. Zaradi izredne dolžine plazu smo vzdolžni profil razdelili na tri dele.

Vzdolžni geološki profil kaže, da je v zgornjem delu plazu (nad koto 1160), globina hribinske podlage od 3,5 m pa do 11 m, aktivna drsina pa se nahaja na globinah od 3 m pa do 8 m. Globina trdne podlage se nato navzdol po plazu počasi povečuje in je na območju montažnega mostu od 14 m pa do 27 m.

V vzdolžnem geološkem profilu 1 pa je globina hribinske podlage od 11,6 pa do 34,7 m. Aktivna plazina pa se nahaja na globini od 9,5 m pa do 22,5 m. V vrtini V12 in pri skalnem osamelcu pa je globina preko 40 m. Pred čelom plazu pa je po vrtini V15 globina fosilnega plazu 26,5 m.

Izdelali smo tudi pet karakterističnih prečnih geoloških profilov. Njihove lokacije so na možnih sanacijskih objektih in sovpadajo tudi z geotehničnimi profili.

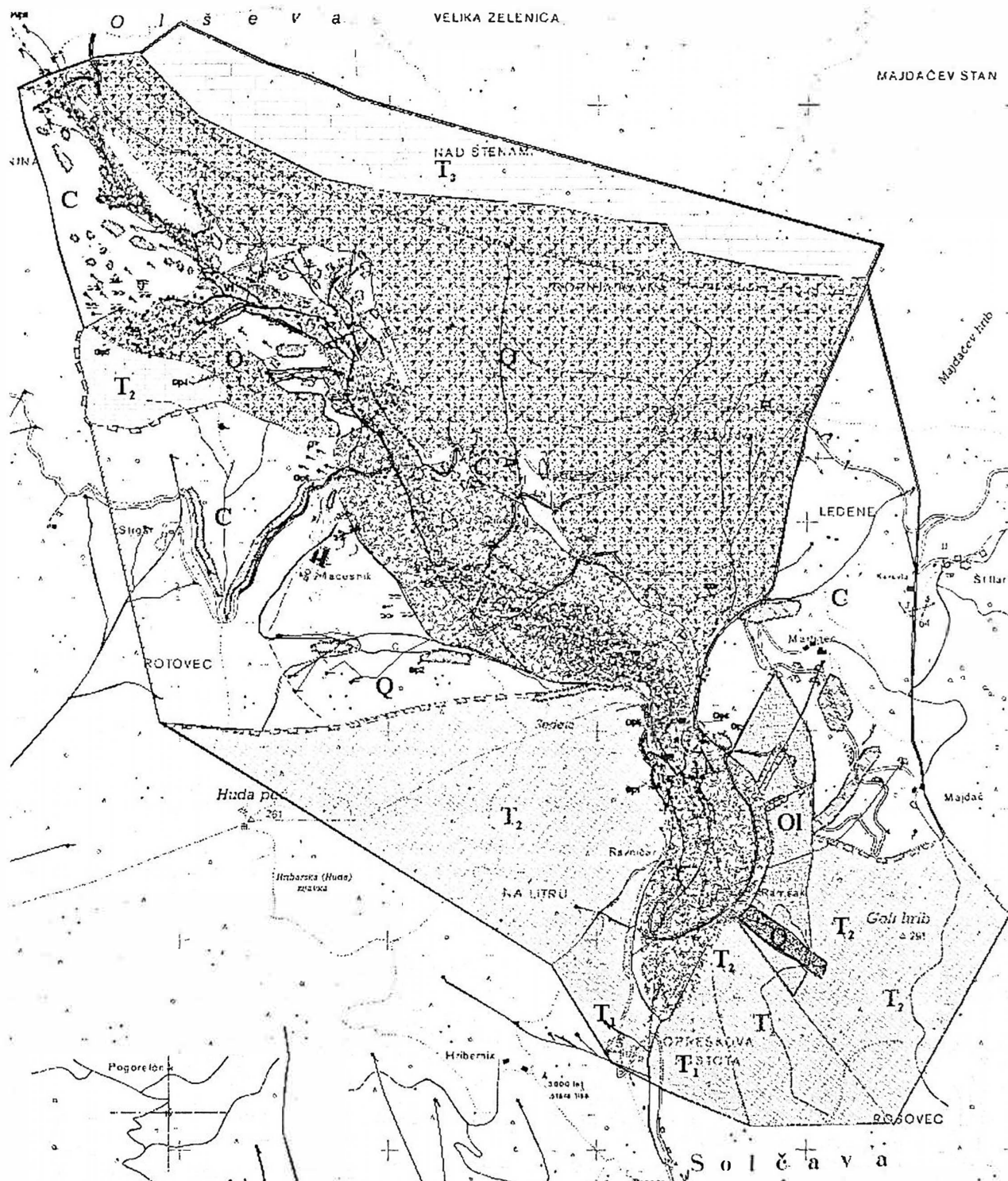
Prečni geološki profil 1 poteka ob vznožju plazu in v njem je viden samo levi krak aktivne plazine pod skalnim osamelcem. Globina fosilne plazine je 20,5 m.

Drugi prečni geološki profil poteka preko plazišča na mestu zgornje serpentine. Na tem mestu je predviden sanacijski objekt, globina aktivne plazine je od 13,5 m do 9,5 m. Fosilni plaz pa je globlji. V vrtini Vd-9i pod Spodnjim Ušovnikom je globina fosilne plazine 19 m. Ta podatek je služil tudi pri oceni možnosti prestavitve ceste preko fosilnega plazišča.

Prečni geološki profil 3 sovпада z geotehničnim profilom 3 in poteka na območju montažnega mostu.

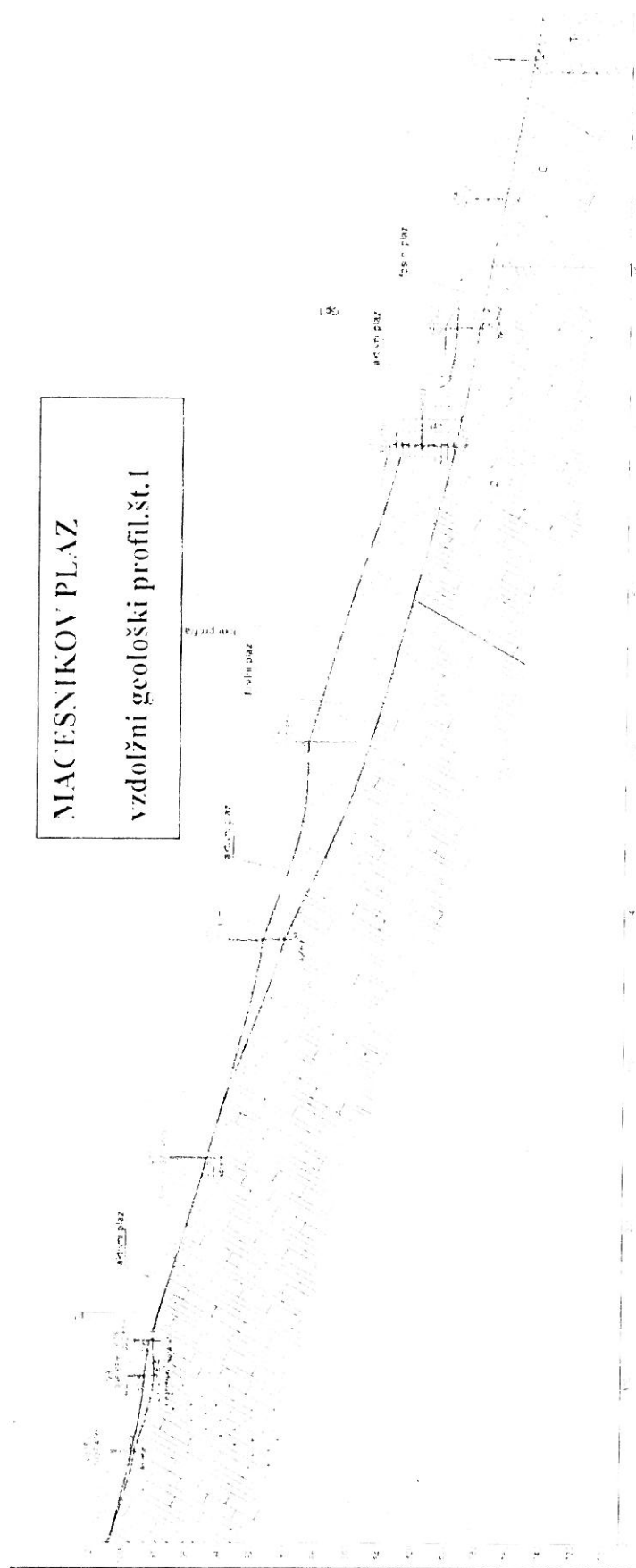
Geološki profil 4 pa se nahaja v zgornjem delu plazišča cca. 300 m nad pontonskim mostom. Identičen je z geotehničnim profilom 5. Tu je predviden pregradni objekt. Aktivna plazina je na globini okrog 6 m, fosilni plaz na globini 9 m. Na tem mestu se je v času naših opazovanj vzdolžni odlomni rob razširil za 32 m.

Zadnji 5 geološki profil poteka preko preko stičišča krakov. Sovpada z geotehničnim profilom 8. Hribinska podlaga je tu na globini od 4 m pa do 5 m. Na tem mestu je predvidena tudi izgradnja pregradnega objekta z globoko drenažo.



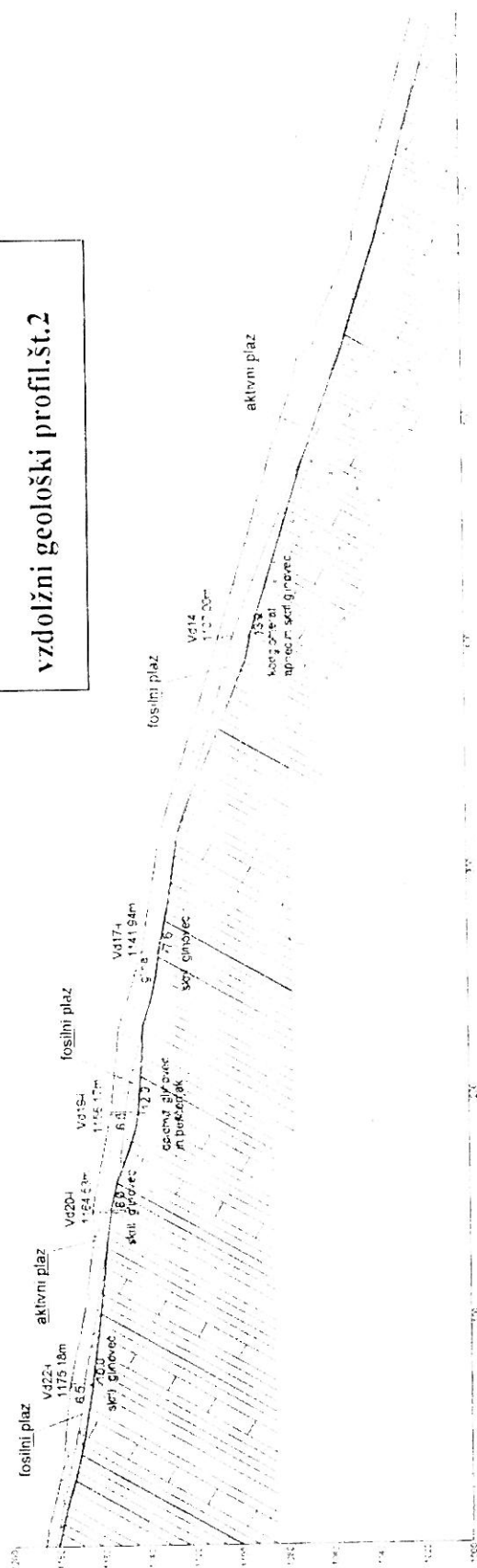
Slika 4: Inženirsko geološka karta

Od osmih sondažnih vrtin, ki so bile narejene izven odlomnih robov plazišča, jih je bilo pet opremljenih z inklinometerskimi cevmi. V vseh petih (Vd-18i, Vd-21i, Vd-23i, Vd-11i in Vd-25i) smo zabeležili drsne ploskve na globini od 2 m pa do 8 m. To pa je že zaskrbljujoč dokaz, da se plazina nezadržno povečuje.



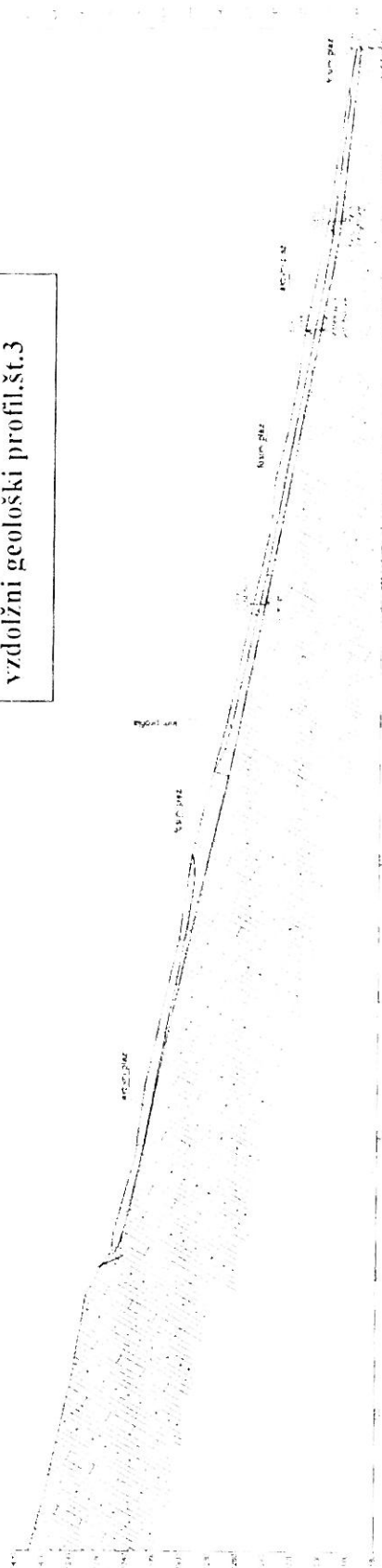
Slika 5: Vzдолžni geološki profil 1

MACESNIKOV PLAZ
vzdolžni geološki profil št. 2



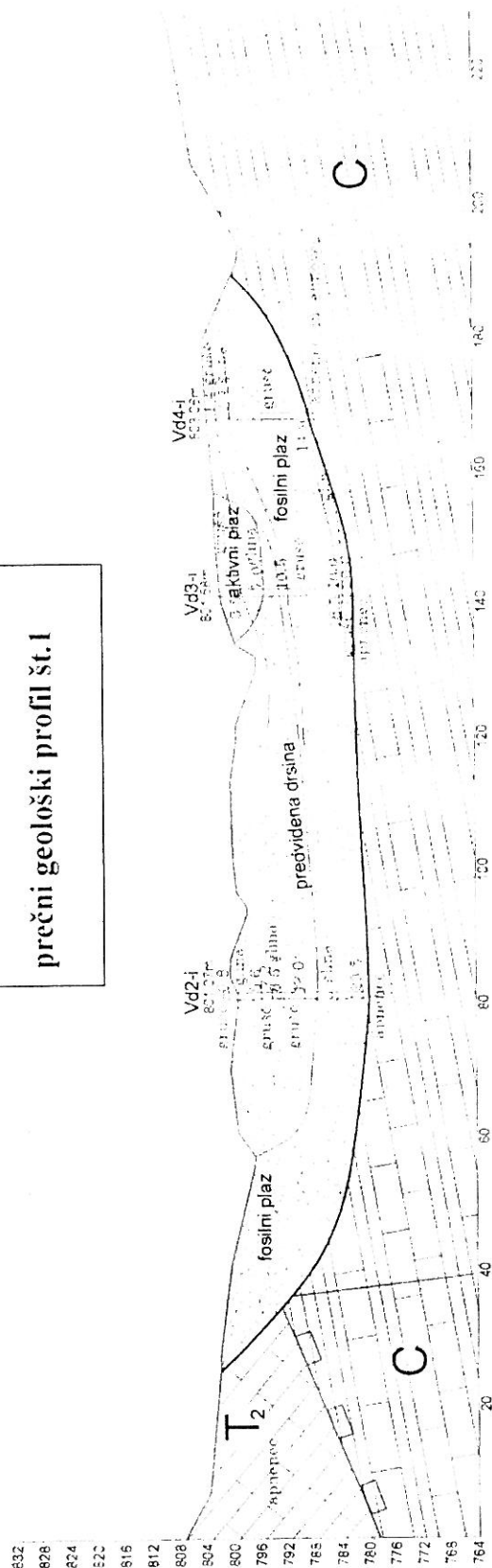
Slika 6: Geološki vzdolžni profil 2

MACESNIKOV PLAZ
vzdolžni geološki profil.št.3



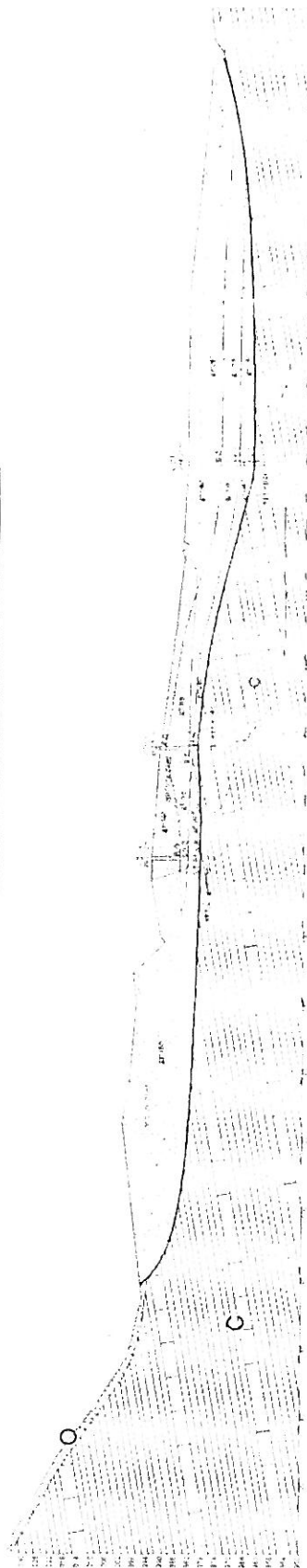
Slika 7: Geološki vzdolžni profil 3

MACESNIKOV PLAZ
prečni geološki profil št.1



Slika 8: Prečni geološki profil 1

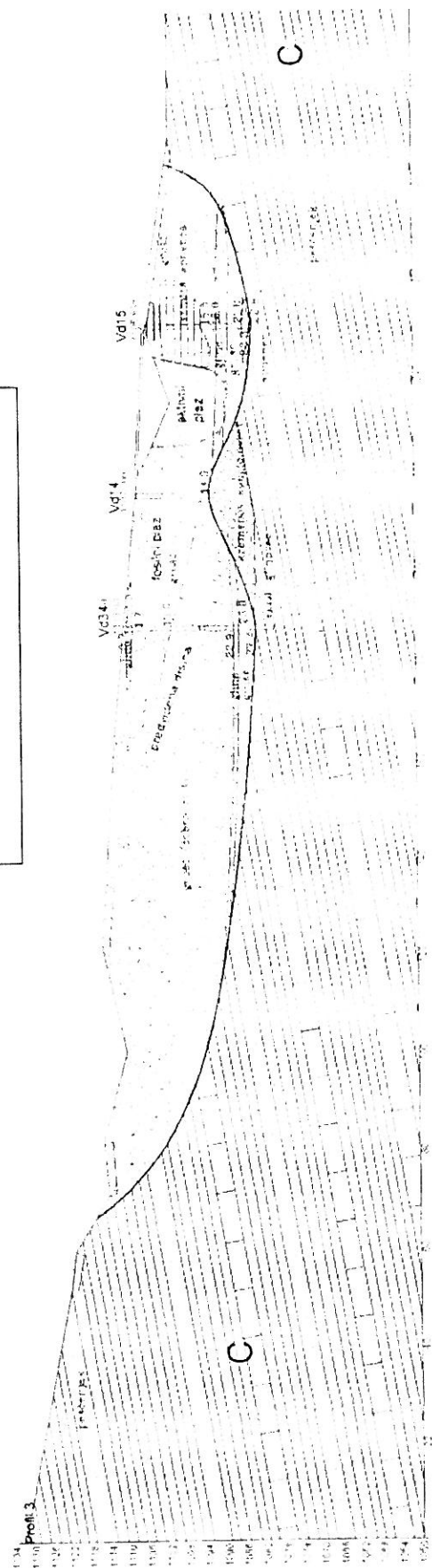
MACESNIKOV PLAZ
prečni geološki profil št.2



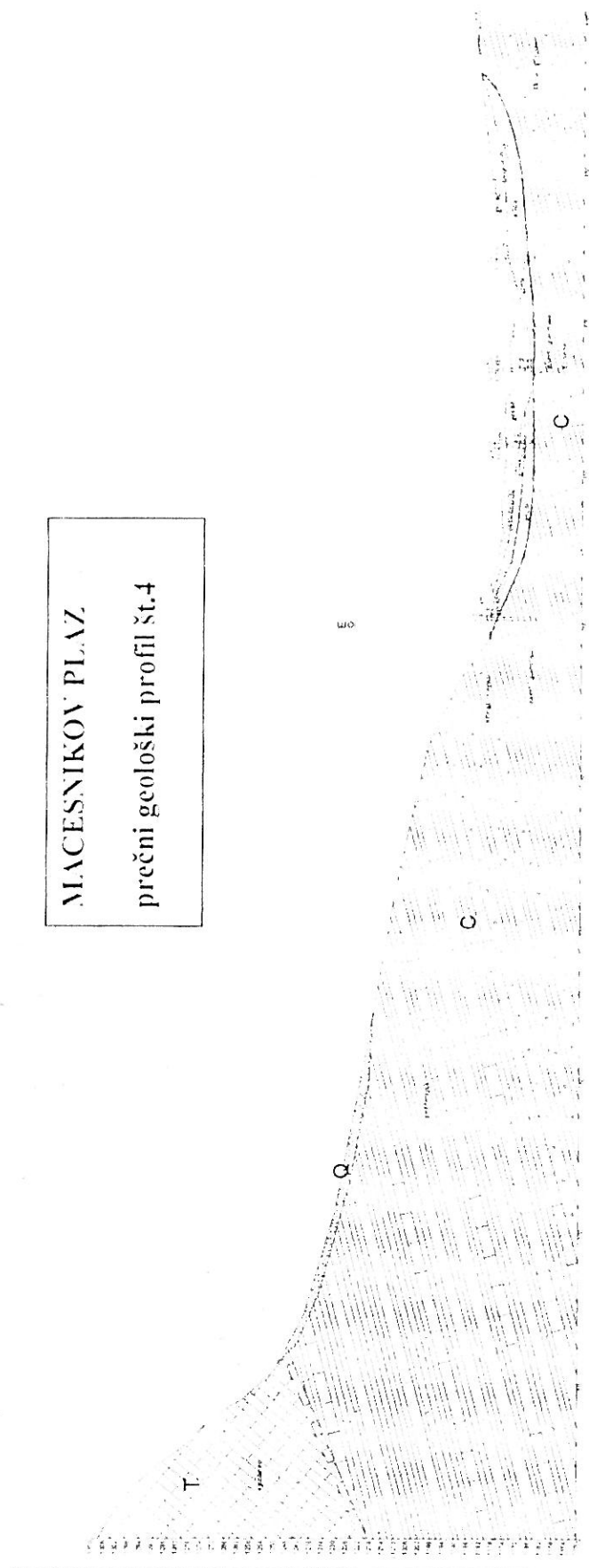
Slika 9: Prečni geološki profil 2

MACESNIKOV PLAZ

prečni geološki profil št.3



Slika 10: Prečni geološki profil 3



Slika 11: Prečni geološki profil 4

MACESNIKOV PLAZ
 přéčni geološki profil št.5



Slika 12: *Prečni geološki profil 5*

HIDROGEOLOŠKA DELA

V okviru hidrogeoloških raziskav so bili geodetsko posneti vsi izviri na obrobju plazu. Vseh registriranih izvirov je 37. Terenska dela so obsegala popise in lociranje vseh izvirov, meritve pretokov, električne prevodnosti, pH in temperature.

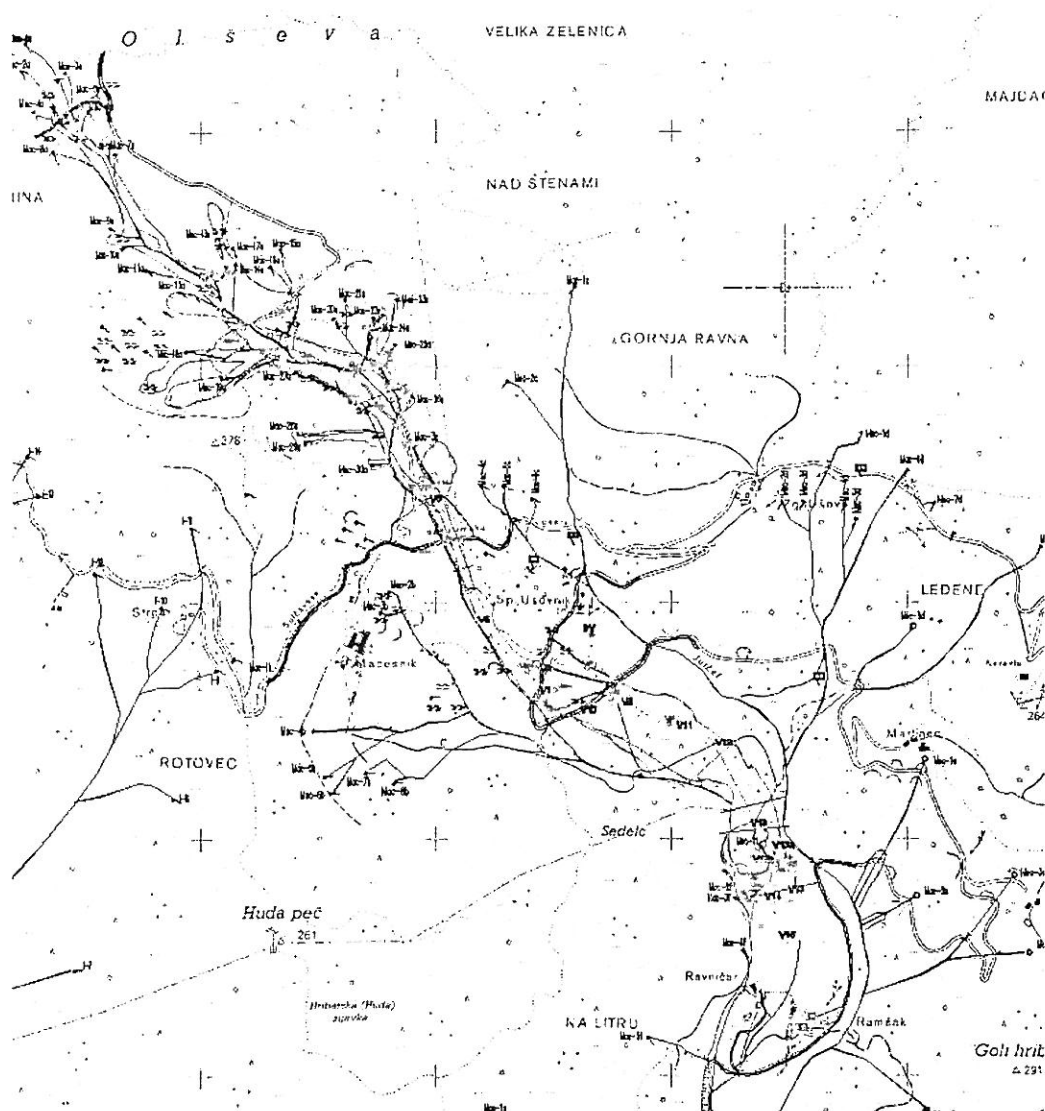
Meritve električne prevodnosti vode iz posameznih izvirov lahko nakazujejo na starost ali na sestavo vodonosnika. Od 37 preiskanih izvirov, ima 7 večjo električno prevodnost, ostali izviri pa imajo precejšnjo vrednost električne prevodnosti, kar nakazuje na mlajšo vodo in s tem tudi na hitrejšo praznjenje ali pa celo manjše zaledje.

Izdelana je hidrogeološka karta in vkartirani so vsi izviri in odvodnjevalne poti.

V skoraj vseh vrtinah se izvajajo meritve nivoja podtalnice. V vrtinah, kjer je bil vgrajen inklinometer, perforirana inklinometerska cev omogoča te meritve. Tudi v vrtinah, ki so bile narejene v prvi fazi raziskav. Te meritve opravljamo redno na dva do tri tedenski interval.

Rezultati meritev so podani v preglednici. Nivo podtalnice je v večini vrtin blizu površine ali pa seže do samega ustja vrtine. Tudi primerjava meritev iz sušnega obdobja v juliju in avgustu kaže na to, da je v sušnem obdobju nivo v nekaterih vrtinah sicer nekoliko upadel, vendar pa ne toliko, da bi to lahko vplivalo na stabilnostne razmere. To pa potrjuje dejstvo, da je plazina zasičena z vodo.

V treh vrtinah smo naredili tudi dvonivojski piezometer. Meritve kažejo, da je samo v eni vrtini razlika v nivoju podtalnice, ki pa se počasi izenačuje.



Slika 13: Hidrogeološka karta

Preglednica 3: NIVO PODTALNICE

SPODNJI DEL PLAZU

OZNAKA VRTINE	V 12	V 13	V 13a	V 13b	V 14	V 15	Vd 1'	Vd 2-i	Vd 3-i	Vd 4-i
globina vrtine [m]	43,0 m	52,0 m	27,5 m	28,0 m	17,5 m	30,0 m	17,0 m	21,0 m	21,0 m	19,0 m
DATUM	NIVO PODTALNICE									
22.01.00	-17,90				~1,5	~0,1l/s**				
03.01.01	-17,78				~1,5	~0,2l/s**				
11.01.01	-17,83				/	~0,3l/s**				
20.01.01	-17,98	-31,00	*	~0,5l/s**	/	~0,4l/s**				
02.02.01	-17,80	-31,20	*	~0,4l/s**	/	~0,3l/s**				
10.04.01	/	-31,10	*	~0,4l/s**	/	~0,3l/s**				
24.07.01	/	-30,92	*	~0,1l/s**	/	~0,1l/s**				
27.08.01"	/	-31,00	-0,45	~0,01l/s**	/	~0,05l/s**				
31.08.01"									*	
07.09.01								-18,25	*	-0,30
18.09.01							-1,28	-1,13	0,01l/s	*
19.09.01	/	-30,50	*	~0,03l/s**	/	~0,05l/s**				
27.09.01							-1,31	-1,27	curlja	*
15.10.01	/	-30,85	*	*	/	~0,03l/s**	/	-1,42	*	-0,41

- * nivo na višini površine tal
 ** ocenjeni pretoki arteških izvirov
 / ni možna meritev
 ' vrtina ni zacevljena
 " suho, brez večjih padavin

SREDNJI DEL PLAZU

OZNAKA VRTINE	V 7	V 8	V 10	Vd 5-i	Vd 6-i	Vd 7-i	Vd 8-i - dvonivojski		Vd 9-i	Vd 35-i -dvonivojski	
globina vrtine [m]	19,0 m	16,0 m	30,0 m	40,0 m	28,0 m	18,0 m	17,0 m	8,0 m	22,0 m	17,0 m	8,0 m
DATUM	NIVO PODTALNICE										
22.12.00	*	-2,03	-2,71								
03.01.01	-0,29	-0,35	-2,63								
11.01.01	*	-0,83	-2,68								
20.01.01	*	-1,31	-2,80								

02.02.01	*	-1,25	-2,73								
10.04.01	*	-0,85	-2,60								
24.07.01	*	-0,50	-2,95								
02.08.01					-1,40						
10.08.01				-0,94	-2,08						
16.08.01"				-2,28	-2,57	-13,28					
23.08.01"				-3,50	-2,59	-5,96	-1,51	-1,80	-1,60	-0,38	-1,38
27.08.01"	-0,40	-0,70	-3,15								
29.08.01"					-2,58	-2,75	-1,32	-1,40	-1,64	-0,53	-0,83
07.09.01				-3,00	-1,90	-1,27	-0,58	-0,48	-0,80	-0,20	-0,10
18.09.01				-0,81	-1,93	-0,73	-0,52	-0,47	-0,51	-0,33	-0,10
19.09.01	-0,48	-0,46	-3,48								
27.09.01				-0,86	-1,94	-0,76	-0,50	-0,45	-0,30	*	*
15.10.01	-0,30	-0,67	-3,52	-3,66	-1,99		-0,98	-1,00	-0,92	-0,46	-0,32

* nivo na višini površine tal
 ** ocenjeni pretoki arteških izvirov
 / ni možna meritev
 ' vrtina ni zacevljena
 " suho, brez večjih padavin

ZGORNJI DEL PLAZU

OZNAK A VRTINE	Vd 11-i	Vd 16-i	Vd 17-i	Vd 18-i	Vd 19-i	Vd 20-i	Vd 21-i	Vd 22-i	Vd 23-i	Vd 24-i
globina vrtine [m]	14,0 m	12,0 m	12,0 m	10,0 m	15,6 m	14,0 m	10,0 m	14,0 m	13,0 m	12,0 m
DATUM NIVO PODTALNICE										
02.08.01			-2,70		*	-1,87		-4,54	-2,33	-3,25
10.08.01			*		*	-1,95		-2,78	-1,91	-3,24
16.08.01 "	-6,84	-2,28	*	-5,60	-0,71	-1,91	-8,25	-2,57	-1,97	-3,26
23.08.01 "	-7,85	-2,28	-0,30	-5,55	-0,99	-2,13	-8,11	-2,44	-2,00	-3,27
29.08.01	-6,88	-2,39	*	-5,72	-1,17	-2,12	-8,02	-2,33	-2,09	-3,27
07.09.01	-7,84	-2,20	*	-5,59	*	-2,13	-7,90	-2,22	-2,09	-3,26
18.09.01	-6,36	-2,15	*	-4,99	*	-1,89	-1,15	-2,01	-2,09	-3,25
27.09.01	-6,14	-2,22	*	-5,00	*	-1,85	-1,13	-1,29	-2,00	-3,28
15.10.01	-6,88	-2,39	*	-5,22	*	-1,98	-1,28	-1,11	-2,02	-3,33

OZNAKA VRTINE	Vd 25-i	Vd 26-i	Vd 28-i	Vd 29-i	Vd 30-i	Vd 32-i - dvonivojski		Vd 33-i	Vd 34-i	Vd 36-i
globina vrtine [m]	10,0 m	7,0 m	13,0 m	14,0 m	16,0 m	22,5 m	8,0 m	15,0 m	31,0 m	12,5 m
DATUM	NIVO PODTALNICE									
02.08.01										
10.08.01	-8,90	-2,36	-9,10							
16.08.01"	-0,79	-2,56	-5,75						-23,83	
23.08.01"	-1,06	-2,47	-4,93			-7,45	-3,45		-23,96	
29.08.01"	-1,17	-2,38	-4,36			-13,67	-3,53		-23,97	
31.08.01"								-1,65		
07.09.01	-0,97	-2,43	-3,69	-3,25		-9,90	-3,31	-1,02	-23,60	
18.09.01	-0,76	-2,31	-3,92	-1,82	-1,00	-7,09	-3,12	-0,78	-23,11	-1,00
27.09.01	-0,95	-2,30	-3,52	-1,32	/	-5,95	-2,90	-0,86	-23,18	-0,84
15.10.01	-0,96	-2,31	-3,71	-1,58	/	-4,70	-3,19	-1,31	-23,22	-0,82

* nivo na višini površine tal
 ** ocenjeni pretoki arteških izvirov
 / ni možna meritev
 ' vrtina ni zacevljena
 " suho, brez večjih padavin

ZAKLJUČKI

Dela dodatnih raziskav so pomemben podatek iz več vidikov. Prvič je sedaj na voljo dovolj podatkov o plazu, tako o dimenzijah kot o globini, sestavi in premikih.

Geodetski posnetek odlomnih robov kaže, da se plaz v zgornjem delu nezadržno širi. Opazno in zaskrbljujoče je tudi širjenje plazine v spodnjem delu nad skalnim osamelcem v smeri proti grebenu Hude Peči oziroma potoku.

Meritve gibanja površine na plazu se nadaljujejo v časovnem obdobju enkrat mesečno. Te meritve vršimo na desetih prečnih profilih. Meritve kažejo na konstantno premikanje celotnega plazu z že znano dinamiko, torej največjimi premiki na ožjih delih plazu in manjšimi premiki na širših delih plazu. Dosedanje meritve kažejo, da še vedno ni opaženih premikov pod čelom plazu v profilu 1 in na skalnem osamelcu v profilu 7. Opazno pa je napredovalo čelo plazu obeh krakov, tako vzhodnega, ki je ožji, kakor tudi zahodnega, ki je širši.

Meritve deformacij tudi kažejo, da so se v poletnem sušnem obdobju, v mesecu juliju in avgustu, izmerjene deformacije bistveno zmanjšale. V času od meseca marca 2001 do avgusta 2001 so se povprečne deformacije v mm/dan zmanjšale za polovico. Zaskrbljujoč pa je zopet porastek deformacij v septembru in predvsem v oktobru, ko so zopet močno narastle.

Sondažne vrtine, narejene na zgornjem delu plazu nad montažnim mostom, so pokazale, da leži nad koto 1160 m hribinska podlaga plitveje, kot smo prvotno predvidevali, in sicer na globinah od 3,5 m pa do 11 m pod površino.

Na osrednjem delu plazu leži hribinska podlaga globlje kot na zgornjem delu. Aktivna drsina se na območju zgornjega dela serpentine nahaja na globini od 9,5 m pa do 13,5 m, po cesti pa že na globini okrog 22 m.

Na vznožju plazu pa se hribinska podlaga nahaja na globinah od 16 m pa do 20,5 m. Vrtine kažejo, da je čelo plazu narinjeno na globok fosilni plaz, ki pa je po podatkih meritev inklinacij v dveh vrtinah že aktiviran.

Z meritvami inklinacij je bila ugotovljena globina aktivnega plazu. Do konca oktobra 2001 je bilo od 28 vgrajenih inklinometrov zabeleženih že 16 prestrigov inklinacijskih vrtin.

Rezultati meritev podtalnice kažejo, da je plazina zasičena z vodo. Višina nivoja podtalnice je skoraj v vseh meritvah skoraj na površini ali pa plitvo pod površino. Vsi izviri iz oboda plazu se stekajo v osrednji del plazu nad montažnim mostom. Nujno bi bilo urediti odvodnjavanje plazine in čimprej izvesti predvidene obodne jarke in vsaj površinsko vodo odvajati stran od plazu.

Ker imamo opravka s plazom, oziroma plaziščem ogromnih dimenzij in ker je plaz aktiven, bo v vsakem primeru potrebno fazno izvajanje posameznih ukrepov ter na ta način zagotavljati zadostno varnost posameznih ukrepov. Zato bo zelo verjetno potrebno za izdelavo idejnih projektov izdelati še dodatne drenažne, geološke in geotehnične raziskave. Te raziskave pa bodo locirane na lokacijah predvidenih sanacijskih objektov.