

<b>EI</b>	<b>NASLOVNA STRAN Z OSNOVNIMI PODATKI O ELABORATU</b>
-----------	---

**ELABORAT IN ŠTEVILČNA OZNAKA ELABORATA:**

Geološko poročilo z načrtom stabilizacije, GM – 72/2019

**NAROČNIK:**

Občina Mežica, Trg Svobode 1, 2392 Mežica

**NAZIV TER VRSTA GRADNJE:**

Plaz na LC 257011 Mežica – Podkraj – Črna na Koroškem  
Sanacija plazu

**VRSTA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE**

PZI – projektna dokumentacija za izdelavo gradnje

**PODATKI O IZDELOVACU ELABORATA (PI):**

Dr. Andrej BLAŽIČ, univ. dipl. inž. rud. in geotehnol. RG-0119

**PODATKI O PROJEKTANTU:**

BLAN d.o.o. Špeglova ulica 47, 3320 Velenje

**VODJA PROJEKTA:**

Dr. Andrej BLAŽIČ, univ. dipl. inž. rud. in geotehnol. RG-0119

**ŠTEVILKA, KRAJ IN DATUM IZDELAVE ELABORATA:**

GM – 72/2019, Velenje, april 2019

## **S. SPLOŠNI DEL**

---

**S.1 KAZALO VSEBINE POROČILA**

S.	SPLOŠNI DEL .....	1
S.1	KAZALO VSEBINE POROČILA .....	2
S.2	KAZALO SLIK .....	4
S.3	KAZALO TABEL .....	4
S.4	KAZALO RISB .....	4
T.	TEHNIČNI DEL .....	6
T.1.	SPLOŠNO .....	7
T.2.	GEODETSKE PODLOGE .....	8
T.3.	GEOLOŠKE IN HIDROGEOLOŠKE OSNOVE .....	8
T.4.	RELIEFNE ZNAČILNOSTI .....	10
T.5.	TERENSKÉ RAZISKAVE .....	10
T.5.1.	Vrste, lokacija in število raziskav .....	10
T.5.2.	Standardni penetracijski preizkus (SPT) .....	11
T.5.3.	Raziskovalne vrtine .....	12
T.6.	POVRATNA ANALIZA .....	12
T.7.	STABILNOSTNO STATIČNI IZRAČUN .....	13
T.8.	IZVEDBA SANACIJE .....	14
T.8.1.	Kamnita zložba .....	14
T.8.2.	Varovanje izkopa z HEA profili .....	15
T.8.3.	Izvedba zaščite brežine s pocinkano mrežo .....	15
T.8.4.	Rekonstrukcija obstoječega vozišča .....	16
T.8.5.	Ureditev obstoječe voziščne konstrukcije .....	17
T.8.6.	Zakoličbeni podatki .....	19
T.8.7.	Katastersko območje .....	19
T.9.	OCENA VREDNOSTI INVESTICIJE .....	20

---

R.	RAČUNSKI DEL.....	21
R.1	REZULTATI MERITEV Z DINAMIČNIM PENETROMETROM – Pagani TG 63 – 100 .....	22
R.1.1	Sondiranje z dinamičnim penetrometrom – Pagani TG 63 – 100 DPSH1 .....	23
R.1.2	Sondiranje z dinamičnim penetrometrom – Pagani TG 63 – 100 DPSH2.....	24
R.2	REZULTATI MERITEV Z DINAMIČNIM PENETROMETROM – Pagani DPM 30-20 .....	25
R.2.1	Sondiranje z dinamičnim penetrometrom – DPM 1.....	26
R.2.2	Sondiranje z dinamičnim penetrometrom – DPM 2.....	27
R.3	GEOTEHNIČNE VRTINE .....	28
R.3.1	Fotografije vrtine V-1.....	29
R.3.2	Litološki stolpec .....	31
R.4	POVRATNA ANLIZA V PROFILU P5.....	32
R.5	STABILNOSTNO-STATIČNI IZRAČUN KAMNITE ZLOŽBE.....	34
R.5.1	Stabilno – statični izračun kamnite zložbe.....	35
R.6	MERILNA OPREMA IN INTERPRETACIJA REZULTATOV MERITEV .....	38
R.6.1	Dinamični penetrometer Pagani TG 63 - 100 .....	39
R.6.2	Primer interpretacije rezultatov .....	40
R.6.3	Dinamična penetracija (DPSH) in INTERPRETACIJA REZULTATOV .....	42
R.7	POPIS DEL Z OCENO INVESTICIJE.....	45
R.8	FOTOGRAFIJE.....	46
G.	RISBE.....	49

## S.2 KAZALO SLIK

Slika 1: Lokacija plazu .....	7
Slika 2: Mikro lokacija plazu .....	8
Slika 3: Geološka karta območja.....	9
Slika 4: Jedro vrtine od globine 0 - 5.0 m .....	29
Slika 5: Jedro vrtine od globine 5.0 - 7.0 m .....	30
Slika 6: Litološki stolpec vrtine VS-1 .....	31
Slika 7: Rezultat povratne analize v profilu P5 .....	33
Slika 8: Dinamični penetrometer Pagani TG 63 - 100 .....	39
Slika 9: Vrednosti GSI (Geological strenght index) .....	41
Slika 10: Odlomi rob plazu .....	47
Slika 11: Stanje pod odlomnim robom.....	47
Slika 12: Pogle proti obstoječi podporni konstrukciji .....	48
Slika 13: Matična podlaga konglomerata nad cestiščem.....	48

## S.3 KAZALO TABEL

Tabela 1: Interpretacija DPSH raziskav .....	11
Tabela 2: rezultati SPT meritev .....	11
Tabela 3: Izbrani geomehanski parametri slojev povratne analize .....	13
Tabela 4: Korelacije Relativne gostote in strižnega kota glede na število SPT udarcev .....	43
Tabela 5: Korelacije za modul stisljivosti in enoosna tlačno trdnost glede na število SPT udarcev .....	43
Tabela 6: Rezultati dinamičnih penetracijskih testov in korelacijski izračuni.....	44

## S.4 KAZALO RISB

Risba G.1. Geodetski posnetek z lokacijo meritev

---

Risba G.2. Geotehnični profil (prečni) P5 in P6

Risba G.3. Geotehnični profil (vzdolžni)

Risba G.4. Gradbena situacija

Risba G.5. Stabilizacija v profilu P5 in P6

Risba G.6. Detajl stabilizacije

Risba G.7. Zakoličbena situacija

Risba G.8. Katastrska situacija

## **T. TEHNIČNI DEL**

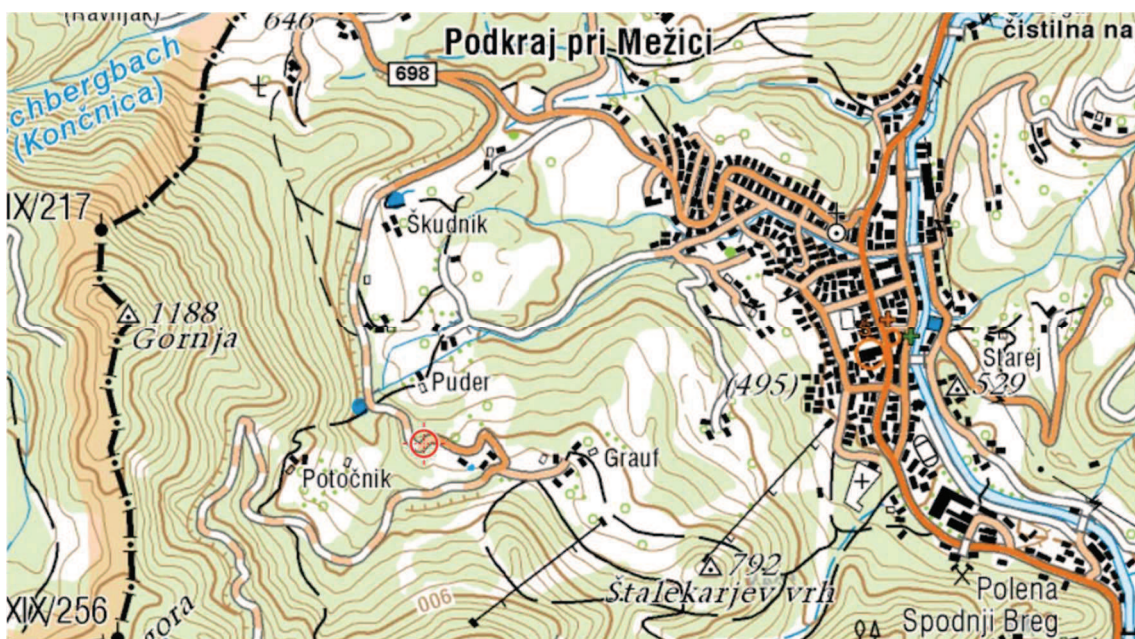
## T.1.SPLOŠNO

Na osnovi naročila občine Mežica smo izvedli geološko poročilo z načrtom stabilizacije: Plaz na LC 257011 Mežica – Podkraj – Črna na Koroškem. Osnova za izdelavo tega poročila je podana in predstavljena situacija na območju ceste, terenska prospekcija območja, izveden terenske raziskave in razpoložljiva geološka literatura ter interpretacija pridobljenih podatkov.

Osnova za izdelavo predloga sanacije so bile meritve z dinamičnim penetrometrom Pagani TG 63 – 100 in povratna analiza stabilnosti.

Predvideli smo

- Rekonstrukcijo obstoječega vozišča
- Izvedba cevnih prepustov – odtok meteorne vode ter
- Izvedba podporne konstrukcije.



*Slika 1: Lokacija plazu*





*Slika 2: Mikro lokacija plazu*

## T.2. GEODETSKE PODLOGE

Za potrebe obdelave projekta smo uporabili naslednje geodetske podloge:

- Tahimetričen geodetski posnetek v M 1:500 v digitalni (vektorski) obliki, geodetski načrt št.: AKER 2019-022GN Mežica, AKER Maks KVAS, Tabor 73, 3304 Tabor
- Ortofoto posnetek.

## T.3. GEOLOŠKE IN HIDROGEOLOŠKE OSNOVE

Obravnavano območje leži v tektonski enoti imenovani Vzhodne Alpe.

Vzhodne Alpe so zgrajene pretežno iz metamorfne kompleksa in staropaleozojskih anhimetamornih skrilavcev. Preko teh kamnin so bili odloženi posamezni členi permotriasa, srednjega in zgornjega triasa, zgornje krede in miocena. Sedimentirali so se tudi kvartarni sedimenti.

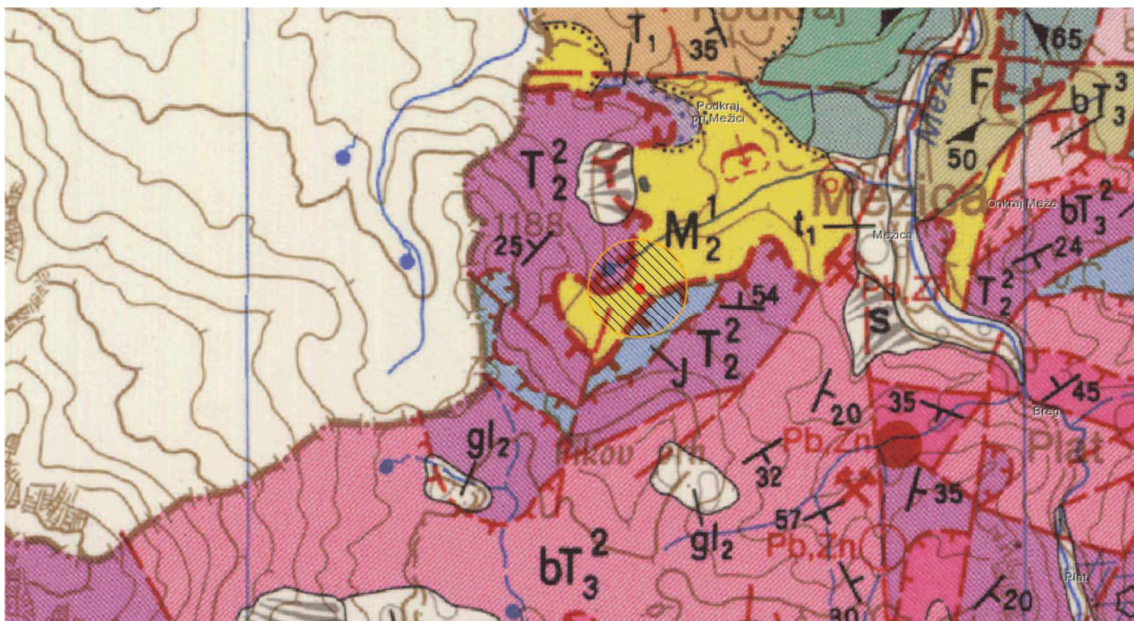
Ozemlje napaja reka Meža, ki si je pot utrla v smeri tektonike vzhodnih Karavank. S pritoki teče najprej po večinoma magmatskih in metamorfnih kamninah, od Črne naprej pa proti severu skozi triasne apnenice in dolomite.

Na širšem obravnavanem območju se nahajajo triasni apnenici in dolomiti, lapor miocenske starosti in kloritno-amfibolovi skrilavci, ki ležijo na gnajsu ali blestniku in predstavljajo tektonski pokrov. Skrilavci so zelene do temnozeleno barve, med skrilavci se pojavlja metadiabaz in amfibolit. Na nižjeležečih predelih ob reki Meži se nahajajo rečne terase. Terasni material je sestavljen iz proda, peska in glinasto - peščenega materiala, prodniki so pretežno iz metamorfnih in magmatskih kamnin, manj pa je karbonatnih.

V hidrogeološkem smislu je mogoče obravnavati kvartarne sedimente kamnine (rečni nanosi) kot dobro prepustne, medtem, ko skrilavce, apnenice, laporje, gnajse in filite kot praktično neprepustne kamnine.

Na obravnavanem območju prevladujejo konglomerati, peščenjaki in glina ivinske plasti (helvet) ( $M_2^1$ ),

V hidrogeološkem smislu je mogoče obravnavati aluvialne sedimente (prod, pesek,..) kot dobro prepustne, glinice kot slabo prepustne, medtem, ko laporje, glinovce, tufe, meljevce, dolomite, apnenice,... kot praktično neprepustne kamnine.



*Slika 3: Geološka karta območja  
Vir: Osnovna geološka karta lista Ravne*

---

## **T.4. RELIEFNE ZNAČILNOSTI**

Območje pod cesto se strmo spušča, nad cesto v območju nastanka plazuz strmo dviguje. Na zgornji strani je tanka plast humusne preperine, pod njo pa matična podlaga konglomerata, ki ponekod tudi izdanja. V bližini pred nastali plazom je obstoječa sanacija ceste s kamnito zložbo in meteornimi prepusti.

Pod površino in plastjo humusne preperine se nahajajo preperinske plasti, spremenljive debeline iz mehkejše, razmočene plasti glineno meljne zemljine z vložki konglomerata, kompaktnije glineno meljne zemljine, drobljenega peščenjaka in prehoda iz peščenjaka v konglomerat. Primerno nepodajno podlago za umestitev oz. stabilizacijo sanacijskega ukrepa je drobljena podlaga peščenjaka.

## **T.5. TERENSKÉ RAZISKAVE**

### **T.5.1. Vrste, lokacija in število raziskav**

Geološko sestavo in mehanske lastnosti tal smo ugotavljali z dvema meritvama z dinamičnimi penetracijami DPSH in 2 meritvama z dinamično penetracijo DPM ter z geotehnično vrtino v kateri so bila izvedeni 2 SPT raziskavi. Lokacija vrtine in dinamičnih penetracijskih preiskav je bila zasnovana na podlagi števila dinamičnih preiskav, raziskovalnih vrtin in podanega reliefa na območju obravnavanega plazuz.

Izvedba geotehnične vrtine z SPT meritvami in izvedbo raziskav z dinamičnim penetrometrom nam omogoča pridobiti informacije o trdnostnih karakteristikah materialov in globini trdne podlage. Penetracijsko sondiranje smo na izbranih lokacijah ponavljali do globine trdne podlage. Interpretacija plasti in rezultatov meritev so podani za vsako posamezno meritev.

Rezultati geotehničnih meritev so prikazani v tabeli.

**Tabela 1: Interpretacija DPSH raziskav**

Lokacija in meritev	Globina (m)	Modul stisljivosti	Strižni kot (°)
DPSH 1	0 – 2.0	15338	36.1
	2.0 – 2.8	<7500	29.3
	3.8 – 5.6	11288	33,0
DPSH 2	0 – 1.8	11438	33
	1.8 – 3.0	<7500	29
	3.0 – 4.0	11400	33
	4.0 – 6.2	>30000	>41

**T.5.2. Standardni penetracijski preizkus (SPT)**

V sklopu vrtnanja smo za potrebe ugotavljanje gostote in posredno določitve mehansko fizikalnih lastnosti zemljin, izvedli standardne penetracijske preiskave (SPT). V vrtini sta bila izvedena dva standardna penetracijska preizkusa in sicer na globini 2.0 in 4.0 metra. Pri izvedbi SPT preiskav smo dobili število udarcev za 30.5 cm penetrirane globine in ugrez penetracijske konice pri številu udarcev  $N=60$ .

**Tabela 2: rezultati SPT meritev**

Vrtina	Globina meritev		Št. udarcev SPT	
	V 1	2,0 m	15 cm	8
10 cm			7	
		10 cm	8	
		10 cm	6	
			Σ	21
	4,0 m	15	41	
			9 cm/60ud.	

---

### **T.5.3. Raziskovalne vrtine**

Na obravnavanem plazu se je za geološko sestavo in določitev geomehanskih karakteristik izvedla ena geotehnična vrtina. Vrtina se je izvedla do kompaktne podlage oz. nepodajne podlage, ki je v tem primeru predstavljal peščenjak in prehod v konglomerat. Pri raziskovalni vrtini se je proces vrtnanja vršil po suhem postopku in z jedrovanjem s katerim smo lahko pridobili vzorec za nadaljnjo raziskovanje. Na pridobljenem jedru je bil izveden inženirsko geološki popis in izvedeni so bili testi z točkovnim trdnostnim indeksom, s katerim pridobimo podatke o enosni tlačni trdnosti.

## **T.6. POV RATNA ANALIZA**

Pri povratni analizi so upoštevane geotehnične lastnosti materiala, globine posameznih slojev zemljin, geometrija terena ter nivo talne vode. Povratno analizo smo izvedli v programski opremi Slide. Za določitev geomehanskih karakteristik posameznih slojev pri varnostnem faktorju ( $FS=1$ ) oz. labilnem stanju smo uporabili statistično metodo probabilistične analize. S pomočjo te analize program izračuna varnosti faktor na podlagi 1000 vzorcev, iz teh pa lahko izberemo geomehanske parametre slojev pri faktorju varnosti  $FS=1$ .

Za izdelavo povratne analize je bil uporabljen Mohr – Coulomb-ov kriterij za porušitev materialov ter Bishop in Janbu metoda za izračun drsin.

Na podlagi probabilistične analize smo izbrali naslednje geomehanske parametre slojev, ki nam podajajo labilno stanje brežine oz. količnik varnosti  $FS=1$ :

**Tabela 3: Izbrani geomehanski parametri slojev povratne analize**

Sloj	Kohezija (kPa)	Strižni kot (°)	Prostorninska teža (kN/m <sup>3</sup> )
Zameljeno tamponsko nasutje z vložki glinenih con in večjega lomljenca	0	38.7	22
Mehkejša, razmočena plast glineno meljne zemljine z vložki konglomerata	49	27	4.6
Kompaktnejša glineno meljna zemljina	8	29	19
Drobljen peščenjak	20	27.2	22
Prehod peščenjaka v konglomerat	400	0.8	23

**Rezultati:**

Pri povratni analizi v profilu P5 so prikazane drsine s faktorjem varnosti, ki je v bližini faktorja varnosti FS=1. Kritične drsine prikazujejo realne drsine, ki so zdrsele tudi v naravi.

## T.7. STABILNOSTNO STATIČNI IZRAČUN

Pri obtežnem primeru so upoštevane geotehnične lastnosti materiala, globine posameznih slojev zemljin, geometrija terena, nivo talne vode ter prometna obtežba. Ovrednotena je bila sila aktivnega zemeljskega pritiska, ki je bila osova za dimenzioniranje opornih / podpornih konstrukcij. Statični izračun smo izvedli z računalniški programom Larix.

Statični izračun podpornih / opornih konstrukcij je prikazan v poglavju R.5.

---

## T.8. IZVEDBA SANACIJE

S sanacijo plazu moramo zaščititi cesto in preprečiti nadaljnjo premikanje brežine. Za sanacijo ceste bomo na spodnji strani cesti izvedli kamnito zložbo, na zgornji strani pa ureditev brežine z vgradnjo težke pocinkane mreže. Uredili bomo cesto z novimi meteornimi kanali, odvodnimi cevni prepusti ter sanirali celotno vozišče z novo voziščno konstrukcijo.

### T.8.1. Kamnita zložba

Za izdelavo podporne konstrukcije se najprej izvedejo izkopi pod naklonu 1:1 in 1:1.5 v zemljini, v kompaktni podlagi so lahko izkopi vertikalni. Dolžina odsekov izkopa naj bo cca. 5 metrov. Osnova za izgradnjo kamnite zložbe na predvideni lokaciji je izveden betonski temelj kamnite zložbe v debelini 0.50 m na katerega se prične vgrajevati kamniti lomljenec. Kamnita zložba bo izdelana iz kamnite lomljenca 30 – 70 cm, za vezivo bomo uporabili beton zemeljsko vlažni beton C25/30. Razmerje med betonom in kamnitimi bloki naj bo 30:70. Višina kamnite zložbe je po vsej dolžini enaka in znaša 6.70 m (temelj + kamniti del + venec). Širina temelja kamnite zložbe znaša 3.0 m, širina v kroni pa 0.6 m. Vzdolžni naklon kamnite zložbe se prilagaja levemu robu cestišča in znaša od cca. 4.0° do 5.5°. Celotna dolžina kamnite zložbe znaša 40.0 m.

Za odvodnjavanje prostih zalednih vod se na notranjo stran kamnite zložbe izdelata mulda debelina 0.1 m in širine 0.3 m iz betona C 25/30. Na muldo naj se položi trdo stenska drenažna cev  $\Phi 200$  mm. Cev je položena pod naklonu in speljana proti zbirnemu jašku na začetku kamnite zložbe v katero je speljana tudi površinska voda. Ob steni kamnite zložbe je potrebno do višine betonske mulde izdelati drenažni zasip širine 0.3 na dnu do širine cca 0.5 na nivoju nove voziščne konstrukcije.

Po končani gradnji podporne konstrukcije in drenažnega sistema je potrebno izdelati zasip do nivoja temeljnih tal za izdelavo voziščne konstrukcije. Zasipni material mora biti obvezno sestavljen iz drobljenca D300, ki se go mora sproti utrjevati. Izdelava zasipa iz obstoječih izkopanih – glinenih materialov ni dovoljena.

Kamnito zložbo je potrebno izdelati tako, da se bo priključila na obstoječo. Pri tem mora zunanji rob AB venca v enaki poziciji kot je zunanji rob AB venca na obstoječi kamniti zložbi.

---

## **T.8.2. Varovanje izkopa z HEA profili**

Zardi geometrije terena in velikosti kamnite zložbe smo v samo sanacijo plazi vključili zaščito brežine z HEA 160 profili iz jekla S500. Zaščita s profili bo služila v času posameznega izkopa in izdelave podporne konstrukcije. Dolžina profilov znaš 3.0 m, skupno pa jih je potrebno 40 kosov. Profile je potrebno zabiti na ustrezno lokacije pred izdelavo izkopov, po izdelavi podporne konstrukcije pa jih je potrebno odstraniti.

## **T.8.3. Izvedba zaščite brežine s pocinkano mrežo**

Pogoj za polaganje varovalnih mrež na zgornji strani cestišča je predhodno izveden izkop površinskega humusnega in preperinskega dela neurejene brežine na predvidenem odseku. Če bo potrebno se bodo izkopi izvedli tudi v matični podlagi konglomerata Ureditev brežine se izvede zaradi varovanja visoke brežine, kjer zaradi atmosferskega vpliva občasno prihaja do izpada drobnega kamenja.

Po končanem izkopu humusnega in preperinskega dela zemljine do matične podlage sledi vizualni pregled brežin in odstranitev vseh labilnih kosov kamnine. Sidrana varovalna mreža bo položena do višine cca. 5.0 – 8.5 m.

Pri zaščiti brežin z mrežami se uporabi pocinkana mreža z betonskimi utežmi. Mreža je sestavljena iz visoko natezne jeklene žične mreže (natezna trdnost mreže 100 kN/, natezna trdnost žice min. 1770 MPa), ki jo pritrdimo s SIS sidri dolžine 2.0 m na rastru 2.0 metra. Na območju, kjer je višina varovanja mreže večja so predvidena sidra v dveh etažah in sicer je spodnja vrsta sider nižja za cca. 3.0 m od zgornje vrste. Prekrivanje mrež znaša min 50 cm. Stike mrež povežemo z povezovalno jeklenico  $\Phi 12$  mm objemkami. Visoka natezna jeklena žična mreža naj ima čim manjše odprtine med žicami. Na spodnjem delu se za omejitev izpada drobirja namestijo betonske uteži. Vgradnja viseče varovalne mreže se lahko izvede s pomočjo ustrezne mehanizacije ali ročno.

Dela na višini, ki obsegajo čiščenje brežin, posek dreves, polaganje in sidranje visečih mrež itd. morajo izvajati le za to usposobljeni ljudje (alpinisti). Zaščita delavcev pred padcem v globino ter zaščita delavcev pred padajočimi predmeti je potrebno nameniti posebno pozornost.

Višina mreže znaša cca. Od 5.0 do 8.5 m in širina cca. 41 m.



---

## **T.8.4. Rekonstrukcija obstoječega vozišča**

Z rekonstrukcijo obstoječe lokalne ceste smo predvideli izvedbo vozišča min širine 4.7 m. Vzdolž levega roba vozišča poteka podporna konstrukcija v obliki kamnite zložbe, od njega pa je oddaljena za cca. 0.5 m. Višinska kota vrha kamnite zložbe je od levega roba cestišča nižja za cca. 0.25 m. Temu je zaradi priključitve vrha predvidene kamnite zložbe k obstoječi podporni konstrukciji. Na strani AB zidu je predvidena vgradnja JVO (jeklene varnostne ograje). Na strani brežine smo predvideli izvedbo povozne asfaltne mulde ter bankine, ki se mestoma prilagaja konfiguraciji terena.

### **T.8.4.1. Asfaltna mulda / berma in odvodni jarki**

Na območju obdelave smo predvideli izvedbo asfaltnih muld na obeh straneh, pri tem se asfaltna mulda na strani levega roba cestišča zaključí oz. prične nekje na sredini podporne konstrukcije. Asfaltna mulda na strani brežine poteka po celotni dolžini predvidene rekonstrukcije. Asfaltna mulda je širine  $s = 0.5\text{m}$  in globine  $h = 0.05\text{ m}$ . Izvedena je iz enake sestave asfalta kot vozišče. Meteorno vodo iz mulde na levem robu cestišča zajemamo preko predvidenega požiralnika z vtokom skozi LTŽ rešetko. Za požiralnikom poteka mulda do označenega odseka, pri katerem jo je potrebno priključiti na obstoječo ali pa izdelati prepust skozi obstoječo podporno konstrukcijo. Meteorno vodo iz mulde na strani brežine pa je speljana v obstoječi prepust na lokaciji obstoječe podporne konstrukcije. Na spodnji strani na začetku meje ureditev cestišče je potrebno muldo priključiti na obstoječo ali pa izdelati prepust skozi obstoječo podporno konstrukcijo.

### **T.8.4.2. Bankina**

Na zunanjem robu asfaltne mulde na obeh straneh cestišča je predvidena navezava povozne peščene bankine širine  $s = \text{cca } 0.6\text{ metra}$  na strani podporne konstrukcije, na strani brežine pa se širina bankine prilagaja konfiguraciji terena. Material bankine se uporabi uvaljani in skomprimirani drobljenec enake strukture kot tampon ceste, D32.

---

**T.8.4.3.      Betonski cestni požiralnik in zbirni jaški**

V sistemu odvodne smo uporabili cesti požiralnik oz. jašek z direktnim vtokom na strani cestišča, kjer je podporna konstrukcija. Na desni strani se odvaja meteorno vodo iz mulde v obstoječi prepust na lokaciji obstoječe kamnite zložbe. Predviden zbirni jašek je lociran tako, da se prilagodi odvodni muldi in je zaradi tega za AB vencom. Višina zbirnega jaška znaša 5 m, do dna kamnite zložbe. V ta jašek se mora speljati tudi odtok zaledni voda podporne konstrukcije. Vhodne cevi v zbirni jašek so PE drenažne cevi  $\Phi 200$  mm, izhodna cev pa je PE DN 250 SN8, ki poteka skozi kamnito zložbo, za njo pa je vgrajena na peščeni posteljici (pesek, brez kamnov) in poteka do obstoječe kamnite ureditve na spodnji strani obstoječe podporne konstrukcije, kjer ima tudi iztok. Pri iztoku je potrebno izdelati ustrezno iztočno glavo v kamnu in betonu.

**T.8.4.4.      Jeklena varnostna ograja**

Vzdolž levega zunanega roba rekonstruirane lokalne ceste smo predvideli vgradnjo jeklene varnostne ograje (JVO) brez distančnikov. Ograja se zabije v bankino med vencom kamnite zložbe ter muldo cestišča. Vgrajena JVO mora dosežati nivo zadrževanja N2 ter imeti delovno širino W4. Minimalna višina najvišjega dela JVO znaša  $h_{min}=75$ cm.

**T.8.5. Ureditev obstoječe voziščne konstrukcije**

Za novogradnjo je predvidena vgradnja sledečih plasti na temeljna tla:

- Obstoječo konstrukcijo in temeljna tla je treba odstraniti do kote, ki bo usklajena s predvideno niveleto nove vozišče konstrukcije. Skupna debelina nove vozišče konstrukcije z zmrzlinško odpornim materialom mora znašati najmanj 70 cm.
- 40 cm zmrzlinško odpornega kamnitega materiala (posteljica) TD 125,
- 20 cm nevezane nosilne plasti kamnitega drobljenca D32,
- 6 cm bituminiziranega drobljenca AC 22 base B50/70, A4,
- 4 cm bitumenskega betona AC11 surf B70/100, A4

---

**T.8.5.1. Kvaliteta in vgradljivost materialov**

Kakovost vgrajenih materialov mora ustrezati zahtevam, opredeljenih v:

- TSC 06.100: 2003 Kamnita posteljica in povozni plato
- TSC 06.200: 2003 Nevezane nosilne in obrabne plasti
- TSC 06.300/06.410: 2009 Smernice in tehnični pogoji za graditev asfaltnih plasti
- TSC 06.330: 2003 Vezane spodnje nosilne plasti z bitumenskimi vezivi
- TSC 06.416: 2003 Vezane asfaltne obrabne in zaporne plasti tankoplastne prevleke
- TSC 06.720: 2003 Meritve in preiskave
- SIST EN 13108, 1-8: 2003 Bitumenske zmesi - Specifikacije materialov - 1. do 8. del
- SIST 1038, 1-8: 2006 Bituminizirane zmesi – Specifikacije materialov - 1. do 8. del
- SIST EN 13043: 2002 Agregati za bituminizirane zmesi in površinske prevleke za ceste, letališča in druge prometne površine
- SIST 1035: Bitumen in bitumenska veziva

**T.8.5.2. Izvedba**

Pri izvedbi nove voziščne konstrukcije je potrebno smiselno upoštevati posebne tehnične pogoje za voziščne konstrukcije.

**T.8.5.3. Kamnita posteljica**

Kamnito posteljico je potrebno vgraditi v debelini najmanj 40 cm. Pri izbiri materiala za kamnito posteljico ne priporočamo dolomitnega drobljenca. Za vgradnjo so primerne ostale vrste drobljenca, kot so npr. apneni drobljenci in podobni.

Zgoščenost v kamnito posteljico vgrajene zmesi zrn mora znašati v povprečju najmanj 98% glede na največjo gostoto zmesi zrn po modificiranem postopku po Proctorju. Spodnja mejna vrednost zgoščenosti lahko od povprečja odstopa največ 3%.

Na planumu kamnite posteljice mora biti zagotovljena nosilnost  $CBR > 10 \%$  oziroma  $E_{vd} > 40 \text{ MN/m}^2$ ,  $E_{v2} > 80 \text{ MN/m}^2$ .

---

**T.8.5.4. Tamponski sloj**

Tamponski material je potrebno vgraditi v debelini najmanj 20 cm. Pri izbiri materiala za tamponsko nasutje ne priporočamo dolomitnega drobljenca. Za vgradnjo so primerne ostale vrste drobljenca, kot so npr. apneni drobljenci in podobni.

Zgoščenost v kamnito posteljico vgrajene zmesi zrn mora znašati v povprečju najmanj 98% glede na največjo gostoto zmesi zrn po modificiranem postopku po Proctorju. Spodnja mejna vrednost zgoščenosti lahko od povprečja odstopa največ 3%.

Na planumu tamponskega sloja mora biti zagotovljena nosilnost  $E_{vd} > 45 \text{ MN/m}^2$ ,  $E_{v2} > 100 \text{ MN/m}^2$ .

**T.8.5.5. Vezane nosilne plasti**

Kvaliteta vgrajenih asfaltnih slojev naj ustreza standardu TSC 06.416 : 2003 za obrabne sloje in TSC 06.330 : 2003 za spodnje nosilne sloje.

**T.8.6. Zakoličbeni podatki**

Zakoličba lokacij podporne konstrukcije in ceste so podane koordinate detajlnih točk ter radijev vozišča. Podane koordinate podajajo zakoličbo AB venca ter vozišča. V prečnih profilih pa so kotirano potrebni odmiki. Višinski potek je podan v priloženih pogledih vzdolžnih in prečnih profilih. Podatki za zakoličbo – koordinate poligonskih in detajlnih točk ter radijev so podani v zakoličbeni situaciji risba G7.

**T.8.7. Katastersko območje**

Ureditev rekonstrukcije lokalne ceste bo prizadelo sledeče parcele v

*k.o. Meža Takraj (888):*

št. Parcele: 901 – poseg v parcelo cca  $612 \text{ m}^2$  – 2.5% celotne parcele,

št. Parcele: 418/1 – poseg v parcelo cca  $48 \text{ m}^2$  – 0.2% celotne parcele,

št. Parcele: 418/2 – poseg v parcelo cca  $118 \text{ m}^2$  – 0.8% celotne parcele,

## **R. RAČUNSKI DEL**

## **R.1 REZULTATI MERITEV Z DINAMIČNIM PENETROMETROM – Pagani TG 63 – 100**

## R.1.1 Sondiranje z dinamičnim penetrometrom – Pagani TG 63 – 100 DPSH1

Meritev: DPSH 1

Globina meritve: 5.6 m

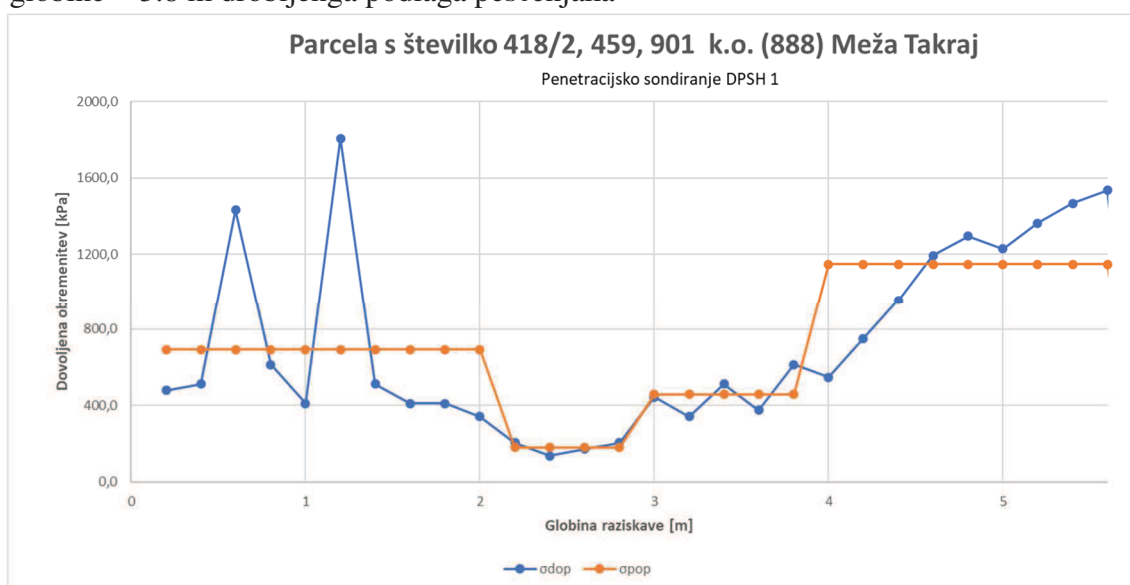
Popis:

do globine 2.0 m zameljeno tamponsko nasutje

od globine 2.0 m do globine 2.8 m mehkejša, razmočena plast glineno meljne zemljine

od globine 2.8 m do globine 3.8 m kompaktnjša glineno meljna zemljina

od globine > 3.8 m drobljenga podlaga peščenjaka



Geološko-geotehnični opis	Zameljeno tamponsko nasutje	Mehkejša, razmočena plast glineno meljne zemljine	Kompaktnjša glineno meljna zemljina	Drobljen peščenjak
Sloj [m]	0 – 2.0 m	2.0 – 2.8	2.8 – 3.8	3.8 – 5.6
Povprečno število udarcev – pretvorba na SPT [N]	30.5	7.9	20.1	50.5
C [kPa]	0	2.5	8	25
$\varphi$ [°]	36.1	25	27	>41
$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	20	19	19	22
$\sigma_c$ [kPa]	45	10	25	80
Mv [MPa]	15	<7.5	11	>30

Legenda:

C - kohezija       $\gamma$  - prostorninska teža       $\sigma_c$  - tlačna trdnost  
 $\varphi$  - strižni kot      Mv- modul stisljivosti

Talna voda je bila zaznan na globini okoli 2.3 metra.

## R.1.2 Sondiranje z dinamičnim penetrometrom – Pagani TG 63 – 100 DPSH2

Meritev: DPSH 2

Globina meritve: 6.2 m

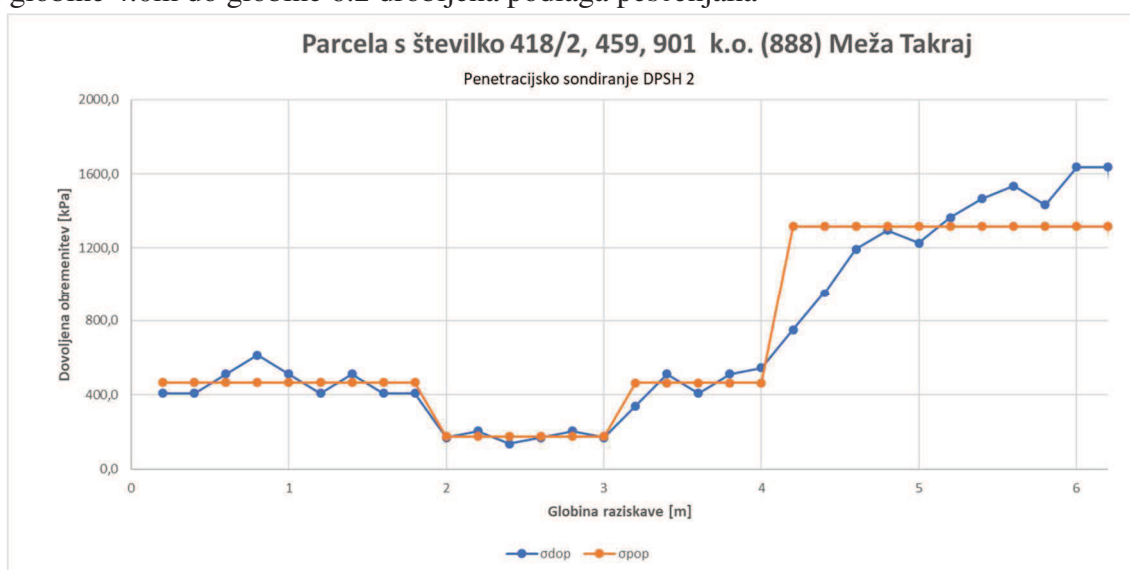
Popis:

do globine 1.8 m zameljeno tamponsko nasutje

od globine 1.8 m do globine 3.0 m mehkejša, razmočena plast glineno meljne zemljine

od globine 3.0 m do globine 4.0 m kompaktnejša glineno meljna zemljina

od globine 4.0m do globine 6.2 drobljena podlaga peščenjaka



Geološko-geotehnični opis	Zameljeno tamponsko nasutje	Mehkejša, razmočena plast glineno meljne zemljine	Kompaktnejša glineno meljna zemljina	Drobljen peščenjak
Sloj [m]	0 – 1.8 m	1.8 – 3.0	3.0 – 4.0	4.0 – 6.2
Povprečno število udarcev – pretvorba na SPT [N]	20.5	7.8	20.4	58.0
C [kPa]	0	2.5	8	25
$\varphi$ [°]	33.2	29.3	33.1	>41
$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	20	19	19	22
$\sigma_c$ [kPa]	33	12	33	94
Mv [MPa]	11	<7.5	11	>30

Legenda:

C - kohezija       $\gamma$  - prostorninska teža       $\sigma_c$  - tlačna trdnost  
 $\varphi$  - strižni kot      Mv- modul stisljivosti

Talna voda je bila zaznan na globini okoli 2.0 metra.



## **R.2 REZULTATI MERITEV Z DINAMIČNIM PENETROMETROM – Pagani DPM 30-20**

## R.2.1 Sondiranje z dinamičnim penetrometrom – DPM 1

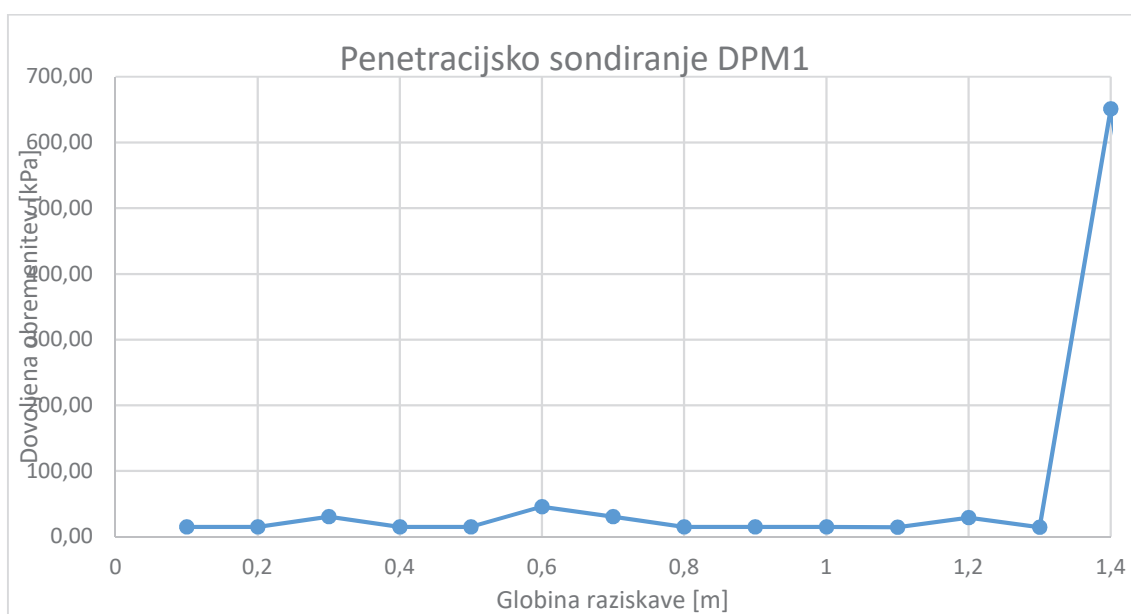
Meritev: DPM 1

Globina meritve: 1.4 m

Popis:

do globine 1.3 m tamponsko nasutje z vložki glinenih con in večjih kosov kamnine

od globine >1.3 tamponsko nasutje z vložki glinenih con in večjih kosov kamnine



Globina [m]	0.0 – 1.3	>1.3
$C$ [kPa]	2	2
$\varphi$ [°]	19	21
$\sigma_c$	1	1
$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	19	20
Mv [Mpa]	4.0 – 6.0	>6.0

Legenda:

$C$  [kPa] kohezija  
 $\varphi$  [°] strižni kot  
 $\gamma$  [kN/m<sup>3</sup>] prostorninska teža  
Mv modul stisljivosti

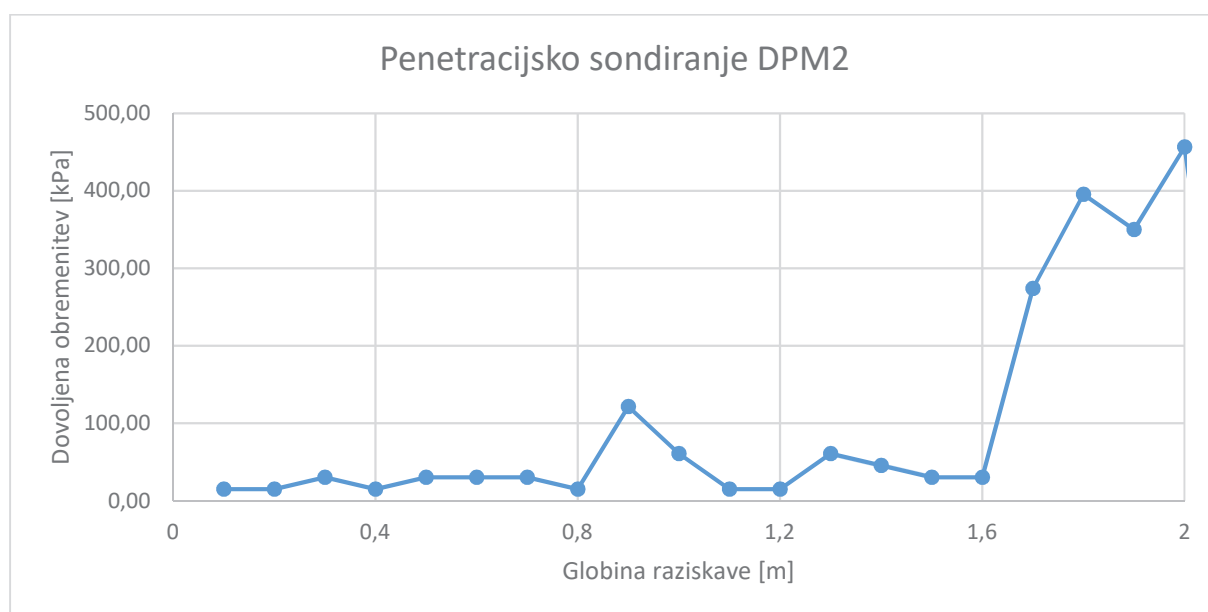
## R.2.2 Sondiranje z dinamičnim penetrometrom – DPM 2

Meritev: DPM 2

Globina meritve: 2.0 m

Popis:

do globine 1.6 m tamponsko nasutje z vložki mehkejše in razmočene glineno meljne zemljine  
 od globine 1.6 m do globine 2.0 m kompaktnjša glineno meljna zemljina



Globina [m]	0.0 – 1.6	1.6 – 2.0	>1.3
$C$ [kPa]	2	8	8
$\varphi$ [°]	19	27	28
$\sigma_c$	1	10	>10
$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	19	19	19
Mv [Mpa]	4.0 – 6.0	5.0 – 8.0	>8.0

Legenda:

$C$  [kPa] kohezija  
 $\varphi$  [°] strižni kot  
 $\gamma$  [kN/m<sup>3</sup>] prostorninska teža  
 Mv modul stisljivosti

## **R.3 GEOTEHNIČNE VRTINE**

### R.3.1 Fotografije vrtine V-1

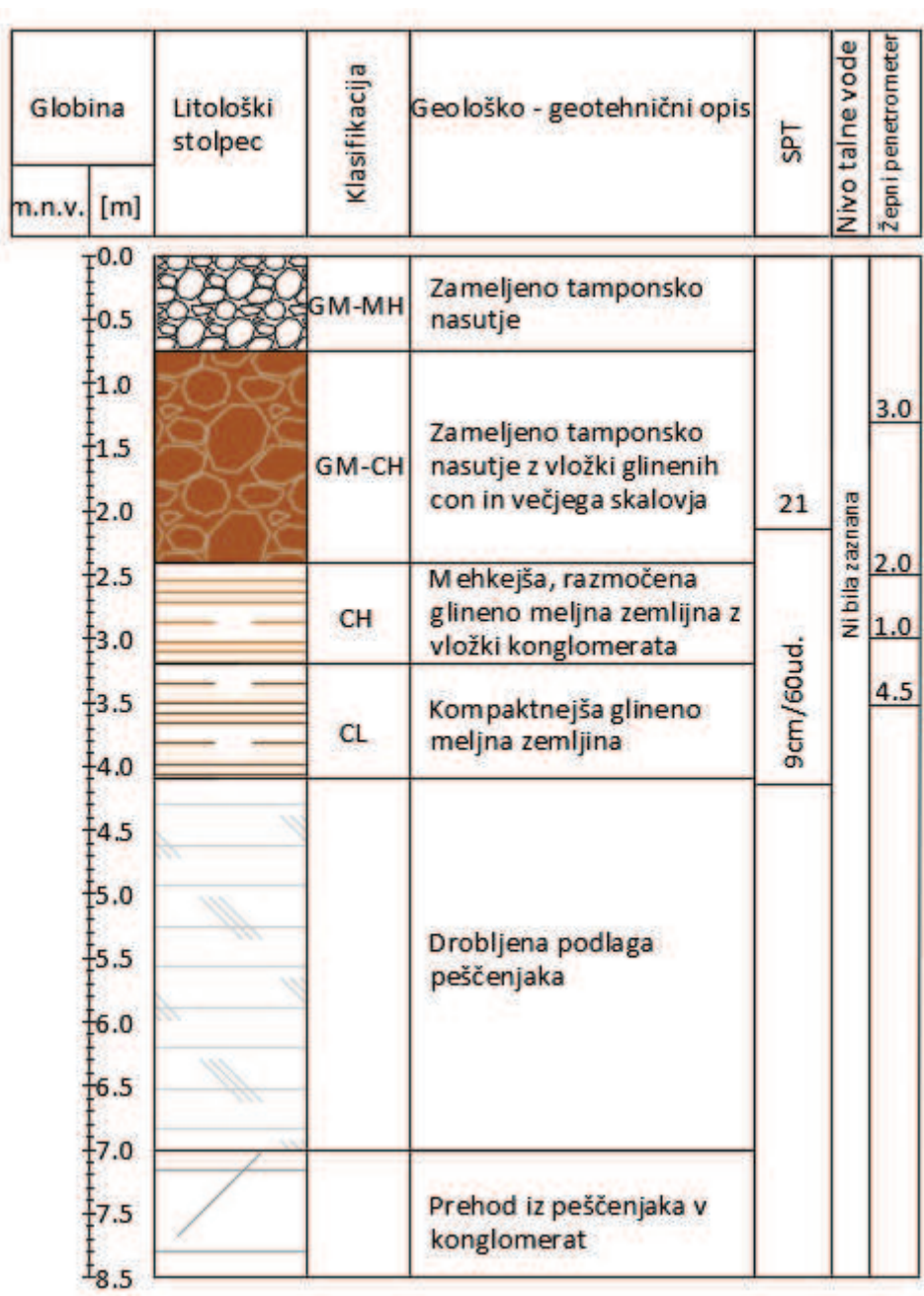


*Slika 4: Jedro vrtine od globine 0 - 5.0 m*



*Slika 5: Jedro vrtnice od globine 5.0 - 7.0 m*

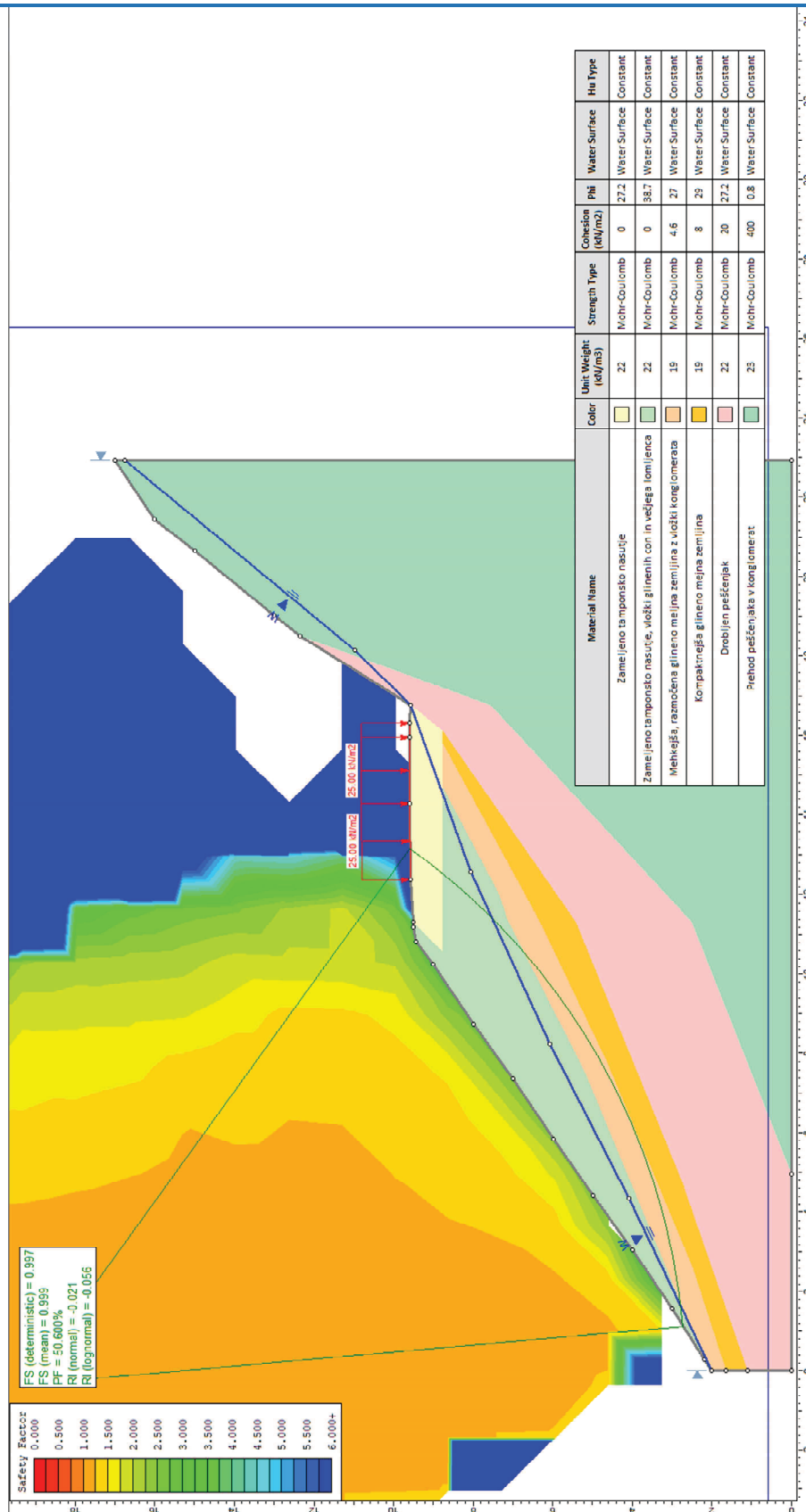
**R.3.2 Litološki stolpec**



Slika 6: Litološki stolpec vrtine VS-1

## **R.4 POV RATNA ANLIZA V PROFILU P5**



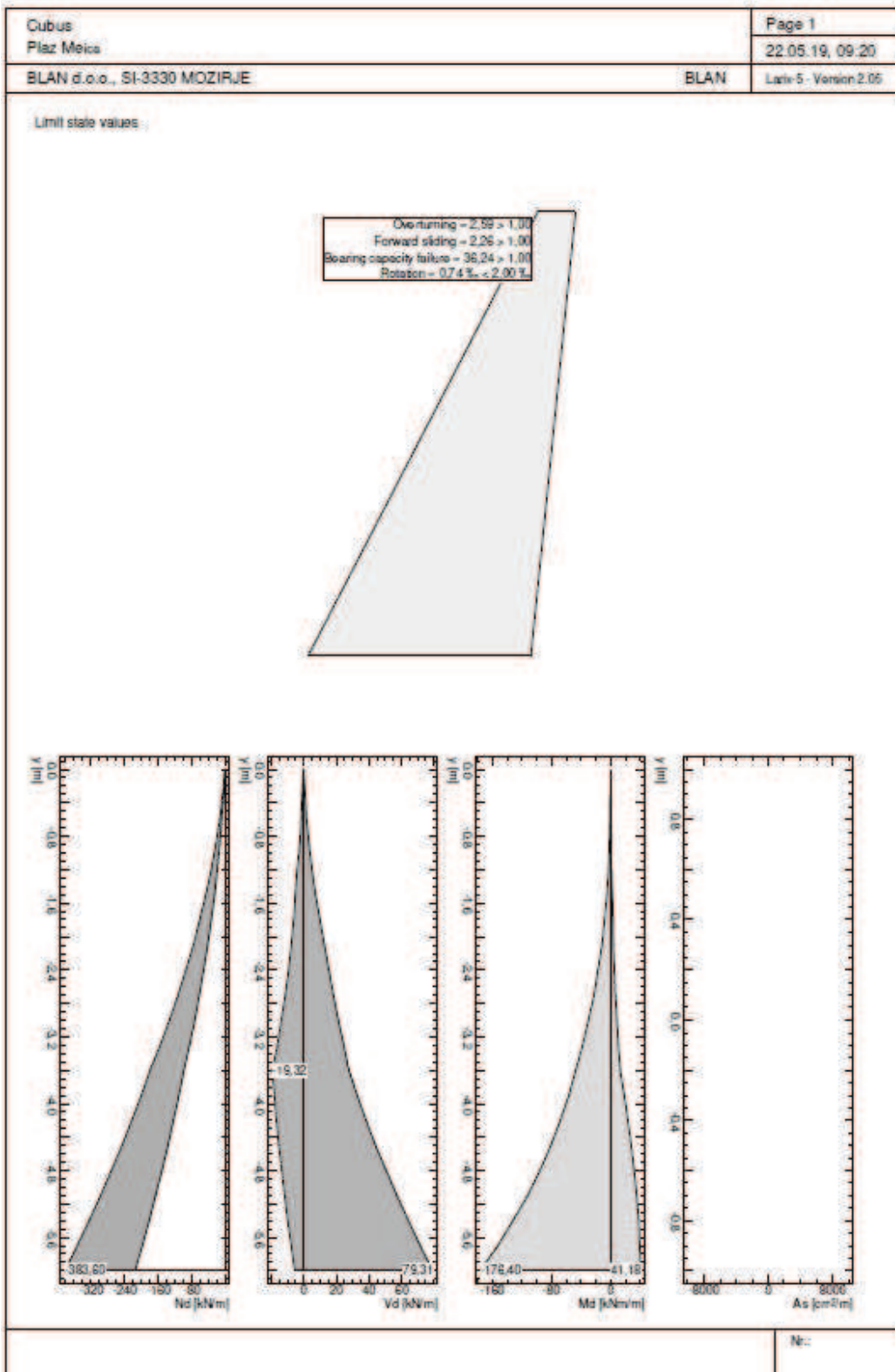


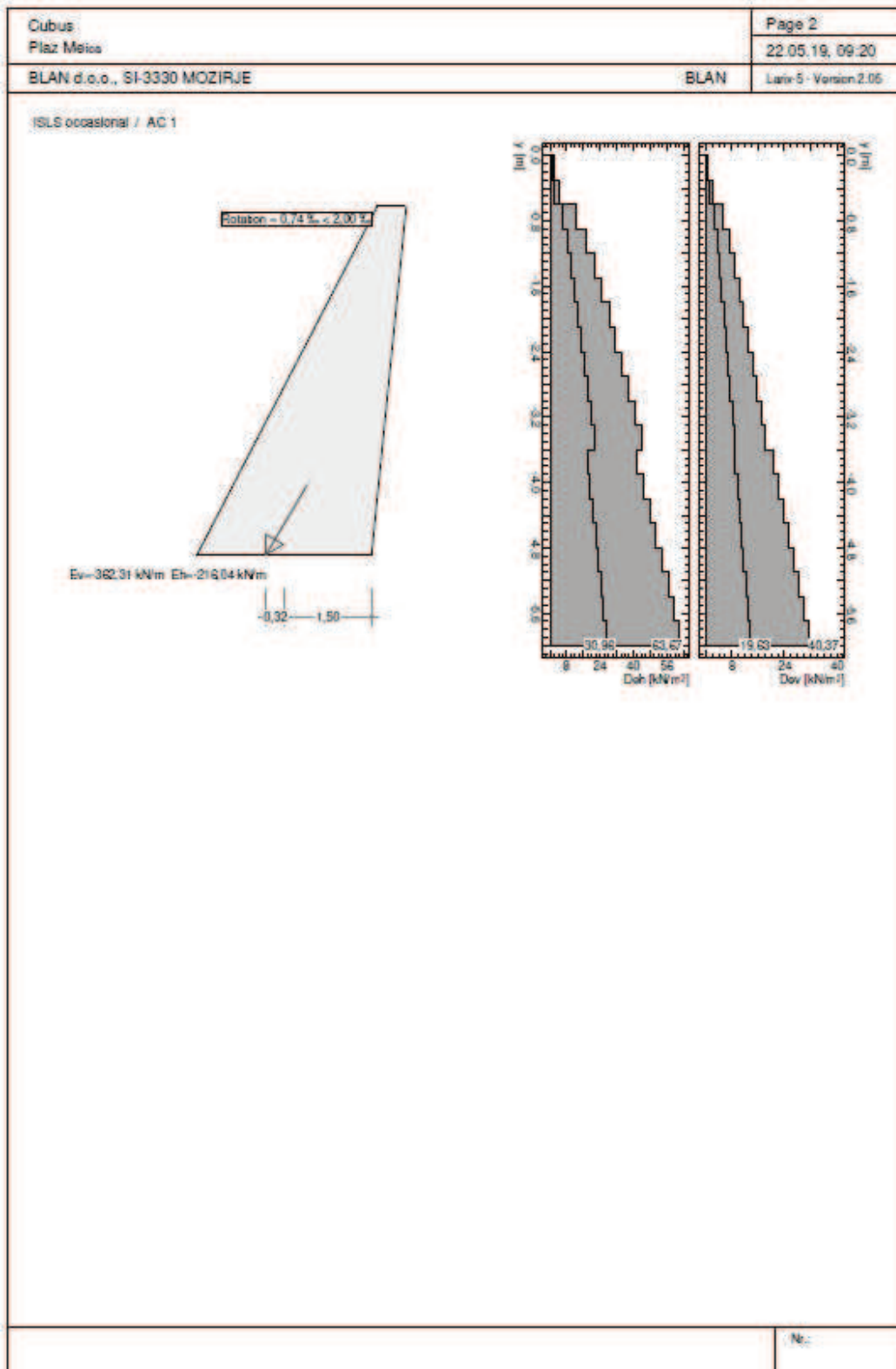
Slika 7: Rezultat povratne analize v profilu P5

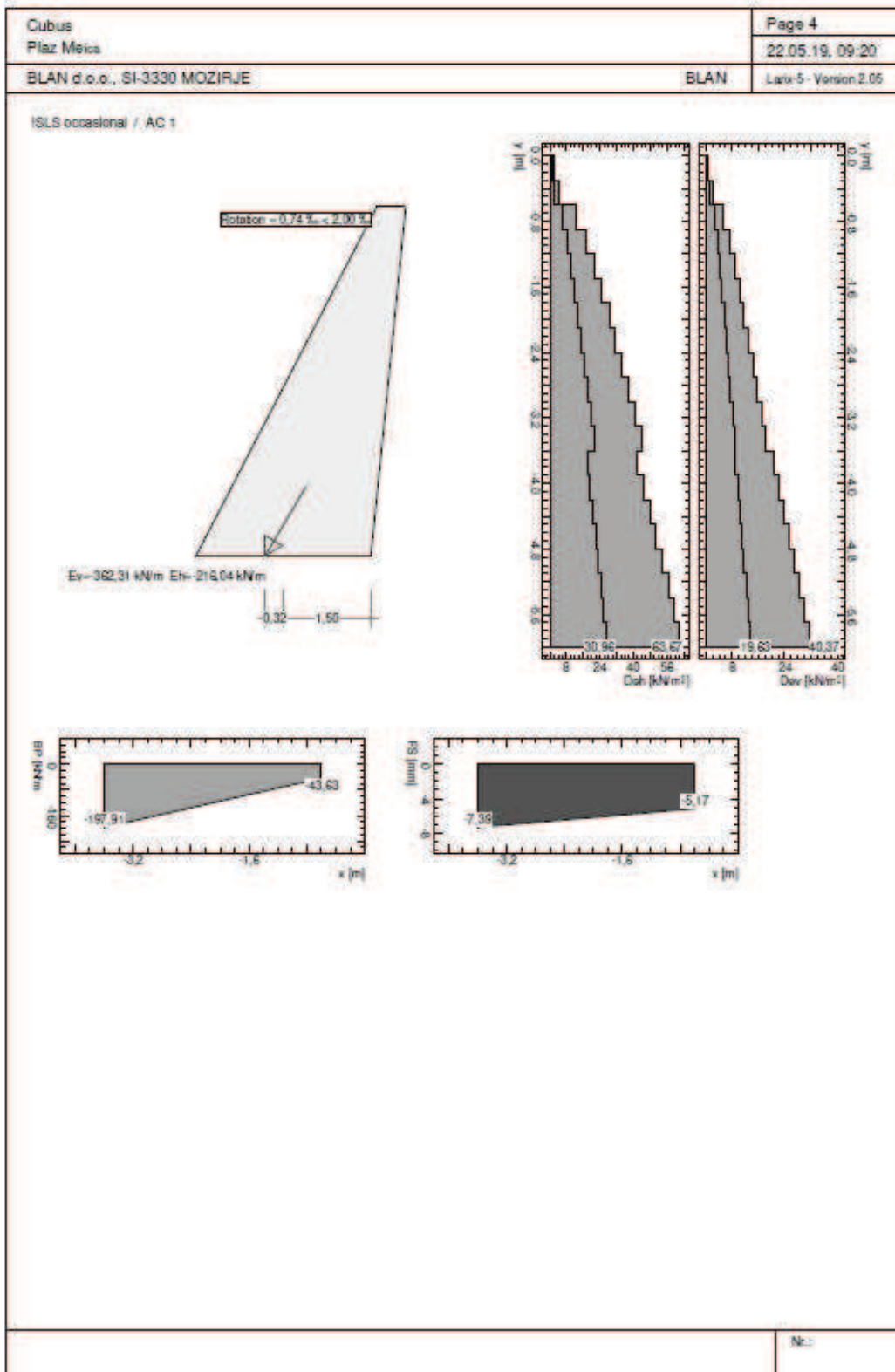
**R.5 STABILNOSTNO-STATIČNI  
KAMNITE ZLOŽBE**

**IZRAČUN**

**R.5.1 Stabilno – statični izračun kamnite zložbe**







## **R.6 MERILNA OPREMA IN INTERPRETACIJA REZULTATOV MERITEV**

## R.6.1 Dinamični penetrometer Pagani TG 63 - 100



Slika 8: Dinamični penetrometer Pagani TG 63 - 100

Teža padajočega kladiva	30 kg
Višina prostega padanja	200 mm
Dimenzije jeklenih palic	1000 mm x $\varnothing$ 20 mm
Teža jeklene palice	2,4 kg
Dimenzije konusa	$\varnothing$ =35,6 mm, $\beta$ =60°, A = 10 cm <sup>2</sup>

Energija  $E_a$  [kgm], ki se prenaša na jekleno drogovje lahko izračunamo po ISMES za vsak padec kladiva z naslednjim izrazom:

$$E_a = K \int_0^{\frac{2L}{c}} f(t) dt$$

---

Kjer je:

- $K$  Konstantna odvisna od modula elastičnosti, gostote jekla in premera palice  
 $L$  Razdalja med točko meritve in dna jeklene palice  
 $c$  Stopnja širjenja zvoka skozi palice [m/s]  
 $f(t)$  Izmerjena trdnost v palicah, povezanih na merilni odsek [kg]

Učinkovitost zabijalne naprave, ki je izražena s procentom:

$$n = E_a / E_h$$

Potencialno energijo lahko izrazimo z:

$$E_h = m * h \text{ [kgm]}$$

Kjer je:

- $m$  Masa padajočega kladiva  
 $h$  Višina padanja kladiva

## R.6.2 Primer interpretacije rezultatov

Opomba: Prikazan je primer interpretacije rezultatov!

Odpornost tal:

$$R = 98,06 * \frac{m^2 * h}{A * e * (m + P + P_p)} \text{ [kPa]}$$

$$Q_{ad} = \frac{R}{25} \text{ [kPa]}$$

kjer je:

- $R$  Odpronost tal [kPa]  
 $m$  Masa kladiva [kg]



$h$  Višina spusta kladiva [cm]

$A$  Površina konice [cm<sup>2</sup>]

$e = 1/n$

$n$  Število udarcev na 10 cm

$P$  Teža droga [kg]

$P_p$  Teža ogrodja kladiva [kg]

Vrednost parametrov je bila izračunana indirektno s pomočjo Hoek – Brtownove klasifikacije:

Odpornost tal je bila privzeta = intact uniaxial comp. Strenght ( $\sigma_{ci}$ ) (intaktna enoosna tlačna trdnost)

GSI = 10 (plastificirana, strižno porušena hribina)

$m_i = 3$  (claystone  $4 \pm 2$ )

D = 0 (disturbance faktor)

Pick GSI Value		SURFACE CONDITIONS				
Rock Type: <input type="text" value="General"/>		VERY GOOD	GOOD	FAIR	POOR	VERY POOR
GSI Selection: <input type="text" value="50"/> <input type="button" value="OK"/>						
STRUCTURE		DECREASING SURFACE QUALITY →				
	INTACT OR MASSIVE - intact rock specimens or massive in situ rock with few widely spaced discontinuities	90			N/A	N/A
	BLOCKY - well interlocked undisturbed rock mass consisting of cubical blocks formed by three intersecting discontinuity sets	80	70			
	VERY BLOCKY- interlocked, partially disturbed mass with multi-faceted angular blocks formed by 4 or more joint sets		60	50		
	BLOCKY/DISTURBED/SEAMY - folded with angular blocks formed by many intersecting discontinuity sets. Persistence of bedding planes or schistosity			40	30	
	DISINTEGRATED - poorly interlocked, heavily broken rock mass with mixture of angular and rounded rock pieces				20	
	LAMINATED/SHEARED - Lack of blockiness due to close spacing of weak schistosity or shear planes					10
	↓ DECREASING INTERLOCKING OF ROCK PIECES					
		N/A	N/A			

Slika 9: Vrednosti GSI (Geological strenght index)  
VIR: Rocscience

Na podlagi tega so bili izračunuidani Hoek – Brownovi kriteriji:

---

**Hoek – Brown Criterion**

$$m_b = 0,121$$

$$s = 4,54 * 10^{-5}$$

$$a = 0,585$$

kateri so bili preverjeni na:

Mohr-Coulumb fit

Kohezija = 0,003 MPa

Strižni kot = 22,50°

Modul stisljivosti je bil določen po Nonveillerju:

$$M_v(N) = C_1 + C_2 * N \quad (\text{enačba Nonveiller 5.12, } C_1 = 2000, C_2 = 400)$$

$$M_v(N) = C_1 + C_2 * N \quad (\text{enačba Nonveiller 5.12, } C_1 = 4000, C_2 = 800)$$

Kjer je:

$N$  Število udarcev pri dinamični penetraciji

$q = z * \gamma'$  Če je pod vodo

$D_r$  Relativna gostota glede na  $N'$  ( $N$  iz dinamične penetracije niso direktno primerljivi s  $N'$  (SPT))

$\varphi'$  Po enačbi iz  $N$  (kvadratna enačba)

### **R.6.3 Dinamična penetracija (DPSH) in INTERPRETACIJA REZULTATOV**

Karakteristike posameznih materialov po interpretirali po naslednji preglednicah:

NEKOHERENTNE ZEMLJINE (peski, prodi)

Strižne karakteristike so določene po Skempton – u glede na relativno gostoto

**Tabela 4: Korelacije Relativne gostote in strižnega kota glede na število SPT udarcev**

gostota	zelo rahlo	rahlo	srednje	gosto	zelo gosto		
$(N_1)_{60}$	0	3	8	15	25	42	58
$D_r$ (%)	0	15	35	50	65	85	100
$\varphi$ (°)		28	30	33	36	41	44

$$N_{60} = N * k_{60} * \kappa * \lambda * C_n$$

$$(N_1)_{60} = N * k_{60} * \kappa * \lambda$$

$$D_r^2 = (N_1)_{60} / 60$$

Kjer so:

- $N$  Število udarcev (DPSH prevorjen na SPT)  
 $k_{60}$  Količnik prenosa energije (DPSH 1.22)  
 $\kappa$  Korekcijski faktor pri uporabi konice (1.00)  
 $\lambda$  Korekcija zaradi dolžine drogovja (do 4 m 0,75, do 6 m 0,85, do 10 m 0,95 nad 10 m 1.00)  
 $C_n$  Korekcija zaradi efektivnega tlaka (odvisna od globine)  
 $N_{60}$  Število udarcev, korigirano na 60% teoretične energije  
 $(N_1)_{60}$  Število udarcev, korigirano na 60% teoretične energije in na efektivni vertikalni tlak  
 $D_r$  Relativna gostota  
 $\varphi$  ali  $\phi$  Strižni kot

Karakteristike modula stisljivosti so bili določeni po naslednji tabeli:

**Tabela 5: Korelacije za modul stisljivosti in enosna tlačno trdnost glede na število SPT udarcev**

NEKOHERENTNE ZEMLJINE (peski, prodi)				
N	Gostotno stanje	fi	Modul stisljivosti $M_v$ [kPa] drobni in srednji peski	Modul stisljivosti $M_v$ [kPa] debeli peski in prodi, gramoz
<4	zelo rahlo	<28		
4 - 10	rahlo	28 - 30	<7500	<15000
10 - 30	srednje gosto	30 - 36	7500 - 15000	15000 - 40000
30 - 50	gosto	36 - 41	15000 - 30000	40000 - 65000
>50	zelo gosto	41 - 44	>30000	>65000

Rezultati geotehničnih meritev so prikazani v spodnji tabeli

$\gamma$	20,00	kN/m <sup>3</sup>
k60	1,220	

**Tabela 6: Rezultati dinamičnih penetracijskih testov in korelacijski izračuni**

Vrtina	Globina preizkave [m]	N Št. Udar. /30 cm	Nivo podtalnice (m)	Normalni tlak $\sigma_v$ [kPa]/100	$C_N$	$\lambda$	$N_{60}$	$(N_1)_{60}$	Dr [%]	Gostotno stanje	$\phi$ [°]	$q_u$ [kPa]	Mv [kPa]
DPSH 1	1,0	30,5	/	0,19	1,37	1,00	51	37	78,7	gosto	36,1	/	15338
	2,4	7,9	/	0,46	1,22	1,00	12	10	40,0	rahlo	29,3	/	<7500
	3,3	20,1	/	0,63	1,14	0,75	21	18	55,4	srednje gosto	33,0	/	11288
	4,7	50,5	/	0,89	1,04	0,85	54	52	93,4	zelo gosto	>41	/	>30000
DPSH 2	0,9	20,5	/	0,17	1,38	1,00	35	25	64,6	srednje gosto	33,2	/	11438
	2,4	7,8	/	0,46	1,22	1,00	12	9	39,7	rahlo	29,3	/	<7500
	3,5	20,4	/	0,67	1,13	0,75	21	19	55,8	srednje gosto	33,1	/	11400
	5,1	58,0	/	0,97	1,01	0,85	61	60	100,1	zelo gosto	>41	/	>30000

## **R.7 POPIS DEL Z OCENO INVESTICIJE**

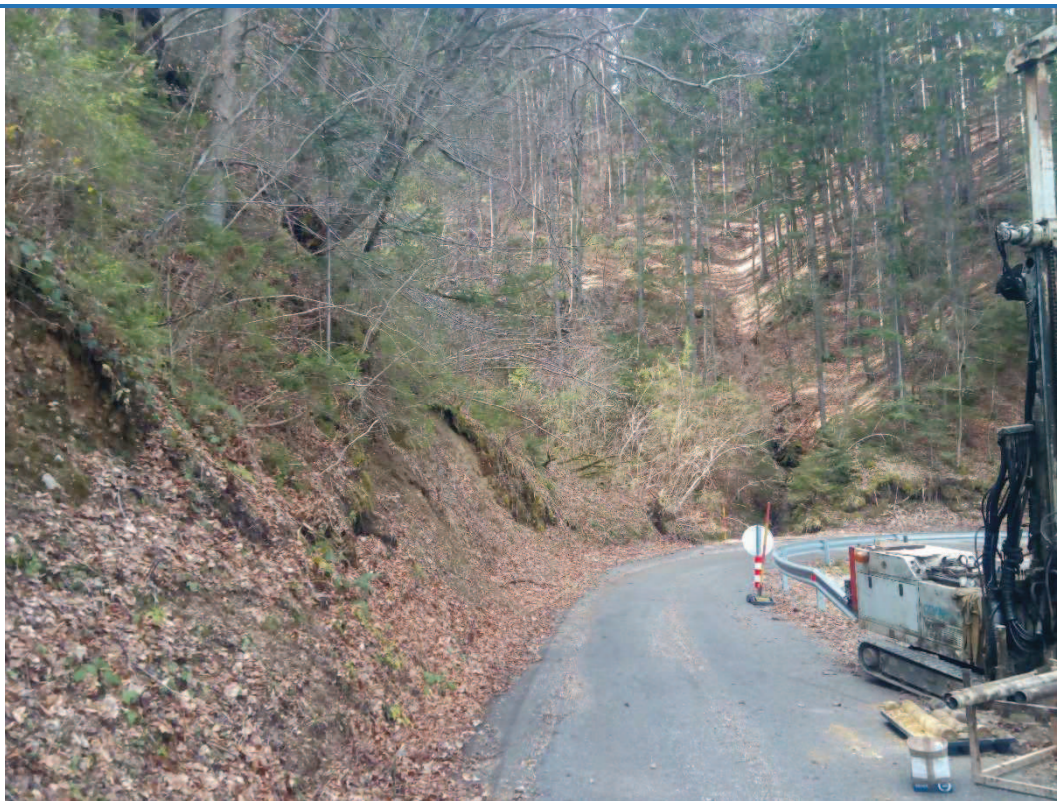
## **R.8 FOTOGRAFIJE**



*Slika 10: Odlomi rob plazu*



*Slika 11: Stanje pod odlomnim robom*



*Slika 12: Pogled proti obstoječi podporni konstrukciji*



*Slika 13: Matična podlaga konglomerata nad cestiščem*



## **G. RISBE**