

## 7/1 GEOTEHNIČNO POROČILO

# Izvedbeni načrt trajne zaščite brežine od km 597+600 do km 598+360 na progi št. 20 Ljubljana – Jesenice-d.m.

Investitor	Slovenske železnice Infrastruktura d.o.o. Kolodvorska ulica 11, 1000 Ljubljana
Številka projekta	3027578
Vrsta dokumentacije Za gradnjo	IZN Vzdrževalna dela v javno korist
Številka načrta	3027592
Številka zvezka	1/1
Vsebina izdelave	S Splošni del T Tehnični del G Risbe
Datum izdelave	november 2024

**S.1****Osnovni podatki o načrtu**

Naziv projekta:	<b>Izvedbeni načrta trajne zaščite brežine od km 597+600 do km 598+360 na progi št. 20 Ljubljana – Jesenice - d.m.</b>
Investitor:	<b>Slovenske železnice Infrastruktura d.o.o. Kolodvorska ulica 11 1000 Ljubljana</b>
Objekt:	<b>Oporni zid</b>
Vrsta projektne dokumentacije: Za gradnjo:	<b>IZN Vzdrževalna dela v javno korist</b>
Številka projekta:	<b>3027578</b>
Številka načrta:	<b>3027578-GR</b>
Projektant:	<b>IRGO Consulting d.o.o. Slovenčeva 93, 1000 Ljubljana</b>
Odgovorna oseba projektanta:	<b>dr. Vladimir Vukadin, univ.dipl.inž.geol. IZS RG-0099</b>
Vodja projektiranja:	<b>Jurij Čadež, univ.dipl.inž.rud. in geotehol. IZS RG-0101</b>
Namestnik vodje projekta:	<b>Elvir Muhić, mag.inž.geotehol.&amp;dipl.inž.grad. IZS G-3568</b>
Datum izdelave:	<b>NOVEMBER 2024</b>

Številka odseka	Arhivska št.	Faza / objekt	Šifra priloge	Prostor za črtno kodo
<b>ZG1000</b>		<b>007.2121</b>	<b>S.1</b>	

<b>S.1</b>	<b>Naslovna stran načrta (obrazec 1C)</b>
------------	---

OSNOVNI PODATKI O GRADNJI

Naziv gradnje	Izvedbeni načrt trajne zaščite brežine od km 597+600 do km 598+360 na progi št. 20 Ljubljana – Jesenice – d.m.
Kratek opis gradnje	Sanacijska dela
Seznam objektov, ureditev površin in komunalnih naprav z navedbo vrste gradnje.	
Vrste gradnje	<input type="checkbox"/> novogradnja – novozgrajen objekt
Označiti vse ustrezne vrste gradnje	<input type="checkbox"/> novogradnja – prizidava
	<input type="checkbox"/> rekonstrukcija
	<input type="checkbox"/> sprememba namembnosti
	<input type="checkbox"/> odstranitev

DOKUMENTACIJA

Vrsta dokumentacije	sanacija
(IZP, DGD, PZI, PID)	
Številka projekta	3027592
	<input type="checkbox"/> sprememba dokumentacije

PODATKI O NAČRTU

Strokovno področje načrta	7/1 Načrt s področja geotehnike in geotehnologije
Številka načrta	3027592
Datum izdelave	november 2024

PODATKI O IZDELOVALCU NAČRTA

Ime in priimek pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja	mag. Brane Merhar, univ.dipl. inž. geol.
Identifikacijska številka	RG-0104
Podpis pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja	
Projektant načrta (naziv družbe)	IRGO Consulting d.o.o.
Naslov	Slovenčeva 93, 1000 Ljubljana
Odgovorna oseba projektanta	dr. Vladimir Vukadin
Podpis odgovorne osebe projektanta	

PODATKI O PROJEKTANTU

Projektant (naziv družbe)	IRGO Consulting d.o.o.		
Naslov	Slovenčeva 93, 1000 Ljubljana		
Vodja projektiranja / Namestnik vodje projektiranja	Jurij Čadež, univ.dipl.inž.rud. in geotehnol.	Elvir Muhić, mag.inž.geotehnol.&dipl.inž.grad.	
Identifikacijska številka	PI RG-0101	PI G-3568	
Podpis vodje projekta			

Odgovorna oseba projektanta	dr. Vladimir Vukadin, univ.dipl.inž.geol.
Podpis odgovorne osebe projektanta	

Številka odseka	Arhivska št.	Faza / objekt	Šifra priloge	Prostor za črtno kodo
ZG1000		007.2121	S.1	

<b>S.2</b>	<b>Seznam sodelavcev pri izdelavi načrta</b>
	<b>Franc Čadež, univ. dipl. inž. geol.</b> IRGO Consulting d.o.o.
	<b>Meta Križaj, dipl. okol. teh.</b> IRGO Consulting d.o.o.
	<b>Saša Galuf, univ. dipl. inž. grad.;</b> <b>IZS PI G-2878</b> IRGO Consulting d.o.o.

Številka odseka	Arhivska št.	Faza / objekt	Šifra priloge	Prostor za črtno kodo
ZG1000		007.2121	S.2	



**S.3.2****Kazalo vsebine načrta**

<b>S</b>	<b>SPLOŠNI DEL</b>
S.1	Osnovni podatki o načrtu
S.1	Naslovna stran načrta – OBRAZEC 1C
S.2	Seznam sodelavcev pri izdelavi načrta
S.3.2	Kazalo vsebine načrta
<b>T</b>	<b>TEHNIČNI DEL</b>
T.1	Tehnično poročilo s prilogami

Številka odseka	Arhivska št.	Faza / objekt	Šifra priloge	Prostor za črtno kodo
ZG1000		007.2121	S.3.2	

<b>T.1</b>	<b>TEHNIČNO POROČILO S PRILOGAMI</b>
------------	--------------------------------------

Številka odseka	Arhivska št.	Faza / objekt	Šifra priloge	Prostor za črtno kodo
ZG1000		007.2121	T.1	

**GEOTEHNIČNO POROČILO ZA SANACIJO SPLAZELE BREŽINE NA  
PROGI ŠT. 20 LJUBLJANA-JESENICE-D.M. OD KM 597+600 DO KM  
598+360**

<b>Projekt</b>	Izvedba geološko-geomehanskih del, izdelava geološko geomehanskega poročila in izvedbenega načrta trajne zaščite brežine od km 597+600 do km 598+360 na progi št. 20 Ljubljana - Jesenice - d.m.
<b>Številka projekta</b>	3027578
<b>Vrsta projektne dokumentacije</b>	IZN
<b>Naročnik</b>	SLOVENSKE ŽELEZNICE-INFRASTRUKTURA D.O.O. Kolodvorska ulica 11 1000 Ljubljana
<b>Izdellovalec poročila</b>	IRGO Consulting d.o.o. Slovenčeva cesta 93 SI-1000 Ljubljana
<b>Odgovorna oseba</b>	dr. Vlado Vukadin, univ. dipl. inž. geol.
<b>Pooblaščen inženir</b>	mag. Brane Merhar, univ. dipl. inž. geol., PI RG0-104
<b>Avtorji in sodelavci</b>	Franc Čadež, u.d.i.geol. Meta Križaj, d. okol. teh. Saša Galuf, u.d.i.grad.
<b>Številka poročila</b>	3027592
<b>Datum izdelave poročila</b>	Oktober 2024

## Kazalo vsebine

## POROČILO O RAZISKAVAH

<b>1</b>	<b>UVOD</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>TERENSKÉ RAZISKAVE</b>	<b>4</b>
2.1	Predhodne raziskave	4
2.2	Inženirsko - geološko kartiranje	4
2.3	Vrtalno – sondažna dela	4
2.4	Geotehnične meritve v vrtini	5
2.4.1	Standardni penetracijski testi (SPT)	5
2.4.2	Meritve z ročnim penetrometrom	5
2.4.3	Meritve nivoja podzemne vode	6
2.5	Terenske geotehnične meritve - DPL sondaže	6
<b>3</b>	<b>LABORATORIJSKE PRESIKAVE</b>	<b>6</b>

## GEOTEHNIČNO POROČILO

<b>4</b>	<b>INŽENIRSKO GEOLOŠKE IN HIDROGEOLOŠKE RAZMERE</b>	<b>7</b>
4.1	Geografsko-geomorfološki opis prostora	7
4.2	Geološke razmere na širšem prostoru	7
4.3	Inženirsko-geološke in hidrogeološke razmere na območju sanacije plaz	8
4.3.1	Vzroki za nastanek plaz	9
4.4	Inženirsko-geološke razmere na celotnem obravnavanem območju	9
4.5	Značilni inženirsko-geološki sloji na območju sanacije plaz	9
<b>5</b>	<b>ANALIZA TERENSKIH GEOTEHNIČNIH MERITEV</b>	<b>10</b>
5.1	Standardni penetracijski testi (SPT)	10
5.2	Meritve enosne tlačne trdnosti z ročnim penetrometer	11
5.3	DPL sondaže	11
5.4	Laboratorijske preiskave	11
<b>6</b>	<b>KARAKTERISTIČNE VREDNOSTI GEOMEHANSKIH PARAMETROV TIPIČNIH GEOLOŠKIH SLOJEV</b>	<b>11</b>
<b>7</b>	<b>GEOTEHNIČNI POGOJI SANACIJE PLAZ IN OPOZORILA PROJEKTANTU</b>	<b>13</b>
<b>8</b>	<b>ZAKLJUČEK</b>	<b>13</b>

## Kazalo preglednic

Preglednica 1: Osnovni podatki o izvedeni vrtini	4
Preglednica 2: Rezultati SPT testov	5
Preglednica 3: Rezultati meritev z ročnim penetrometrom	5
Preglednica 4: Nivo podzemne vode v vrtini po končanem vrtanju	6
Preglednica 5: Koordinate DPL sondaž in globina izvedenih meritev	6
Preglednica 6: Izvedene laboratorijske preiskave	6
Preglednica 7: Značilni geološki sloji na območju sanacije plaz	9
Preglednica 8: Vrednosti SPT testov ( $N_{10}$ ) glede na tip zemljine	10
Preglednica 9: Ocenjene karakteristike (gostotno stanje, strižni kot) na osnovi rezultatov SPT testov	10
Preglednica 10: Rezultati laboratorijskih preiskav plasti gline, ki leži med globinama 4-14m	11

## Kazalo slik

Slika 1: DOF obravnavanega območja z označeno lokacijo plazu.....	7
Slika 2: OGK z označeno lokacijo plazu.....	8
Slika 3: Pogled na območje plazu. ....	8
Slika 4: Kontrola stabilnosti brežine v obstoječem stanju: $F_s=1,04$ .....	12

## Kazalo grafičnih prilog

1	Inženirsko-geološka karta pobočja nad železniško progo med st. km 597+600 do km 598+360
2	Detajlna inženirsko-geološka karta plazu v profilu P6
3	Prečni inženirsko-geološki prerez P6
4	Prečni inženirsko-geološki prerez P8
5	Prečni inženirsko-geološki prerez P10
6	Prečni inženirsko-geološki prerez P15
7	Prečni inženirsko-geološki prerez P21
8	Prečni inženirsko-geološki prerez P27
9	Prečni inženirsko-geološki prerez P31
10	Prečni inženirsko-geološki prerez P36

## Kazalo prilog

P.1	Geotehnični popis vrtine in fotografije jedra vrtine
P.2	Poročilo o terenskih geotehničnih preiskavah z dinamičnim penetrometrom (št. p. 3027228)
P.3	Poročilo o laboratorijskih preiskavah (št. p. 3027440)

## 1 UVOD

V sklopu izdelave projektne dokumentacije IZN sanacije plazů ob glavni ŹelezniŹki progi Ljubljana-Jesenice v kraju Spodnja Besnica smo izvedli geoloŹsko-geomehanske raziskave. Raziskave so obsegale inŹenirsko-geoloŹsko in hidrogeoloŹsko kartiranje terena nad ŹelezniŹko progo med st. km 597+600 do km 598+360 ter na lokaciji plazů, sondaŹno vrtanje, izvedbo geotehniĹnih sondaŹ in laboratorijske preiskave. Raziskave so bile izvedene v mesecih avgust-oktober 2024.

To poroĹilo je sestavljeno iz dveh delov. Prvi del predstavlja *PoroĹilo o raziskavah* v katerem so navedene in opisane raziskave, ki smo jih izvedli. Drugi del poroĹila predstavlja *GeotehniĹno poroĹilo v katerem* podajamo inŹenirsko-geoloŹske, hidrogeoloŹske in geotehniĹne razmere, ki bodo nastopile pri sanaciji oziroma naĹrtovanih posegih v breŹini.

## 2 TERENSKE RAZISKAVE

Terenske preiskave so bile razdeljene v dve fazi. V prvi fazi je bilo opravljen inŹenirsko-geoloŹski pregled celotnega poboĹja nad ŹelezniŹko progo od st km 597+600 do km 598+360. V drugi fazi smo na obmoĹju plazů izvedli sondaŹno vrtino s pripadajoĹimi meritvami v vrtini in Źest (6) geotehniĹnih sondaŹ.

### 2.1 Predhodne raziskave

Na obmoĹju naĹrtovane sanacije v preteklosti ni bilo izvedenih inŹenirsko-geoloŹskih raziskav. Osnovne podatke o geoloŹski sestavi ŹirŹega prostora smo povzeli iz Osnovne geoloŹske karte (OGK).

### 2.2 InŹenirsko - geoloŹsko kartiranje

InŹenirsko-geoloŹsko kartiranje je obsegalo pregled breŹin (evidentiranje nestabilnih delov breŹin) ter popis izdankov kamnin ali zemljin. Rezultati kartiranja so prikazani na inŹenirsko-geoloŹski karti (IG) v prilogi 1 in 2 ter opisani v nadaljevanju v poglavju 4.

### 2.3 Vrtalno – sondaŹna dela

Na zgornjim odlomnim robom plazů, tik ob robu asfaltiranega platoja je bila zavrtana 1 vrtina globine 25m. Vrtalna dela je izvajalo podjetje GRI Investicije d.o.o. z vrtalno garnituro Fraste. Vrtanje je potekalo rotacijsko, s 100% jedrovanjem. Med vrtanjem so bili v razliĹnih globinah izvedeni standardni penetracijski preizkusi (SPT). Jedro je bilo v Ĺasu vrtanja shranjeno v zabojih in zaŹĹiteno pred atmosferskimi vplivi. V Ĺasu vrtanja smo izvajali geoloŹsko spremljavo vrtalnih del. V okviru spremljave je bilo jedro popisano, klasificirano in fotografirano. Odvzeti so bili karakteristiĹni vzorci jedra vrtin za laboratorijske preiskave.

Osnovni podatki o vrtini so prikazani v preglednici 1. Lokacija vrtine je prikazana in IG karti v prilogi 2, , geotehniĹni profili in fotografije jedra vrtin pa v prilogi P.1.

*Preglednica 1: Osnovni podatki o izvedeni vrtini.*

Źt.	Oznaka	Globina [m]	Koordinate		Z [m]	Lokacija
			D96Y	D96X		
1	BES-1	25	447451,96	124084,76	383,75	Nad odlomnim robom

## 2.4 Geotehnične meritve v vrtini

### 2.4.1 Standardni penetracijski test

V sklopu raziskovalnih del smo izvedli standardne penetracijske teste (SPT), ki se uporablja za oceno trdnostnih in deformabilnostnih karakteristik zemljin. Meritve so bile izvedene skladno s standardom SIST EN ISO 22476-3:2005. Uporabljena je bila penetracijska oprema za katero znaša korekcijski prenos energije ( $E_r/60$ )  $k_{60}=1,020$ . Skupno je bilo izvedenih 10 testov. Rezultati SPT preiskav so bili izrednoteni ob upoštevanju zahtev standarda SIST EN 1997-2: 2007 (Geotehnično projektiranje – 2. del: Preiskovanje in preizkušanje tal). V spodnji preglednici podajamo izmerjeno število udarcev  $N$  in korigiranih vrednosti  $N_{60}$  in  $(N_1)_{60}$ , ter iz njih izhajajoče gostotno ali konsistenčno stanje zemljin. Rezultati meritev so podani tudi v geotehničnem profilu vrtine v prilogi P.1.

Preglednica 2: Rezultati SPT testov.

VRTINA	GLOBALNA	N	P	$(N_1)_{60}$	USCS	GOSTOTNO STANJE
	[m]	[udarci]	[cm/60ud]	[ud]	klasifikacija	
BES-1	1	31	-	50	GP-GM	zelo gosto
	3	-	29	-	GP-GM	-
	5	11	-	15	CL	težko gnetno
	7	18	-	20	CL	težko gnetno
	9	20	-	21	CL	težko gnetno
	11	23	-	22	CL	težko gnetno
	13	31	-	28	CL	trdno
	15	-	24	-	GM	-
	17,5	29	-	22	CL	trdno
	19	42	-	31	GC	zelo gosto

### 2.4.2 Meritve z ročnim penetrometrom

Na glinenih delih jedra vrtine smo izvajali meritve z ročnim penetrometrom za določitev enoosne tlačne trdnosti. Rezultati meritev so prikazani v spodnji preglednici in v geotehničnem profilu vrtine v prilogi P.1.

Preglednica 3: Rezultati meritev z ročnim penetrometrom.

VRTINA	GLOBALNA	$Q_u$	KONSISTENČNO STANJE
	[m]	(kPa)	
BES-1	4,5-7,0	220-350	trdno
	7,5	130	težko gnetno
	8,0	50	srednje gnetno
	8,5	220	trdno
	9,0	150	težko gnetno
	9,5-11,5	200-350	trdno
	12,0	130	težko gnetno
	12,5	240	trdno
	13,0-14,0	120-150	težko gnetno
	18,0	250	trdno
	18,5	180	težko gnetno
	18,9	250	trdno

### 2.4.3 Meritve nivoja podzemne vode

Po končanem vrtanju se je v vrtini izmeril nivo podzemne vode. Rezultati meritev so prikazani v spodnji preglednici in v geotehničnih profilih vrtin v prilogi P.1.

*Preglednica 4: Nivo podzemne vode v vrtini po končanem vrtanju.*

Oznaka vrtine	Globina vode v vrtini (m)
BES-1	21,6

### 2.5 Terenske geotehnične meritve - DPL sondaže

Na območju plazu smo za določitev slojevitosti tal oziroma globine preperele zemljine izvedli 6 sondaž z lahkim dinamičnim penetrometrom (DPL). Osnovni podatki o sondažah so prikazani v spodnji preglednici. Lokacije sondaž so prikazane na inženirsko-geološki karti v prilogi 2. Poročilo o izvedenih sondažah skupaj z grafičnimi izrisi meritev se nahaja v prilogi P.2.

*Preglednica 5: Koordinate DPL sondaž in globina izvedenih meritev.*

Oznaka sondaže	Globina [m]	D96Y	D96X	Z [m.n.v.]
DPL-1	7,7	447461,78	124087,46	377,5
DPL-2	5,8	447463,23	124081,09	376,5
DPL-3	2,1	447471,65	124089,95	370,0
DPL-4	1,8	447473,31	124082,33	369,0
DPL-5	1,3	447478,31	124090,50	365,5
DPL-6	3,7	447479,21	124083,65	365,0

## 3 LABORATORIJSKE PRESIKAVE

Laboratorijske preiskave zemljin so se izvajale v laboratoriju IRGO. Preiskave so bile opravljene po standardu SIST EN 1997-2:2007; Evrokod 7: Geotehnično projektiranje – 2. del, Preiskovanje in preizkušanje tal. Laboratorijske preiskave so bile osredotočene na preiskave strižno-deformacijske karakteristike glinenega sloja. Število posameznih preiskav je razvidno iz spodnje preglednice.

*Preglednica 6: Izvedene laboratorijske preiskave.*

VRSTA PREISKAV	IZVEDENE PREISKAVE
Vlažnost w	2
Prostorninska teža $\gamma$	2
Atteberg $w_L$ , $w_p$	2
Direktni strig $\varphi'$ , $c'$	2

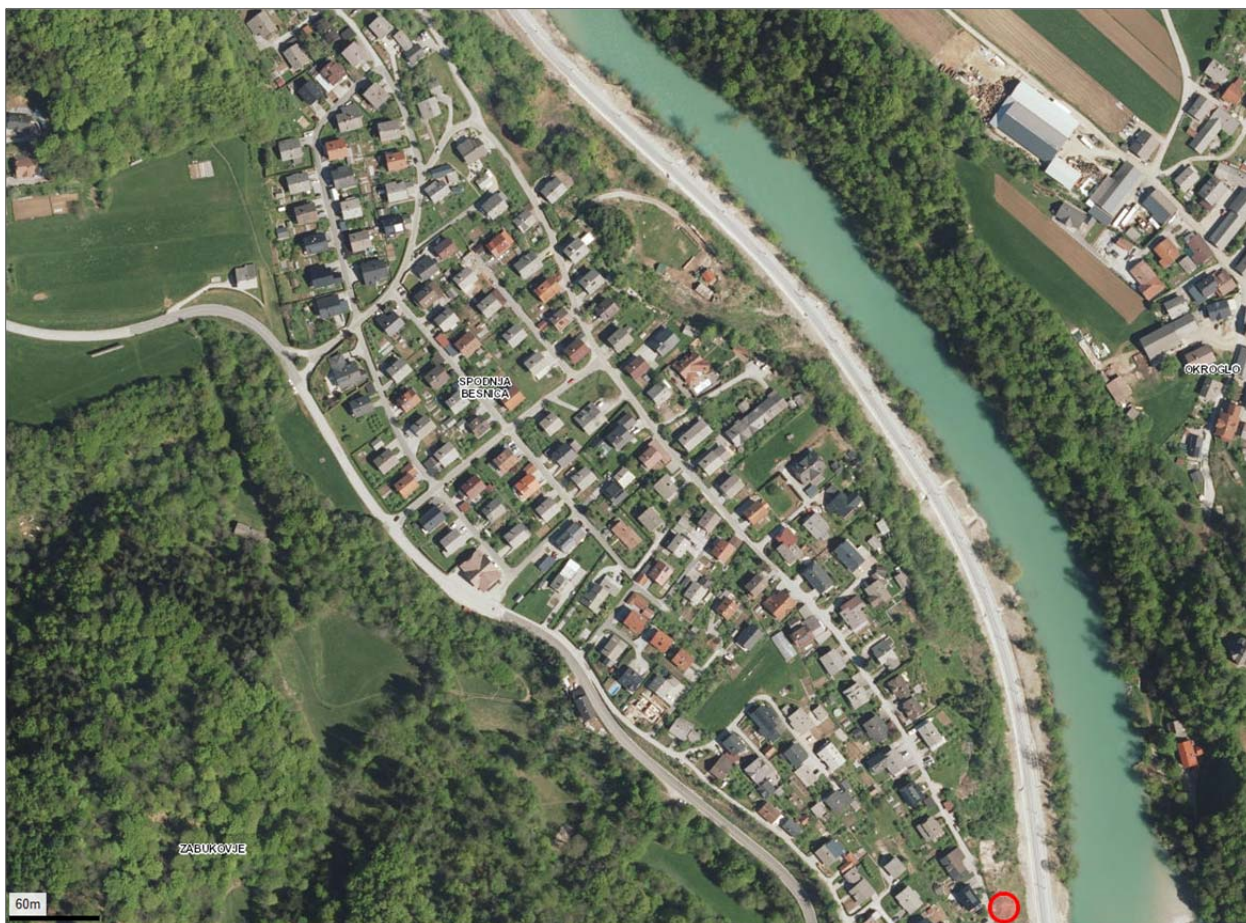
Podrobni rezultati meritev skupaj z grafičnimi izpisi in interpretacijo izmerjenih vrednosti so podani prilogi P.3.



## 4 INŽENIRSKO GEOLOŠKE IN HIDROGEOLOŠKE RAZMERE

### 4.1 Geografsko-geomorfološki opis prostora

Železniška proga Ljubljana-Jesenice poteka na obravnavanem območju ob vznožju pobočja na katerem se nahaja naselje Spodnja Besnica. Cca 10-20m desno od proge začenja struga reke Save. Zgornji rob pobočja leži na nadmorski višini 370-385 m, proga ob vznožju pa na višini okoli 365m (slika 1). Na lokaciji plazu je proga delno vrezana v pobočje hriba zato je brežina varovana z opornim zidom.

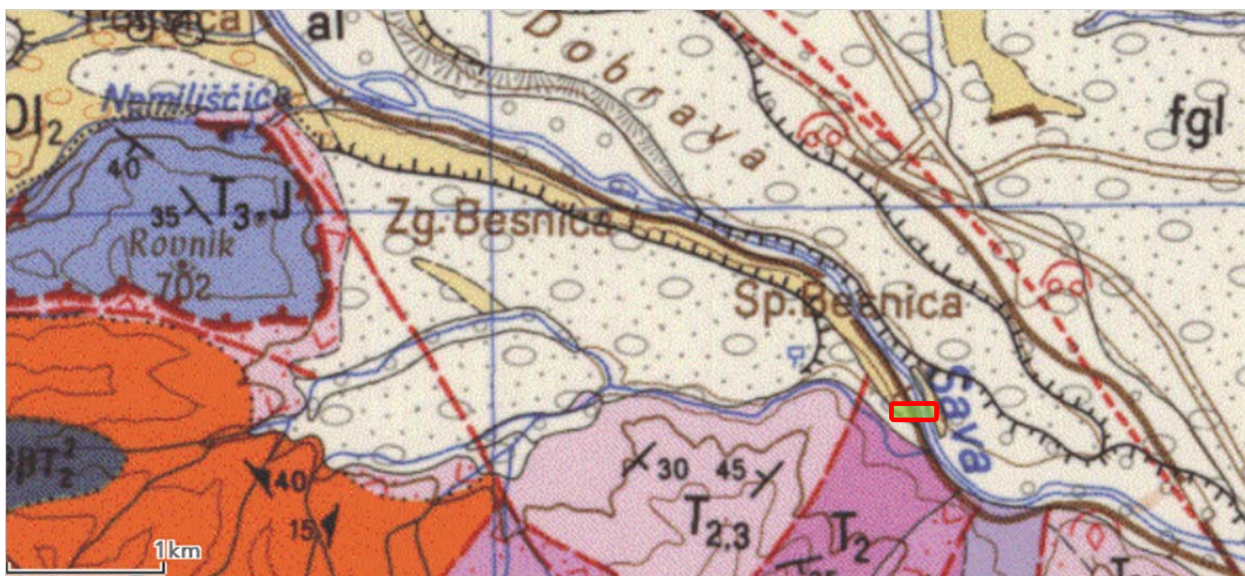


Slika 1: DOF obravnavanega območja z označeno lokacijo plazu.

### 4.2 Geološke razmere na širšem prostoru

Geološke razmere širšega prostora povzemamo iz Osnovne geološke karte (OGK). Že omenjeno pobočje sestavlja konglomeratni zasip (**fgl**), ki sestoji iz prod, melja, gline in slabo do dobro vezanega konglomerata. Ta material se meša z nanosi pritokov reke Save (**al**) V podlagi nahaja oligocenska morska glina-sivica (**OL<sub>2</sub>**), ki pa z vrtno ni bila navrtana. Geološka sestava širšega prostora je prikazana na sliki2. Na njej je označena tudi lokacija splazitve.





Slika 2: OGK z označeno lokacijo plazu.

#### 4.3 Inženirsko-geološke in hidrogeološke razmere na območju sanacije plazu

Železniška proga je na obravnavanem območju "vrezana" v pobočje, ki je nastalo z erodiranjem reke Save. Proga na območju plazu poteka tik pod pobočjem zaradi česar se je med gradnjo proge brežino v spodnjem delu zavarovalo z opornim zidom. Nestabilno pobočje nad zidom je dokaj strmo z naklonom 35°. Po splazitvi je bilo prekrito s folijo. Nad zgornjim robom pobočja je speljana asfaltirana cesta, ki rahlo visi (je nagnjena) v smeri proti območju plazu. Levo od ceste se nahajajo stanovanjske hiše, dobrih 100m pred plazom začenjajo tudi na desni strani.



Slika 3: Pogled na območje plazu.

Geološka sestava terena na območju plazu je določena na osnovi geološke karte, vrtnice zavrtane tik nad odlomnim robom in geotehničnih sondaž izvedenih po pobočju plazu. Sestava terena je prikazana na prečnem inženirsko-geološkem prerezu P.6, v prilogi 3. Raziskave so pokazale, da zgornji del pobočja do globine 4m sestavlja plast

peščenega proda (GP), ki je deloma vezan v konglomerat. Pod njo leži 10m debela plast težkognetne do trdne gline s prehodi v zaglinjen melj (CL-ML). Pod glino leži na globini 14,3m zopet plast zameljenega proda, ki globlje prehaja v peščen prod. V tej plasti je bila na globini 17,6m navrtana še 1,4m debela plast gline.

Med vrtanjem je bil zabeležen izrazito omočen sloj gline v debelini 30cm na kontaktu prod-glina na globini 4m. Sicer pa se je podzemna voda po končanem vrtanju se je nahajala na globini 21,6m.

Geotehnične sondaže so pokazale da je glina v zgornjem delu pobočja preperela do globine 2-2,5m. Ocenjujemo, da stik preperela/nepreperela glina predstavlja tudi drsno ploskev po kateri je prišlo do splazitve. Glede na dejstvo, da zid na območju plazu ni bistveno poškodovan in da je splazel material nanese preko zidu na progo ocenjujemo, da drsina ne poteka pod temelji zidu pač pa se v spodnjem delu pobočja izklini pri vrhu (kroni) zidu.

#### 4.3.1 Vzroki za nastanek plazu

1. Padavinska voda se preceja skozi prodnato plast in nato navzdol po pobočju zateka v plast gline, jo moči ter tako znižuje strižni kot in kohezijo.
2. Meteorna voda z asfaltirane ceste in platoja teče v smeri proti območju splazitve in se tam razliva po pobočju.
3. Meteorna voda iz streh hiš in kanalizacije se izteka prosto po pobočju.

#### 4.4 Inženirsko-geološke razmere na celotnem obravnavanem območju

Pregledano je bilo pobočje nad progo med profili P1 in P41 (km 597+600-k m 598+400). Pobočje sestavljajo menjajoče se plasti proda in dobro do slabo vezanega konglomerata. Med navedenimi plasti se pojavljajo različno debele plasti gline in zaglinjenega melja. Debelina in obseg plasti proda in konglomerata se vzdolž pregledanega območja spreminja (varira) tako po vertikali kot v vzdolžni smeri.

Na mestih kjer se glina v pobočju pojavlja v večjem obsegu dotoki vode v preteklosti kot tudi sedaj povzročajo nestabilnosti in nastanek manjših plazov (fosilnih) ali usadov. Po podatkih domačinov je bilo eno izmed takšnih območji cca 15 let nazaj med st km 597+860 do 597+900 že sanirano. **Na območju profila P27 (st. km 598+120 pa je bil zabeležen tudi aktiven plaz širine 15m. Splazel material je dosegel krono zidu.** Manjši usad širine cca 10m, ki je trenutno prekrit s folijo se pojavlja še v profilu P12.

Ocenjujemo, da je generalno stanje pregledanega pobočja stabilno in ne ogroža železniške progo, razen na že navedenem mestu (okolica profila P27) kjer se pojavlja plaz, ki ga bo potrebno sanirati.

#### 4.5 Značilni inženirsko-geološki sloji na območju sanacije plazu

Raziskave so pokazale, da na območju plazu nastopajo tipične zemljine kot je navedeno v spodnji preglednici 2.

*Preglednica 7: Značilni geološki sloji na območju sanacije plazu.*

Oznaka sloja	Material	Opis
NA	Nasip	Nasip železniške proge
GP	Prod	Peščen prod s prehodi v slabo vezan konglomerat (zgornji sloj)
GM, GC	Prod	Zameljen do zaglinjen prod (spodnji sloj)
CL, ML	Glina	Meljna glina s prehodi v zaglinjen melj, težkognetna do trdna
	Preperina	Preperel material; razrahljan moker prod in razmočena glina (splazel material)

## 5 ANALIZA TERENSKIH GEOTEHNIČNIH MERITEV

### 5.1 Standardni penetracijski testi (SPT)

Osnovni rezultati meritev so podani v preglednici 2. Preglednica 8 pa prikazuje obdelavo rezultatov SPT testov  $(N_1)_{60}$  glede na material, v katerem so bili izvedeni testi.

Preglednica 8: Vrednosti SPT testov  $(N_1)_{60}$  glede na tip zemljine.

Vrtina	Globina (m)	MATERIAL		KONSISTENČNO/ GOSTOTNO STANJE
		Glina, melj (CL) $N_{60}$	Prod (GP-GM, GM, GC) $(N_1)_{60}$	
BES-1	1		50	zelo gosto
	3		29cm	-
	5	15		teško gnetno
	7	20		teško gnetno
	9	21		teško gnetno
	11	22		teško gnetno
	13	28		trdno
	15		24cm	-
	17,5	22		trdno
	19		31	zelo gosto

Statistična obdelava meritev

n	6
min.	15
max.	28
POVP	21
STDEV	4,2
95% stopnja zaupanja	16

Materialne karakteristike ocenjujemo skladno s preglednico 3 (Skempton 1986) in enačbami (1) in (2).

Preglednica 9: Ocenjene karakteristike (gostotno stanje, strižni kot) na osnovi rezultatov SPT testov.

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

Korelacija za oceno edometerskega modula stisljivosti (Begemann, 1974):

$$E_{oed} = 4 + c \cdot ((N_1)_{60} - 6) \quad (\text{za } (N_1)_{60} > 15) \quad [\text{MPa}] \quad (1)$$

$$E_{oed} = c \cdot ((N_1)_{60} + 6) \quad (\text{za } (N_1)_{60} < 15) \quad [\text{MPa}] \quad (2)$$

$c = 0,3$  za drobne peske in peske z meljem

$c = 1,2$  za grušč/prod s peskom

#### ▪ **Prod**

V zgornjem 4m debelem sloju proda je sta bila izvedena 2, v spodnjem na globini 19m pa en test. Glede na število testov ocena karakteristik prodnatega sloja ni povsem relevantna. Rezultati sicer nakazujejo da sta oba sloja tako vrhnji, kot spodnji v zelo gostem stanju.

#### ▪ **Glina, zaglinjen melj**

Rezultati SPT kažejo, da je sloj gline s prehodi v zaglinjen melj teško gnetne do trdne konsistence.

## 5.2 Meritve enoosne tlačne trdnosti z ročnim penetrometer

Na glinenih delih jedra vrtin so se izvajale meritve z ročnim penetrometrom za oceno enoosne tlačne trdnosti  $Q_u$  in določitve konsistentnega stanja. Rezultati meritev so podani v preglednici 2 in prikazani v geotehničnem profilu vrtine.

Meritve kažejo, da je glinen sloj, ki leži med globinama 4-14m pretežno težko gnetne do trdne konsistence, v manjšem delu pa srednje gnetne. Večina izmerjenih vrednosti enoosne tlačne trdnosti znaša med 130-250kPa.

## 5.3 DPL sondaže

Za določitev globine preperle zemljine smo na območju plazu izvedli 6 sondaž z lahkim dinamičnim penetrometrom (DPL). Meritve kažejo, da je globina preperine v zgornjem delu plazu nekje med 2-2,5m, v spodnjem pa med 1,3-3,5m.

## 5.4 Laboratorijske preiskave

V pregledni 10 so prikazani rezultati laboratorijskih preiskav glinenega sloja, ki leži med globinama 4-14m.

Preglednica 10: Rezultati laboratorijskih preiskav plasti gline, ki leži med globinama 4-14m.

Vzorec					Vlaga	Prost. teža	Prostorninska gostota		Konsistenčni meji		Indeks plast.	Indeks kons.	Strižna trdnost $\tau$ (kPa) (neposredni strig)	
Zap. št.	Oznaka vzorca	Vrtina	Interval globine	Klasifikacija vzorca USCS			Naravna	Suha	Plast.	Židk.			Intakten	
					w	$\gamma$	$\rho$	$\rho_d$	$w_p$	$w_L$	$I_p$	$I_c$	Kot notranjega trenja	Kohezija
			(m)		%	kN/m <sup>3</sup>	Mg/m <sup>3</sup>	Mg/m <sup>3</sup>	%	%	%	-	$\phi'$ °	$c'$ kPa
-	-	-	(m)	-										

1	L24_31_1	BES-1	6,4-6,6	CL,pusta glina	23,5	20,18	2,06	1,67	21	34	13	0,81	29,5	12
2	L24_31_2	BES-1	7,25-7,6	CL,pusta glina	25,0	20,11	2,05	1,64	21	36	15	0,74	26,5	14

Iz preiskav strižne trdnosti dveh vzorcev lahko ocenimo, da je glina težkognetna ter da ima povprečno vrednost strižnega kota  $28^\circ$  in kohezije 13kPa.

## 6 KARAKTERISTIČNE VREDNOSTI GEOMEHANSKIH PARAMETROV TIPIČNIH GEOLOŠKIH SLOJEV

Na osnovi rezultatov meritev prikazanih v predhodnih točkah in inženirske presoje smo značilnim geološkim slojem, ki se pojavljajo na območju plazu določili karakteristične vrednosti geomehanskih parametrov, kot je prikazano v nadaljevanju.

### ▪ GP Peščen prod s prehodi v slabo vezan konglomerat zgornji sloj

- prostorninska teža  $\gamma = 21 \text{ kN/m}^3$
- kohezija  $c = 1 \text{ kPa}$
- strižni kot  $\phi = 35^\circ$
- modul stisljivosti  $E_{\text{od}} = 25 \text{ MPa}$



▪ **CL, ML Zameljen do zaglinjen prod 8spodnji sloj**

- prostorninska teža  $\gamma = 21 \text{ kN/m}^3$
- kohezija  $c = 2 \text{ kPa}$
- strižni kot  $\varphi = 38^\circ$
- modul stisljivosti  $E_{\text{od}} = 30 \text{ MPa}$

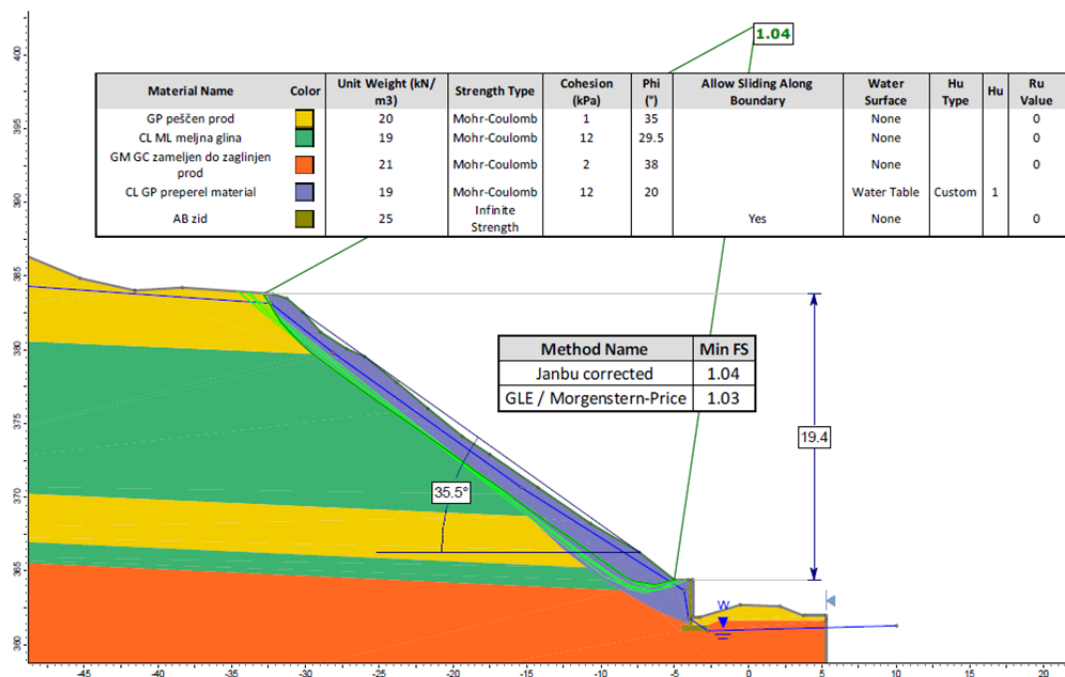
▪ **CL, ML Meljna glina s prehodi v zaglinjen melj**

- konsistenca težko gnetna do trdna
- prostorninska teža  $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
- kohezija  $c = 12 \text{ kPa}^*$
- strižni kot  $\varphi = 29,5^\circ$

\*...Vrednost določena na osnovi povratne analize

▪ **PREPERINA splazel material; razrahljan moker prod in razmočena glina oziroma glina s prodom**

Strižne karakteristike preperinskega materiala, ki je splazel in je v nestabilnem stanju smo določili s pomočjo povratne analize opravljen s programom SLIDE po metodi mejnih ravnovesij, skladno s standardom SIST EN 1997-1:2005. V analizi smo izbrali takšne karakteristike zemljin ter kritični nivo podzemne vode, da smo dobili faktor varnosti  $F_s \approx 1,0$ , kar ustreza pobočju na meji stabilnosti.



Slika 4: Kontrola stabilnosti brežine v obstoječem stanju:  $F_s = 1,04$ .

Z analizo smo dobili naslednje vrednosti:

- kohezija  $c = 12 \text{ kPa}$
- strižni kot  $\varphi = 20^\circ$

## 7 GEOTEHNIČNI POGOJI SANACIJE PLAZU IN OPOZORILA PROJEKTANTU

### ▪ Splazitev v profilu P6

Geološka sestava terena na območju plazu je neugodna. Pod vrhno 4m dobro prepustno plastjo prodra leži 10m debela sloj meljne gline in zaglinjenega melja po katerem je prišlo do splazitve. Glede na vzroke zaradi katerega je plaz nastal (navedenih v točki 4.3.1) je potrebno sanacijske ukrepe izvesti v smeri, da se prepreči nadaljnje preperevanje glinenega sloja ter erozijo pobočja. Zaradi navedenih pojavov prihaja do nestabilnosti v pobočju in spiranja preperelega materiala v smeri proti železniški progi. Predlagamo naslednje sanacijske ukrepe:

- **Osnova za stabilizacijo brežine je, da se uredi odvodnjavanje območja.** Padavinska voda z obstoječe ceste se sedaj prosto prelija po brežini-potrebno jo je kanalizirati in odvesti po pobočju do najbližjega prepusta pod železnico. Prav tako je potrebno meteorno vodo iz obstoječe kanalizacije kontrolirano odvesti po pobočju. Del do že navedenega prepusta in sicer v volumnu, ki ga je prepust zmožen sprejeti, ostalo kanalizacijsko vodo iz naselja pa je potrebno odvesti v prepuste, ki so ob progi gorvodno od plazu.
- Protierozijske mreže za preprečitev napredovanja preperevanja gline in erozijskega delovanja.
- Tik za obstoječim zidom naj se izvede varovanje na način, da se prepreči odnašanje/spiranje materiala s pobočja preko zida na železniško progo.

### ▪ Aktivni plaz v profilu P27

Na območju profila P27 je aktiven plaz širine cca 15m kot je prikazano na inženirsko-geološki karti. Vzrok za plazenje je izvir nad plazom (manjši izvir se pojavlja še v spodnjem delu), verjetno pa tudi neurejena odvodnja obstoječe kanalizacije, ki se prosto razliva po pobočju. Predlagamo, da se v prvi fazi voda iz obeh izvirov kontrolirano odvede po pobočju izven nestabilnega terena in uredi varovanje na način, da se prepreči odnašanje/spiranje materiala s pobočja preko zida na železniško progo.

## 8 ZAKLJUČEK

Na območju železniške proge št. 20 Ljubljana - Jesenice - d.m. med st. km 597+600 do km 598+360, v kraju Spodnja Besnica smo izvedli geološko-geomehanske raziskave. Raziskave so obsegale inženirsko-geološko in hidrogeološko kartiranje pobočja nad železniško progo med že navedenima stacionažama ter na lokaciji plazu, sondažno vrtanje (1 vrtina) izvedbo geotehničnih sondaž (6 kom) in laboratorijske preiskave

Sondažna dela na območju plazu so pokazala neugodno sestavo tal saj pod vrhno 4m dobro prepustno plastjo prodra leži 10m debela glinen sloj po katerem je prišlo do splazitve. Glavni vzrok za nastanek plazu je neurejeno odvodnjavanje in sicer padavinske vode z asfaltne ceste, ki poteka nad zgornjim robom brežine ter teče v smeri proti območja splazitve ter nekontrolirana odvodnja meteorne vode z obstoječe kanalizacije. Glede na navedene vzroke se za sanacijo plazu predlagajo ukrepi kot so navedeni v predhodni točki.

Za aktivni plaz v območju profila P27 predlagamo, da se v prvi fazi uredi odvodnja obeh izvirov, ki se pojavljata na območju plazu, terena in uredi varovanje na način, da se prepreči odnašanje/spiranje materiala s pobočja preko zida na železniško progo.

**Kazalo grafičnih prilog**

1	Inženirsko-geološka karta pobočja nad železniško progo med st. km 597+600 do km 598+360
2	Detajlna inženirsko-geološka karta plazu v profilu P6
3	Prečni inženirsko-geološki prerez P6
4	Prečni inženirsko-geološki prerez P8
5	Prečni inženirsko-geološki prerez P10
6	Prečni inženirsko-geološki prerez P15
7	Prečni inženirsko-geološki prerez P21
8	Prečni inženirsko-geološki prerez P27
9	Prečni inženirsko-geološki prerez P31
10	Prečni inženirsko-geološki prerez P36





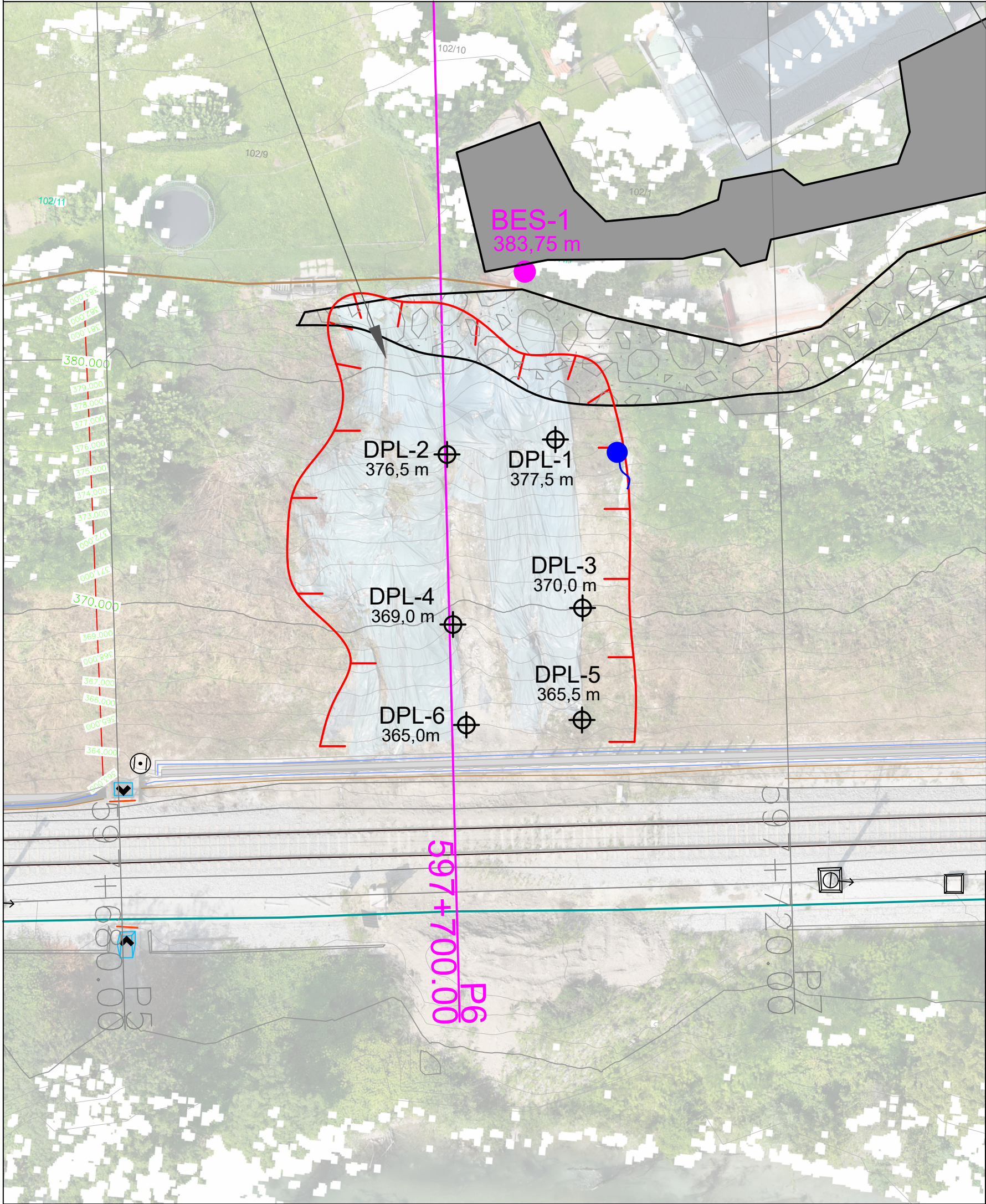
LEGENDA

- BES-1 383,75 m ● Geomehanska vrtna
- DPL-1 377,5 m ⊕ Lahki dinamični penetrometer (DPL)
- P6 597+700.00 Izrisan inženirsko geološki prerez
- ⤿ Odlomni rob aktivnega plazu
- ⤿ Odlomni rob fosilnega plazu
- ⤿ Grbinast teren
- Izvir
- Mezenje
- Močvirnato območje
- Jašek
- × × × Ograja
- Asfalt
- ▨ Nasip: biološki odpadki
- ▨ Prod do slabo vezan konglomerat
- ▨ Konglomerat

Naročnik: Slovenske železnice - Infrastruktura, d.o.o. Kolodvorska 11 1000 Ljubljana		Naziv: <b>Izvedbeni načrta trajne zaščite brežine od km 597+600 do km 598+360 na progi št. 20 Ljubljana - Jesenice - d.m.</b>	
Projektant: <b>IRGO</b> IRGO Consulting d.o.o. Slovenčeva 93 1000 Ljubljana			
Vodja projekiranja / id. št. IZS:	Jurij Cadež, univ.dipl.inž.rud. in geotehnol. / PI RG-0101	Za gradnjo:	sanacija
Nametilnik vođe projekiranja / id. št. IZS:	Elvir Muhić, mag.i.g. & dipl.inž.grad. / PI G-3568	Št. projekta:	3027578
Pooblaščen inženir / id. št. IZS:	mag. Branko Merhar, univ.dipl.inž.geol. / PI RG-0104	Št. načrta:	3027440
Sodelavci:	Meta Križaj, d.okol.teh.	Risba: Inženirsko-geološka karta pobočja nad železniško progo med st. km 597+600 do km 598+360	
Datum:	oktober, 2024	Merilo:	1:1000
		Št. nabe:	1


Vsebinska načrta je last podjetja IRGO Consulting d.o.o. Vse avtorske pravice, ki niso s pogodbo prenesene na naročnika, so pridržane. Brez pisne odobritve reprodukcija ni dovoljena.







LEGENDA


- 

Prod do slabo vezan konglomerat
- 

Asfaltirane površine
- 

Dotok vode - mazenje
- 


Izrisan inženirsko geološki prerez
- 

Odlomni rob plazu
- 

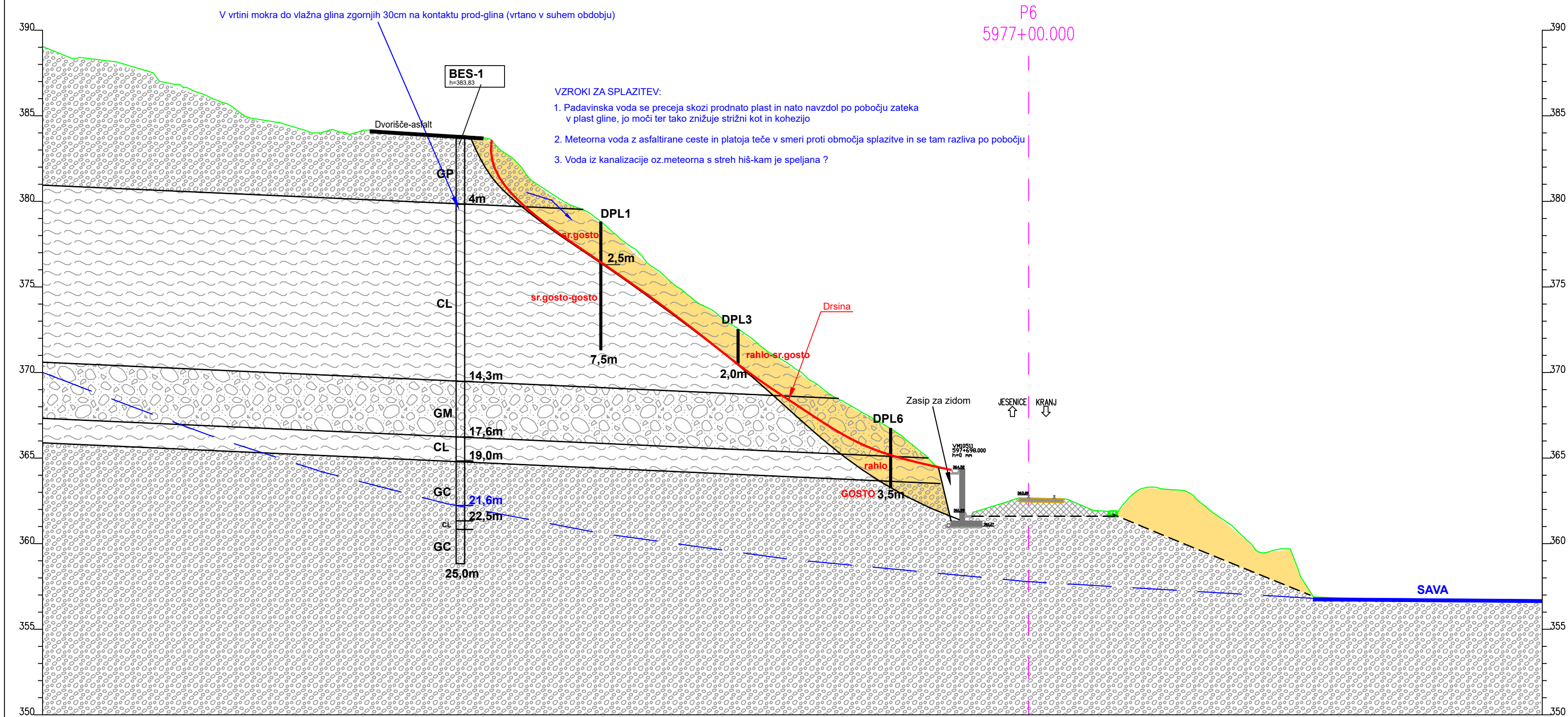
Geomehanska vrtina
- 

Lahki dinamični penetrometer (DPL)

BES-1  
383,75 m  
DPL-1  
377,5 m

Naročnik:  Slovenske železnice - Infrastruktura, d.o.o. Kolodvorska 11 1000 Ljubljana		Naziv:  <b>Izvedbeni načrta trajne zaščite brežine od km 597+600 do km 598+360 na progi št. 20 Ljubljana - Jesenice - d.m.</b>			
Projektant:  <div><b>IRGO</b> IRGO Consulting d.o.o. Slovenčeva 93 1000 Ljubljana</div>					
Vodja projektiranja / id. št. IZS:	Jurij Čadež, univ.dipl.inž.rud. in geotehnol. / PI RG-0101	Za gradnjo:	sanacija	Vrsta dokumentacije:	IZN
Namestnik vodje projektiranja / id. št. IZS:	Elvir Muhić, mag.i.g. & dipl.inž.grad. / PI G-3568	Št. projekta:	3027578	Št. načrta:	3027440
Pooblaščen inženir / id. št. IZS:	mag. Branko Merhar, univ.dipl.inž.geol. / PI RG-0104	Risba:  Inženirsko geološka karta plazu			
Sodelavci:	Meta Križaj, d.okol.teh.				
Datum:	oktober, 2024	Merilo:	1:250	Št. risbe:	2





## LEGENDA

	GP	Peščen prod, sr.gost do gost.
	CL,ML	Meljna glina s prehodi v zaglinjen melj, težkognetna do trdna.
	GM,GC	Zameljen do zaglinjen karbonatni prod, gost.
	CL,GP GM,GC	Preperel material: razrahljan-rahel, moker prod in razmočena glina.
		Splazel material, odstranjen z železniške proge.
		Nasip železniške proge
		Nivo vode po končanem vrtanju
		Geološka meja

Naročnik: Slovenske železnice - Infrastruktura, d.o.o. Kolodvorska 11 1000 Ljubljana		Naziv:  <b>Izvedbeni načrta trajne zaščite brežine od km 597+600 do km 598+360 na progi št. 20 Ljubljana - Jesenice - d.m.</b>			
Projektant: <div><b>IRGO</b> IRGO Consulting d.o.o. Slovenčeva 93 1000 Ljubljana</div>					
Vodja projekiranja / id. št. IZS:	Jurij Čadež, univ.dipl.inž.rud. / PI RG-0101	Za gradnjo:	sanacija	Vrsta dokumentacije:	IZN
Namestnik vodje projekiranja / id. št. IZS:	Elvir Muhić, mag.i.g. & dipl.inž.grad. / PI G-3568	Št. projekta:	3027578	Št. načrta:	3027440
Pooblaščen inženir / id. št. IZS:	mag. Branko Merhar, univ.dipl.inž.geol. / PI RG-0104	Risba:  Prečni inženirsko-geološki prerez P6			
Sodelavci:	Meta Križaj, d.okol.teh.				
Datum:	oktober, 2024	Merilo: 1:200		Št. risbe: 3	

Vsebinska načrta je last podjetja IRGO Consulting d.o.o. Vse avtorske pravice, ki niso s pogodbo prenesene na naročnika, so pridržane. Brez pisne odobritve reprodukcija ni dovoljena.

LEGENDA

- GP

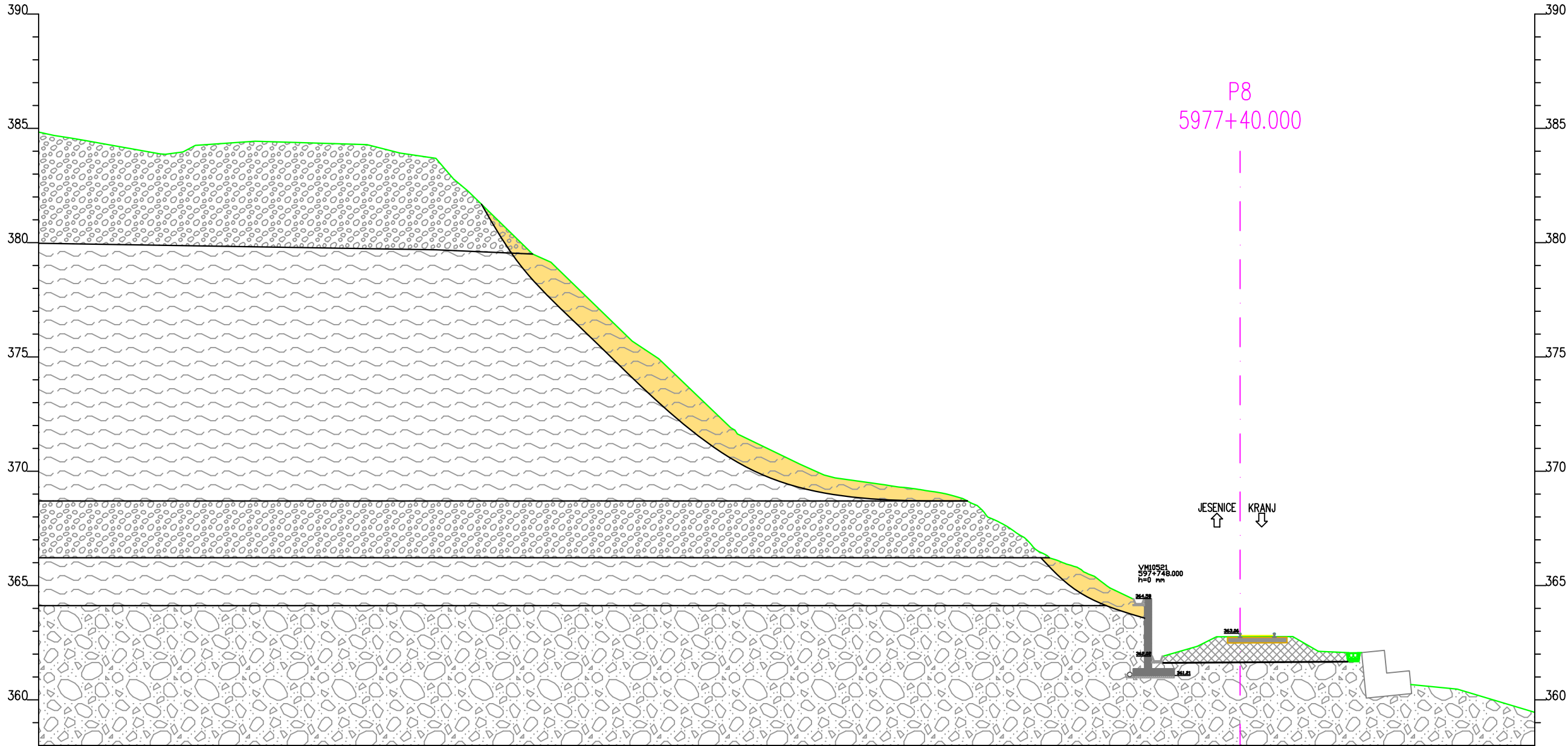
Peščen prod, sr.gost do gost.
- CL,ML

Meljna glina s prehodi v zaglinjen melj, težkognetna do trdna.
- GM,GC

Zameljen do zaglinjen karbonatni prod, gost.
- CL,GP  
GM,GC

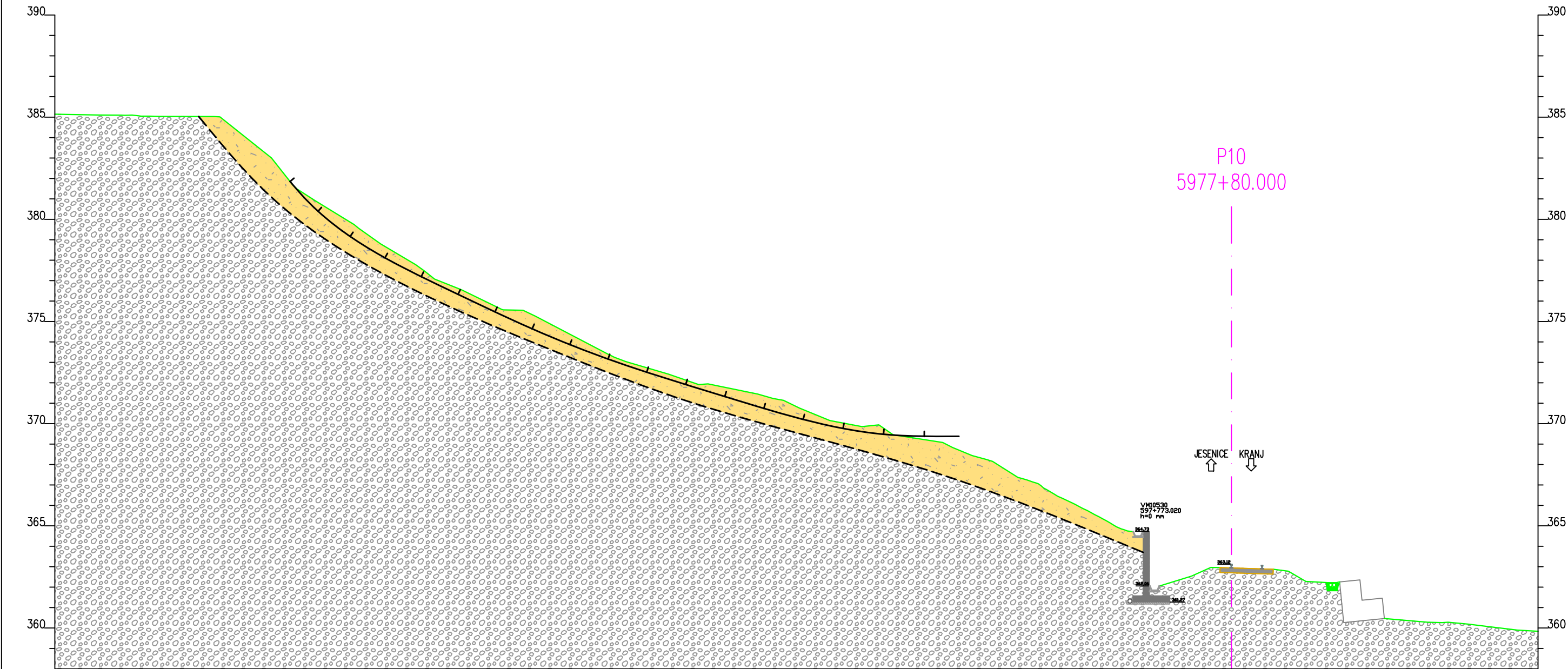
Preperel material: razrahljan-rahel, moker prod in razmočena glina.
- Nasip

železniške proge
- Geološka meja



Naročnik: Slovenske železnice - Infrastruktura, d.o.o. Kolodvorska 11 1000 Ljubljana		Naziv:  <b>Izvedbeni načrta trajne zaščite brežine od km 597+600 do km 598+360 na progi št. 20 Ljubljana - Jesenice - d.m.</b>			
Projektant: IRGO IRGO Consulting d.o.o. Slovenčeva 93 1000 Ljubljana					
Vodja projektiranja / id. št. IZS:	Jurij Čadež, univ.dipl.inž.rud. in geotehnol. / PI RG-0101	Za gradnjo:	sanacija	Vrsta dokumentacije:	IZN
Namestnik vodje projektiranja / id. št. IZS:	Elvir Muhić, mag.i.g. & dipl.inž.grad. / PI G-3568	Št. projekta:	3027578	Št. načrta:	3027440
Pooblaščen inženir / id. št. IZS:	mag. Branko Merhar, univ.dipl.inž.geol. / PI RG-0104	Risba: Prečni inženirsko-geološki prerez P8			
Sodelavci:	Meta Križaj, d.okol.teh.				
Datum:	oktober, 2024	Merilo:	1:200	Št. risbe:	4
Vsebina načrta je last podjetja IRGO Consulting d.o.o. Vse avtorske pravice, ki niso s pogodbo prenesene na naročnika, so pridržane. Brez pisne odobritve reprodukcija ni dovoljena.					





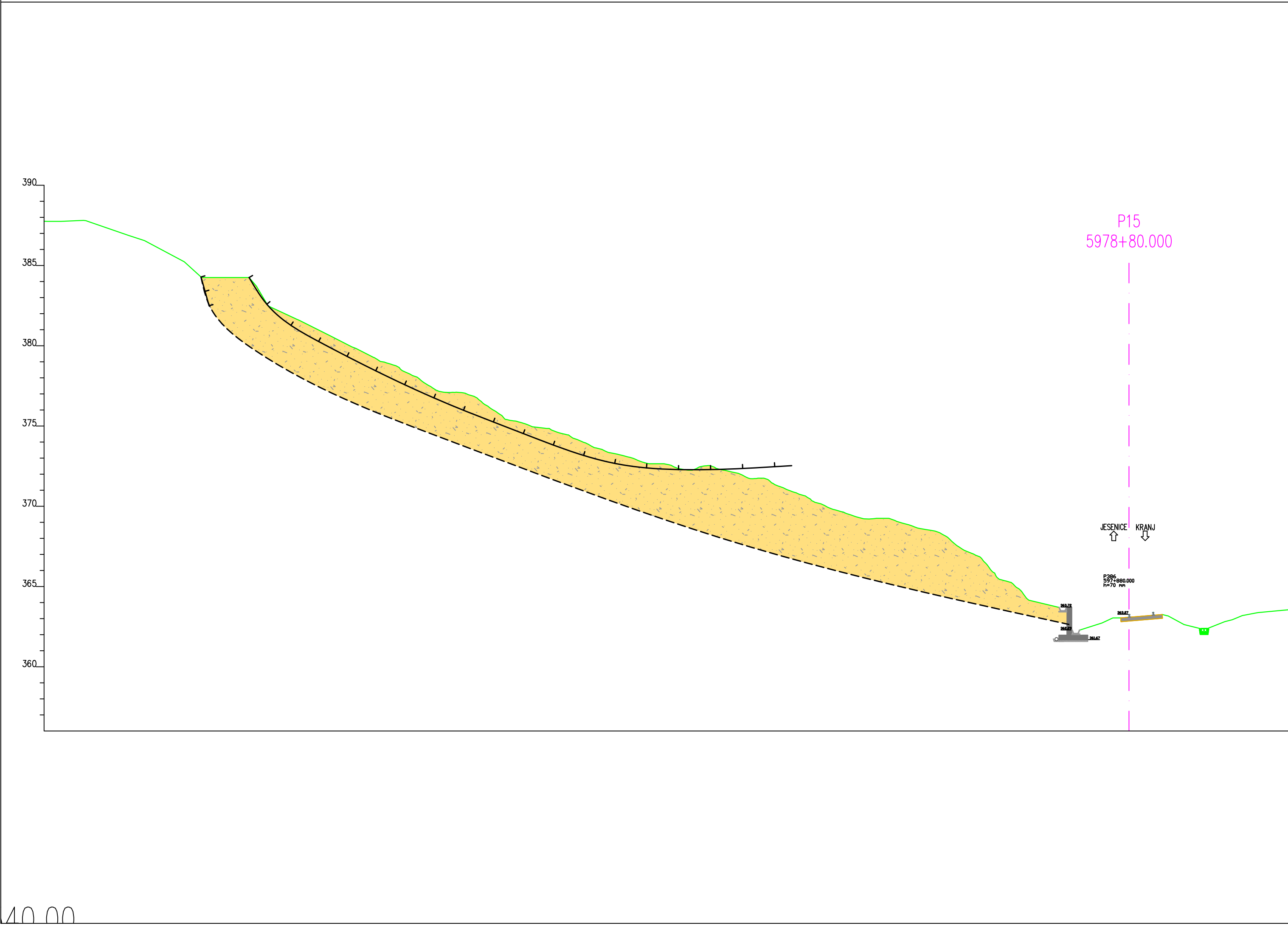
## LEGENDA

- GP

Peščen prod, sr.gost do gost.
- CL, GP  
GM, GC

Preperel material: glina s prodom in preperel konglomearat
- Domnevna geološka meja
- Potencialna drsna ploskev - fosilni plaz

Naročnik: Slovenske železnice - Infrastruktura, d.o.o. Kolodvorska 11 1000 Ljubljana		Naziv:  <b>Izvedbeni načrta trajne zaščite brežine od km 597+600 do km 598+360 na progi št. 20 Ljubljana - Jesenice - d.m.</b>			
Projektant: <div><div></div><div><b>IRGO</b> IRGO Consulting d.o.o. Slovenčeva 93 1000 Ljubljana</div></div>					
Vodja projektiranja / id. št. IZS:	Jurij Čadež, univ.dipl.inž.rud. in geotehno. / PI RG-0101	Za gradnjo:	sanacija	Vrsta dokumentacije:	IZN
Namestnik vodje projektiranja / id. št. IZS:	Elvir Muhić, mag.i.g. & dipl.inž.grad. / PI G-3568	Št. projekta:	3027578	Št. načrta:	3027440
Pooblaščen inženir / id. št. IZS:	mag. Branko Merhar, univ.dipl.inž.geol. / PI RG-0104	Risba:  Prečni inženirsko-geološki prerez P10			
Sodelavci:	Meta Križaj, d.okol.teh.				
Datum:	oktober, 2024	Merilo:	1:200	Št. risbe:	5

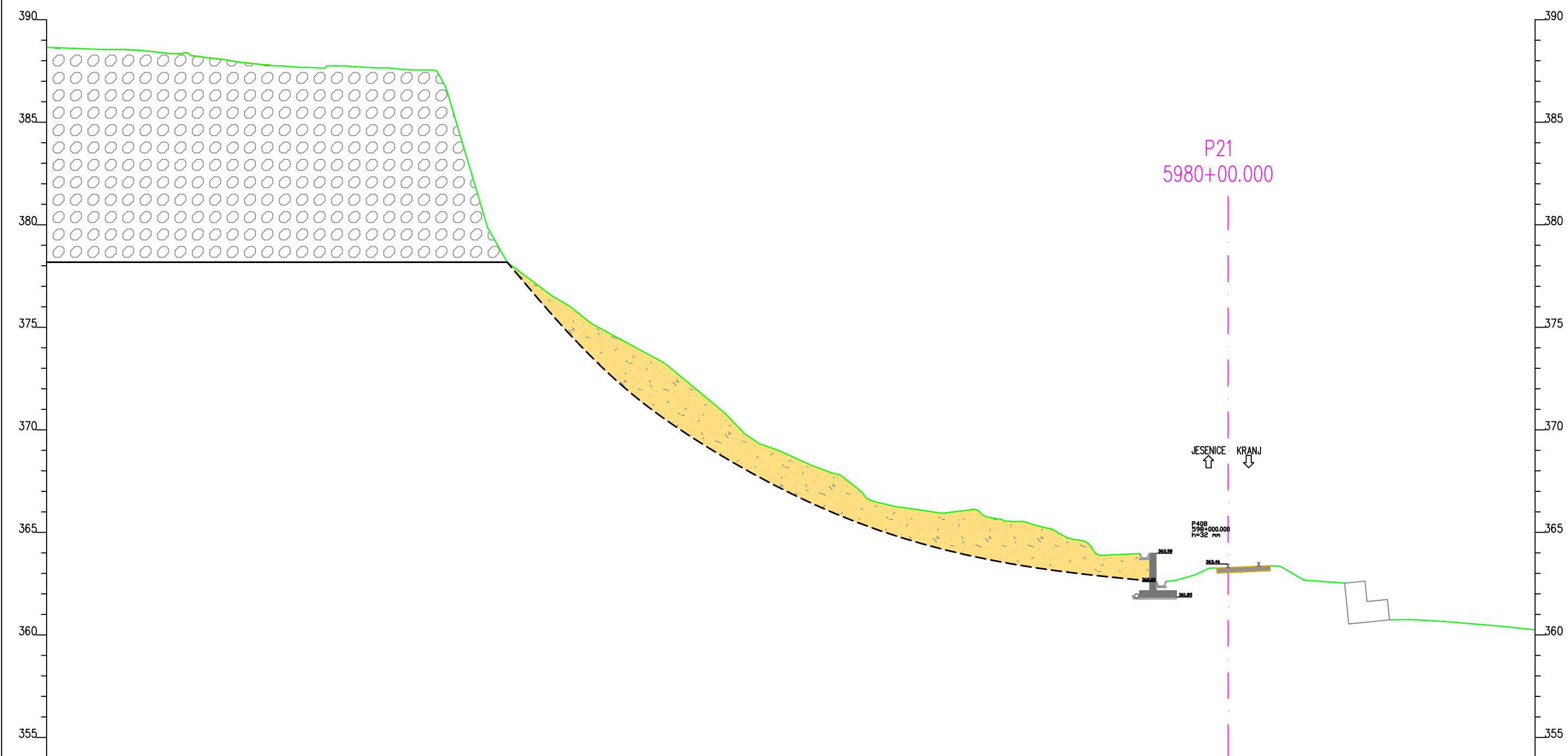


LEGENDA

- CL, GP  
GM, GC

Preperel material: glina s prodrom in preperel konglomearat
- Domnevna geološka meja
- Potencialna drsna ploskev - fosilni plaz

Naročnik: Slovenske železnice - Infrastruktura, d.o.o. Kolodvorska 11 1000 Ljubljana		Naziv:  <b>Izvedbeni načrta trajne zaščite brežine od km 597+600 do km 598+360 na progi št. 20 Ljubljana - Jesenice - d.m.</b>			
Projektant:  IRGO Consulting d.o.o. Slovenčeva 93 1000 Ljubljana					
Vodja projektiranja / id. št. IZS:	Jurij Čadež, univ.dipl.inž.rud. in geotehnol. / PI RG-0101	Za gradnjo:	sanacija	Vrsta dokumentacije:	IZN
Namestnik vodje projektiranja / id. št. IZS:	Elvir Muhić, mag.i.g. & dipl.inž.grad. / PI G-3568	Št. projekta:	3027578	Št. načrta:	3027440
Pooblaščen inženir / id. št. IZS:	mag. Branko Merhar, univ.dipl.inž.geol. / PI RG-0104	Risba: Prečni inženirsko-geološki prerez P15			
Sodelavci:	Meta Križaj, d.okol.teh.				
Datum:	oktober, 2024	Merilo:	1:200	Št. risbe:	6
Vsebinska načrta je last podjetja IRGO Consulting d.o.o. Vse avtorske pravice, ki niso s pogodbo prenesene na naročnika, so pridržane. Brez pisne odobritve reprodukcija ni dovoljena.					



LEGENDA

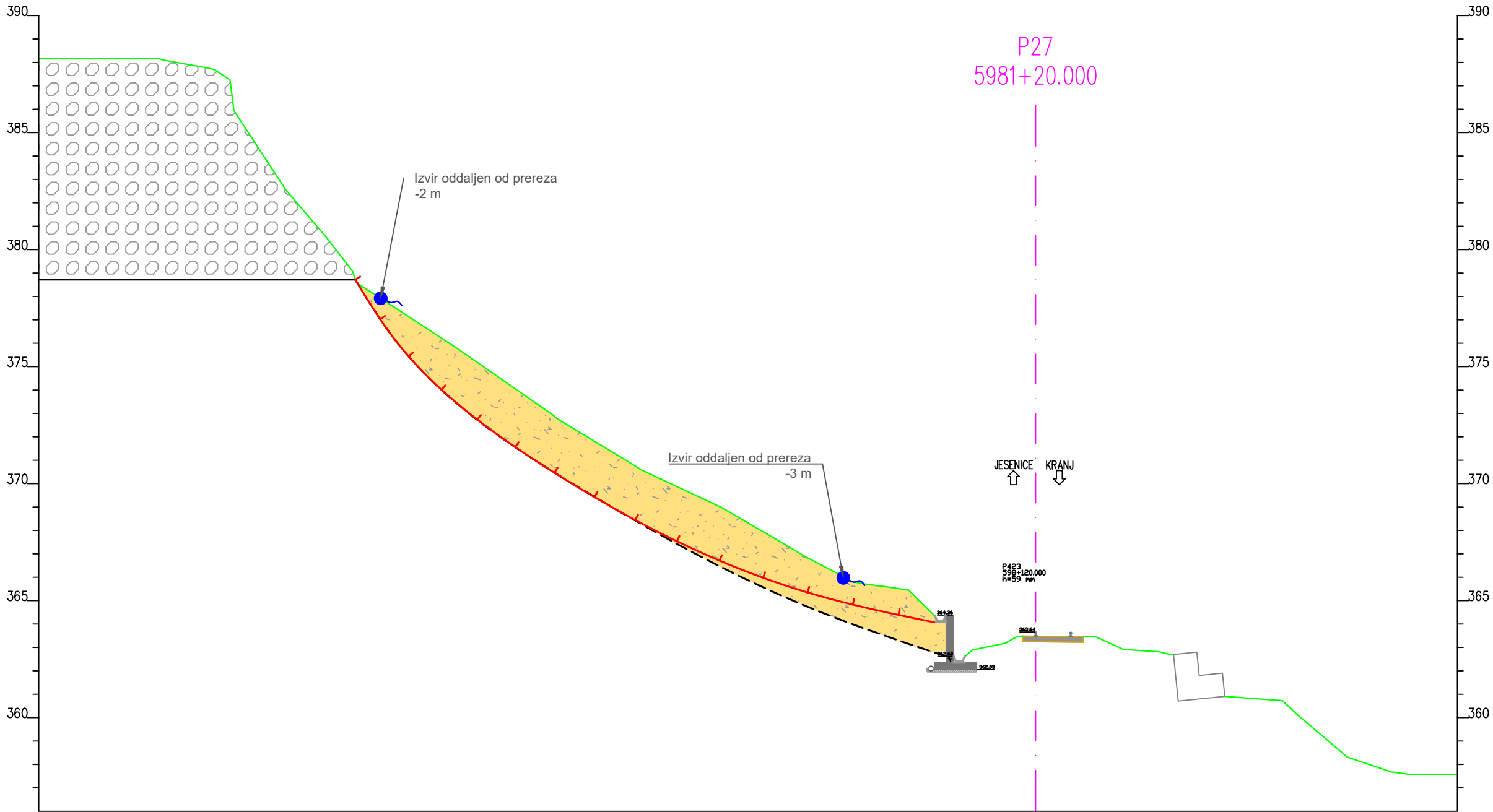
- CL,GP  
GM,GC    Preperel material: glina s prodrom in preperel konglomearat
- Konglomerat
- Geološka meja
- Domnevna geološka meja

Naročnik: Slovenske železnice - Infrastruktura, d.o.o. Kolodvorska 11 1000 Ljubljana		Naziv:  <b>Izvedbeni načrta trajne zaščite brežine od km 597+600 do km 598+360 na progi št. 20 Ljubljana - Jesenice - d.m.</b>			
Projektant: <div> <b>IRGO</b> IRGO Consulting d.o.o. Slovenčeva 93 1000 Ljubljana</div>					
Vodja projektiranja / id. št. IZS:	Jurij Čadež, univ.dipl.inž.rud. in geotehnol. / PI RG-0101	Za gradnjo:	sanacija	Vrsta dokumentacije:	IZN
Namestnik vodje projektiranja / id. št. IZS:	Elvir Muhić, mag.i.g. & dipl.inž.grad. / PI G-3568	Št. projekta:	3027578	Št. načrta:	3027440
Pooblaščen inženir / id. št. IZS:	mag. Branko Merhar, univ.dipl.inž.geol. / PI RG-0104	Risba: Prečni inženirsko-geološki prerez P21			
Sodelavci:	Meta Križaj, d.okol.teh.				
Datum:	oktober, 2024	Merilo:	1:200	Št. risbe: 7	

LEGENDA

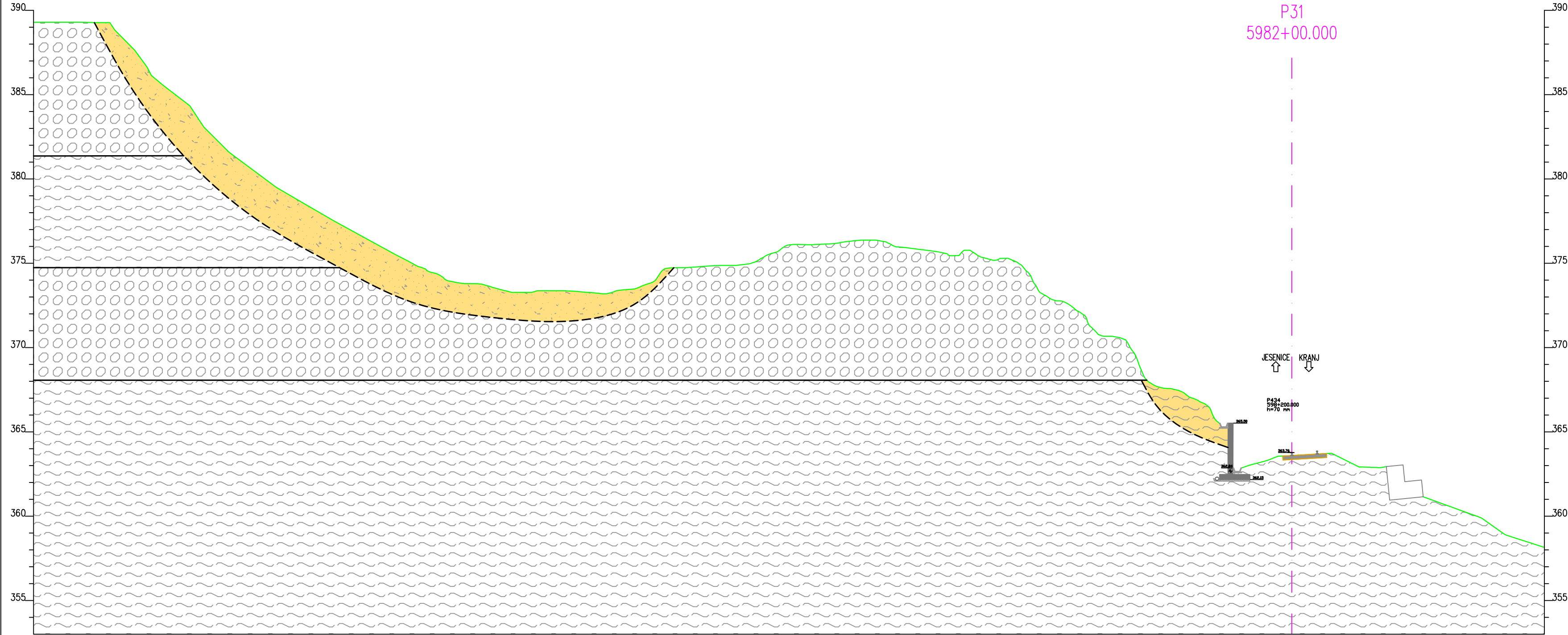
- CL,GP  
GM,GC

Preperel material: glina s prodrom in preperel konglomearat
- Konglomerat
- Geološka meja
- Domnevna geološka meja
- Potencialna drsna ploskev - aktivni plaz



Naročnik:  Slovenske železnice - Infrastruktura, d.o.o. Kolodvorska 11 1000 Ljubljana		Naziv:  <b>Izvedbeni načrta trajne zaščite brežine od km 597+600 do km 598+360 na progi št. 20 Ljubljana - Jesenice - d.m.</b>			
Projektant:   IRGO Consulting d.o.o. Slovenčeva 93 1000 Ljubljana					
Vodja projektiranja / id. št. IZS:	Jurij Čadež, univ.dipl.inž.rud. in geotehnol. / PI RG-0101	Za gradnjo:	sanacija	Vrsta dokumentacije:	IZN
Namestnik vodje projektiranja / id. št. IZS:	Elvir Muhić, mag.i.g. & dipl.inž.grad. / PI G-3568	Št. projekta:	3027578	Št. načrta:	3027440
Pooblaščen inženir / id. št. IZS:	mag. Branko Merhar, univ.dipl.inž.geol. / PI RG-0104	Risba:  Prečni inženirsko-geološki prerez P27			
Sodelavci:	Meta Križaj, d.okol.teh.				
Datum:	oktober, 2024	Merilo:	1:200	Št. risbe:	8

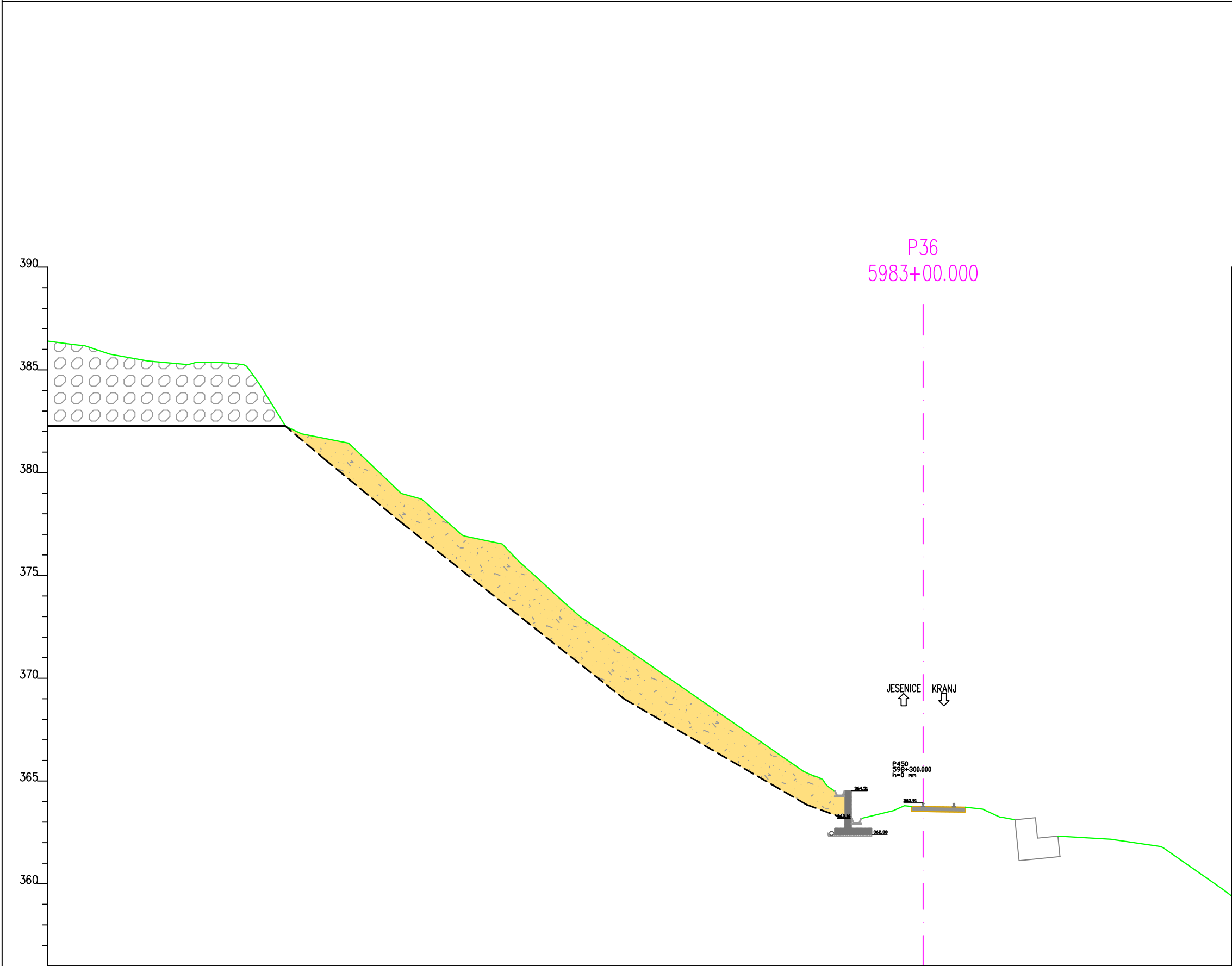




LEGENDA

- CL,ML Meljna glina s prehodi v zaglinjen melj, težkognetna do trdna.
- CL,GP  
GM,GC Preperel material: glina s prodrom in preperel konglomearat
- Konglomerat
- Geološka meja
- Domnevna geološka meja

Naročnik: Slovenske železnice - Infrastruktura, d.o.o. Kolodvorska 11 1000 Ljubljana		Naziv:  <b>Izvedbeni načrta trajne zaščite brežine od km 597+600 do km 598+360 na progi št. 20 Ljubljana - Jesenice - d.m.</b>	
Projektant: IRGO Consulting d.o.o. Slovenčeva 93 1000 Ljubljana			
Vodja projekiranja / id. št. IZS:	Jurij Čadež, univ.dipl.inž.rud. in geotehnol. / PI RG-0101	Za gradnjo:	sanacija
Nametniški vodja projekiranja / id. št. IZS:	Elvir Muhić, mag.i.g. & dipl.inž.grad. / PI G-3568	Št. projekta:	3027578
Pooblaščen inženir / id. št. IZS:	mag. Branko Merhar, univ.dipl.inž.geol. / PI RG-0104	Risba:  Prečni inženirsko-geološki prerez P31	
Sodelavci:	Meta Križaj, d.okol.teh.		
Datum:	oktober, 2024	Merilo: 1:200	Št. risbe: 9



### LEGENDA


CL,GP  
GM,GC

Preperel material: glina s prodrom in preperel konglomearat

Konglomerat

Geološka meja

Domnevna geološka meja

Naročnik: Slovenske železnice - Infrastruktura, d.o.o. Kolodvorska 11 1000 Ljubljana		Naziv:  <b>Izvedbeni načrta trajne zaščite brežine od km 597+600 do km 598+360 na progi št. 20 Ljubljana - Jesenice - d.m.</b>			
Projektant: <div><b>IRGO</b> IRGO Consulting d.o.o. Slovenčeva 93 1000 Ljubljana</div>					
Vodja projektiranja / id. št. IZS:	Jurij Čadež, univ.dipl.inž.rud. in geotehnol. / PI RG-0101	Za gradnjo:	sanacija	Vrsta dokumentacije:	IZN
Namesnik vodje projektiranja / id. št. IZS:	Elvir Muhić, mag.i.g. & dipl.inž.grad. / PI G-3568	Št. projekta:	3027578	Št. načrta:	3027440
Pooblaščen inženir / id. št. IZS:	mag. Branko Merhar, univ.dipl.inž.geol. / PI RG-0104	Risba: Prečni inženirsko-geološki prerez P36			
Sodelavci:	Meta Križaj, d.okol.teh.				
Datum:	oktober, 2024	Merilo: 1:200		Št. risbe: 10	

Vsebina načrta je last podjetja IRGO Consulting d.o.o. Vse avtorske pravice, ki niso s pogodbo prenesene na naročnika, so pridržane. Brez pisne odobritve reprodukcija ni dovoljena.

**Kazalo prilog**

P.1	Geotehnični popis vrtine in fotografije jedra vrtine
P.2	Poročilo o terenskih geotehničnih preiskavah z dinamičnim penetrometrom (št. p. 3027228)
P.3	Poročilo o laboratorijskih preiskavah (št. p. 3027440)

P.1	Geotehnični popis vrtine in fotografije jedra vrtine
-----	--

Projekt: **GG poročilo za sanacijo splazele brežine na progi št. 20 Ljubljana-Jesenice-d.m. od km 597+600 do km 598+360**

 D96 e: **447451,96**

 Naročnik: **SŽ Infrastruktura d.o.o.**

 Vrtanje: **GR Inevsticije d.o.o., k60=1,434**

 D96 n: **124084,76**

 Območje: **Spodnja Besnica**

 Datum: **29.8.2024**

 Z: **383,75 m n.v.**

 Objekt: **Plaz Besnica**

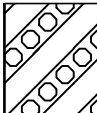

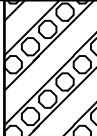

 Globina: **25 m**

 Z ustja: **/**

m n. v.	m	Geološko-geotehnični opis	Šrafura	USCS	R. P. (kPa)/ RQD	SPT N/(N <sub>1</sub> ) <sub>60</sub> ali P [cm/60ud]	Vzorec	Presiometer	Rezultati/ Opombe	Piezometer/ HG meritve			
383,5	0,0	(0,0-4,0m) Belo siv karbonatni slabo graduiran prod z meljem in peskom [Prod (70%; Dmax/Dpovp = 7/2,5 cm), Pesek (20%), Melj, Glina (10%)]		GP-GM									
383,0	0,5												
382,5	1,0												
382,0	1,5												
381,5	2,0												
381,0	2,5	(4,0-4,8m) Rjava pusta glina - srednje gnetno.		CL	220								
380,5	3,0												
380,0	3,5												
379,5	4,0												
379,0	4,5												
378,5	5,0	(4,8-14,35m) Siva zameljena pusta glina - z žepi peščene gline oz. močno zameljenega peska. Spodnjih 3m prevladuje zaglinjen pesek (SC) d ptrhodi v CL. Na globinah 7,0-8,3 in 13,0-14,0 je blina bolj mkra oz. lahko do srednje gnetna. Srednje do težko gnetno.		CL	260	11 ud/ 15 ud							
378,0	5,5				330								
377,5	6,0				280	18 ud/ 20 ud							
377,0	6,5				220								
376,5	7,0				350	20 ud/ 21 ud							
376,0	7,5				130								
375,5	8,0				50								
375,0	8,5				220								
374,5	9,0				150								
374,0	9,5				350								
	10,0				260								

m n. v.	m	Geološko-geotehnični opis	Šrafura	USCS	R. P. (kPa)/ RQD	SPT N/(N <sub>1</sub> ) <sub>60</sub> ali P [cm/60ud]	Vzorec	Presiometer	Rezultati/ Opombe	Piezometer/ HG meritve
373,5	10,5				200					
373,0	11,0				250	23 ud/ 22 ud				
372,5	11,5				330					
372,0	12,0				130					
371,5	12,5				240					
371,0	13,0				121	31 ud/ 28 ud				
370,5	13,5				130					
370,0	14,0				150					
369,5	14,5	(14,35-17,0m) Svetlo rjav karbonatni meljast prod s peskom [Prod (60%; D <sub>max</sub> /D <sub>povp</sub> = 5/2 cm), Pesek (20%), Melj, Glina (20%)] - ki je malo zameljen. Prisoten tudi grušč. Suho.								
369,0	15,0					24 cm				
368,5	15,5									
368,0	16,0			GM						
367,5	16,5									
367,0	17,0	(17,0-17,6m) Rjav močno glinast prod [Prod (60%; D <sub>max</sub> /D <sub>povp</sub> = 3/1,5 cm), Pesek (0%), Melj, Glina (40%)] - v spodnjem delu vlažno. To je prehod proda v spodaj ležečo plast gline		GC						
366,5	17,5					29 ud/ 22 ud				
366,0	18,0	(17,6-19,0m) Siva pusta glina - prisoten tudi melj. Zgornjih 30 cm je rjava, nato pa siva. Srednje gnetno.		CL	250					
365,5	18,5				180					
365,0	19,0				250					
364,5	19,5	(19,0-21,6m) Svetlo rjav karbonatni glinast prod [Prod (60%; D <sub>max</sub> /D <sub>povp</sub> = 4/2,5 cm), Pesek (10%), Melj, Glina (30%)] - jedro je "zbito", kompaktno. Na globini 20,0-21,0 m je vlažno do mokro.				42 ud/ 31 ud				
364,0	20,0			GC						
363,5	20,5									
363,0	21,0									
362,5	21,5									



m n. v.	m	Geološko-geotehnični opis	Šrafura	USCS	R. P. (kPa)/ RQD	SPT N/(N <sub>1</sub> )/60 ali P [cm/60ud]	Vzorec	Presiometer	Rezultati/ Opombe	Piezometer/ HG meritve
362,0	22,0	(21,6-22,5m) Svetlo rjav meljast prod [Prod (60%; Dmax/Dpovp = 4/2,5 cm), Pesek (10%), Melj, Glina (30%)]		GM						
361,5	22,5	(22,5-23,0m) Siva pusta glina		CL						
361,0	23,0	(23,0-24,0m) Svetlo rjav meljast prod [Prod (60%; Dmax/Dpovp = 4/2,5 cm), Pesek (10%), Melj, Glina (30%)]		GM						
360,5	23,5									
360,0	24,0	(24,0-25,0m) Rjav glinast prod [Prod (60%), Pesek (0%), Melj, Glina (40%)] - zbito. Prehod v konglomerat.		GC						
359,5	24,5									
359,0	25,0									



Vrtina BES-1

Projekt: **GG poročilo za sanacijo splazele brežine na progi št. 20 Ljubljana-Jesenice-d.m. od km 597+600 do km 598+360**

Objekt: **Plaz Besnica**

Datum vrtanja: **28. 8. – 30. 8. 2024**

0 m



4 m

4 m



8 m



Vrtina BES-1

Projekt: **GG poročilo za sanacijo splazele brežine na progi št. 20 Ljubljana-Jesenice-d.m. od km 597+600 do km 598+360**

Objekt: **Plaz Besnica**

Datum vrtanja: **28. 8. – 30. 8. 2024**





Vrtina BES-1

Projekt: **GG poročilo za sanacijo splazele brežine na progi št. 20 Ljubljana-Jesenice-d.m. od km 597+600 do km 598+360**  
Objekt: **Plaz Besnica**  
Datum vrtanja: **28. 8. – 30. 8. 2024**

16 m



20 m

20 m



25 m

P.2	Poročilo o terenskih geotehničnih preiskavah z dinamičnim penetrometrom (št. p. 3027228)
-----	--

**Poročilo št. 3027228**

O TERENSKIH GEOTEHNIČNIH  
PREISKAVAH Z DINAMIČNIM  
PENETROMETROM NA  
OBMOČJU PLAZU V SPODNJI  
BESNICI ZA PROJEKT

»SANACIJA BREŽINE«

**NAROČNIK****SŽ Infrastruktura d.o.o.**Kolodvorska 11  
1000 Ljubljana

IZVAJALEC

IRGO Consulting d.o.o.,  
Slovenčeva 93, SI-1000 Ljubljana  
dr. Vladimir Vukadin,  
univ.dipl.inž.geol.

 **IRGO**

Consulting  
d.o.o.

*Vukadin*

VODJA PROJEKTA

Brane Merhar,  
univ.dipl.inž.geol.

mag. BRANKO MERHAR  
univ.dipl.inž.geol.  
IZS RG0104 2

VODJA ODDELKA ZA GEOTEHNIKO

Nedžad Mešić,  
univ.dipl.inž.grad., G-2563

NEDŽAD MEŠIĆ  
univ. dipl. inž. grad.  
IZS G-2563

Sodelavci

OBDELAVA PODATKOV IN IZDELAVA POROČILA

Jaka Hrast,  
mag. inž. geotehnol., RG-0232

JAKA HRAST  
mag. inž. geotehnol.  
IZS PI RG0232

IZVEDBA MERITEV

Matjaž Kužner  
teh. sodelavec

*Matjaž Kužner*

Amadej Hauptman  
teh. sodelavec

*A Hauptman*

Domen Jančar

*Domen Jančar*





## Kazalo

1. UVOD.....	4
2. SONDIRANJE Z LAHKIM DINAMIČNIM PENETROMETROM – DPL .....	5

## Preglednice

Preglednica 1: Osnovni podatki o dinamičnih penetracijah tipa DPL.....	4
Preglednica 2: Ocena indeksa gostote in strižnega kota iz (N1)60 .....	7
Preglednica 3: Ocena konsistentnega stanja iz (N1)60 .....	7

## Priloge

<b>Priloga 1:</b>	<b>Grafični prikaz meritev z lahkim dinamičnim penetrometrom</b>
-------------------	--

## 1. UVOD

V sklopu programa geotehničnih raziskav za projekt »Izvedba geološko-geomehanskih del, izdelava geološko-geomehanskega poročila in izvedbenega načrta sanacije brežine« smo avgusta 2024 izvedli šest (6) sondiranj z lahkim dinamičnim penetrometrom (DPL). Sondiranja smo izvedli na težko dostopnem terenu na plazini nad železniško progo Ljubljana - Jesenice, ki je bila v času izvedbe preiskav zaščitena s folijo.



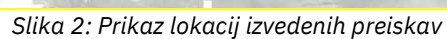
Slika 1: Izvedba DPL sondiranj na brežini nad železniško progo

Osnovni podatki o izvedenih preiskavah tal z lahkim dinamičnim penetrometrom (DPL) so prikazani na preglednici 1. Lokacije izvedenih preiskav so prikazane na spodnji sliki 2. Rezultati izvedenih preiskav so prikazani v prilogi 1.

Oznaka	Globina [m]	Koordinate		Z (m.n.v.)
		GKY	GKX	
DPL-1	7,7	447461,78	124087,46	377,5
DPL-2	5,8	447463,23	124081,09	376,5
DPL-3	2,1	447471,65	124089,95	370,0
DPL-4	1,8	447473,31	124082,33	369,0
DPL-5	1,3	447478,31	124090,50	365,5
DPL-6	3,7	447479,21	124083,65	365,0

Preglednica 1: Osnovni podatki o dinamičnih penetracijah tipa DPL





Dinamični penetrometer tipa - DPL je prvenstveno namenjen za določitev slojevitosti tal. Ta metoda je zaradi mobilnosti uporabna predvsem na mestih, kjer zaradi oteženega dostopa druge preiskave niso mogoče.

## Poročilo o terenskih geotehničnih preiskavah z dinamičnim penetrometrom za projekt "sanacija brežine"



Sondiranje smo opravili skladno s standardom SIST EN ISO 22476-2:2005/A1:2011, na podlagi katerega smo iz izmerjenega števila udarcev  $N_{10}$  izvrednotili dinamični točkovni odpor  $q_d$  in točkovni odpor na enoto rd.

Podajamo tudi oceno materialnih karakteristik tal. Za te potrebe smo sestavo tal predpostavili s pomočjo bližnjih sondažnih in drugih poznanih podatkov. Iz razmerja specifičnega dela, ki je potrebno za korak penetracije (30 cm pri SPT in 10 cm pri DPL), smo določili ekvivalentno število SPT udarcev  $N_{SPT}$ . Ekvivalentna vrednost SPT udarcev je izračunana še glede na koeficient prenosa energije ( $C_e = E_r/60 = 1$ ), glede na dolžino drogova ( $l$ ) ter efektivni vertikalni tlak ( $C_N$ ). Določitev enačbe za  $C_N$  smo izvedli s pomočjo predpostavljenega gostotnega stanja zemljine ID, predpostavljene vrste tal in posledično predpostavljene efektivne vertikalne napetosti  $s_v$ . Upoštevali smo še ocenjen faktor izgub zaradi trenja drogova  $C_{trenje}$ . V strokovni literaturi sicer najdemo empirične korelacije med udarci dinamičnega sondiranja in SPT, ki naj bi po ugotovitvah bile odvisne tudi od tipa preiskovane zemljine (Cestari 2005). V praksi tak način izvrednotenja po navadi "kalibriramo" še primerjalno z navzkrižnimi preiskavami DPSH/DPL in CPT/DPL, ali/in podatki laboratorijskih preiskav, v kolikor so nam na voljo. Te relacije so pri obdelavi zajete s faktorjem  $C_{drugo}$ .

Korigirane in normalizirane vrednosti števila udarcev SPT, pridobljene na podlagi preiskave DPL, so v našem primeru torej:

$$(N_1)_{60} = N_{10} \cdot C_e \cdot \lambda \cdot C_N \cdot C_{trenje} \cdot C_{drugo},$$

kjer je:

$(N_1)_{60}$ .....	korigirana vrednost udarcev/30 cm pri SPT testu
$N_{10}$ .....	izmerjena vrednost udarcev/10 cm pri DPL testu
$C_e$ .....	koeficient prenosa energije (1)
$\lambda$ .....	koeficient dolžine drogova
$C_N$ .....	korekcija zaradi efektivne napetosti
$C_{trenje}$ .....	korekcija zaradi trenja drogova in preiskanih tal
$C_{drugo}$ .....	korekcija zaradi vrste tal

Iz empiričnih relacij, ki jih podajajo nekateri avtorji, pa podajamo tudi oceno materialnih karakteristik posameznih slojev. Iz normaliziranih SPT vrednosti  $(N_1)_{60}$  smo nekoherentnim zemljinam določili indeks gostote in strižni kot v skladu s spodnjo preglednico 2 (Skempton, 1986):

Gostota	Zelo rahlo		Rahlo	Srednje gosto		Gosto	Zelo gosto
(N <sub>1</sub> ) <sub>60</sub>	0	3	8	15	25	42	58
I <sub>d</sub> (%)	0	15	35	50	65	85	100
ϕ (°)		28	30	33	36	41	44

Preglednica 2: Ocena indeksa gostote in strižnega kota iz  $(N_1)_{60}$

Za koherentne zemljine pa smo ocenili nedrenirano strižno trdnost  $su$ , kot je to določeno v naslednji preglednici 3 (Terzaghi&Peck, 1946), ob tem da velja  $c_u = q_u/2$ :

$(N_1)_{60}$	Konsistenčno stanje	$q_u$ [kPa]
< 2	židko	< 25
2 – 4	lahko gnetno	25 – 50
4 – 8	srednje gnetno	50 – 100
8 – 15	težko gnetno	100 – 200
15 – 30	poltrdno	200 – 400
> 30	trdno	> 400

Preglednica 3: Ocena konsistentnega stanja iz  $(N_1)_{60}$

Podajamo tudi oceno edometerskega modula, kjer smo za nekoherentne materiale uporabili metodo, ki jo je podal Begemann, (1974):

$$E_{oed} = 4 + c \cdot ((N_1)_{60} - 6) \quad (\text{za } (N_1)_{60} > 15) \quad [\text{MPa}]$$

$$E_{oed} = c \cdot ((N_1)_{60} + 6) \quad (\text{za } (N_1)_{60} < 15) \quad [\text{MPa}]$$

( $c = 0.3$  za drobne peske in peske z meljem,  $c = 1.2$  za grušč s peskom)

Za koherentne zemljine pa smo edometerski modul ocenili po relaciji, ki sta jo podala Stroud in Butler, 1975:

$$mv = 1 / (450 \cdot N_{60}) \quad [\text{m}^2/\text{kN}] \quad \text{iz česar sledi} \quad E_{oed} = 1/mv \quad [\text{kPa}]$$

Rezultati meritev po standardu SIST EN ISO 22476-2:2005/A1:2011, z dodano empirično oceno materialnih lastnosti za potrebe zveznega vpogleda geomehanskih parametrov v odvisnosti od globine, so predstavljeni v prilogah tega poročila.



## **Priloga 1:**

### **Grafični prikaz meritev z lahkim dinamičnim penetrometrom**

objekt: **Sanacija brežine/plazu**  
lokacija: **Zgornja Besnica**  
preiskal: **M. Kužner, D. Jančar**  
datum: **9. 8. 2024**  
obdelal: **Jaka Hrast, mag.inž.geotehnol.**  
datum: **13. 8. 2024**

X: **124087,46**  
Y: **447461,78**  
Z: **377,5**  
globina vode [m]: **20,5**

masa uteži m [kg]: **10**  
masa palice m' [kg]: **3,0**  
masa nakovala m' [kg]: **6,0**  
višina pada h [m]: **0,5**  
konica [cm2]: **10**  
energijski faktor E<sub>r</sub> [%]: **60%**  
specif. delo/udarec E<sub>p</sub> [kJ/m2]: **49,05**  
k<sub>60</sub>=E<sub>r</sub>/60= **1,00**

		uporaba korekcije:			uporaba korekcije:	uporaba korekcije:	Δσ [kPa]												
		DA			DA	DA	0												
globina	izmerjeno število udarcev	korekcija zaradi z vodo zaščitenih tal	korekcija zaradi trenja drogova	druge korekcije	korekcijski faktor efektivne napetosti	korekcijski faktor drogova (upošt. 1 m zunan.drog.)	korigirano število udarcev N'10	točkovni odpor na endo	dinamični točkovni odpor	predpost. vrsta zemljine	predpost. prost. teža zemljine	efektivna vertikalna napetost	indeks gostote za peske (SP) iz N10	edometrijski modul iz N10 (DPL)	ekvivalentno število udarcev SPT	indeks gostote [Skempton]	strižni kot [Skempton]	nedrtnirana strižna trdnost [Terzaghi&Peck]	edometrijski modul (Begemann-nekh., Stroud&Butler-koh)
d [m]	N10 [u/10cm]	N'10 voda [u/10cm]	Ctrenje	Cdrugo	CN	λ	(N'10)60 [u/10cm]	rd [MPa]	qd [MPa]		γ [kN/m³]	σ'v [kPa]	Id [%]	Eoed [MPa]	(N1)60 [ud./30cm]	Id [%]	φ [°]	cu [kPa]	Eoed [MPa]
0,1	0	0	1,0	1,0	1,50	0,75	0,0	0,00	0,00	GC-CL , zelo rah.	20,0	2,0			0,0	-0,2	28,2		7,201
0,2	4	4	1,0	1,0	1,50	0,75	4,5	1,32	0,70	GC-CL , zelo rah.	20,0	4,0			2,8	14,6	28,4		10,539
0,3	7	7	1,0	1,0	1,50	0,75	7,9	2,32	1,22	GC-CL , rah.	20,0	6,0			4,9	23,6	29,1		13,043
0,4	3	3	1,0	1,0	1,50	0,75	3,4	0,99	0,52	GC-CL , zelo rah.	20,0	8,0			2,1	11,3	28,2		9,704
0,5	4	4	1,0	1,0	1,50	0,75	4,5	1,32	0,70	GC-CL , zelo rah.	20,0	10,0			2,8	14,6	28,4		10,539
0,6	11	11	1,0	1,0	1,50	0,75	12,4	3,64	1,92	CL s prodrom , sg.	18,0	11,8		2,217	7,7			51	3,443
0,7	16	16	1,0	1,0	1,50	0,75	18,0	5,30	2,79	CL s prodrom , tg.	18,0	13,6		3,097	11,1			74	5,008
0,8	24	24	1,0	1,0	1,50	0,75	27,0	7,95	4,18	CL s prodrom , ptd.	18,0	15,4		4,515	16,7			111	7,512
0,9	26	26	1,0	1,0	1,50	0,75	29,3	8,61	3,91	CL s prodrom , ptd.	18,0	17,2		5,139	18,1			120	8,138
1,0	21	21	1,0	1,0	1,50	0,75	23,6	6,95	3,16	CL s prodrom , tg.	18,0	19,0		4,620	14,6			97	6,573
1,1	18	18	1,0	1,0	1,50	0,75	20,3	5,96	2,71	CL s prodrom , tg.	18,0	20,8		4,349	12,5			83	5,634
1,2	17	17	1,0	1,0	1,50	0,75	19,1	5,63	2,56	CL s prodrom , tg.	18,0	22,6		4,386	11,8			78	5,321
1,3	14	14	1,0	1,0	1,50	0,75	15,8	4,64	2,11	CL s prodrom , tg.	18,0	24,4		4,010	9,7			65	4,382
1,4	15	15	1,0	1,0	1,50	0,75	16,9	4,97	2,26	CL s prodrom , tg.	18,0	26,2		4,388	10,4			69	4,695
1,5	12	12	1,0	1,0	1,50	0,75	13,5	3,97	1,81	CL s prodrom , tg.	18,0	28,0		3,934	8,3			55	3,756
1,6	13	13	1,0	1,0	1,50	0,75	14,6	4,30	1,96	CL s prodrom , tg.	18,0	29,8		4,302	9,0			60	4,069
1,7	16	16	1,0	1,0	1,50	0,75	18,0	5,30	2,41	CL s prodrom , tg.	18,0	31,6		5,136	11,1			74	5,008
1,8	19	19	1,0	1,0	1,50	0,75	21,4	6,29	2,86	CL s prodrom , tg.	18,0	33,4		6,013	13,2			88	5,947
1,9	13	13	1,0	1,0	1,50	0,75	14,6	4,30	1,72	CL s prodrom , tg.	18,0	35,2		4,755	9,0			60	4,069
2,0	14	14	1,0	1,0	1,50	0,75	15,8	4,64	1,85	CL s prodrom , tg.	18,0	37,0		5,148	9,7			65	4,382
2,1	18	18	1,0	1,0	1,50	0,75	20,3	5,96	2,38	CL s prodrom , tg.	18,0	38,8		6,322	12,5			83	5,634
2,2	17	17	1,0	1,0	1,50	0,75	19,1	5,63	2,25	CL s prodrom , tg.	18,0	40,6		6,233	11,8			78	5,321
2,3	16	16	1,0	1,0	1,50	0,75	18,0	5,30	2,12	CL s prodrom , tg.	18,0	42,4		6,127	11,1			74	5,008
2,4	14	14	1,0	1,0	1,49	0,75	15,6	4,60	1,84	CL s prodrom , tg.	18,0	44,2		5,699	9,7			64	4,350
2,5	16	16	1,0	1,0	1,46	0,75	17,5	5,15	2,06	CL s prodrom , tg.	18,0	46,0		6,312	10,8			72	4,873
2,6	30	30	1,0	1,0	1,43	0,75	32,2	9,48	3,79	CL , ptd.	18,0	47,8		10,255	19,9			132	8,963
2,7	23	23	1,0	1,0	1,41	0,75	24,2	7,14	2,85	CL , tg.	18,0	49,6		8,381	15,0			99	6,746
2,8	19	19	1,0	1,0	1,38	0,75	19,7	5,79	2,32	CL , tg.	18,0	51,4		7,329	12,2			81	5,474
2,9	22	22	1,0	1,0	1,36	0,75	22,4	6,59	2,35	CL , tg.	18,0	53,2		8,231	13,8			92	6,231
3,0	18	18	1,0	1,0	1,33	0,85	20,4	6,01	2,15	CL , tg.	18,0	55,0		7,843	12,6			84	5,682
3,1	24	24	1,0	1,0	1,31	0,85	26,8	7,89	2,82	CL , ptd.	18,0	56,8		9,821	16,6			110	7,455
3,2	25	25	1,0	1,0	1,29	0,85	27,5	8,09	2,89	CL , ptd.	18,0	58,6		10,206	17,0			113	7,646
3,3	21	21	1,0	1,0	1,27	0,85	22,7	6,69	2,39	CL , tg.	18,0	60,4		8,984	14,1			93	6,326
3,4	21	21	1,0	1,0	1,26	0,85	22,4	6,59	2,35	CL , tg.	18,0	62,2		9,043	13,9			92	6,234
3,5	23	23	1,0	1,0	1,24	0,85	24,2	7,12	2,54	CL , tg.	18,0	64,0		9,749	15,0			99	6,731
3,6	26	26	1,0	1,0	1,22	0,85	27,0	7,94	2,83	CL , ptd.	18,0	65,8		10,782	16,7			111	7,504
3,7	27	27	1,0	1,0	1,20	0,85	27,6	8,13	2,90	CL , ptd.	18,0	67,6		11,168	17,1			113	7,688
3,8	27	27	1,0	1,0	1,19	0,85	27,3	8,03	2,87	CL , ptd.	18,0	69,4		11,229	16,9			112	7,588
3,9	28	28	1,0	1,0	1,17	0,85	27,9	8,22	2,65	CL , ptd.	18,0	71,2		11,616	17,3			115	7,769
4,0	36	36	1,0	1,0	1,16	0,85	35,5	10,43	3,37	CL , ptd.	18,0	73,0		14,299	21,9			145	9,864

objekt: **Sanacija brežine/plazu**  
lokacija: **Zgornja Besnica**  
preiskal: **M. Kužner, D. Jančar**  
datum: **9. 8. 2024**  
obdelal: **Jaka Hrast, mag.inž.geotehnol.**  
datum: **13. 8. 2024**

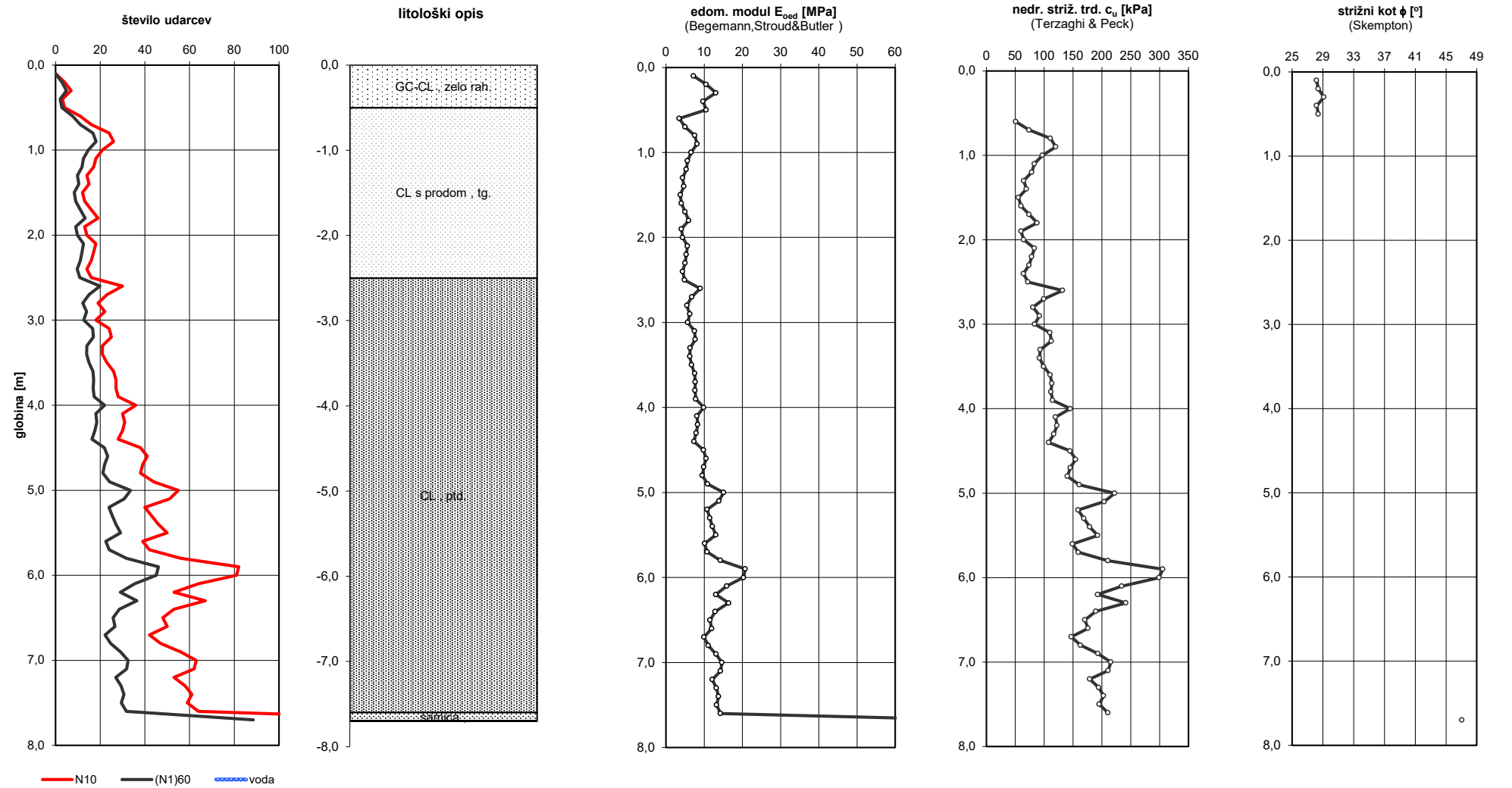
x:	124087,46
y:	447461,78
z:	377,5
globina vode [m]:	20.5

masa uteži **m [kg]: 10**  
 masa palice **m' [kg]: 3,0**  
 masa nakovala **m' [kg]: 6,0**  
 višina pada **h [m]: 0,5**  
 konica **[cm2]: 10**  
 energijski faktor **E<sub>r</sub> [%]: 60%**  
 specifično delo/udarec **E<sub>n</sub> [kJ/m2]: 49,05**  
 $k_{60} = E_r / 60 = 1,00$

		uporaba korekcije:			uporaba korekcije:	uporaba korekcije:	Δσ [kPa]												
		DA			DA	DA	0												
globina	izmerjeno število udarcev	korekcija zaradi z vodo zasitenih tal	korekcija zaradi irenja drogovja	druge korekcije	korekcijski faktor efektivne napetosti	korekcijski faktor drogovja (upošt. 1 m zunanj.drog.)	korigirano število udarcev N'10	točkovni odpor na ento	dinamični točkovni odpor	predpost. vrsta zemljine	predpost. prost. teža zemljine	efektivna vertikalna napetost	lindeks gostote za peske (SP) iz N10	edometriški modul iz N10 (DPL)	ekvivalentno število udarcev SPT	indeks gostote [Skempton]	strižni kot [Skempton]	nedrženirana strižna trdnost [Terzaghi&Peck]	edometriški modul [Begemann- nekon. Stroud&Butler- koti.]
d [m]	N <sub>10</sub> [u/10cm]	N' <sub>10</sub> voda [u/10cm]	C <sub>trenje</sub>	C <sub>drugo</sub>	C <sub>N</sub>	λ	(N' <sub>10</sub> ) <sub>60</sub> [u/10cm]	r <sub>d</sub> [MPa]	q <sub>d</sub> [MPa]		γ [kN/m <sup>3</sup> ]	σ <sub>v</sub> ' [kPa]	I <sub>d</sub> [%]	E <sub>oed</sub> [MPa]	(N <sub>1</sub> ) <sub>60</sub> [ud./30cm]	I <sub>p</sub> [%]	φ [o]	c <sub>u</sub> [kPa]	E <sub>oed</sub> [MPa]
4,1	30	30	1,0	1,0	1,14	0,85	29,2	8,59	2,77	CL , ptd.	18,0	74,8		12,393	18,0			120	8,121
4,2	31	31	1,0	1,0	1,13	0,85	29,8	8,77	2,83	CL , ptd.	18,0	76,6		12,782	18,4			122	8,292
4,3	30	30	1,0	1,0	1,12	0,85	28,5	8,39	2,71	CL , ptd.	18,0	78,4		12,512	17,6			117	7,932
4,4	28	28	1,0	1,0	1,11	0,85	26,3	7,74	2,50	CL , ptd.	18,0	80,2		11,908	16,3			108	7,320
4,5	38	38	1,0	1,0	1,09	0,85	35,3	10,39	3,35	CL , ptd.	18,0	82,0		15,281	21,8			145	9,824
4,6	41	41	1,0	1,0	1,08	0,85	37,7	11,09	3,58	CL , ptd.	18,0	83,8		16,341	23,3			155	10,486
4,7	39	39	1,0	1,0	1,07	0,85	35,5	10,44	3,37	CL , ptd.	18,0	85,6		15,738	21,9			146	9,869
4,8	38	38	1,0	1,0	1,06	0,85	34,2	10,07	3,25	CL , ptd.	18,0	87,4		15,466	21,1			140	9,516
4,9	44	44	1,0	1,0	1,05	0,85	39,2	11,54	3,39	CL , ptd.	18,0	89,2		17,533	24,2			161	10,907
5,0	55	55	1,0	1,0	1,04	0,95	54,2	15,96	4,69	CL , trd.	18,0	91,0		23,452	33,5			223	15,086
5,1	51	51	1,0	1,0	1,03	0,95	49,8	14,65	4,31	CL , trd.	18,0	92,8		22,024	30,8			204	13,853
5,2	40	40	1,0	1,0	1,02	0,95	38,7	11,38	3,35	CL , ptd.	18,0	94,6		17,958	23,9			159	10,761
5,3	43	43	1,0	1,0	1,01	0,95	41,2	12,12	3,57	CL , ptd.	18,0	96,4		19,150	25,5			169	11,459
5,4	46	46	1,0	1,0	1,00	0,95	43,7	12,85	3,78	CL , ptd.	18,0	98,2		20,345	27,0			179	12,146
5,5	50	50	1,0	1,0	0,99	0,95	47,0	13,84	4,07	CL , ptd.	18,0	100,0		21,922	29,1			193	13,083
5,6	39	39	1,0	1,0	0,98	0,95	36,4	10,70	3,15	CL , ptd.	18,0	101,8		17,821	22,5			149	10,114
5,7	42	42	1,0	1,0	0,97	0,95	38,8	11,42	3,36	CL , ptd.	18,0	103,6		19,018	24,0			159	10,797
5,8	56	56	1,0	1,0	0,96	0,95	51,3	15,10	4,44	CL , trd.	18,0	105,4		24,399	31,7			211	14,273
5,9	82	82	1,0	1,0	0,96	0,95	74,5	21,92	6,45	CL , trd.	18,0	107,2		34,367	46,1			306	20,723
6,0	81	81	1,0	1,0	0,95	0,95	73,0	21,47	5,80	CL , trd.	18,0	109,0		34,069	45,1			299	20,300
6,1	64	64	1,0	1,0	0,94	0,95	57,2	16,83	4,55	CL , trd.	18,0	110,8		27,657	35,4			235	15,909
6,2	53	53	1,0	1,0	0,93	0,95	47,0	13,82	3,74	CL , ptd.	18,0	112,6		23,518	29,0			193	13,069
6,3	67	67	1,0	1,0	0,93	0,95	58,9	17,34	4,69	CL , trd.	18,0	114,4		28,947	36,4			242	16,391
6,4	53	53	1,0	1,0	0,92	0,95	46,2	13,61	3,68	CL , ptd.	18,0	116,2		23,644	28,6			190	12,865
6,5	48	48	1,0	1,0	0,91	0,95	41,6	12,23	3,31	CL , ptd.	18,0	118,0		21,784	25,7			171	11,562
6,6	50	50	1,0	1,0	0,90	0,95	43,0	12,64	3,42	CL , ptd.	18,0	119,8		22,612	26,6			176	11,953
6,7	42	42	1,0	1,0	0,90	0,95	35,8	10,54	2,85	CL , ptd.	18,0	121,6		19,586	22,1			147	9,966
6,8	47	47	1,0	1,0	0,89	0,95	39,8	11,71	3,16	CL , ptd.	18,0	123,4		21,571	24,6			163	11,071
6,9	56	56	1,0	1,0	0,88	0,95	47,1	13,85	3,46	CL , ptd.	18,0	125,2		25,107	29,1			193	13,095
7,0	63	63	1,0	1,0	0,88	0,95	52,6	15,47	3,87	CL , trd.	18,0	127,0		27,879	32,5			216	14,628
7,1	62	62	1,0	1,0	0,87	0,95	51,4	15,12	3,78	CL , trd.	18,0	128,8		27,555	31,8			211	14,294
7,2	53	53	1,0	1,0	0,87	0,95	43,6	12,84	3,21	CL , ptd.	18,0	130,6		24,123	27,0			179	12,135
7,3	58	58	1,0	1,0	0,86	0,95	47,4	13,95	3,49	CL , ptd.	18,0	132,4		26,124	29,3			195	13,189
7,4	61	61	1,0	1,0	0,85	0,95	49,5	14,57	3,64	CL , trd.	18,0	134,2		27,352	30,6			203	13,778
7,5	59	59	1,0	1,0	0,85	0,95	47,6	14,00	3,50	CL , ptd.	18,0	136,0		26,633	29,4			195	13,238
7,6	64	64	1,0	1,0	0,84	0,95	51,3	15,09	3,77	CL , trd.	18,0	137,8		28,644	31,7			210	14,266
7,7	180	180	1,0	1,0	0,84	0,95	143,0	42,09	10,52	samica	23,0	140,1			88,4	100,0	47,1		102,910



DPL-1



globina	karakteristične (povprečne) vrednosti parametrov v posamezni plasti			material
	$\phi$ [°]	$c_u$ [kPa]	$E_{\text{ed}}$ [kPa]	
0 - 0,5 m	28,5	/	10205	GC-CL , zelo rah.
0,5 - 2,5 m	/	76	5156	CL s prodrom , tg.
2,5 - 7,6 m	/	160	10866	CL , ptd.
7,6 - 7,7 m	47,1	/	102910	samica ,



objekt: Sanacija brežine/plazu  
lokacija: Zgornja Besnica  
preiskal: M. Kužner, D. Jančar  
datum: 9. 8. 2024  
obdelal: Jaka Hrast, mag.inž.geotehnol.  
datum: 13. 8. 2024

X: 124081,09  
Y: 447463,23  
Z: 376,5  
globina vode [m]: 19,5

masa uteži m [kg]: 10  
masa palice m' [kg]: 3,0  
masa nakoval m' [kg]: 6,0  
višina pada h [m]: 0,5  
konica [cm2]: 10  
energijski faktor E<sub>r</sub> [%]: 60%  
specif. delo/udarec E<sub>p</sub> [kJ/m2]: 49,05  
k<sub>60</sub>=E<sub>r</sub>/60= 1,00

globina	Izmerjeno število udarcev	N <sub>10</sub> [u/10cm]	uporaba korekcije:		C <sub>N</sub>	λ	(N' <sub>1</sub> ) <sub>60</sub> [u/10cm]	r <sub>d</sub> [MPa]	q <sub>d</sub> [MPa]	predpost. vrsta zemljine	predpost. prost. teža zemljine γ [kN/m <sup>3</sup> ]	efektivna vertikalna napetost σ <sub>v</sub> ' [kPa]	indeks gostote za peske (SP) iz N10 I <sub>d</sub> [%]	edometrijski modul iz N10 (DPL) E <sub>oed</sub> [MPa]	ekvivalentno število udarcev SPT (N <sub>1</sub> ) <sub>60</sub> [ud./30cm]	indeks gostote [Skempton] I <sub>D</sub> [%]	strižni kot [Skempton] φ [°]	nedrtnost [Terzaghi&Peck] c <sub>u</sub> [kPa]	edometrijski modul [Begemann-Heckel, Stroud&Butler-Kav.] E <sub>oed</sub> [MPa]
			DA	DA															
d [m]	N <sub>10</sub> [u/10cm]	N' <sub>10</sub> voda [u/10cm]	C <sub>trenja</sub>	C <sub>drugo</sub>	C <sub>N</sub>	λ	(N' <sub>1</sub> ) <sub>60</sub> [u/10cm]	r <sub>d</sub> [MPa]	q <sub>d</sub> [MPa]		γ [kN/m <sup>3</sup> ]	σ <sub>v</sub> ' [kPa]	I <sub>d</sub> [%]	E <sub>oed</sub> [MPa]	(N <sub>1</sub> ) <sub>60</sub> [ud./30cm]	I <sub>D</sub> [%]	φ [°]	c <sub>u</sub> [kPa]	E <sub>oed</sub> [MPa]
0,1	2	2	1,0	1,0	1,50	0,75	2,3	0,66	0,35	GC-CL , zelo rah.	20,0	2,0			1,4	7,7	28,0		8,869
0,2	9	9	1,0	1,0	1,50	0,75	10,1	2,98	1,57	GC-CL , rah.	20,0	4,0			6,3	28,7	29,7		14,712
0,3	16	16	1,0	1,0	1,50	0,75	18,0	5,30	2,79	CL s prodrom , tg.	18,0	5,8		1,857	11,1			74	5,008
0,4	15	15	1,0	1,0	1,50	0,75	16,9	4,97	2,61	CL s prodrom , tg.	18,0	7,6		2,088	10,4			69	4,695
0,5	16	16	1,0	1,0	1,50	0,75	18,0	5,30	2,79	CL s prodrom , tg.	18,0	9,4		2,482	11,1			74	5,008
0,6	15	15	1,0	1,0	1,50	0,75	16,9	4,97	2,61	CL s prodrom , tg.	18,0	11,2		2,635	10,4			69	4,695
0,7	12	12	1,0	1,0	1,50	0,75	13,5	3,97	2,09	CL s prodrom , tg.	18,0	13,0		2,482	8,3			55	3,756
0,8	16	16	1,0	1,0	1,50	0,75	18,0	5,30	2,79	CL s prodrom , tg.	18,0	14,8		3,258	11,1			74	5,008
0,9	15	15	1,0	1,0	1,50	0,75	16,9	4,97	2,26	CL s prodrom , tg.	18,0	16,6		3,337	10,4			69	4,695
1,0	15	15	1,0	1,0	1,50	0,75	16,9	4,97	2,26	CL s prodrom , tg.	18,0	18,4		3,549	10,4			69	4,695
1,1	15	15	1,0	1,0	1,50	0,75	16,9	4,97	2,26	CL s prodrom , tg.	18,0	20,2		3,754	10,4			69	4,695
1,2	16	16	1,0	1,0	1,50	0,75	18,0	5,30	2,41	CL s prodrom , tg.	18,0	22,0		4,133	11,1			74	5,008
1,3	14	14	1,0	1,0	1,50	0,75	15,8	4,64	2,11	CL s prodrom , tg.	18,0	23,8		3,951	9,7			65	4,382
1,4	11	11	1,0	1,0	1,50	0,75	12,4	3,64	1,66	CL s prodrom , sg.	18,0	25,6		3,528	7,7			51	3,443
1,5	10	10	1,0	1,0	1,50	0,75	11,3	3,31	1,50	CL s prodrom , sg.	18,0	27,4		3,467	7,0			46	3,130
1,6	12	12	1,0	1,0	1,50	0,75	13,5	3,97	1,81	CL s prodrom , tg.	18,0	29,2		4,034	8,3			55	3,756
1,7	15	15	1,0	1,0	1,50	0,75	16,9	4,97	2,26	CL s prodrom , tg.	18,0	31,0		4,854	10,4			69	4,695
1,8	17	17	1,0	1,0	1,50	0,75	19,1	5,63	2,56	CL s prodrom , tg.	18,0	32,8		5,484	11,8			78	5,321
1,9	16	16	1,0	1,0	1,50	0,75	18,0	5,30	2,12	CL s prodrom , tg.	18,0	34,6		5,424	11,1			74	5,008
2,0	17	17	1,0	1,0	1,50	0,75	19,1	5,63	2,25	CL s prodrom , tg.	18,0	36,4		5,838	11,8			78	5,321
2,1	23	23	1,0	1,0	1,50	0,75	25,9	7,62	3,05	CL , ptd.	18,0	38,2		7,533	16,0			106	7,199
2,2	20	20	1,0	1,0	1,50	0,75	22,5	6,62	2,65	CL , tg.	18,0	40,0		6,961	13,9			92	6,260
2,3	21	21	1,0	1,0	1,50	0,75	23,6	6,95	2,78	CL , tg.	18,0	41,8		7,415	14,6			97	6,573
2,4	21	21	1,0	1,0	1,50	0,75	23,6	6,95	2,78	CL , tg.	18,0	43,6		7,602	14,6			97	6,570
2,5	26	26	1,0	1,0	1,47	0,75	28,6	8,43	3,37	CL , ptd.	18,0	45,4		9,050	17,7			118	7,971
2,6	27	27	1,0	1,0	1,44	0,75	29,2	8,59	3,43	CL , ptd.	18,0	47,2		9,399	18,0			120	8,118
2,7	28	28	1,0	1,0	1,41	0,75	29,7	8,74	3,50	CL , ptd.	18,0	49,0		9,749	18,4			122	8,263
2,8	34	34	1,0	1,0	1,39	0,75	35,4	10,42	4,17	CL , ptd.	18,0	50,8		11,494	21,9			145	9,854
2,9	38	38	1,0	1,0	1,36	0,75	38,9	11,45	4,09	CL , ptd.	18,0	52,6		12,689	24,1			160	10,823
3,0	45	45	1,0	1,0	1,34	0,85	51,3	15,11	5,40	CL , trd.	18,0	54,4		16,418	31,7			211	14,284
3,1	41	41	1,0	1,0	1,32	0,85	46,0	13,54	4,84	CL , ptd.	18,0	56,2		15,229	28,5			189	12,804
3,2	38	38	1,0	1,0	1,30	0,85	42,0	12,36	4,41	CL , ptd.	18,0	58,0		14,350	26,0			172	11,681
3,3	38	38	1,0	1,0	1,28	0,85	41,3	12,17	4,35	CL , ptd.	18,0	59,8		14,427	25,6			170	11,504
3,4	43	43	1,0	1,0	1,26	0,85	46,1	13,57	4,85	CL , ptd.	18,0	61,6		16,115	28,5			189	12,826
3,5	48	48	1,0	1,0	1,24	0,85	50,7	14,93	5,33	CL , trd.	18,0	63,4		17,810	31,4			208	14,113
3,6	51	51	1,0	1,0	1,23	0,85	53,1	15,64	5,59	CL , trd.	18,0	65,2		18,865	32,9			218	14,787
3,7	52	52	1,0	1,0	1,21	0,85	53,5	15,73	5,62	CL , trd.	18,0	67,0		19,274	33,1			219	14,873
3,8	47	47	1,0	1,0	1,19	0,85	47,7	14,03	5,01	CL , ptd.	18,0	68,8		17,727	29,5			196	13,266
3,9	43	43	1,0	1,0	1,18	0,85	43,1	12,67	4,09	CL , ptd.	18,0	70,6		16,497	26,6			177	11,981
4,0	45	45	1,0	1,0	1,16	0,85	44,5	13,10	4,22	CL , ptd.	18,0	72,4		17,225	27,5			183	12,381

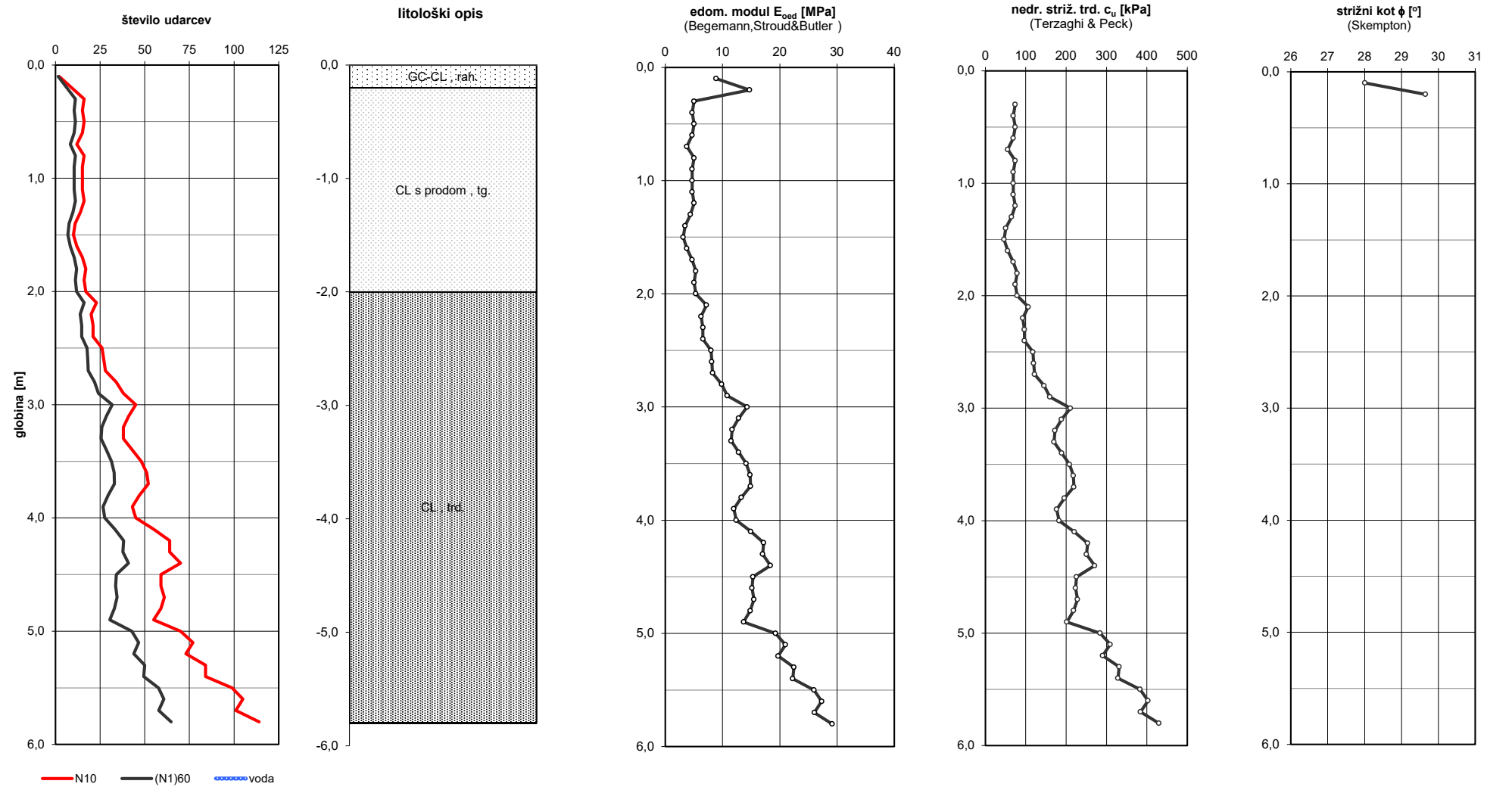
objekt: **Sanacija brežine/plazu**  
lokacija: **Zgornja Besnica**  
preiskal: **M. Kužner, D. Jančar**  
datum: **9. 8. 2024**  
obdelal: **Jaka Hrast, mag.inž.geotehnol.**  
datum: **13. 8. 2024**

X: **124081,09**  
Y: **447463,23**  
Z: **376,5**  
globina vode [m]: **19,5**

masa uteži m [kg]: **10**  
masa palice m' [kg]: **3,0**  
masa nakovala m' [kg]: **6,0**  
višina pada h [m]: **0,5**  
konica [cm2]: **10**  
energijski faktor E<sub>r</sub> [%]: **60%**  
specif. delo/udarec E<sub>p</sub> [kJ/m2]: **49,05**  
k<sub>60</sub>=E<sub>r</sub>/60= **1,00**

		uporaba korekcije:			uporaba korekcije:	uporaba korekcije:											Δσ [kPa]						
		DA			DA	DA											0						
globina	izmerjeno število udarcev	korekcija zaradi z vodo zasitenih tal	korekcija zaradi trenja drogova	druge korekcije	korekcijski faktor efektivne napetosti	korekcijski faktor drogovja (upošt. 1 m zunan drog.)	korigirano število udarcev N'10	točkovni odpor na enoto	dinamični točkovni odpor	predpost. vrsta zemljine	predpost. prost. teža zemljine	efektivna vertikalna napetost	indeks gostote za peske (SP) iz N10	edometrijski modul iz N10 (DPL)	ekvivalentno število udarcev SPT	indeks gostote [Skempton]	strižni kot [Skempton]	nedrenirana strižna trdnost [Terzaghi&Peck]	edometrijski modul [Begemann- nekih., Stroud&Butler- koh.]				
d [m]	N <sub>10</sub> [u/10cm]	N' <sub>10</sub> voda [u/10cm]	C <sub>trenje</sub>	C <sub>drugo</sub>	C <sub>N</sub>	λ	(N' <sub>10</sub> ) <sub>60</sub> [u/10cm]	r <sub>d</sub> [MPa]	q <sub>d</sub> [MPa]		γ [kN/m <sup>3</sup> ]	σ <sub>v</sub> ' [kPa]	I <sub>d</sub> [%]	E <sub>oed</sub> [MPa]	(N <sub>1</sub> ) <sub>60</sub> [ud./30cm]	I <sub>D</sub> [%]	φ [°]	c <sub>u</sub> [kPa]	E <sub>oed</sub> [MPa]				
4,1	55	55	1,0	1,0	1,15	0,85	53,7	15,81	5,10	CL , trd.	18,0	74,2		20,582	33,2			220	14,948				
4,2	64	64	1,0	1,0	1,14	0,85	61,8	18,18	5,86	CL , trd.	18,0	76,0		23,624	38,2			253	17,187				
4,3	64	64	1,0	1,0	1,12	0,85	61,1	17,97	5,80	CL , trd.	18,0	77,8		23,710	37,7			251	16,987				
4,4	70	70	1,0	1,0	1,11	0,85	66,0	19,43	6,27	CL , trd.	18,0	79,6		25,778	40,8			271	18,368				
4,5	59	59	1,0	1,0	1,10	0,85	55,0	16,19	5,22	CL , trd.	18,0	81,4		22,220	34,0			226	15,310				
4,6	59	59	1,0	1,0	1,09	0,85	54,4	16,02	5,17	CL , trd.	18,0	83,2		22,298	33,7			223	15,143				
4,7	61	61	1,0	1,0	1,07	0,85	55,7	16,38	5,29	CL , trd.	18,0	85,0		23,041	34,4			228	15,490				
4,8	59	59	1,0	1,0	1,06	0,85	53,3	15,68	5,06	CL , trd.	18,0	86,8		22,451	32,9			219	14,826				
4,9	55	55	1,0	1,0	1,05	0,85	49,2	14,47	4,26	CL , trd.	18,0	88,6		21,188	30,4			202	13,680				
5,0	70	70	1,0	1,0	1,04	0,95	69,2	20,38	5,99	CL , trd.	18,0	90,4		29,042	42,8			284	19,264				
5,1	77	77	1,0	1,0	1,03	0,95	75,4	22,19	6,53	CL , trd.	18,0	92,2		31,753	46,6			309	20,983				
5,2	73	73	1,0	1,0	1,02	0,95	70,8	20,84	6,13	CL , trd.	18,0	94,0		30,339	43,8			291	19,701				
5,3	84	84	1,0	1,0	1,01	0,95	80,7	23,75	6,99	CL , trd.	18,0	95,8		34,566	49,9			331	22,456				
5,4	84	84	1,0	1,0	1,00	0,95	80,0	23,53	6,92	CL , trd.	18,0	97,6		34,658	49,4			328	22,248				
5,5	99	99	1,0	1,0	0,99	0,95	93,4	27,48	8,08	CL , trd.	18,0	99,4		40,417	57,7			383	25,982				
5,6	105	105	1,0	1,0	0,98	0,95	98,2	28,89	8,50	CL , trd.	18,0	101,2		42,788	60,7			403	27,311				
5,7	101	101	1,0	1,0	0,98	0,95	93,6	27,54	8,10	CL , trd.	18,0	103,0		41,374	57,9			384	26,040				
5,8	114	114	1,0	1,0	0,97	0,95	104,7	30,82	9,07	CL , trd.	18,0	104,8		46,411	64,8			430	29,138				

DPL-2



globina	karakteristične (povprečne) vrednosti parametrov v posamezni plasti			material
	$\phi$ [°]	$c_u$ [kPa]	$E_{\text{sed}}$ [kPa]	
0 - 0,2 m	28,8	/	11791	GC-CL, rah.
0,2 - 2 m	/	68	4573	CL s prodrom, tg.
2 - 5,8 m	/	222	15031	CL, trd.

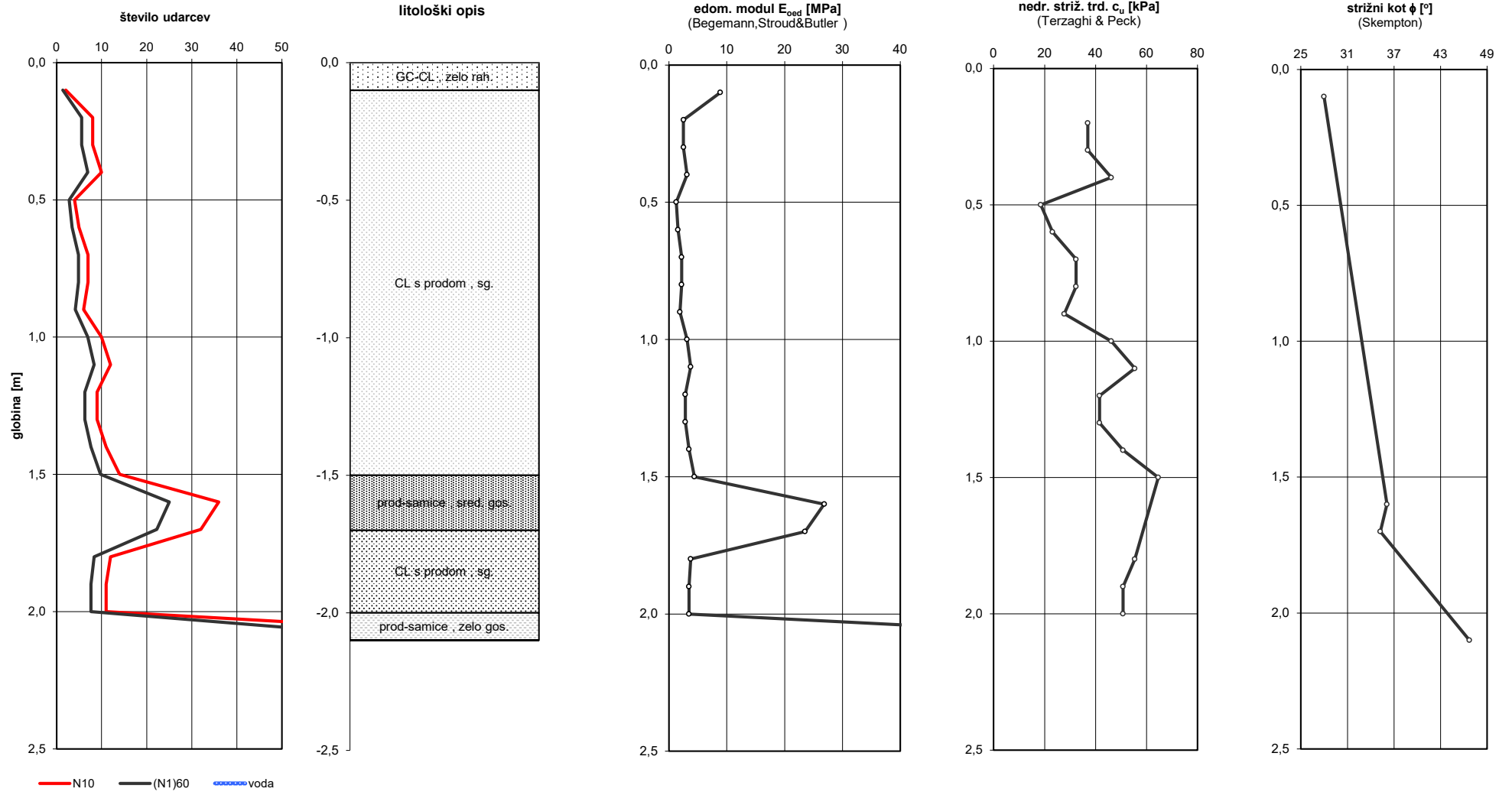
objekt: **Sanacija brežine/plazu**  
lokacija: **Zgornja Besnica**  
preiskal: **M. Kužner, D. Jančar**  
datum: **9. 8. 2024**  
obdelal: **Jaka Hrast, mag.inž.geotehnol.**  
datum: **13. 8. 2024**

X: **124089,95**  
Y: **447471,65**  
Z: **370,0**  
globina vode [m]: **13,0**

masa uteži m [kg]: **10**  
masa palice m' [kg]: **3,0**  
masa nakovala m' [kg]: **6,0**  
višina pada h [m]: **0,5**  
konica [cm2]: **10**  
energijski faktor E<sub>r</sub> [%]: **60%**  
specif. delo/udarec E<sub>p</sub> [kJ/m2]: **49,05**  
k<sub>60</sub>=E<sub>r</sub>/60= **1,00**

globina d [m]	izmerjeno število udarcev N <sub>10</sub> [u/10cm]	uporaba korekcije: DA	korekcija zaradi vodo zasitjenih tal N' <sub>10</sub> voda [u/10cm]	korekcija zaradi trenja drogova C <sub>trenje</sub>	druge korekcije C <sub>drugo</sub>	uporaba korekcije: DA	korekcijski faktor efektivne napetosti C <sub>N</sub>	uporaba korekcije: DA	korekcijski faktor drogovja (upoš. 1 m zunanj. drog.) λ	korigirano število udarcev N' <sub>10</sub> [u/10cm]	točkovni odpor na enoto r <sub>d</sub> [MPa]	dinamični točkovni odpor q <sub>d</sub> [MPa]	predpost. vrsta zemljine	predpost. prost. leža zemljine γ [kN/m <sup>3</sup> ]	efektivna vertikalna napetost σ <sub>v</sub> ' [kPa]	indeks gostote za peske (SP) iz N <sub>10</sub> I <sub>d</sub> [%]	edometrijski modul iz N <sub>10</sub> (DPL) E <sub>oed</sub> [MPa]	ekvivalentno število udarcev SPT (N <sub>1</sub> ) <sub>60</sub> [ud./30cm]	indeks gostote [Skempton] I <sub>D</sub> [%]	strižni kot [Skempton] φ [°]	nedrtnost strižna trdnost [Terzaghi&Peck] c <sub>u</sub> [kPa]	edometrijski modul (Begemann- peckh. Stroud&Butler- Kav.) E <sub>oed</sub> [MPa]
0,1	2		2	1,0	1,0		1,50		0,75	2,3	0,66	0,35	GC-CL , zelo rah.	20,0	2,0		1,4	7,7	28,0			8,869
0,2	8		8	1,0	1,0		1,50		0,75	9,0	2,65	1,39	CL s prodrom , sg.	18,0	3,8		0,933			37		2,504
0,3	8		8	1,0	1,0		1,50		0,75	9,0	2,65	1,39	CL s prodrom , sg.	18,0	5,6		1,177			37		2,504
0,4	10		10	1,0	1,0		1,50		0,75	11,3	3,31	1,74	CL s prodrom , sg.	18,0	7,4		1,581			46		3,130
0,5	4		4	1,0	1,0		1,50		0,75	4,5	1,32	0,70	CL s prodrom , lg.	18,0	9,2		1,153			18		1,252
0,6	5		5	1,0	1,0		1,50		0,75	5,6	1,66	0,87	CL s prodrom , lg.	18,0	11,0		1,404			23		1,565
0,7	7		7	1,0	1,0		1,50		0,75	7,9	2,32	1,22	CL s prodrom , sg.	18,0	12,8		1,801			32		2,191
0,8	7		7	1,0	1,0		1,50		0,75	7,9	2,32	1,22	CL s prodrom , sg.	18,0	14,6		1,949			32		2,191
0,9	6		6	1,0	1,0		1,50		0,75	6,8	1,99	0,90	CL s prodrom , sg.	18,0	16,4		1,937			28		1,878
1,0	10		10	1,0	1,0		1,50		0,75	11,3	3,31	1,50	CL s prodrom , sg.	18,0	18,2		2,712			46		3,130
1,1	12		12	1,0	1,0		1,50		0,75	13,5	3,97	1,81	CL s prodrom , tg.	18,0	20,0		3,215			55		3,756
1,2	9		9	1,0	1,0		1,50		0,75	10,1	2,98	1,35	CL s prodrom , sg.	18,0	21,8		2,841			42		2,817
1,3	9		9	1,0	1,0		1,50		0,75	10,1	2,98	1,35	CL s prodrom , sg.	18,0	23,6		2,980			42		2,817
1,4	11		11	1,0	1,0		1,50		0,75	12,4	3,64	1,66	CL s prodrom , sg.	18,0	25,4		3,512			51		3,443
1,5	14		14	1,0	1,0		1,50		0,75	15,8	4,64	2,11	CL s prodrom , tg.	18,0	27,2		4,280			65		4,382
1,6	36		36	1,0	1,0		1,50		0,75	40,5	11,92	5,42	prod-samice , gos.	22,0	29,4		25,0	64,9	36,1			26,848
1,7	32		32	1,0	1,0		1,50		0,75	36,0	10,59	4,82	prod-samice , sred. gos.	22,0	31,6		22,3	61,3	35,2			23,510
1,8	12		12	1,0	1,0		1,50		0,75	13,5	3,97	1,81	CL s prodrom , tg.	18,0	33,4		4,373			55		3,756
1,9	11		11	1,0	1,0		1,50		0,75	12,4	3,64	1,46	CL s prodrom , sg.	18,0	35,2		4,271			51		3,443
2,0	11		11	1,0	1,0		1,50		0,75	12,4	3,64	1,46	CL s prodrom , sg.	18,0	37,0		4,401			51		3,443
2,1	120		120	1,0	1,0		1,50		0,75	135,0	39,73	15,89	prod-samice , zelo gos.	22,0	39,2		83,5	100,0	46,7			96,961

# DPL-3



globina	karakteristične (povprečne) vrednosti parametrov v posamezni plasti			material
	$\phi$ [°]	$c_u$ [kPa]	$E_{\text{sed}}$ [kPa]	
0 - 0,1 m	28,0	/	8869	GC-CL, zelo rah.
0,1 - 1,5 m	/	40	2683	CL s prodrom, sg.
1,5 - 1,7 m	35,7	/	25179	prod-samice, sred. gos.
1,7 - 2 m	/	52	3547	CL s prodrom, sg.
2 - 2,1 m	46,7	/	96961	prod-samice, zelo gos.

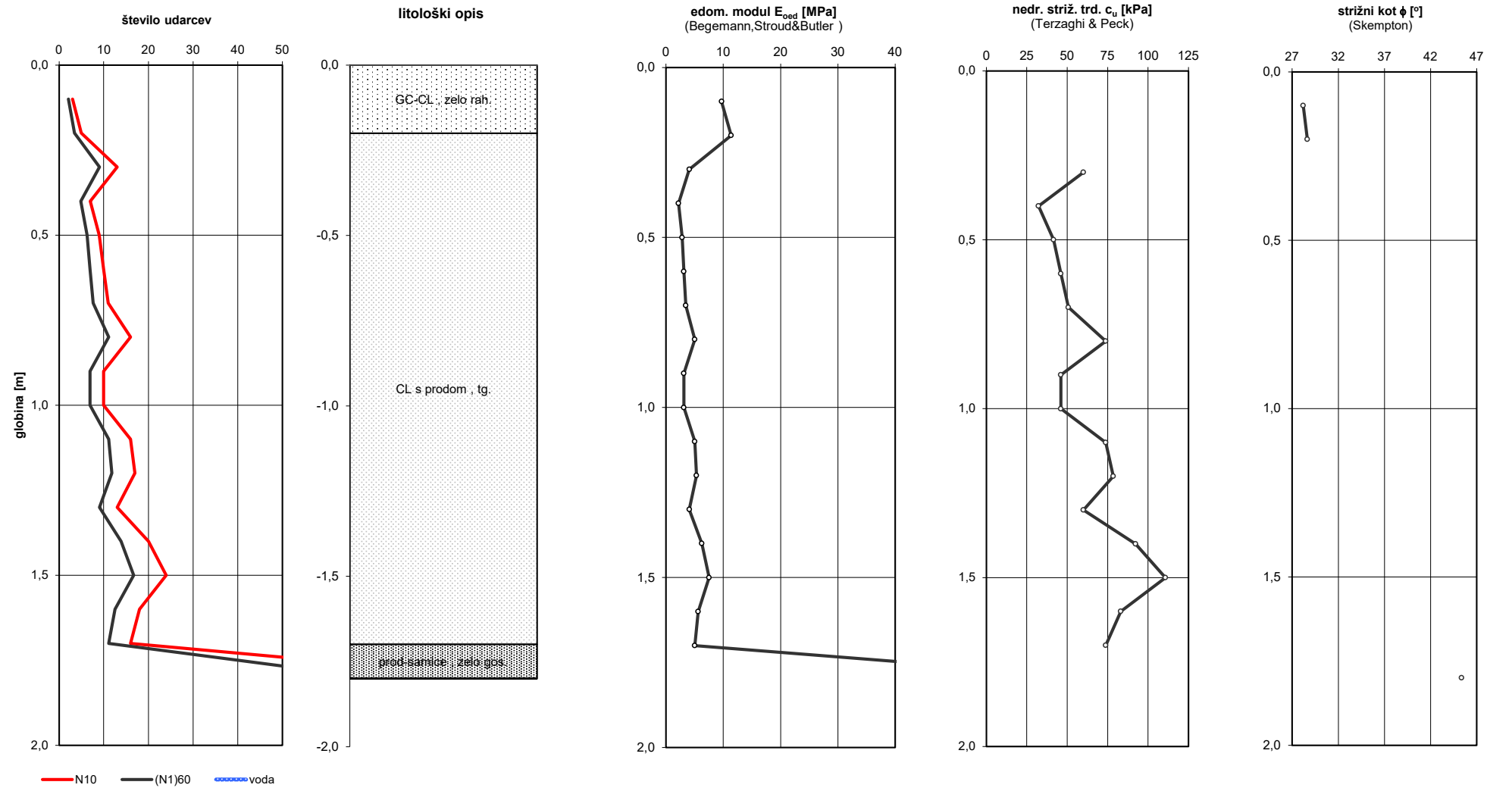
objekt: **Sanacija brežine/plazu**  
 lokacija: **Zgornja Besnica**  
 preiskal: **A. Hauptman, D. Jančar**  
 datum: **12. 8. 2024**  
 obdelal: **Jaka Hrast, mag.inž.geotehnol.**  
 datum: **13. 8. 2024**

X: **124082,33**  
 Y: **447473,31**  
 Z: **369,0**  
 globina vode [m]: **12,0**

masa uteži m [kg]: **10**  
 masa palice m' [kg]: **3,0**  
 masa nakovala m' [kg]: **6,0**  
 višina pada h [m]: **0,5**  
 konica [cm2]: **10**  
 energijski faktor E<sub>r</sub> [%]: **60%**  
 specif. delo/udarec E<sub>p</sub> [kJ/m2]: **49,05**  
 k<sub>60</sub>=E<sub>r</sub>/60= **1,00**

		uporaba korekcije:			uporaba korekcije:	uporaba korekcije:	Δσ [kPa]														
		DA			DA	DA	0														
globina	izmerjeno število udarcev	korekcija zaradi vodo zasitčenih tal	korekcija zaradi trenja drogova	druge korekcije	korekcijski faktor efektivne napetosti	korekcijski faktor drogova (upošt. 1 m zunan.drog.)	korigirano število udarcev N'10	točkovni odpor na enoto	dinamični točkovni odpor	predpost. vrsta zemljine	predpost. prost. teža zemljine	efektivna vertikalna napetost	lindeks gostote za peske (SP) iz N10	edometrijski modul iz N10 (DPL)	ekvivalentno število udarcev SPT	indeks gostote [Skempton]	strižni kot [Skempton]	nedrenirana strižna trdnost [Terzaghi&Peck]	edometerski modul [Begemann-petekh, Stroud&Butler-kat.]		
d [m]	N10 [u/10cm]	N'10 voda [u/10cm]	Ctrenje	Cdrugo	CN	λ	(N'10)60 [u/10cm]	rd [MPa]	qd [MPa]		γ [kN/m³]	σ'v [kPa]	Id [%]	Eoed [MPa]	(N1)60 [ud./30cm]	ID [%]	φ [o]	cu [kPa]	Eoed [MPa]		
0,1	3	3	1,0	1,0	1,50	0,75	3,4	0,99	0,52	GC-CL , zelo rah.	20,0	2,0			2,1	11,3	28,2		9,704		
0,2	5	5	1,0	1,0	1,50	0,75	5,6	1,66	0,87	GC-CL , rah.	20,0	4,0			3,5	17,8	28,6		11,373		
0,3	13	13	1,0	1,0	1,50	0,75	14,6	4,30	2,27	CL s prodrom , tg.	18,0	5,8		1,612	9,0			60	4,069		
0,4	7	7	1,0	1,0	1,50	0,75	7,9	2,32	1,22	CL s prodrom , sg.	18,0	7,6		1,317	4,9			32	2,191		
0,5	9	9	1,0	1,0	1,50	0,75	10,1	2,98	1,57	CL s prodrom , sg.	18,0	9,4		1,715	6,3			42	2,817		
0,6	10	10	1,0	1,0	1,50	0,75	11,3	3,31	1,74	CL s prodrom , sg.	18,0	11,2		2,027	7,0			46	3,130		
0,7	11	11	1,0	1,0	1,50	0,75	12,4	3,64	1,92	CL s prodrom , sg.	18,0	13,0		2,350	7,7			51	3,443		
0,8	16	16	1,0	1,0	1,50	0,75	18,0	5,30	2,79	CL s prodrom , tg.	18,0	14,8		3,258	11,1			74	5,008		
0,9	10	10	1,0	1,0	1,50	0,75	11,3	3,31	1,50	CL s prodrom , sg.	18,0	16,6		2,567	7,0			46	3,130		
1,0	10	10	1,0	1,0	1,50	0,75	11,3	3,31	1,50	CL s prodrom , sg.	18,0	18,4		2,730	7,0			46	3,130		
1,1	16	16	1,0	1,0	1,50	0,75	18,0	5,30	2,41	CL s prodrom , tg.	18,0	20,2		3,927	11,1			74	5,008		
1,2	17	17	1,0	1,0	1,50	0,75	19,1	5,63	2,56	CL s prodrom , tg.	18,0	22,0		4,316	11,8			78	5,321		
1,3	13	13	1,0	1,0	1,50	0,75	14,6	4,30	1,96	CL s prodrom , tg.	18,0	23,8		3,760	9,0			60	4,069		
1,4	20	20	1,0	1,0	1,50	0,75	22,5	6,62	3,01	CL s prodrom , tg.	18,0	25,6		5,326	13,9			92	6,260		
1,5	24	24	1,0	1,0	1,50	0,75	27,0	7,95	3,61	CL s prodrom , ptd.	18,0	27,4		6,379	16,7			111	7,512		
1,6	18	18	1,0	1,0	1,50	0,75	20,3	5,96	2,71	CL s prodrom , tg.	18,0	29,2		5,331	12,5			83	5,634		
1,7	16	16	1,0	1,0	1,50	0,75	18,0	5,30	2,41	CL s prodrom , tg.	18,0	31,0		5,078	11,1			74	5,008		
1,8	100	100	1,0	1,0	1,50	0,75	112,5	33,11	15,05	prod-samice , zelo gos.	22,0	33,2			69,6	100,0	45,4		80,267		

DPL-4



globina	karakteristične (povprečne) vrednosti parametrov v posamezni plasti			material
	$\phi$ [°]	$c_u$ [kPa]	$E_{\text{ed}}$ [kPa]	
0 - 0,2 m	28,4	/	10539	GC-CL , zelo rah.
0,2 - 1,7 m	/	65	4382	CL s prodom , tg.
1,7 - 1,8 m	45,4	/	80267	prod-samice , zelo gos.



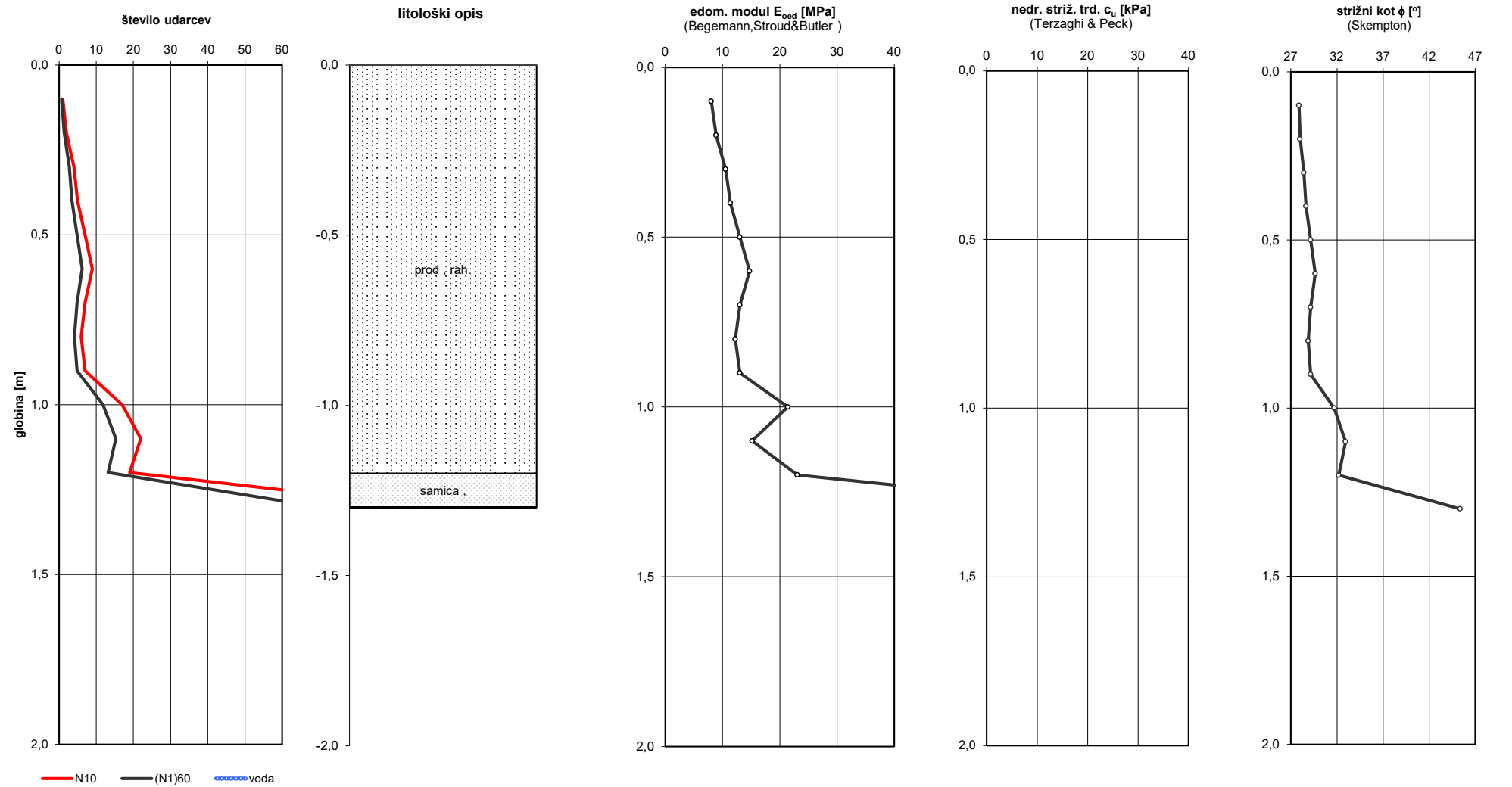
objekt: **Sanacija brežine/plazu**  
 lokacija: **Zgornja Besnica**  
 preiskal: **A. Hauptman, D. Jančar**  
 datum: **12. 8. 2024**  
 obdelal: **Jaka Hrast, mag.inž.geotehnol.**  
 datum: **13. 8. 2024**

X: **124090,50**  
 Y: **447478,31**  
 Z: **365,5**  
 globina vode [m]: **8,5**

masa uteži m [kg]: **10**  
 masa palice m' [kg]: **3,0**  
 masa nakovalna m' [kg]: **6,0**  
 višina pada h [m]: **0,5**  
 konica [cm2]: **10**  
 energijski faktor E<sub>r</sub> [%]: **60%**  
 specif. delo/udarec E<sub>p</sub> [kJ/m2]: **49,05**  
 k<sub>60</sub>=E<sub>r</sub>/60= **1,00**

		uporaba korekcije:			uporaba korekcije:	uporaba korekcije:	Δσ [kPa]															
		DA			DA	DA	0															
globina	izmerjeno število udarcev	korekcija zaradi z vodo zasičenih tal	korekcija zaradi trenja drogova	druge korekcije	korekcijski faktor efektivne napetosti	korekcijski faktor drogova (upošt. 1 m zunanj.drog.)	korigirano število udarcev N <sub>10</sub>	točkovni odpor na enoto	dinamični točkovni odpor	predpost. vrsta zemljine	predpost. prost. teža zemljine	efektivna vertikalna napetost	indeks gostote za peske (SP) iz N10	edometrijski modul iz N10 (DPL)	ekvivalentno število udarcev SPT	indeks gostote [Skempton]	strižni kot [Skempton]	nedrtnostna stržna trdnost [Terzaghi&Peck]	edometrijski modul [Begemann-nekoh., Stroud&Butler-koh.]			
d [m]	N <sub>10</sub> [u/10cm]	N' <sub>10</sub> voda [u/10cm]	C <sub>trenje</sub>	C <sub>druge</sub>	C <sub>N</sub>	λ	(N <sub>10</sub> ) <sub>60</sub> [u/10cm]	r <sub>d</sub> [MPa]	q <sub>d</sub> [MPa]		γ [kN/m <sup>3</sup> ]	σ <sub>v</sub> ' [kPa]	I <sub>d</sub> [%]	E <sub>oed</sub> [MPa]	(N <sub>1</sub> ) <sub>60</sub> [ud./30cm]	I <sub>D</sub> [%]	φ [°]	C <sub>u</sub> [kPa]	E <sub>oed</sub> [MPa]			
0,1	1	1	1,0	1,0	1,50	0,75	1,1	0,33	0,17	prod , zelo rah.	21,0	2,1			0,7	3,8	27,9		8,035			
0,2	2	2	1,0	1,0	1,50	0,75	2,3	0,66	0,35	prod , zelo rah.	21,0	4,2			1,4	7,7	28,0		8,869			
0,3	4	4	1,0	1,0	1,50	0,75	4,5	1,32	0,70	prod , zelo rah.	21,0	6,3			2,8	14,6	28,4		10,539			
0,4	5	5	1,0	1,0	1,50	0,75	5,6	1,66	0,87	prod , rah.	21,0	8,4			3,5	17,8	28,6		11,373			
0,5	7	7	1,0	1,0	1,50	0,75	7,9	2,32	1,22	prod , rah.	21,0	10,5			4,9	23,6	29,1		13,043			
0,6	9	9	1,0	1,0	1,50	0,75	10,1	2,98	1,57	prod , rah.	21,0	12,6			6,3	28,7	29,7		14,712			
0,7	7	7	1,0	1,0	1,50	0,75	7,9	2,32	1,22	prod , rah.	21,0	14,7			4,9	23,6	29,1		13,043			
0,8	6	6	1,0	1,0	1,50	0,75	6,8	1,99	1,05	prod , rah.	21,0	16,8			4,2	20,8	28,9		12,208			
0,9	7	7	1,0	1,0	1,50	0,75	7,9	2,32	1,05	prod , rah.	21,0	18,9			4,9	23,6	29,1		13,043			
1,0	17	17	1,0	1,0	1,50	0,75	19,1	5,63	2,56	prod , sred. gos.	21,0	21,0			11,8	44,1	31,7		21,389			
1,1	22	22	1,0	1,0	1,50	0,75	24,8	7,28	3,31	prod , sred. gos.	21,0	23,1			15,3	50,9	32,9		15,163			
1,2	19	19	1,0	1,0	1,50	0,75	21,4	6,29	2,86	prod , sred. gos.	21,0	25,2			13,2	47,0	32,2		23,059			
1.3	100	100	1,0	1,0	1,50	0,75	112,5	33,11	15,05	samica ,	23,0	27,5			69,6	100,0	45,4		80,267			

DPL-5



globina	karakteristične (povprečne) vrednosti parametrov v posamezni plasti			material
	$\phi$ [°]	$c_u$ [kPa]	$E_{\text{ed}}$ [kPa]	
0 - 1,2 m	29,6	/	13706	prod , rah.
1,2 - 1,3 m	45,4	/	80267	samica ,

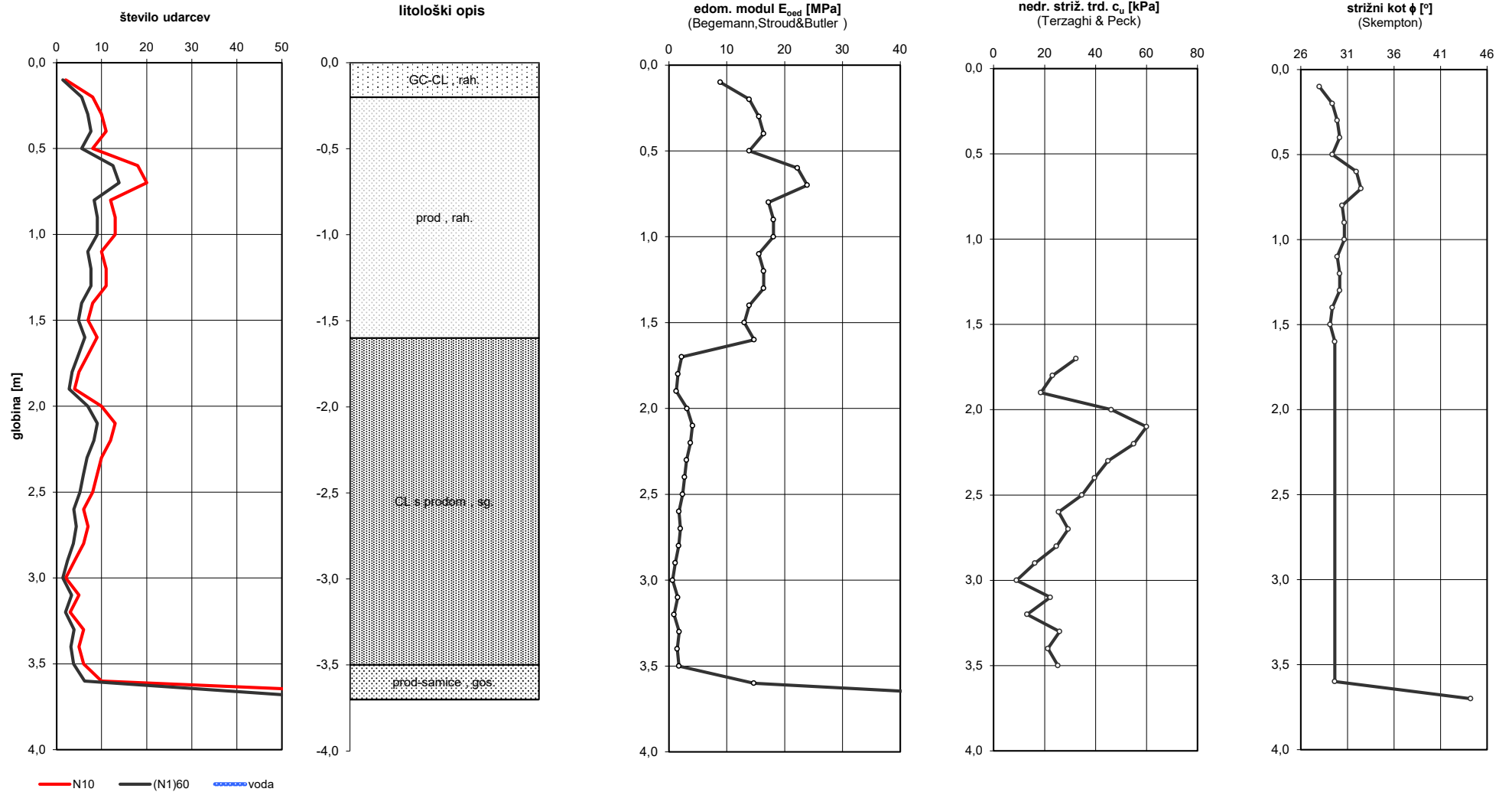
objekt: Sanacija brežine/plazu  
lokacija: Zgornja Besnica  
preiskal: A. Hauptman, D. Jančar  
datum: 12. 8. 2024  
obdelal: Jaka Hrast, mag.inž.geotehnol.  
datum: 13. 8. 2024

X: 124083,65  
Y: 447479,21  
Z: 365,0  
globina vode [m]: 8,0

masa uteži m [kg]: 10  
masa palice m' [kg]: 3,0  
masa nakovala m' [kg]: 6,0  
višina pada h [m]: 0,5  
konica [cm2]: 10  
energijski faktor E<sub>r</sub> [%]: 60%  
specif. delo/udarec E<sub>p</sub> [kJ/m2]: 49,05  
k<sub>60</sub>=E<sub>r</sub>/60= 1,00

		uporaba korekcije:			uporaba korekcije:	uporaba korekcije:	Δσ [kPa]													
		DA			DA	DA	0													
globina	izmerjeno število udarcev	korekcija zaradi z vodo zasičenih tal	korekcija zaradi trenja drogova	druge korekcije	korekcijski faktor efektivne napetosti	korekcijski faktor drogova (upošt. 1 m zunan.drog.)	korrigirano število udarcev N <sub>10</sub>	točkovni odpor na endo	dinamični točkovni odpor	predpost. vrsta zemljine	predpost. prost. teža zemljine	efektivna vertikalna napetost	indeks gostote za peske (SP) iz N10	edometrijski modul iz N10 ( DPL)	ekvivalentno število udarcev SPT	indeks gostote [Skempton]	strižni kot [Skempton]	nedrtnirana strižna trdnost [Terzaghi&Peck]	edometrijski modul [Begemann-reich, Stroud&Butler-kav.]	
d [m]	N <sub>10</sub> [u/10cm]	N' <sub>10</sub> voda [u/10cm]	C <sub>trenje</sub>	C <sub>drugo</sub>	C <sub>N</sub>	λ	(N' <sub>10</sub> ) <sub>60</sub> [u/10cm]	r <sub>d</sub> [MPa]	q <sub>d</sub> [MPa]		γ [kN/m <sup>3</sup> ]	σ <sub>v</sub> ' [kPa]	I <sub>d</sub> [%]	E <sub>oed</sub> [MPa]	(N <sub>1</sub> ) <sub>60</sub> [ud./30cm]	I <sub>D</sub> [%]	φ [°]	c <sub>u</sub> [kPa]	E <sub>oed</sub> [MPa]	
0,1	2	2	1,0	1,0	1,50	0,75	2,3	0,66	0,35	GC-CL , zelo rah.	20,0	2,0			1,4	7,7	28,0		8,869	
0,2	8	8	1,0	1,0	1,50	0,75	9,0	2,65	1,39	GC-CL , rah.	20,0	4,0			5,6	26,2	29,4		13,877	
0,3	10	10	1,0	1,0	1,50	0,75	11,3	3,31	1,74	prod , rah.	21,0	6,1			7,0	31,1	29,9		15,547	
0,4	11	11	1,0	1,0	1,50	0,75	12,4	3,64	1,92	prod , rah.	21,0	8,2			7,7	33,3	30,2		16,381	
0,5	8	8	1,0	1,0	1,50	0,75	9,0	2,65	1,39	prod , rah.	21,0	10,3			5,6	26,2	29,4		13,877	
0,6	18	18	1,0	1,0	1,50	0,75	20,3	5,96	3,14	prod , sred. gos.	21,0	12,4			12,5	45,6	32,0		22,224	
0,7	20	20	1,0	1,0	1,50	0,75	22,5	6,62	3,49	prod , sred. gos.	21,0	14,5			13,9	48,4	32,4		23,893	
0,8	12	12	1,0	1,0	1,50	0,75	13,5	3,97	2,09	prod , sred. gos.	21,0	16,6			8,3	35,3	30,4		17,216	
0,9	13	13	1,0	1,0	1,50	0,75	14,6	4,30	1,96	prod , sred. gos.	21,0	18,7			9,0	37,3	30,7		18,051	
1,0	13	13	1,0	1,0	1,50	0,75	14,6	4,30	1,96	prod , sred. gos.	21,0	20,8			9,0	37,3	30,7		18,051	
1,1	10	10	1,0	1,0	1,50	0,75	11,3	3,31	1,50	prod , rah.	21,0	22,9			7,0	31,1	29,9		15,547	
1,2	11	11	1,0	1,0	1,50	0,75	12,4	3,64	1,66	prod , rah.	21,0	25,0			7,7	33,3	30,2		16,381	
1,3	11	11	1,0	1,0	1,50	0,75	12,4	3,64	1,66	prod , rah.	21,0	27,1			7,7	33,3	30,2		16,381	
1,4	8	8	1,0	1,0	1,50	0,75	9,0	2,65	1,20	prod , rah.	21,0	29,2			5,6	26,2	29,4		13,877	
1,5	7	7	1,0	1,0	1,50	0,75	7,9	2,32	1,05	prod , rah.	21,0	31,3			4,9	23,6	29,1		13,043	
1,6	9	9	1,0	1,0	1,50	0,75	10,1	2,98	1,35	prod , rah.	21,0	33,4			6,3	28,7	29,7		14,712	
1,7	7	7	1,0	1,0	1,50	0,75	7,9	2,32	1,05	CL s prodrom , sg.	18,0	35,2		3,304	4,9			32	2,191	
1,8	5	5	1,0	1,0	1,50	0,75	5,6	1,66	0,75	CL s prodrom , lg.	18,0	37,0		2,906	3,5			23	1,565	
1,9	4	4	1,0	1,0	1,50	0,75	4,5	1,32	0,53	CL s prodrom , lg.	18,0	38,8		2,734	2,8			18	1,252	
2,0	10	10	1,0	1,0	1,50	0,75	11,3	3,31	1,32	CL s prodrom , sg.	18,0	40,6		4,390	7,0			46	3,130	
2,1	13	13	1,0	1,0	1,50	0,75	14,6	4,30	1,72	CL s prodrom , tg.	18,0	42,4		5,316	9,0			60	4,069	
2,2	12	12	1,0	1,0	1,49	0,75	13,4	3,94	1,58	CL s prodrom , tg.	18,0	44,2		5,149	8,3			55	3,729	
2,3	10	10	1,0	1,0	1,46	0,75	10,9	3,22	1,29	CL s prodrom , sg.	18,0	46,0		4,655	6,8			45	3,046	
2,4	9	9	1,0	1,0	1,43	0,75	9,7	2,84	1,14	CL s prodrom , sg.	18,0	47,8		4,432	6,0			40	2,689	
2,5	8	8	1,0	1,0	1,41	0,75	8,4	2,48	0,99	CL s prodrom , sg.	18,0	49,6		4,206	5,2			35	2,346	
2,6	6	6	1,0	1,0	1,38	0,75	6,2	1,83	0,73	CL s prodrom , lg.	18,0	51,4		3,699	3,8			25	1,729	
2,7	7	7	1,0	1,0	1,36	0,75	7,1	2,10	0,84	CL s prodrom , sg.	18,0	53,2		4,027	4,4			29	1,982	
2,8	6	6	1,0	1,0	1,33	0,75	6,0	1,77	0,71	CL s prodrom , lg.	18,0	55,0		3,794	3,7			25	1,671	
2,9	4	4	1,0	1,0	1,31	0,75	3,9	1,16	0,41	CL s prodrom , lg.	18,0	56,8		3,276	2,4			16	1,096	
3,0	2	2	1,0	1,0	1,29	0,85	2,2	0,65	0,23	CL s prodrom , žid.	18,0	58,6		2,830	1,4			9	0,612	
3,1	5	5	1,0	1,0	1,27	0,85	5,4	1,59	0,57	CL s prodrom , lg.	18,0	60,4		3,837	3,3			22	1,506	
3,2	3	3	1,0	1,0	1,26	0,85	3,2	0,94	0,34	CL s prodrom , žid.	18,0	62,2		3,236	2,0			13	0,891	
3,3	6	6	1,0	1,0	1,24	0,85	6,3	1,86	0,66	CL s prodrom , lg.	18,0	64,0		4,248	3,9			26	1,756	
3,4	5	5	1,0	1,0	1,22	0,85	5,2	1,53	0,55	CL s prodrom , lg.	18,0	65,8		3,968	3,2			21	1,443	
3,5	6	6	1,0	1,0	1,20	0,85	6,1	1,81	0,65	CL s prodrom , lg.	18,0	67,6		4,336	3,8			25	1,708	
3,6	10	10	1,0	1,0	1,18	0,85	10,1	2,96	1,06	prod-samice , rah.	22,0	69,8			6,2	28,6	29,6		14,673	
3,7	100	100	1,0	1,0	1,17	0,85	99,2	29,18	10,42	prod-samice , zelo gos.	22,0	72,0			61,3	100,0	44,2		70,375	

# DPL-6



globina	karakteristične (povprečne) vrednosti parametrov v posamezni plasti			material
	$\phi$ [°]	$c_u$ [kPa]	$E_{0ed}$ [kPa]	
0 - 0,2 m	28,7	/	11373	GC-CL , rah.
0,2 - 1,6 m	30,3	/	16799	prod , rah.
1,6 - 3,5 m	/	30	2022	CL s prodom , sg.
3,5 - 3,7 m	36,9	/	42524	prod-samice , gos.

P.3	Poročilo o laboratorijskih preiskavah (št. p. 3027440)
-----	--

**POROČILO O  
GEOMEHANSKIH  
LABORATORIJSKIH  
PREISKAVAH****NAROČNIK****Slovenske železnice Infrastruktura d.o.o.**  
Kolodvorska 11  
SI-1000 Ljubljana**PROJEKT**Sanacija opornega zidu ob  
železniški progi Kranj-  
Jesenice v kraju Sp. Besnica**PROJEKTANT POROČILA****IRGO Consulting d.o.o.**  
Slovenčeva 93  
SI-1000 Ljubljana



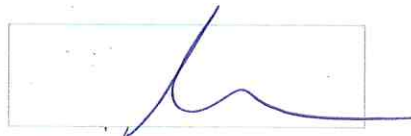
PROJEKTANT POROČILA

IRGO Consulting d.o.o.,  
Slovenčeva 93, SI-1000 Ljubljana  
dr. Vladimir Vukadin,  
univ.dipl.inž.geol.



VODJA PROJEKTA

PI Brane Merhar,  
univ.dipl.inž.geol.



## Sodelavci

LABORATORIJSKE RAZISKAVE

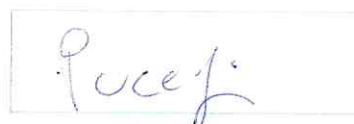
Maja Rojšek,  
univ. dipl. inž. geol., RG0194



Urška Anžlovar,  
dipl. inž. geol.



Polona Pucelj





## Kazalo

1. Uvod .....	4
1.1. Vlažnost .....	5
1.2. Prostorninska gostota .....	5
1.3. Atterbergove meje plastičnosti .....	5
1.4. Neposredni strižni preskus .....	5

## Tabele

Tabela 1: Vrste in število opravljenih preiskav .....	4
---	---

## Kazalo prilog

### **Priloge:**

Preglednica parametrov zemljin 1/5

Atterbergove meje str. 2-3/5

Strižna trdnost zemljin str. 4-5/5



## 1. Uvod

V geomehanski laboratorij IRGO smo v mesecu avgustu 2024 prejeli 2 vzorca zemljin, odvzetih iz vrtin z oznako BES-1. Preiskali smo oba vzorca. Vrste in število opravljenih raziskav je podano v Tabeli 1. Vzorci so bili odvzeti v sklopu programa geotehničnih raziskav za potrebe GG poročila za sanacijo opornega zidu ob železniški progi Kranj-Jesenice v kraju Sp. Besnica. V tem poročilu podajamo postopke laboratorijskih preiskav in dobljene rezultate, ki so prikazani v Preglednici parametrov zemljin 1/5 ter v Prilogah 2-5/5. Preiskave so bile opravljene v skladu s standardom:

SIST EN 1997-2:2007/AC:2010; Evrokod 7: Geotehnično projektiranje – 2. del, Preiskovanje in preizkušanje tal.

V geomehanskem laboratoriju smo opravili preiskave:

- Vlažnost $w$ (%)	SIST EN ISO 17892-1:2015
- Gostota drobnozrnatih zemljin $\rho$ , $\rho_d$ (Mg/m <sup>3</sup> )	SIST EN ISO 17892-2:2015
- Atterbergove meje plastičnosti $w_L$ (%), $w_P$ (%)	SIST EN ISO 17892-12:2018
- Neposredni strig $\phi'$ (°), $c'$ (kPa)	SIST EN ISO 17892-10:2019
- Klasifikacija zemljine	ASTM D2487-17e1 (USCS)

*Tabela 1: Vrste in število opravljenih preiskav*

Vrsta raziskave	Število raziskav
Vlažnost $w$	2
Gostota $\rho$	2
Atterberg $w_L$ , $w_P$ ,	2
Direktni strig $\phi'$ , $c'$	2



### 1.1. Vlažnost

Vzorcu smo določili naravno vlažnost  $w$  (%) v ventilirani peči MATEST A008. Pri temperaturi 105°C smo zemljino osušili do stanja, ko se masa ni več spreminjala.

### 1.2. Prostorninska gostota

Gostota materialov v naravnem stanju  $\rho$  (Mg/m<sup>3</sup>) je bila določena z linearnim merjenjem vzorca. Gostoto v suhem stanju  $\rho_d$  (Mg/m<sup>3</sup>) smo izračunali iz gostote in merjene vlage. Podajamo tudi ekvivalentno prostorninsko težo  $\gamma$  (kN/m<sup>3</sup>), katere standard ne opredeljuje.

### 1.3. Atterbergove meje plastičnosti

Preiskavo smo opravili s konusnim penetrometrom MATEST S165. Mejo plastičnosti  $w_p$  (%) smo določili s postopkom svaljanja zemljine po gladki podlagi. Z dodajanjem vode ali sušenjem smo zagotovili potrebno vlago, ki jo ima material pri prehodu iz plastičnega v poltrdno stanje oz., ko so se svaljki premera 3 mm začeli trgati na dolžini 3 cm. Mejo židkosti  $w_L$  (%) smo določili s konusnim penetrometrom, 80g/30°. Na podlagi izračunanih parametrov smo določili indeks plastičnosti  $I_p$  (%) in indeks konsistence  $I_c$ .

### 1.4. Neposredni strižni preskus

Preiskavo smo opravili s strižnim aparatom MATEST S277. Direktna strižna preiskava je potekala na preplavljenih in konsolidiranih preizkušancih zemljine. V cilindre so bili vstavljeni v intaktnem stanju. Preizkušanci so se strigili s konstantno hitrostjo, obremenjeni pri treh različnih normalnih napetostih, vse do prestriga. Strižni kot in kohezija vzorca  $\phi'$ , ( $^\circ$ ),  $c'$  (kPa), sta izračunana iz maksimalnih napetosti.

Vzorec					Vlaga	Prost. teža	Prostorninska gostota		Konsistenčni meji		Indeks plast.	Indeks kons.	Strižna trdnost $\tau$ (kPa) (neposredni strig)	
Zap. št.	Oznaka vzorca	Vrtina	Interval globine	Klasifikacija vzorca  USCS			Naravna	Suha	Plast.	Židk.			Intakten	
													Kot notranjega trenja	Kohezija
-	-	-	(m)	-	%	kN/m <sup>3</sup>	Mg/m <sup>3</sup>	Mg/m <sup>3</sup>	%	%	%	-	°	kPa

1	L24_31_1	BES-1	6,4-6,6	CL,pusta glina	23,5	20,18	2,06	1,67	21	34	13	0,81	29,5	12
2	L24_31_2	BES-1	7,25-7,6	CL,pusta glina	25,0	20,11	2,05	1,64	21	36	15	0,74	26,5	14

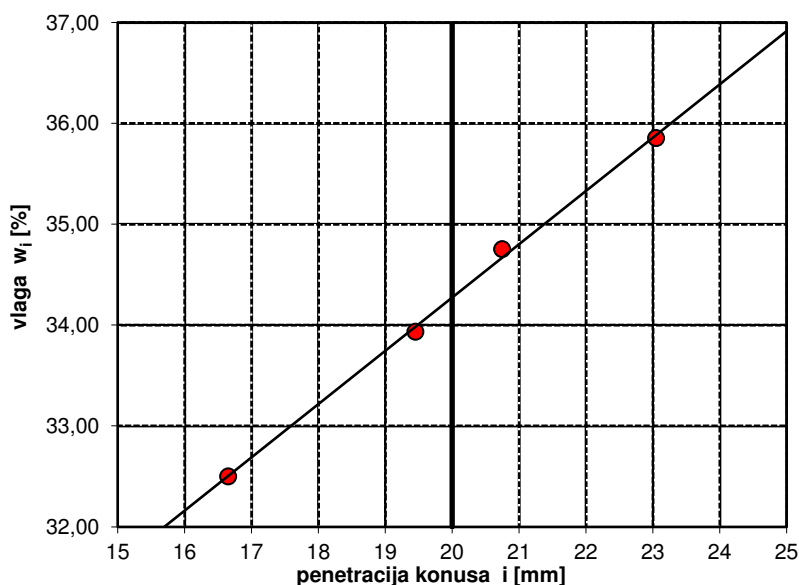
# UGOTAVLJANJE ATTERBERGOVIH MEJA PLASTIČNOSTI

PRESKUS S KONUSOM 80g/30°

SIST EN ISO 17892-12:2018

Lokacija:	BESNICA
Datum odvzema:	28.08.2024
Datum obdelave:	11.09.2024
Aparat:	MATEST-S165

Vrtina:	BES-1
Globina:	6,4 - 6,6 m
Material:	CL, pusta glina
Oznaka vzorca:	Lm_1



ostanek na situ 0,4mm

$p_a$  : - [%]

naravna vlaga

$w$  : 23,5 [%]

meja židkosti

$w_L$  : 34 [%]

meja plastičnosti

$w_P$  : 21 [%]

indeks plastičnosti

$I_P$  : 13 [%]

indeks konsistence

$I_c$  : 0,81

indeks tečenja

$I_L$  : 0,19

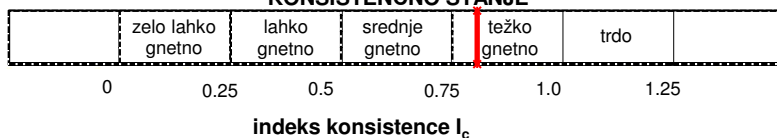
klasifikacija vzorca

CL- tg. kons.

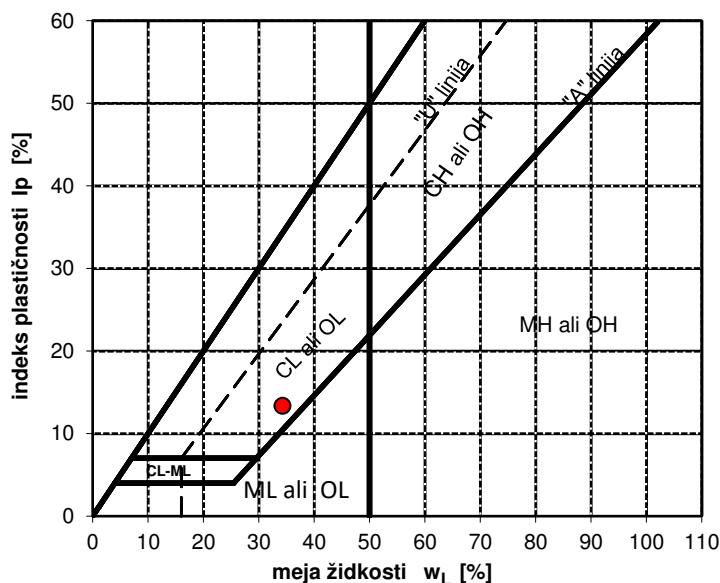
priprava materiala za  $w_P$ :  
navlažen, pregneten,  
svaljkan na  
filterskem papirju

priprava materiala za  $w_L$   
navlažen,  
homogeniziran

## KONSISTENČNO STANJE



## DIAGRAM PLASTIČNOSTI (ASTM D 2487)





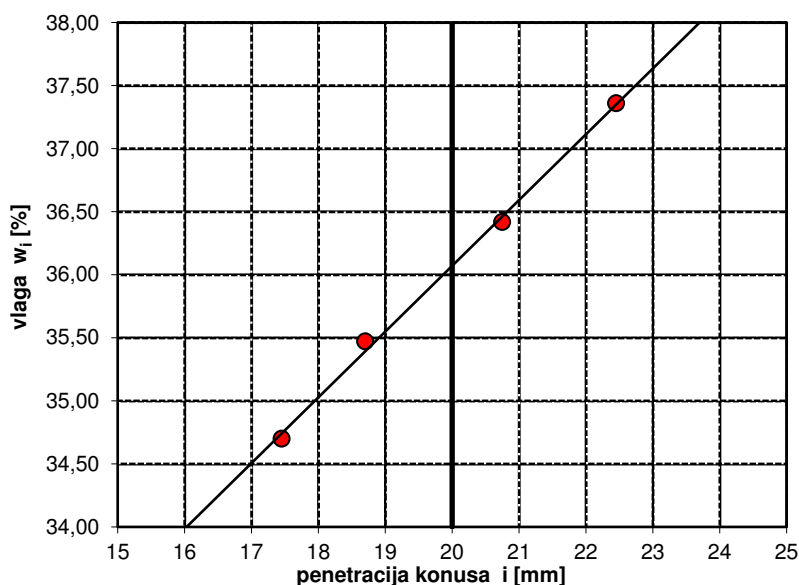
# UGOTAVLJANJE ATTERBERGOVIH MEJA PLASTIČNOSTI

PRESKUS S KONUSOM 80g/30°

SIST EN ISO 17892-12:2018

Lokacija:	BESNICA
Datum odvzema:	29.08.2024
Datum obdelave:	11.09.2024
Aparat:	MATEST-S165

Vrtina:	BES-1
Globina:	7,25 - 7,6 m
Material:	CL, pusta glina
Oznaka vzorca:	Lm_2



ostanek na situ 0,4mm

$p_a$  : - [%]

naravna vlaga

$w$  : 25,0 [%]

meja židkosti

$w_L$  : 36 [%]

meja plastičnosti

$w_P$  : 21 [%]

indeks plastičnosti

$I_P$  : 15 [%]

indeks konsistence

$I_c$  : 0,74

indeks tečenja

$I_L$  : 0,26

klasifikacija vzorca

CL- sg. kons.

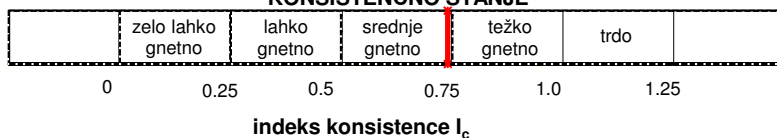
priprava materiala za  $w_P$ :

navlažen, pregneten,  
svaljkan na  
filterskem papirju

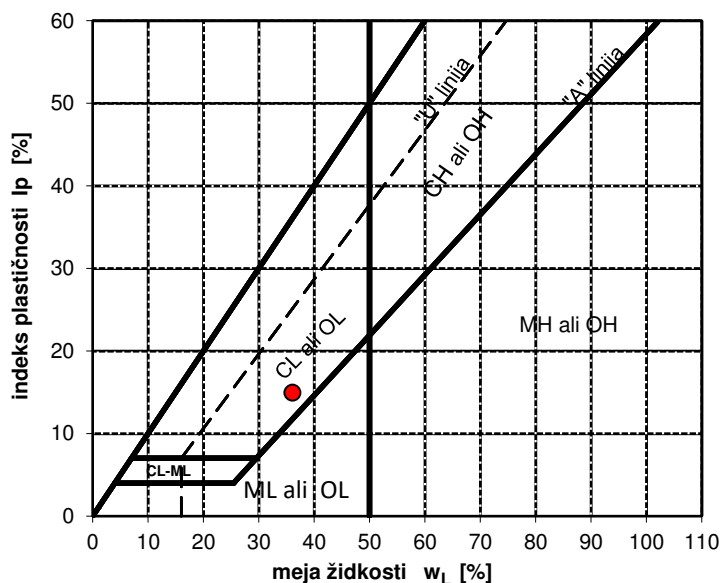
priprava materiala za  $w_L$

navlažen,  
homogeniziran

## KONSISTENČNO STANJE



## DIAGRAM PLASTIČNOSTI (ASTM D 2487)



Lokacija:	BESNICA
Datum odvzema:	28.08.2024
Datum raziskav:	5.09.2024
Obdelal:	Polona Pucelj

Vrtina:	BES-1
Globina:	6,4 - 6,6 m
Oznaka vzorca:	S_1
Material:	CL, pusta glina

Strižna celica:	Matest S276-10
Dimenzije vzorca:	širina = 5.90 cm, višina = 2.3 cm, prerez = 34.8 cm <sup>2</sup> , volumen = 80.06 cm <sup>3</sup>
Vzorec:	intakten, konsolidiran in preplavljen
Hitrost striga:	0.0033 mm/min

Vlaga pred strigom ( $\omega$ )=	23,5 %
----------------------------------	--------

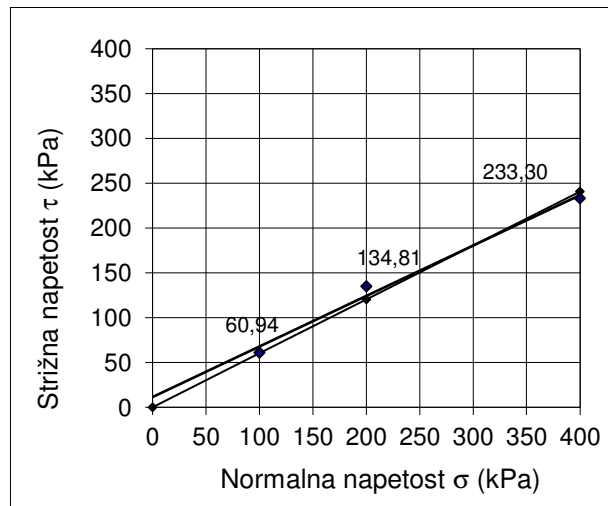
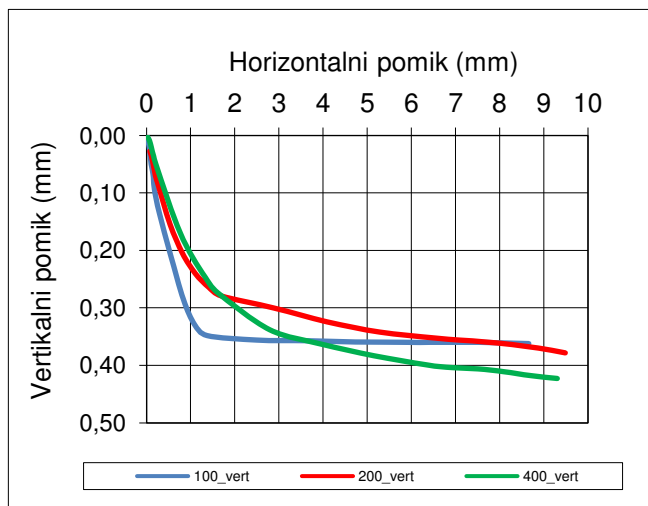
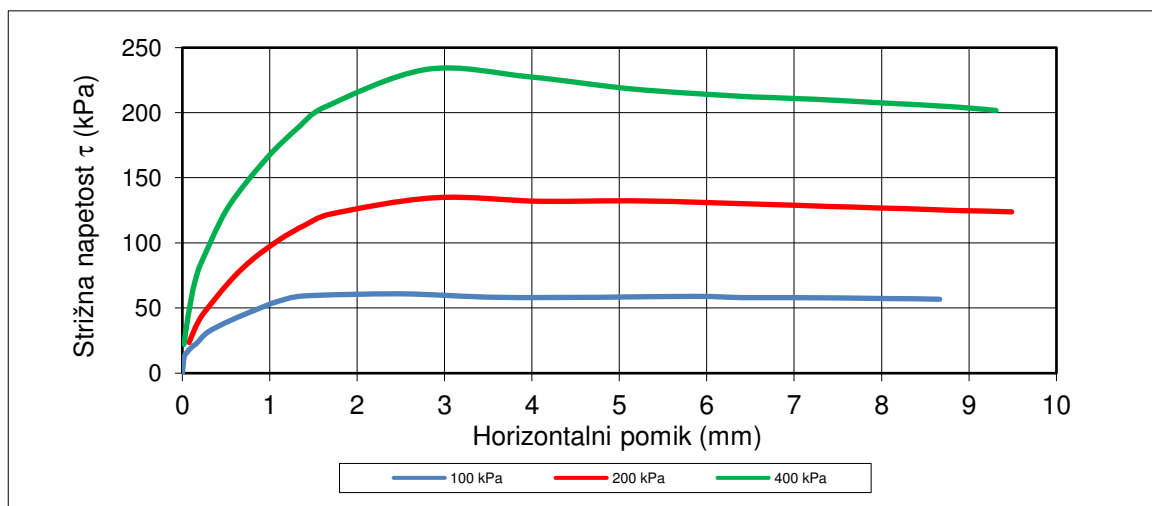
Vlaga po strigu :	$\sigma$ (kPa):	100	200	400
	w(%):	24,4	23,0	21,9
	w <sub>pov</sub> (%):	23,1		

Prostorninska teža ( $\gamma$ ) =	20,18 kN/m <sup>3</sup>
Suha prost. teža ( $\gamma_d$ ) =	16,34 kN/m <sup>3</sup>
Gostota( $\rho$ ) =	2,06 Mg/m <sup>3</sup>
Suha gostota ( $\rho_d$ )=	1,67 Mg/m <sup>3</sup>

Strižna parametra:

$\phi' = 29,5^\circ$
$c' = 12 \text{ kPa}$

$\phi' = 31,0^\circ$
$c' = 0 \text{ kPa}$



Objekt:	BESNICA
Datum odvzema:	29.08.2024
Datum raziskav:	5.09.2024
Obdelal:	Polona Pucelj

Vrtina:	BES-1
Globina:	7,25 - 7,6 m
Oznaka vzorca:	S_2
Material:	CL, pusta glina

Strižna celica:	Matest S277-01
Dimenzije vzorca:	širina = 5.90 cm, višina = 2.3 cm, prerez = 34.8 cm <sup>2</sup> , volumen = 80.06 cm <sup>3</sup>
Vzorec:	intakten, konsolidiran in preplavljen
Hitrost striga:	0.0033 mm/min

Vlaga pred strigom ( $\omega$ )=	25,0 %
----------------------------------	--------

Vlaga po strigu :	$\sigma$ (kPa):	100	200	400
	w(%):	22,2	21,8	21,4
	w <sub>pov</sub> (%):	21,8		

Prostorninska teža ( $\gamma$ ) =	20,11 kN/m <sup>3</sup>
Suha prost. teža ( $\gamma_d$ ) =	16,09 kN/m <sup>3</sup>
Gostota( $\rho$ ) =	2,05 Mg/m <sup>3</sup>
Suha gostota ( $\rho_d$ )=	1,64 Mg/m <sup>3</sup>

Strižna parametra:

$\phi' = 26,5^\circ$
$c' = 14 \text{ kPa}$

$\phi' = 28,5^\circ$
$c' = 0 \text{ kPa}$

