

NASLOVNA STRAN ELABORATA

INVESTITOR

ime in priimek ali naziv družbe **Občina Laško, Mestna ulica 2, 3270 Laško**

NAROČNIK

ime in priimek ali naziv družbe **Projektiva NVG d.o.o., Opekarniška cesta 15b, 3000 Celje**

OSNOVNI PODATKI O GRADNJI

naziv gradnje **Sanacija plazu na R3-681, odsek 4006 Laško-Breze-Šentjur v km 12+725 (digitalna os v km 12+100)**

vrste gradnje **Sanacija in rekonstrukcija**

vrsta dokumentacije **DGD, PZI**

PODATKI O ELABORATU

strokovno področje elaborata **Geološko – geomehanski elaborat**

številka elaborata **GP 186 - 2026**

datum izdelave **Junij 2026**

PODATKI O IZDELOVALCU ELABORATA

ime in priimek pooblaščenega inženirja **Jernej REMIC, mag. inž. grad.**

identifikacijska številka **G-4585**

podpis pooblaščenega inženirja

JERNEJ REMIC
mag.inž.grad.
IZS PI G-4585

PODATKI O PROJEKTANTU ELABORATA

projektant elaborata (naziv in sedež družbe) **LAM BIRO d.o.o.**
Šmartno ob Paki 134, 3327 Šmartno ob Paki

odgovorna oseba projektanta elaborata **Armin LAMBIZER**

LAM BIRO
LAM BIRO d.o.o.,
Šmartno ob Paki 134, 3327 Šmartno ob Paki

Kazalo vsebine

POROČILO O PREISKAVAH TAL	5
1. SPLOŠNO	6
1.1 Opis obstoječega stanja	7
1.2 Izvajalci in podizvajalci	8
2. TERENSKÉ RAZISKAVE	8
2.1 Lokacije in število raziskav	8
2.2 Dinamična penetracija DPSH in DPM	8
2.3 Meritve nivoja podzemne vode	9
2.4 Geotehnične vrtine in standardni penetracijski preizkus (SPT)	9
2.5 Meritve SPT – rezultati	9
2.6 Meritve SPT – interpretacija	10
3. Rezultati meritev z dinamičnim penetrometrom	12
3.1 Meritve z dinamičnim penetrometrom – DPSH 1	12
3.2 Meritve z dinamičnim penetrometrom – DPM 1	13
3.3 Meritve z dinamičnim penetrometrom – DPM 2	14
3.4 Interpretacija	15
3.5 Rezultati DPSH	15
3.6 Rezultati DPM	15
4. GEOTEHNIČNE VRTINE	16
4.1 Litološki stolpec geotehnične vrtine GV 1	16
4.2 Fotografije geotehnične vrtine GV 1	17
5. LABORATORIJSKE PREISKAVE	19
5.1 Preiskava zrnave sestave / sejalna analiza	19
5.2 Direktna strižna preiskava	20
5.3 Plastičnost in konsistenca	20
5.4 Preiskava vlažnosti	20
5.5 Preiskava gostote/prostorninske teže	21
5.6 Preiskava enosne tlačne trdnosti zemljine/žepni penetrometer	21
5.7 Poročilo laboratorijskih raziskav	21
6. SLIKE OBRAVNAVANEGA OBMOČJA	25

7. GEOLOŠKE IN HIDROGEOLOŠKE OSNOVE.....	27
8. PODZEMNA IN PADAVINSKA VODA	28
9. STANJE OBSTOJEČE VOZIŠČNE KONSTRUKCIJE.....	29
10. TIP TAL in SEIZMIČNOST TERENA.....	29
11. EROZIVNOST in PLAZOVITOST OBMOČJA	30
11.1 EROZIJSKO OBMOČJE – kategorizacija	30
11.2 PLAZOVITOST OBMOČJA – kategorizacija	31
11.3 Terenske ugotovitve	31
11.4 Predlog sanacijskega posega	31
11.5 Nadzor gradnje	32
POROČILO O GEOTEHNIČNEM PROJEKTU	33
1. POGOJI ZA IZVAJANJE ZEMELJSKIH DEL	34
1.1 Nakloni izkopov in nasipov brežin, kategorije izkopov.....	34
2. POVRATNA ANALIZA	35
2.1 Vhodni podatki za povratno analizo.....	35
2.2 Povratna analiza v prerezu P4	36
3. STABILNOSTNA ANALIZA – PO SANACIJI	37
3.1 Prerez P4	37
4. PODATKI ZA DIMENZIONIRANJE.....	39
4.1 Količnik CBR.....	39
4.2 Klimatski in hidrološki pogoji.....	39
5. SMERNICE ZA PROJEKTIRANJE PODPORNIH KONSTRUKCIJ	39
6. OPOZORILA	40
 Kazalo slik	
Slika 1: Obravnavano območje plaza.....	6
Slika 2: Stanje poškodovane VK in plaza v času terenskih raziskav (junij 2026).....	7
Slika 3: Vzorec vrtnine GV 1 (z lokacijo odvzema vzorca za laboratorijsko analizo)	17
Slika 4: Lokacija GV 1 (pogled proti J)	18
Slika 5: Lokacija GV 2 (pogled proti S)	18

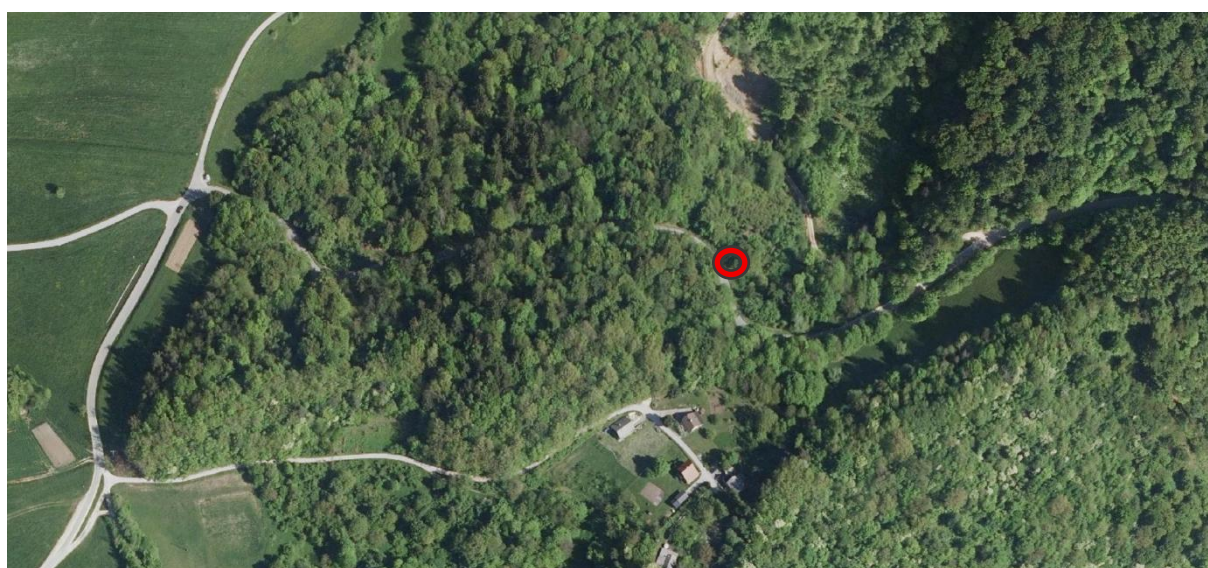
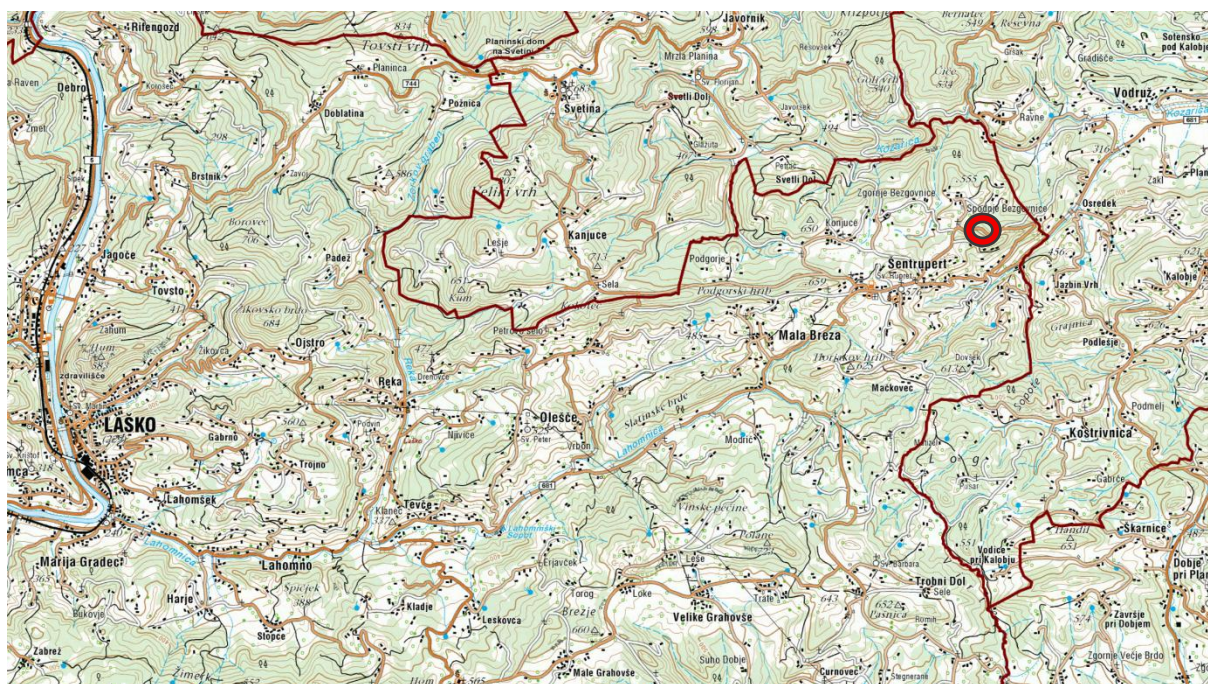
Slika 6: Lokacija GV 1	18
Slika 7: Vzorec kamnine (peščen lapor – Govške plasti).....	18
Slika 8: S1	25
Slika 9: S2	25
Slika 10: S3	25
Slika 11: S3	25
Slika 12: S4	26
Slika 13: S4	26
Slika 14: S5	26
Slika 15: S5	26
Slika 16: S6	26
Slika 17: S6	26
Slika 18: Geološka karta območja.....	28
Slika 19: Opozorilna karta erozije.....	30
Slika 20: Opozorilna karta plazov	31

POROČILO O PREISKAVAH TAL

1. SPLOŠNO

V poročilu je obravnavano območje plaza na cesti R3-681/4006 Laško-Breze-Šentjur od km 12,078 do km 12,115.

Osnova za izdelavo elaborata je inženirsko geološki pregled trase, geotehnične raziskave, poročilo dosedanjih raziskav na tem območju (PZI – Sanacija plazov, usadov in obnova vozišča na cesti R3-681/4006 Laško-Breze-Šentjur od km 12,305 do km 12,345 – PILOTNA STENA PS-1), razpoložljiva geološka literatura ter geodetski posnetek terena.



Slika 1: Obravnavano območje plaza

(vir: geoprostor.net)

1.1 Opis obstoječega stanja

Obravnavani odsek: R3-681/4006 Laško-Breze-Šentjur od km 12,078 do km 12,115.

Dolžina poškodovanega odseka znaša cca. 20 m.

Obravnavano območje se nahajajo na parcelah 397/4, 397/3 in 398/1, k.o. (1032) Šentrupert.



Slika 2: Stanje poškodovane VK in plaza v času terenskih raziskav (junij 2026)

1.2 Izvajalci in podizvajalci

- Ogleđ obstoječega stanja, analiza potrebnih lokacij sanacije in izvedbo geoloških raziskav je izvedlo podjetje LAM BIRO d.o.o.
- Geodetski posnetek območja je opravilo podjetje AKER, Maks Kvas s.p.
- Projektiranje podpornih konstrukcij bo izvedlo podjetje PROJEKTIVA NVG d.o.o.
- Rekonstrukcijo obstoječe voziščne konstrukcije bo izvedlo podjetje LAM BIRO d.o.o.

2. TERENSKE RAZISKAVE

Terenske preiskave za določitev geotehničnih parametrov so bile izvedene skladno s standardom EN 1997-2 in tehničnimi specifikacijami za javne ceste TSC.

2.1 Lokacije in število raziskav

Lokacije raziskav so bile zasnovane glede na obstoječe in predvidene lokacije objektov in komunalnih vodov, konfiguracijo terena ter dostopnost.

Skupno so bile izvedene naslednje raziskave:

- 1 raziskava z dinamično penetracijo DPSH
- 2 raziskavi z dinamično penetracijo DPM
- 1 geotehnična vrtina z SPT meritvami
- Laboratorijska analiza vzorcev
- Geološko kartiranje brežin in poslikava obravnavanega območja

Terenske raziskave so bile izvedene 4. junija 2026.

2.2 Dinamična penetracija DPSH in DPM

Geološko sestavo in mehansko-fizikalne lastnosti temeljnih tal smo določali z uporabo super težke dinamične penetracijske metode (DPSH) in lahke (DPM). Dinamična penetracija je metoda, pri kateri se konica sonde s standardizirano maso in višino padca zabija v tla. Meritve odpornosti na penetracijo nam omogočajo oceno gostote, trdnosti in nosilnosti zemljine. Ta metoda je še posebej uporabna za določanje lastnosti slojev, ki se nahajajo pod površjem in so ključnega pomena za temeljenje.

Rezultati raziskav so prikazani v poglavju 3.

2.3 Meritve nivoja podzemne vode

Lokacija	Nivo podzemne vode
DPSH 1	5,0 m
DPM 1	Podzemna voda ni bila zaznana
DPM 2	Podzemna voda ni bila zaznana
GV 1	7,0 m

2.4 Geotehnične vrtine in standardni penetracijski preizkus (SPT)

Z geotehničnimi vrtinami smo ugotavljali geološko sestavo in slojevitost temeljnih tal. V sklopu geotehničnih vrtin so bili za potrebe ugotavljanja gostote in posredno določitve mehansko-fizikalnih lastnosti temeljnih tal, izvedene standardne penetracijske meritve SPT.

Pri izvedbi meritev SPT v zemljinah smo beležili število udarcev N pri ugrezu penetracijske konice 30 cm, pri izvedbi meritev SPT v trdni podlagi pa smo beležili ugrez penetracijske konice pri številu udarcev $N = 60$.

Interpretacija rezultatov meritev je izvedena v skladu z zahtevami Evrokod 7, ki zadeva uporabo in vrednotenje rezultatov SPT testov. Za uporabljeno vrtno opremo je upoštevan korekcijski koeficient prenosa energije (k_{60}), uporabe konice (κ), dolžine drogova (λ) in efektivnega tlaka (C_N). Rezultati meritev SPT so za nekoherentne sloje relativna gostota (D_r) in strižni kot (ϕ), za koherentne sloje enoosna tlačna trdnost (q_u), obstajajo pa tudi korelacije za module elastičnosti oziroma module stisljivosti.

Rezultati meritev SPT in interpretacija so prikazani v poglavju 2.5 in 2.6.

Fotografije in litološki stolpci geotehničnih vrtin so prikazani v poglavju 4.

2.5 Meritve SPT – rezultati

SPT							
Vrtina	Globina meritev	Št. Udarcev SPT				št. udarcev pretvorjenih na SPT	Izmerjena penetrabilnost
		15cm	10cm	10cm	10cm	ud./30 cm	cm/60 ud.
GV1	2,0 m	7	7	6	9	22	
	5,5 m	16					15cm/60
	8,0 m						9cm/60

2.6 Meritve SPT – interpretacija

T povprečna	19.0	kN/m ³
k ₆₀	0.85	
κ	1.00	Melji, gline...
κ	1.00	Prod, grušči...

Povprečna prostorninska teža
Količnik prenosa energije/korekcijski faktor zaradi izgube energije
Korekcijski faktor pri uporabi konice
Korekcijski faktor pri uporabi konice

Meritev	Srednja globina sija	Izmerjeno št. udarcev prevojenih na SPT	Izmerjena penetrabilnost na 60 udarcev	Nivo podzemne vode	Normalni tlak	Korekcijski faktor drogovja (uporabimo 1 m zara)	Korekcija zaradi energijskih izgub	Korekcija zaradi energijških tlaka	Korekcijski faktor efektivnega tlaka	Korekcijski faktor zaradi podzemne vode v peskih	Korigirano število udarcev SPT	Relativna gostota	Gostotno stanje (Skempton)	Konsistenčno stanje (tabela)	Penetrabilnost (tabela)	Strižni kot (Skempton)	Strižni kot (Gibbs)	Enosna tlačna trdnost za N=16 (Pec)	Edometrični modul stisljivosti - suha (Terzaghi)	Edometrični modul stisljivosti - voda (Terzaghi)
	d [m]	N _{60(SPT)} [ud./30 cm]	P _{60(SPT)} [cm/60 ud.]		σ _{v'} [kPa]/100	λ	N ₆₀ [ud./30 cm]	P ₆₀ [cm/60 ud.]	C _N	C _S	(N ₁) ₆₀ [ud./30 cm]	Dr [%]				φ [°]	φ [°]	q _u [kPa]	E _{ed} [MPa]	E _{ed} [MPa]
GV 1	2.0	22.0	/	/	0.38	0.75	14.0	/	/	/	/	48.3	/	težko gnetno	/	32.7	29.4	175	5.6	2.8
	5.5	/	15.0	7.0	1.20	0.95	/	17.6	/	/	/	/	/	/	/	zelo visoka	>44	/	/	/
	8.0	/	9.0	7.0	1.42	0.95	/	10.6	/	/	/	/	/	/	visoka	>44	/	/	/	/

Strižne karakteristike so določene po Skempton-u glede na relativno gostoto:

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

$$N_{60} = N \cdot k_{60} \cdot \kappa \cdot \lambda \rightarrow \text{koherentne zemljine}$$

$$(N_1)_{60} = N \cdot k_{60} \cdot \kappa \cdot \lambda \cdot C_N \cdot C_S \rightarrow \text{nekoherentne zemljine}$$

$$D_r^2 = N_{60} / 60 \text{ ali } (N_1)_{60} / 60$$

Primerjalna tabela:

NEKOHERENTNA ZEMLJINA (peski, prod)				
N	Gostotno stanje	ϕ (°) za prode	Modul stisljivosti M_v (kPa)	
			Drobni in srednji pesek	Debeli pesek in prod, gramoz
< 4	zelo rahlo	< 28,4		
4-10	rahlo	28,4 – 30,3	< 7 500	< 15 000
10-30	srednje gosto	30,3 – 36,2	7 500 - 15 000	15 000 – 40 000
30-50	gusto	36,2 – 40,9	15 000 - 30 000	40 000 – 65 000
> 50	zelo gosto	> 40,9	> 30 000	> 65 000
KOHERENTNA ZEMLJINA (gline, melji)				
N	Konsistenčno stanje	q_u (kPa)	Modul stisljivosti M_v (kPa)	
<2	židko	< 25	< 500	
2 – 4	lahko gnetno	25 – 50	500 – 1 000	
4 – 8	srednje gnetno	50 – 100	1 000 – 2 000	
8 – 15	težko gnetno	100 – 200	2 000 – 5 000	
15 – 30	poltrdno	200 – 400	5 000 – 20 000	
> 30	trdno	>400	> 20 000	
HRIBINA				
P		Penetrabilnost		
0 – 1 cm/60 ud		zelo nizka		
2 – 4 cm/60 ud		nizka		
5 – 8 cm/60 ud		srednja		
9 – 15 cm/60 ud		visoka		
16 – 30 cm/60 ud		zelo visoka		

Kjer so:

N – število udarcev (SPT → N₃₀)

k₆₀ – količnik prenosa energije / korekcijski faktor zaradi izgube energije

κ – korekcijski faktor pri uporabi konice

σ_{v'} – normalni tlak

λ – korekcija zaradi dolžine drogovja (do 4 m 0.75, do 6 m 0.85, do 10 m 0.95, nad 10 m 1.00)

C_N – korekcija zaradi efektivnega tlaka (odvisna od globine) v peskih in prodih

C_s – korekcija zaradi podzemne vode v drobnih ali meljastih peskih za $N > 15$

N_{60} – število udarcev, korigirano na 60% teoretične energije

$(N_1)_{60}$ – število udarcev, korigirano na 60% teoretične energije in na efektivni vertikalni tlak

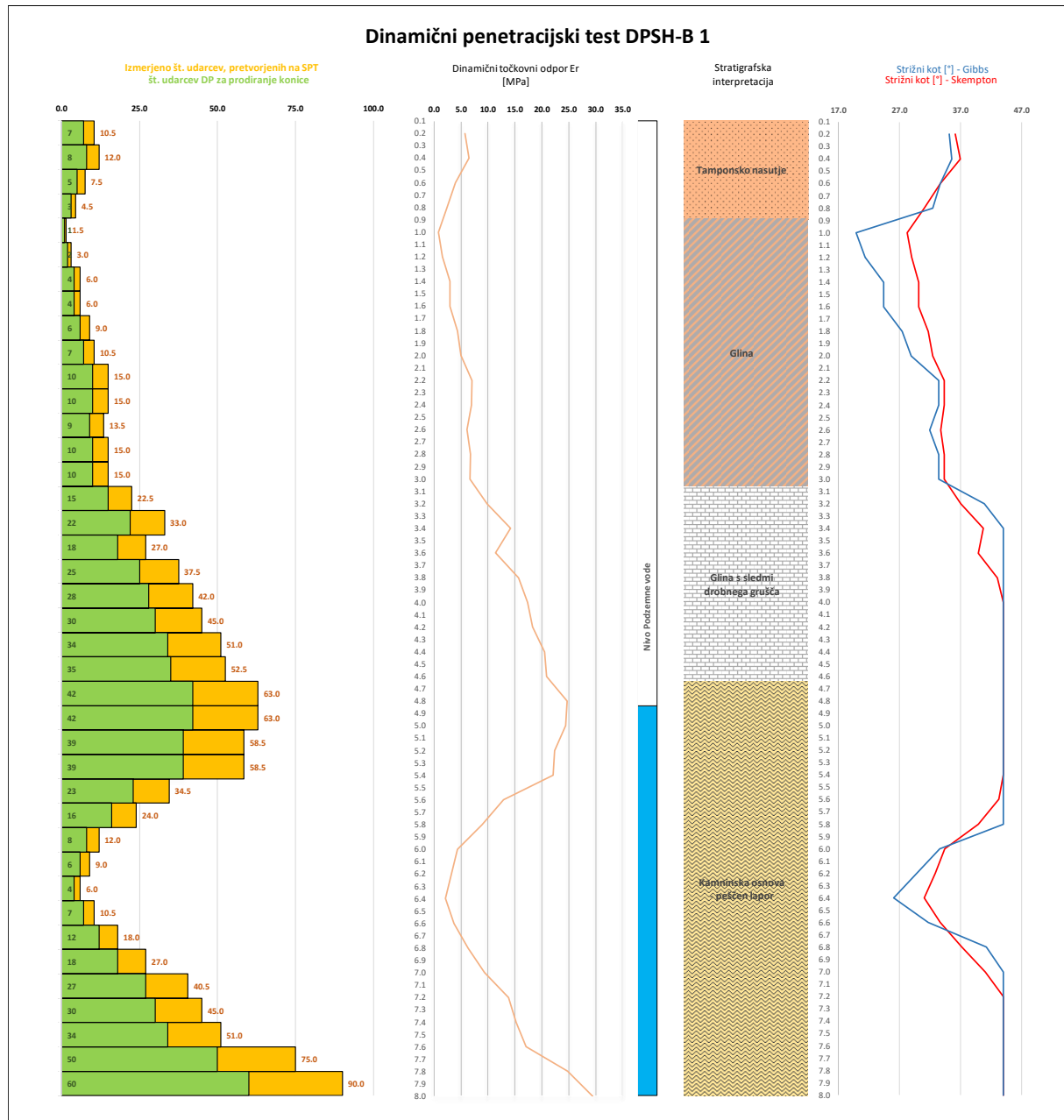
$\sigma'_v = 100$ kPa

D_r – relativna gostota (*primerjalna tabela*)

ϕ – strižni kot (*primerjalna tabela*)

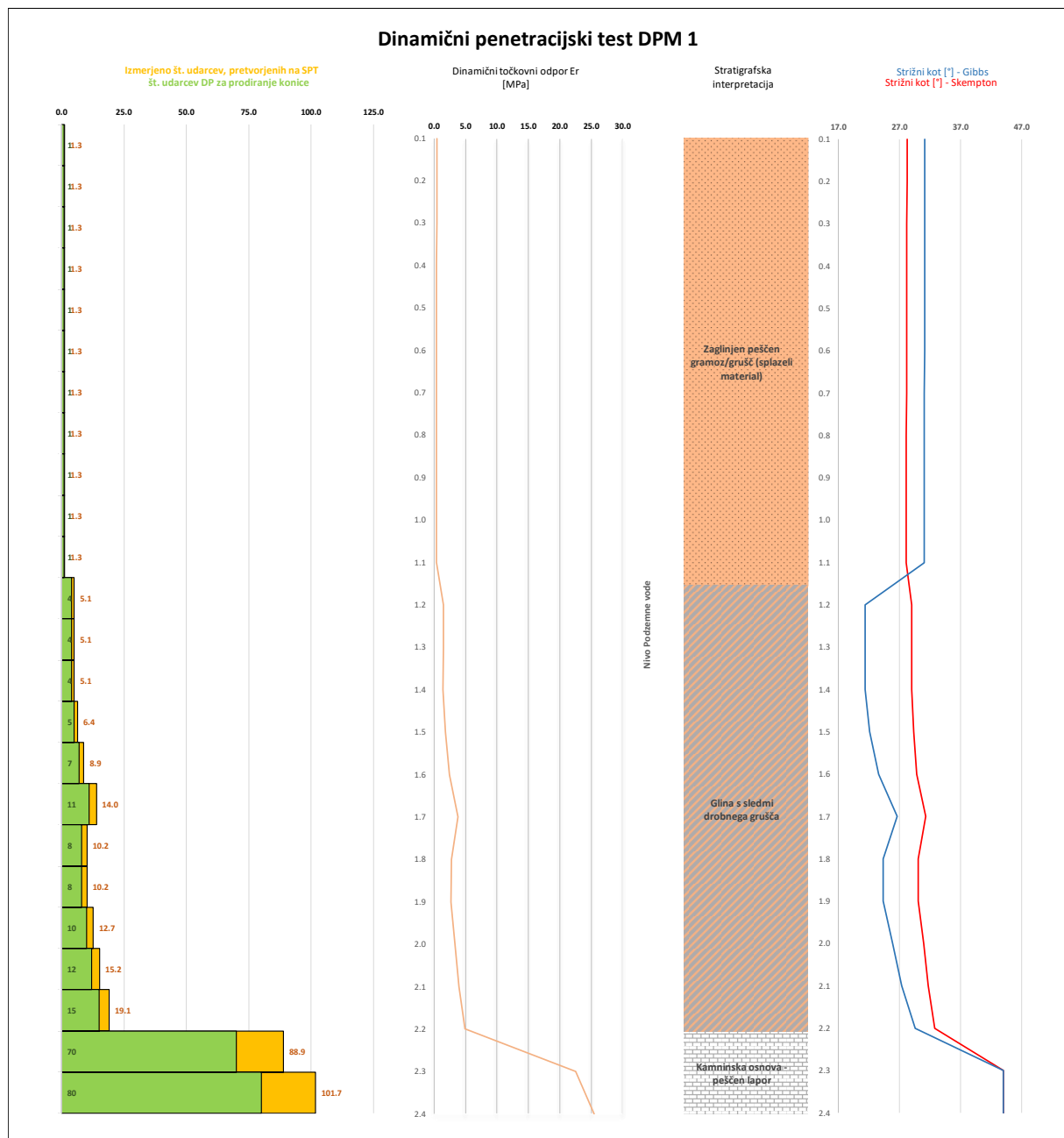
3. Rezultati meritev z dinamičnim penetrometrom

3.1 Meritve z dinamičnim penetrometrom – DPSH 1



STATISTIKA POSAMEZNIH SLOJEV										
Geološko-geotehnični opis - ocenjeno	Klasifikacija SIST EN ISO 14688-2:2004	Globina (m)		Povp. Št. Udr	Povp. Št. Udr. SPT	Gostotno stanje (Skempton)	Konsistenčno stanje (Gibbs)	Penetrabilnost	Penetrabilnost	Y
		od	do	ud/20 cm	ud/30 cm			(cm/60 udr)	(beseda)	(kN/m3)
Tamponsko nasutje	saGr	0.0	0.8	6	9	srednje gosto	/	/	/	21
Glina	CI	0.8	3.0	7	10	/	poltrdno	/	/	18
Glina s sledmi drobnega grušča	CI	3.0	4.6	26	39	/	trdno	/	/	20
Kamninska osnova - peščen lapor	/	4.6	8.0	27	40	/	/	45	zelo visoka	21

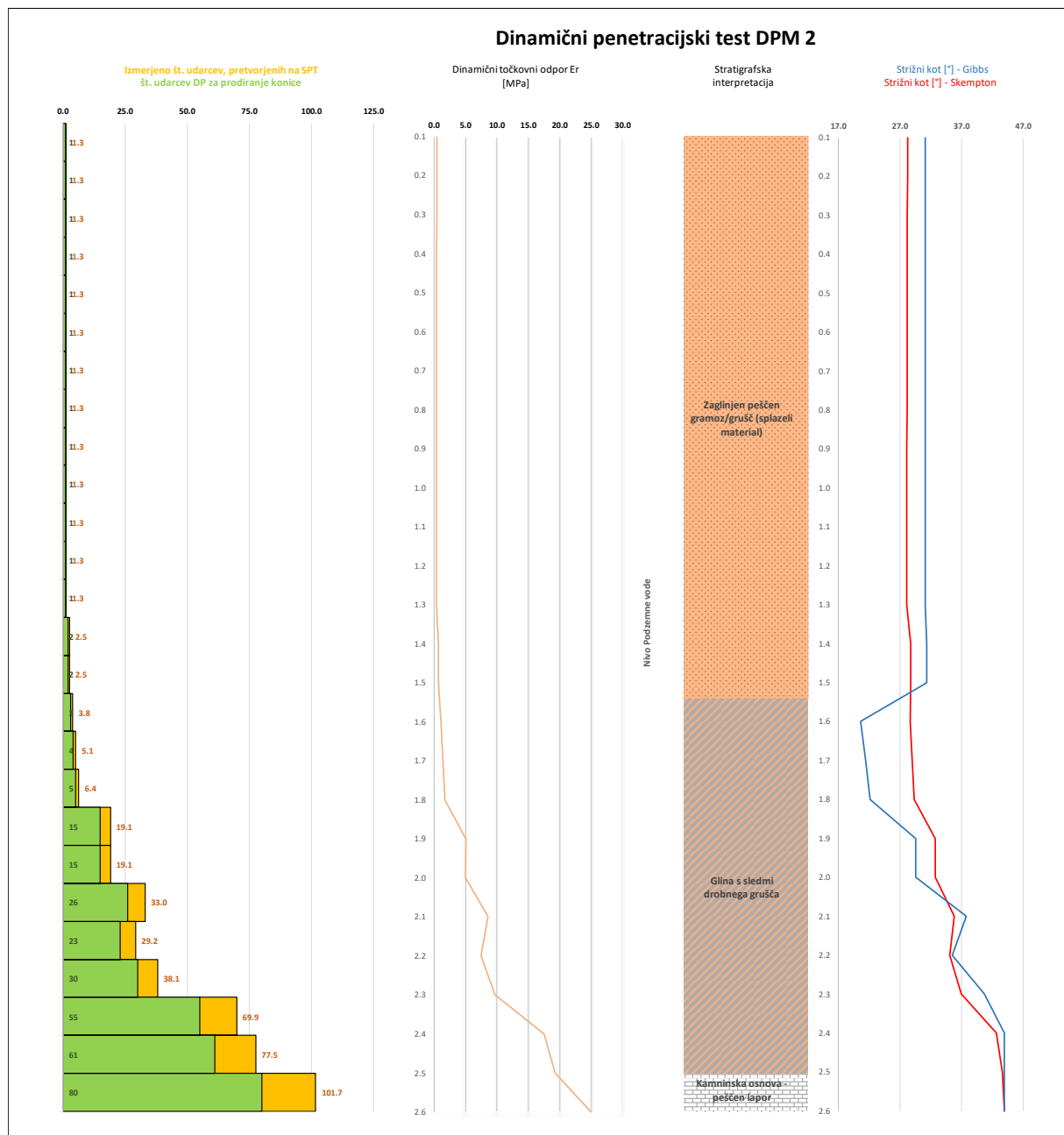
3.2 Meritve z dinamičnim penetrometrom – DPM 1



Opombe: Podzemna voda ni bila zaznana

STATISTIKA POSAMEZNIH SLOJEV										
Geološko-geotehnični opis - ocenjeno	Klasifikacija SIST EN ISO 14688-2:2004	Globina (m)		Povp. Št. Udr ud/10 cm	Povp. Št. Udr. SPT ud/30 cm	Gostotno stanje (Skempton)	Konsistenčno stanje (Gibbs)	Penetrabilnost (cm/60 udr)	Penetrabilnost (beseda)	Y (kN/m3)
		od	do							
Zaglinjen peščen gramoz/grušč (splazeli material)	clsGr	0.0	1.1	1	1	rahlo	/	/	/	18
Glina s sledmi drobnega gruščja	CI	1.1	2.2	8	10	/	srednje gnetno	/	/	20
Kamninska osnova - peščen lapor	/	2.2	2.4	75	95	/	/	19	zelo visoka	21

3.3 Meritve z dinamičnim penetrometrom – DPM 2



Opombe: Podzemna voda ni bila zaznana

STATISTIKA POSAMEZNIH SLOJEV									
Geološko-geotehnični opis - ocenjeno	Klasifikacija SIST EN ISO 14688-2:2004	Globina (m)		Povp. Št. Udr.		Gostotno stanje (Skempton)	Konsistenčno stanje (Gibbs)	Penetrabilnost (cm/60 udr)	Penetrabilnost (beseda)
		od	do	ud/10 cm	ud/30 cm				
Zaglinjen peščen gramoz/grušč (splazeli material)	clsGr	0.0	1.5	1	1	rahlo	/	/	/
Glina s sledmi drobnega grušča	CI	1.5	2.5	24	30	/	poltrdno	/	/
Kamninska osnova - peščen lapor	/	2.5	2.6	80	102	/	/	18	zelo visoka
									Y (kN/m3)
									18
									20
									21

3.4 Interpretacija

Strižne karakteristike so določene po Skempton-u in Gibbs-u za (izbira je odvisna od tipa zemljine):

- prodnate zemljine,
- peščene zemljine,
- glinaste in meljaste zemljine.

Okvirne vrednosti parametrov za koherentne ali nekoherentne zemljine:

NEKOHERENTNA ZEMLJINA (peski, prod)				
N	Gostotno stanje	ϕ (°) za prode	Modul stisljivosti M_v (kPa)	
			Drobni in srednji pesek	Debeli pesek in prod, gramoz
< 4	zelo rahlo	< 28,4	< 7 500	< 15 000
4-10	rahlo	28,4 - 30,3	7 500 - 15 000	15 000 - 40 000
10-30	srednje gosto	30,3 - 36,2	15 000 - 30 000	40 000 - 65 000
30-50	gusto	36,2 - 40,9	> 30 000	> 65 000
> 50	zelo gosto	> 40,9		
KOHERENTNA ZEMLJINA (glina, melji)				
N	Konsistenčno stanje	q_u (kPa)	Modul stisljivosti M_v (kPa)	
< 2	zidko	< 25	< 500	
2 - 4	lahko gnetno	25 - 50	500 - 1 000	
4 - 8	srednje gnetno	50 - 100	1 000 - 2 000	
8 - 15	težko gnetno	100 - 200	2 000 - 5 000	
15 - 30	poltrdno	200 - 400	5 000 - 20 000	
> 30	trdno	> 400	> 20 000	
HIRIBINA				
P	Penetrabilnost			
0 - 1 cm/60 ud	zelo nizka			
2 - 4 cm/60 ud	nizka			
5 - 8 cm/60 ud	srednja			
9 - 15 cm/60 ud	visoka			
16 - 30 cm/60 ud	zelo visoka			

Kjer so:

N – število udarcev (DPM pretvorjen na SPT)

ϕ – strižni kot (Skempton, Gibbs)

q_u – enoosna tlačna trdnost koherentnih zemljin (Peck)

3.5 Rezultati DPSH

SIST EN ISO 22476-2:2005

DPSH-B: Geolab

Konika: 20 cm²/90°

Teža uteži (kg): 63,5

Teža nakovalca (kg): 20

višina padanja uteži (cm): 75

Premier drogovja: ϕ 35

Teža drogovja (kg): 8

Energijski faktor E_r (%): 103

K₅₀: 1,71

Specif. delo/udarec E_n : 238 kJ/m²

N₂₀: 20 cm

Korekcija konice (grušč/prod): 1,00

Korekcija konice (glina/melj...): 1,00

DPSH-B	Debelina sloja [m]	Povprečna globina [m]	Nivo podtalnice [m]	SPT N/30 cm	Penetrabilnost [cm/udr]	Penetrabilnost [beseda]	Prostor. teža [kN/m ³]	Normalni tlak [σ _v , kPa/100]	λ	N ₆₀	C _u	C _s	(N1) ₆₀	Dr [%]	Gostotno stanje (Skempton)	Konsistenčno stanje (Gibbs)	Skempton ϕ [°]	Gibbs ϕ [°]
DPSH-B 1	0 - 0,8	0,4	/	9	/	/	21	0,08	0,75	11,1	1,85	/	20,4	58,3	srednje gosto	težko gnetno	34,7	34,2
	0,8 - 3	1,9	/	10	/	/	18	0,34	0,75	12,8	/	/	/	46,1	srednje gosto	težko gnetno	32,2	28,4
	3 - 4,6	3,8	/	39	/	/	20	0,76	0,75	49,8	/	/	/	91,1	zelo gosto	trdno	42,2	>45
	4,6 - 8	6,3	5	40	45	zelo visoka	21	1,19	0,95	65,5	/	/	/	104,5	zelo gosto	trdno	>44	>45

3.6 Rezultati DPM

SIST EN ISO 22476-2:2005

DPM: Geolab

Konika: 15 cm²/90°

Teža uteži (kg): 30

Teža nakovalca (kg): 5

višina padanja uteži (cm): 50

Premier drogovja: ϕ 32

Teža drogovja (kg): 6

Energijski faktor E_r (%): 60

K₅₀: 1

Specif. delo/udarec E_n : 100 kJ/m²

N₁₀: 10 cm

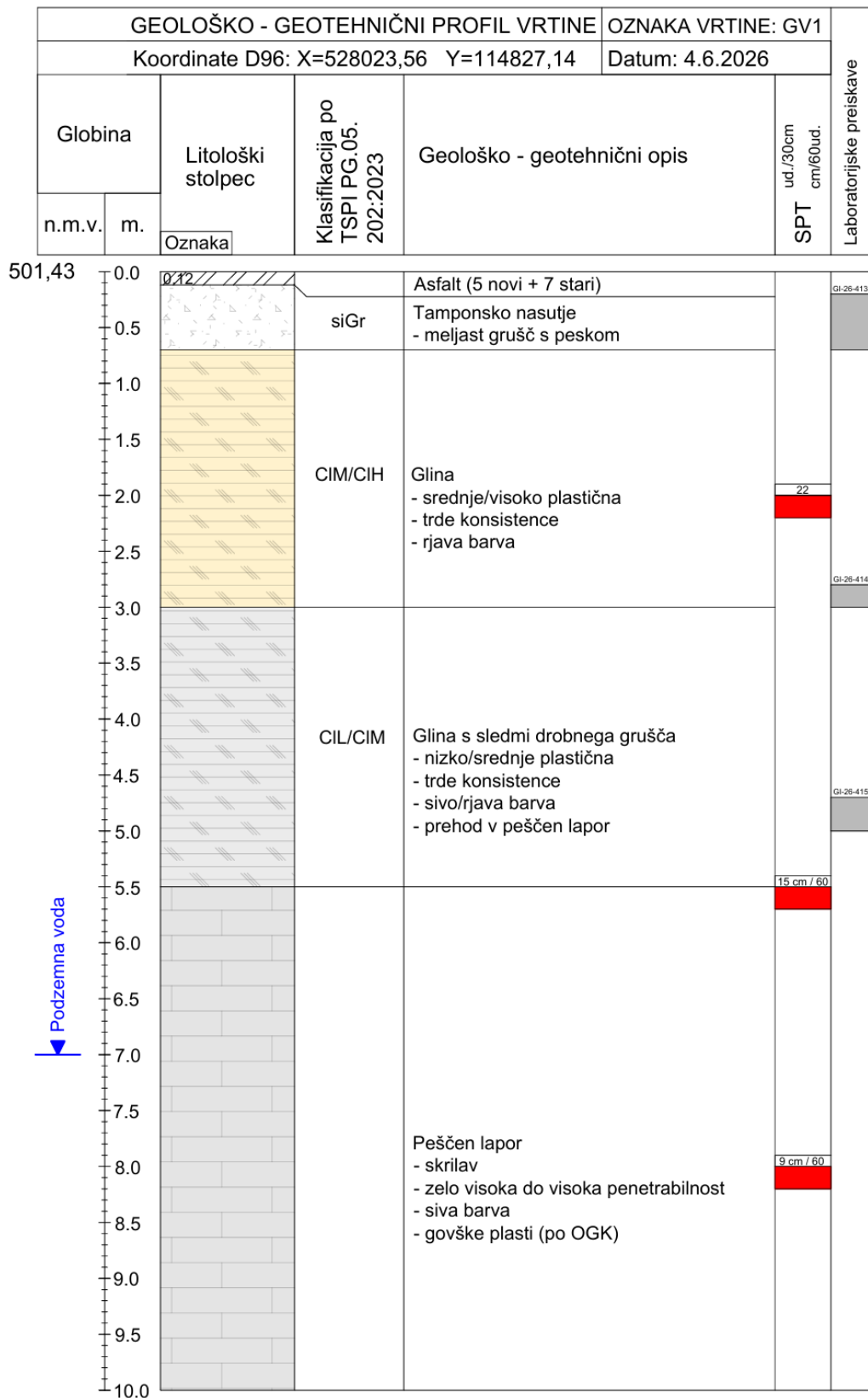
Korekcija konice (grušč/prod): 1,00

Korekcija konice (glina/melj...): 1,00

DPM	Debelina sloja [m]	Povprečna globina [m]	Nivo podtalnice [m]	SPT N/30 cm	Penetrabilnost [cm/udr]	Penetrabilnost [beseda]	Prostor. teža [kN/m ³]	Normalni tlak [σ _v , kPa/100]	λ	N ₆₀	C _u	C _s	(N1) ₆₀	Dr [%]	Gostotno stanje (Skempton)	Konsistenčno stanje (Gibbs)	Skempton ϕ [°]	Gibbs ϕ [°]
DPM 1	0 - 1,1	0,55	/	1	/	/	18	0,10	0,75	1,0	1,82	/	1,7	17,0	rahlo	židko	28,2	31,1
	1,1 - 2,2	1,65	/	10	/	/	20	0,33	0,75	7,6	/	/	/	35,6	srednje gosto	srednje gnetno	30,1	24,4
	2,2 - 2,4	2,3	/	95	19	zelo visoka	21	0,48	0,75	71,5	/	/	/	109,1	zelo gosto	trdno	>44	>45
DPM 2	0 - 1,5	0,75	/	1	/	/	18	0,14	0,75	1,1	1,76	/	1,9	17,8	rahlo	židko	28,3	31,2
	1,5 - 2,5	2	/	30	/	/	20	0,40	0,75	22,6	/	/	/	61,4	srednje gosto	poltrdno	35,3	36,1
	2,5 - 2,6	2,55	/	102	18	zelo visoka	21	0,54	0,75	76,2	/	/	/	112,7	zelo gosto	trdno	>44	>45

4. GEOTEHNIČNE VRTINE

4.1 Litološki stolpec geotehnične vrtine GV 1



4.2 Fotografije geotehnične vrtine GV 1



Slika 3: Vzorec vrtine GV 1 (z lokacijo odvzema vzorca za laboratorijsko analizo)



Slika 4: Lokacija GV 1 (pogled proti J)



Slika 5: Lokacija GV 2 (pogled proti S)



Slika 6: Lokacija GV 1



Slika 7: Vzorec kamnine (peščen lapor – Govške plasti)

5. LABORATORIJSKE PREISKAVE

5.1 Preiskava zrnastostne sestave / sejalna analiza

S preiskavami so bile pridobljene naslednje karakteristike:

Vrtina/vzorec	Klasifikacija	Material	Globina m	Zrnastost			Količnik enakomernosti	Količnik zrnastosti
				Gramoz >2 %	Pesek 2-0.063 %	Melj/glina <0.063 %	Cu	Cc
GV1/GI-26-414	siGr	meljast grušč s peskom	0,2 – 0,7	56.5	27.9	15.6	262.85	6.54

Zahtevane vrednosti:

- delež zrn do 0.063 mm – do 8 % (vgrajeni material)
- delež zrn do 0.063 mm – do 5 % (na deponiji)

Razred	Občutljivost	Vsebnost finih zrn (%)	USCS razvrstitev	¹ TSPI – 05.201 razvrstitev	² CBR3 (%)
F 1	neobčutljiv	< 5	GW, GP, SW, SP	GrW, GrM, GrG, GrP ⁴ , GrU ⁴ SaW, SaM, SaG, SaP ⁴ , SaU ⁴	> 30
F 2	malo do srednje občutljiv	5 – 15	GC ³ , GM ³ , SC ³ , SM ³ , CL, CH	clGr ³ , siGr ³ , clSa ³ , siSa ³ , CIL, CIM, CIH	8 – 30
F 3	zelo občutljiv	> 15	ML, MH, CL–ML	SiL, SiM, SiH, SiL–CIL	< 8

Preglednica: Razvrstitev materialov na osnovi občutljivosti na zmrzovanje po TSC 06.512

S preiskavami so bile pridobljene naslednje karakteristike – občutljivost na zmrzovanje:

Vrtina/vzorec	Klasifikacija	Material	Globina	Razvrstitev materialov na osnovi občutljivosti na zmrzovanja - F
			m	
GV1/GI-26-414	siGr	meljast grušč s peskom	0,2 – 0,7	F2

F1 – Neobčutljiv material na zmrzovanje

F2 – Malo do srednje občutljiv material na zmrzovanje

F3 – Zelo občutljiv material na zmrzovanje

Pri interpretaciji rezultatov je potrebno upoštevati, da pri odvzemu vzorca na terenu prihaja do neenakomernega odvzema zrn materiala in tudi segregacije, t.i. terenske napake.

Vizualna in laboratorijska ocena tamponskega nasutja:

Glede na vizualno oceno pri terenskih raziskavah menimo, da je obstoječe kamnito (tamponsko) nasutje v nevezani nosilni plasti in posteljnici v solidnem stanju.

Laboratorijske preiskave izkazujejo, da preiskano kamnito (tamponsko) nasutje spada v kategorijo malo do srednje občutljivih materialov (F2) na zmrzovanje z vidika pogoja vgrajenih materialov.

Rezultati so prikazani v poglavju 5.7

5.2 Direktna strižna preiskava

S preiskavami so bile pridobljene naslednje karakteristike (potopljen vzorec):

Vrtina/vzorec	Klasifikacija	Material	Globina	Kohezija c'	Strižni kot ϕ
			m	kPa	°
GV1/GI-26-414	CIM/CIH	srednje/visoko plastična glina, trde kons.	2,8 – 3,0	2.3	31.8
GV1/GI-26-415	CIL/CIM	nizko/srednje plastična glina s sledmi drobnega grušča, trde kons.	4,7 – 5,0	1.4	31.7

Rezultati direktne strižne preiskave so prikazani v poglavju 5.7

5.3 Plastičnost in konsistenca

S preiskavami so bile pridobljene naslednje karakteristike:

Vrtina/vzorec	Klasifikacija	Material	Globina	Meja židkosti w_L	Meja plastičnosti w_p
			m	%	%
GV1/GI-26-414	CIM/CIH	srednje/visoko plastična glina, trde kons.	2,8 – 3,0	50	26
GV1/GI-26-415	CIL/CIM	nizko/srednje plastična glina s sledmi drobnega grušča, trde kons.	4,7 – 5,0	35	21

S preiskavami so bile pridobljene naslednje karakteristike:

Vrtina/vzorec	Klasifikacija	Material	Globina	Indeks plastičnosti	Indeks konsistence
			m	%	/
GV1/GI-26-414	CIM/CIH	srednje/visoko plastična glina, trde kons.	2,8 – 3,0	24	1.37
GV1/GI-26-415	CIL/CIM	nizko/srednje plastična glina s sledmi drobnega grušča, trde kons.	4,7 – 5,0	14	1.96

Rezultati so prikazani v poglavju 5.7

5.4 Preiskava vlažnosti

S preiskavami so bile pridobljene naslednje karakteristike:

Vrtina/vzorec	Klasifikacija	Material	Globina	Naravna vlaga w
			m	%
GV1/GI-26-414	CIM/CIH	srednje/visoko plastična glina, trde kons.	2,8 – 3,0	17.2
GV1/GI-26-415	CIL/CIM	nizko/srednje plastična glina s sledmi drobnega grušča, trde kons.	4,7 – 5,0	7.5

Rezultati preiskave vlažnosti so prikazani v poglavju 5.7

5.5 Preiskava gostote/prostorninske teže

S preiskavami so bile pridobljene naslednje karakteristike:

Vrtina/vzorec	Klasifikacija	Material	Globina	Naravna prostorninska teža γ	Suha prostorninska teža γ_d
			m	kN/m ³	kN/m ³
GV1/GI-26-414	CIM/CIH	srednje/visoko plastična glina, trde kons.	2,8 – 3,0	18.8	16.1
GV1/GI-26-415	CIL/CIM	nizko/srednje plastična glina s sledmi drobnega gruščja, trde kons.	4,7 – 5,0	16.6	15.4

Rezultati preiskave prostorninske teže so prikazani v poglavju 5.7

5.6 Preiskava enoosne tlačne trdnosti zemljine/žepni penetrometer

S preiskavami so bile pridobljene naslednje karakteristike:

Vrtina/vzorec	Klasifikacija	Material	Globina	Enoosna tlačna trdnost (žepni) $q_{u,z}$
			m	kPa
GV1/GI-26-414	CIM/CIH	srednje/visoko plastična glina, trde kons.	2,8 – 3,0	>600

Rezultati žepnega permeametra so prikazani v poglavju 5.7

5.7 Poročilo laboratorijskih raziskav



Dimičeva 14, Ljubljana

Tel.: +386 12 34 56 00

E-pošta: dir@geo-inz.si

www.geo-inz.si

Naročnik: **Lam Biro d.o.o**

Lokacija: GK sanacija ceste Šentrupert (Laško)

Objekt:

Program preiskav: 101-26

Delovni nalog: 105

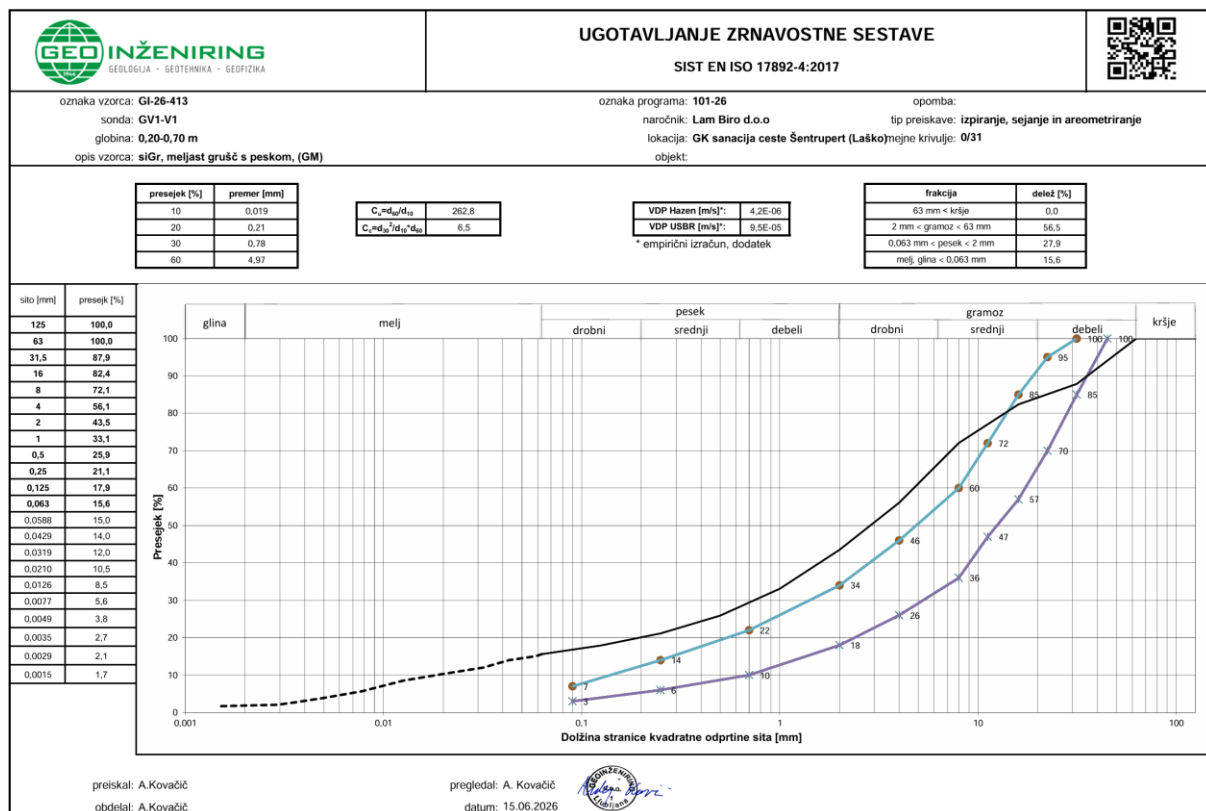
[illegible]

Datum: 15.06.2026
Pregledal: A. Kovačič

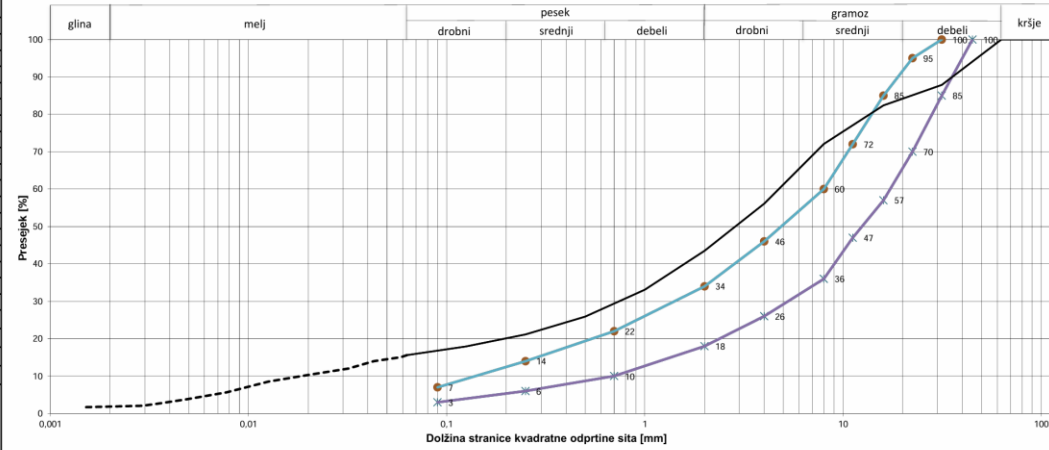
Pregledal: A. Kovačič



Digitalno podpisal ANDREJ KOVAČIČ
DN: c=SI, st=Slovenija,
2.5.4.97=VATSI-10467050,
o=GEOINŽENIRING D.O.O.,
givenName=ANDREJ, sn=KOVAČIČ,
serialNumber=2523348816012,
cn=ANDREJ KOVAČIČ
Datum: 2026.06.15 13:45:26 +02'00'



sito [mm]	presejek [%]
125	100,0
63	100,0
31,5	87,9
16	82,4
8	72,1
4	56,1
2	43,5
1	33,1
0,5	25,9
0,25	21,1
0,125	17,9
0,063	15,6
0,0568	15,0
0,0429	14,0
0,0319	12,0
0,0210	10,5
0,0126	8,5
0,0077	5,6
0,0049	3,8
0,0035	2,7
0,0029	2,1
0,0015	1,7



preiskal: A. Kovačič
obdelal: A. Kovačič

pregledal: A. Kovačič
datum: 15.06.2026





DOLOČITEV NARAVNE VLAŽNOSTI
po standardu: SIST EN ISO 17892-1:2015

ID vzorca: **GI-26-414**
ID programa p.: **101-26**
Naročnik: **Lam Biro d.o.o**
Lokacija: **GK sanacija ceste Šentrupert (Laško)**
Objekt:
Sonda: **GV1-V2**
Globina: **2,80-3,00 m**
Opis vzorca: **CI/M/CH, srednje/visoko plastična glina, trde kons.**

oznaka posode:	157	106	145
masa posode [g]:	97,989	97,251	91,926
masa vzorca in posode [g]:	259,148	298,049	273,389
masa suhega vzorca in posode [g]:	235,104	268,577	247,071
masa vode [g]:	24,044	29,472	26,318
masa suhega vzorca [g]:	137,115	171,326	155,145
vlažnost [%]:	17,54	17,20	16,96
povprečna vlažnost [%]:	17,23		

žepni penetrometer $q_{h,1}$ [kPa]
>600

Preiskal: M. Sambolič
Obdelal: M. Sambolič
Datum: 15.06.2026
Pregledal: A. Kovačič



DOLOČITEV GOSTOTE ZEMLJIN - LINEARNA METODA
po standardu: SIST EN ISO 17892-2:2015

ID vzorca: **GI-26-414**
ID programa p.: **101-26**
Naročnik: **Lam Biro d.o.o**
Lokacija: **GK sanacija ceste Šentrupert (Laško)**
Objekt:
Sonda: **GV1-V2**
Globina: **2,80-3,00 m**
Opis vzorca: **CI/M/CH, srednje/visoko plastična glina, trde kons.**

oznaka celice:	dir_strig
dolžina (smer striženja) [mm]:	60
širina [mm]:	60
višina [mm]:	19
skupna masa vzorca vseh celic [g]:	394,62
skupen volumen vseh celic [cm ³]:	205,20
naravna vlažnost vzorca [%]:	17,23
gostota vzorca [Mg/m ³]:	1,92
suha gostota vzorca [Mg/m ³]:	1,64

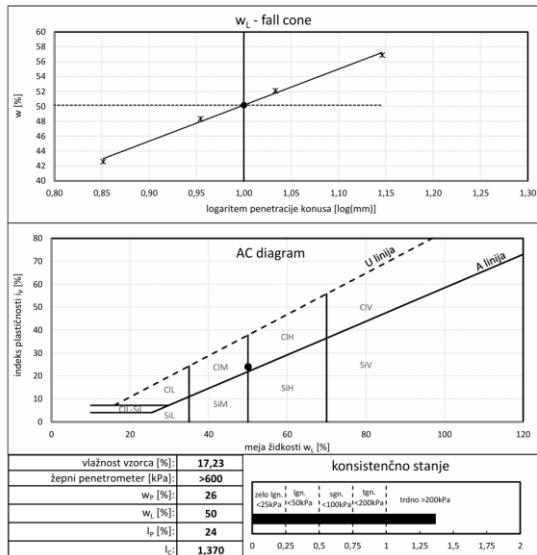
Preiskal: M. Sambolič
Obdelal: M. Sambolič
Datum: 15.06.2026
Pregledal: A. Kovačič





DOLOČITEV KONSISTENČNIH MEJ
po standardu: SIST EN ISO 17892-12:2018

ID vzorca: **GI-26-414**
ID programa p.: **101-26**
Naročnik: **Lam Biro d.o.o.**
Lokacija: **GK sanacija ceste Šentrupert (Laško)**
Objekt:
Sonda: **GV1-V2**
Globina: **2,80-3,00 m**
Opis vzorca: **CIM/CH, srednje/visoko plastična glina, trde kons.**
Opomba:



Preiskal: M. Sambolič
Obdelal: M. Sambolič
Datum: 15.06.2026
Pregledal: A. Kovačič

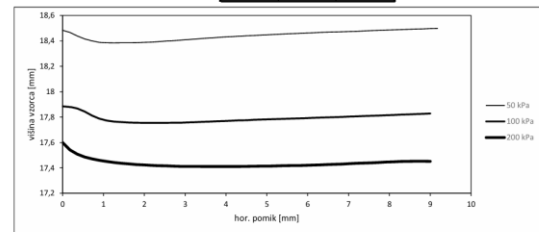
DRENIRANA STRIŽNA PREISKAVA V DIREKTNEM STRIŽNEM APARATU
po standardu: SIST EN ISO 17892-10:2019

stran 1/2

ID vzorca: **GI-26-414**
ID programa p.: **101-26**
Naročnik: **Lam Biro d.o.o.**
Lokacija: **GK sanacija ceste Šentrupert (Laško)**
Objekt:
Sonda: **GV1-V2**
Globina: **2,80-3,00 m**
Opis vzorca: **CIM/CH, srednje/visoko plastična glina, trde kons.**
Opomba: **vzorec vgrajen ne intaktno, preplavljen in konsolidiran**

vlažnost vzorca [%]	17,23
žepni penetrometer [kPa]	>600
gostota [Mg/m ³]	1,62
suha gostota [Mg/m ³]	1,64
gostota zrnja [Mg/m ³]	2,70
zasičenost [%]	72,0
širina celice [mm]	60
dolžina celice [mm]	60
višina celice [mm]	19

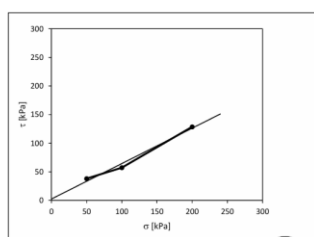
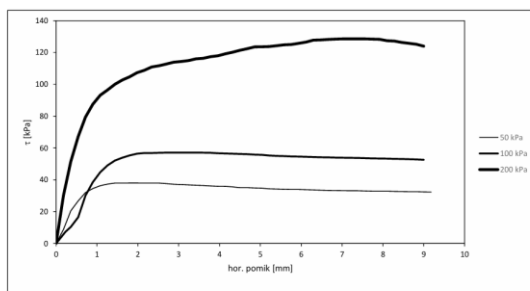
σ [kPa]	50	100	200
τ _{več} [kPa]	38,0	57,1	126,6
τ _{več} [kPa]	32,4	52,6	124,0
višina vzorca po konsolidaciji [mm]	18,484	17,885	17,599
povpr. čas konca prim. kons. [s]			
max. hitrost striženja [mm/min]			
hitrost striženja [mm/min]	0,007	0,008	0,007
h. pomik pri porušitvi [mm]	1,800	2,699	7,020
višina vzorca pri porušitvi [mm]	18,385	17,755	17,433
končni h. pomik [mm]	9,180	9,000	9,000
končna višina vzorca [mm]	18,499	17,828	17,451
vlažnost po striženju [%]	25,85	24,80	21,78



DRENIRANA STRIŽNA PREISKAVA V DIREKTNEM STRIŽNEM APARATU
po standardu: SIST EN ISO 17892-10:2019

stran 2/2

ID vzorca: **GI-26-414**
ID programa p.: **101-26**
Naročnik: **Lam Biro d.o.o.**
Lokacija: **GK sanacija ceste Šentrupert (Laško)**
Objekt:
Sonda: **GV1-V2**
Globina: **2,80-3,00 m**
Opis vzorca: **CIM/CH, srednje/visoko plastična glina, trde kons.**
Opomba: **vzorec vgrajen ne intaktno, preplavljen in konsolidiran**



REZULTATI - PORUŠITEV	
strižni kot ϕ' [°]:	31,8
kohezija c' [kPa]:	2,3
korelacija:	0,991

Preiskal: M. Sambolič
Obdelal: M. Sambolič
Datum: 15.06.2026
Pregledal: A. Kovačič



DOLOČITEV NARAVNE VLAŽNOSTI
po standardu: SIST EN ISO 17892-1:2015

ID vzorca: **GI-26-415**
ID programa p.: **101-26**
Naročnik: **Lam Biro d.o.o.**
Lokacija: **GK sanacija ceste Šentrupert (Laško)**
Objekt:
Sonda: **GV1-V3**
Globina: **4,70-5,00 m**
Opis vzorca: **CL/CIM nizko/srednje plastična glina s sledmi drobnega gruša, trde kons.**

oznaka posode:	149	166	144
masa posode [g]	97,735	114,982	92,862
masa vzorca in posode [g]	302,539	306,334	278,516
masa suhega vzorca in posode [g]	288,119	293,518	265,100
masa vode [g]	14,420	12,816	13,416
masa suhega vzorca [g]	190,384	178,536	172,238
vlažnost [%]	7,57	7,18	7,79
povprečna vlažnost [%]	7,51		

žepni penetrometer q _{u,1} [kPa]				
---	--	--	--	--

Preiskal: M. Sambolič
Obdelal: M. Sambolič
Datum: 15.06.2026
Pregledal: A. Kovačič

Preiskal: M. Sambolič
Obdelal: M. Sambolič
Datum: 15.06.2026
Pregledal: A. Kovačič



DOLOČITEV GOSTOTE ZEMLJIN - LINEARNA METODA

po standardu: SIST EN ISO 17892-2:2015

ID vzorca: **GI-26-415**
ID programa p.: **101-26**
Naročnik: **Lam Biro d.o.o.**
Lokacija: **GK sanacija ceste Šentrupert (Laško)**
Objekt:
Sonda: **GV1-V3**
Globina: **4,70-5,00 m**
Opis vzorca: **CIL/CIM nizko/srednje plastična glina s sledi drobnega gruša, trde kons.**

oznaka celice:	dir_strig
dolžina (smer striženja) [mm]:	60
širina [mm]:	60
višina [mm]:	19
skupna masa vzorca vseh celic [g]:	345,97
skupen volumen vseh celic [cm ³]:	205,20
naravna vlažnost vzorca [%]:	7,51
gostota vzorca [Mg/m ³]:	1,69
suha gostota vzorca [Mg/m ³]:	1,57

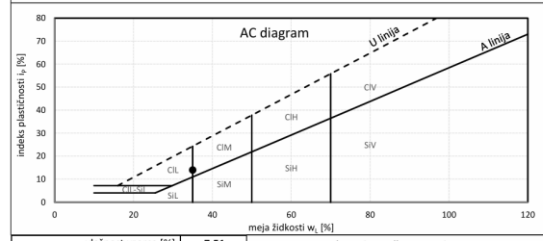
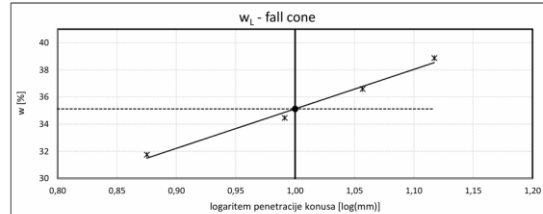
Preiskal: M. Sambolič
Obdelal: M. Sambolič
Datum: 15.06.2026
Pregledal: A. Kovačič



DOLOČITEV KONSISTENČNIH MEJ

po standardu: SIST EN ISO 17892-12:2018

ID vzorca: **GI-26-415**
ID programa p.: **101-26**
Naročnik: **Lam Biro d.o.o.**
Lokacija: **GK sanacija ceste Šentrupert (Laško)**
Objekt:
Sonda: **GV1-V3**
Globina: **4,70-5,00 m**
Opis vzorca: **CIL/CIM nizko/srednje plastična glina s sledi drobnega gruša, trde kons.**
Opomba: **vzorec deluje presušen**



vlažnost vzorca [%]:	7,51
žepni penetrometer [kPa]:	21
w _p [%]:	21
w _L [%]:	35
I _p [%]:	14
I _c :	1,960



Preiskal: M. Sambolič
Obdelal: M. Sambolič
Datum: 15.06.2026
Pregledal: A. Kovačič



DRENIRANA STRIŽNA PREISKAVA V DIREKTNEM STRIŽNEM APARATU

po standardu: SIST EN ISO 17892-10:2019

stran 1/2

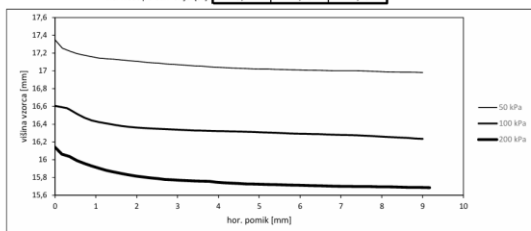
ID vzorca: **GI-26-415**
ID programa p.: **101-26**
Naročnik: **Lam Biro d.o.o.**
Lokacija: **GK sanacija ceste Šentrupert (Laško)**
Objekt:
Sonda: **GV1-V3**
Globina: **4,70-5,00 m**
Opis vzorca: **CIL/CIM nizko/srednje plastična glina s sledi drobnega gruša, trde kons.**
Opomba: **vzorec vgrajen ne intaktno, preplavljen in konsolidiran**

vlažnost vzorca [%]:	7,51
žepni penetrometer [kPa]:	1,69
gostota [Mg/m ³]:	1,57
suha gostota [Mg/m ³]:	2,70
gostota zrnja [Mg/m ³]:	26,1

(ocenjena)

širina celice [mm]:	60
dolžina celice [mm]:	60
višina celice [mm]:	19

σ [kPa]:	50	100	200
τ _{vol} [kPa]:	34,0	60,5	125,7
τ _{konc} [kPa]:	33,9	60,3	125,6
višina vzorca po konsolidaciji [mm]:	17,349	16,606	16,141
max. hitrost striženja [mm/min]:			
hitrost striženja [mm/min]:	0,008	0,008	0,007
h. pomik pri porušitvi [mm]:	8,641	6,300	8,632
višina vzorca pri porušitvi [mm]:	16,985	16,290	15,690
končni h. pomik [mm]:	9,001	9,000	9,171
končna višina vzorca [mm]:	16,981	16,235	15,686
vlažnost po striženju [%]:	25,11	22,16	21,29

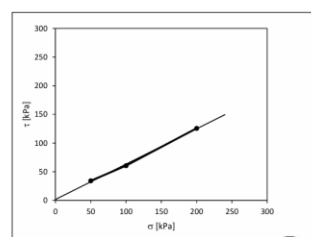
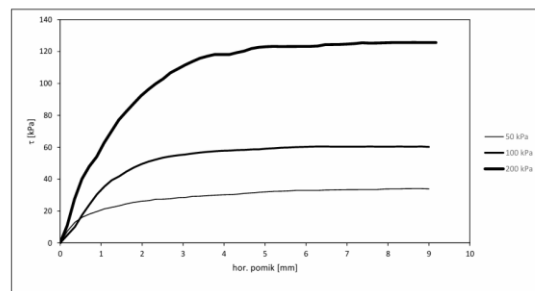


DRENIRANA STRIŽNA PREISKAVA V DIREKTNEM STRIŽNEM APARATU

po standardu: SIST EN ISO 17892-10:2019

stran 2/2

ID vzorca: **GI-26-415**
ID programa p.: **101-26**
Naročnik: **Lam Biro d.o.o.**
Lokacija: **GK sanacija ceste Šentrupert (Laško)**
Objekt:
Sonda: **GV1-V3**
Globina: **4,70-5,00 m**
Opis vzorca: **CIL/CIM nizko/srednje plastična glina s sledi drobnega gruša, trde kons.**
Opomba: **vzorec vgrajen ne intaktno, preplavljen in konsolidiran**



REZULTATI - PORUŠITEV	
strižni kot ϕ' [°]:	31,7
kohezija c' [kPa]:	1,4
korelacija:	0,999



Preiskal: M. Sambolič
Obdelal: M. Sambolič
Datum: 15.06.2026
Pregledal: A. Kovačič

6. SLIKE OBRAVNAVANEGA OBMOČJA

Poslikava območja za namen geološkega kartiranja.

Lokacija slik označena na risbi 1 – Pregledna situacija raziskav.



Slika 8: S1



Slika 9: S2



Slika 10: S3



Slika 11: S3

**Slika 12: S4****Slika 13: S4****Slika 14: S5****Slika 15: S5****Slika 16: S6****Slika 17: S6**

7. GEOLOŠKE IN HIDROGEOLOŠKE OSNOVE

Širše območje:

Širše obravnavano območje leži v osrednjem delu Posavskih gub, ki predstavljajo eno najizrazitejših nagubanih tektonskih enot vzhodne Slovenije. Za območje so značilne številne antiklinale, sinklinale ter prelomi, ki so nastali med alpidsko orogenezo in so pomembno vplivali na današnjo geološko zgradbo in relief.

Geološko območje gradijo predvsem sedimentne kamnine terciarne starosti, ki so se odlagale v morskem bazenu Centralne Paratetide. Med njimi prevladujejo različni klastični sedimenti, kot so peščenjaki, laporji, glinovci, meljevci in lokalno konglomerati. Na posameznih območjih izdanjajo tudi starejše karbonatne kamnine triasne starosti, predvsem dolomiti, ki zaradi večje odpornosti proti preperevanju oblikujejo izrazitejše grebene in strmejša pobočja.

Relief je posledica prepletanja litoloških razlik in tektonske razčlenjenosti, zato se na kratkih razdaljah pogosto izmenjujejo mehkejše terciarne sedimentne kamnine in odpornejše karbonatne kamnine.

Obravnavano območje:

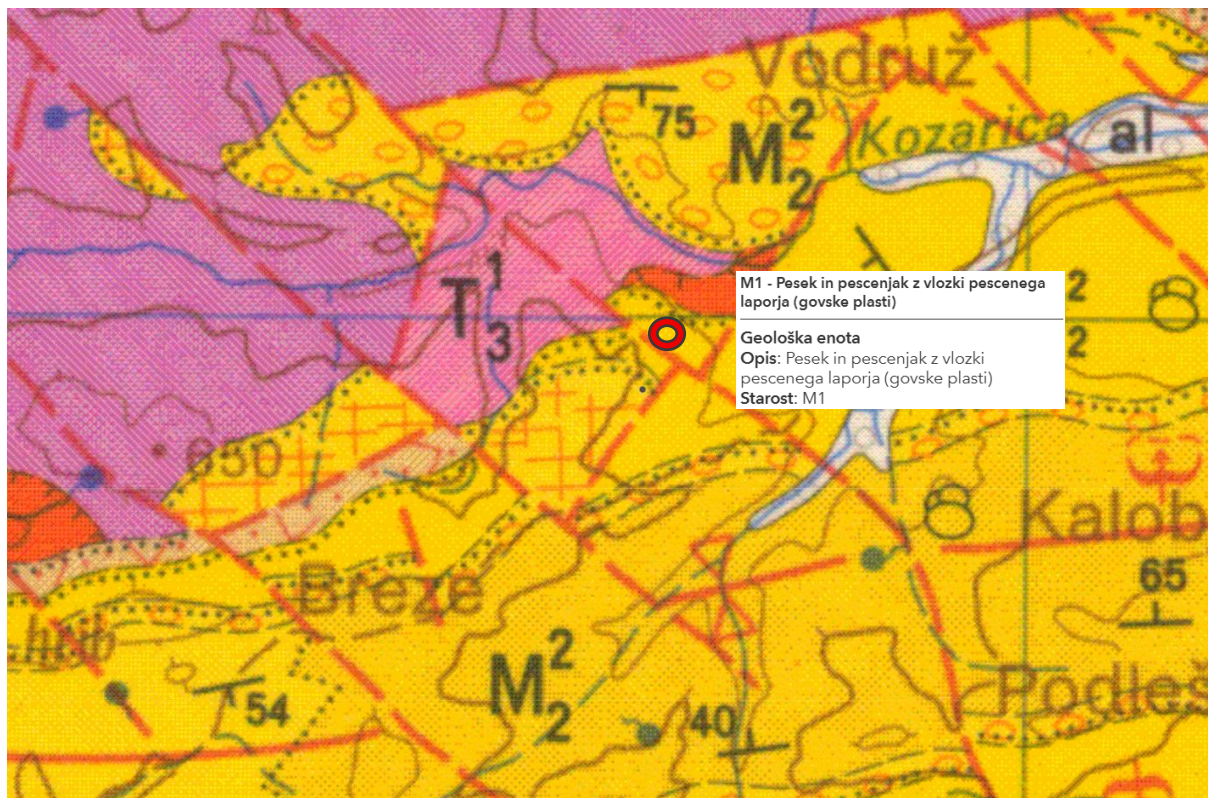
Obravnavano območje leži na območju govških plasti (*oznaka – M₁*), ki jih sestavljajo peski in peščenjaki z vložki peščenega laporja. Gre za spodnje miocenske morske sedimente, odložene v plitvem sedimentacijskem bazenu. Kamnine sestavljajo srednje do drobnozrnati peščenjaki, med katerimi se pojavljajo tanjši do debelejši vložki peščenega laporja.

V neposredni okolici se pojavljajo tudi mlajši miocenski sedimenti (*oznaka – M₂*), ki jih gradijo pretežno peski, meljevci in laporji, severozahodno od obravnavanega območja pa izdanjajo zgornje triasni dolomiti (*oznaka – T₃*), ki predstavljajo starejšo karbonatno podlago.

Govške plasti so zaradi menjavanja bolj odpornih peščenjakov in manj odpornih laporjev litološko nehomogene. Laporji hitreje preperevajo in pogosto tvorijo debelejši preperinski pokrov, medtem ko peščenjaki ohranjajo večjo trdnost in gradijo odpornejše dele pobočij.

Hidrogeološke značilnosti:

V hidrogeološkem smislu je mogoče obravnavati prode, grušče, peske,... kot dobro prepustne, gline in melje kot slabo prepustne, medtem ko je prepustnost kamnin (tufe, laporji, apnenci, dolomiti,...) bolj kompleksna, saj je odvisna od same strukture in sestave kamnin.



Slika 18: Geološka karta območja

(vir. OGK in tolmač lista Celje)

8. PODZEMNA IN PADAVINSKA VODA

Pri izvedbi raziskav z dinamično penetracijo DPSH 1 in geotehnično vrtino GV 1 smo zaznali podzemno vodo na globini 5,0 – 7,0 m. Nižje v narivnem delu plaza na lokaciji dinamične penetracije DPM 1 in 2 podzemna voda ni bila zaznana.

Odtok padavinske vode je delno površinski, delno pa se infiltrira, vendar pa je precejanje odvisno od količine padavinske vode. Gladina podzemne vode niha in je odvisna od količine padavin, tako v sušnem obdobju presahne oziroma se zniža na minimum, v deževnem obdobju pa se kaže v podzemni vodi ali večji omočenosti/vlažnosti zemljine.

Smernice za odvajanje podzemnih in padavinskih vod s konstrukcij:

Priporočamo, da se podzemne in padavinske vode s konstrukcij in ceste odvajajo v obstoječi kanalizacijski sistem na vkopni/zaledni strani VK.

9. STANJE OBSTOJEČE VOZIŠČNE KONSTRUKCIJE

Vozišče na obravnavani lokaciji je vizualno v slabem stanju. Vidna je večkratna sanacija krpanja z razpokami in udarnimi jamami, katere so pogostejše na kolovoznih linijah.

Obstoječa voziščna konstrukcija regionalne ceste R3-681/4006 od km 12,078 do km 12,115 je na podlagi BCP podatkov (pridobljeno s strani DRSI) sestavljena iz naslednjih plasti:

Od km 11,614 do km 12,188

IVRC	CESTA	ODSEK	STAC_ZAC	STAC_KON	DOLZINA	MATERIAL_VK	MATERIAL_VK_O	DEBELINA	SKUPINA_MAT	SKUPINA_MAT_O	VEZIVO	POSEG_VK_O	DATUM_POSEGA
R3	681	4006	11614	12188	574	AC11surf	bitumenski beton - AC11surf	4	AB	asfaltni beton	B70/100 A3	rekonstrukcija	25.10.2019 00:00
R3	681	4006	11614	12188	574	AC22base	asfaltna nosilna plast - AC22base	6	AB	asfaltni beton	B70/100 A3	rekonstrukcija	25.10.2019 00:00
R3	681	4006	11614	12188	574	TP	tampon	30	TP	tampon			1.07.1988 00:00

Odvodnjavanje padavinske vode z vozišča je urejeno z naklonom vozišča in zbiranjem padavinske vode ob robniku na vkopni/zaledni strani, od koder se preko vtočnih jaškov odvaja v obstoječo kanalizacijo.

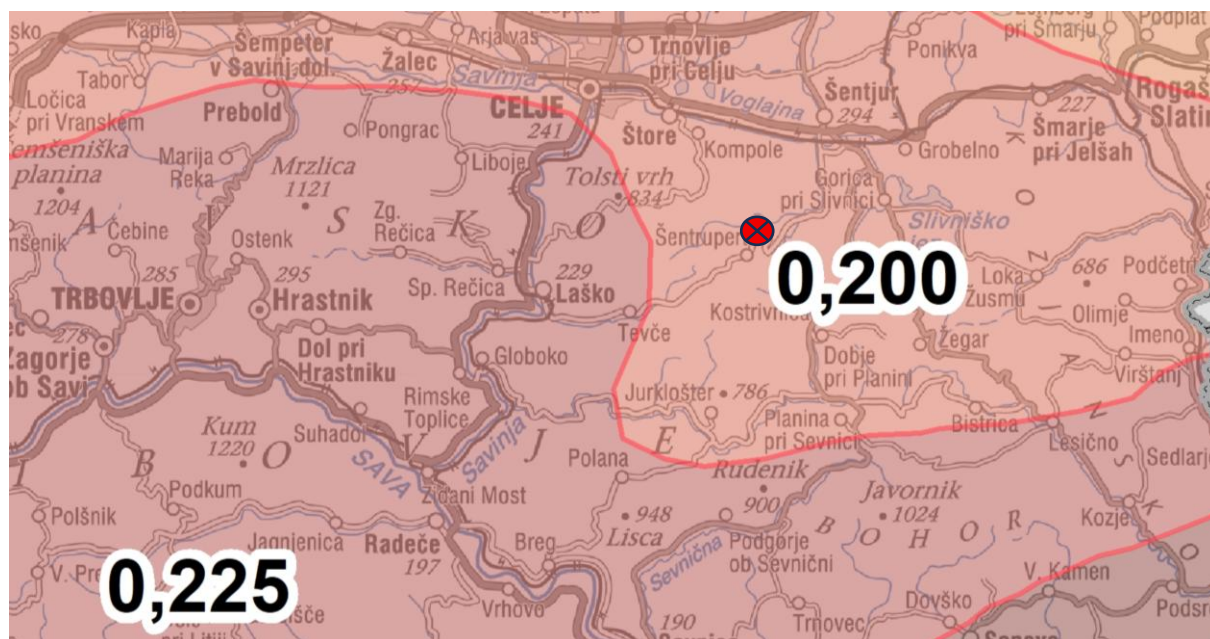
10. TIP TAL in SEIZMIČNOST TERENA

Tip tal je določen po standardu Evrokod 7 (SIT EN 1998-1) – preglednica 3.1: Tipi tal.

Tip tal	Opis stratigrafskega profila
A	Skala ali druga skali podobna geološka formacija, na kateri je največ 5 m slabšega površinskega materiala

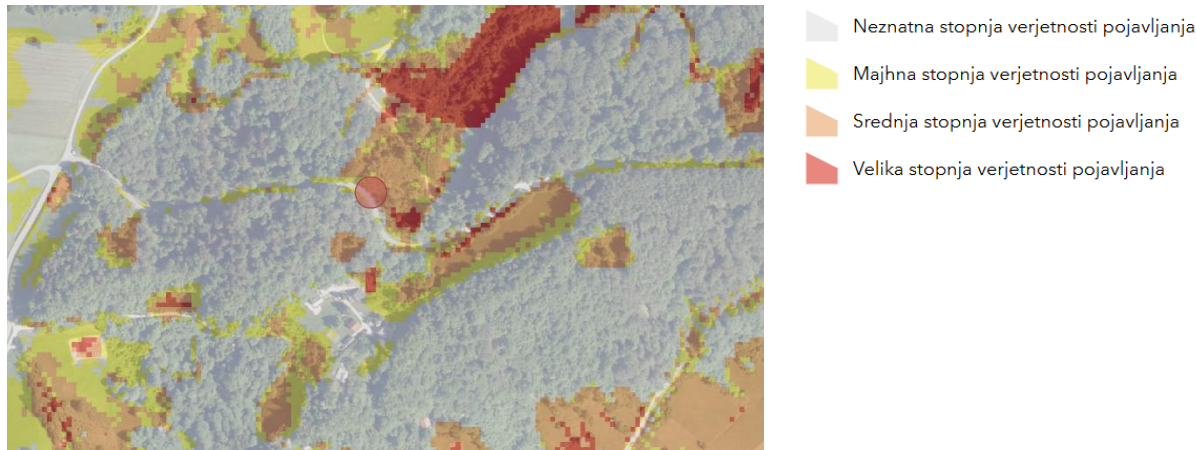
Projektni pospešek tal je določen na podlagi karte potresne nevarnosti Slovenije (Agencija RS za okolje, 2021) za povratno dobo potresov 475 let, ki je izdelana v skladu evropskega standarda Eurocode 8 (EC 8):

Projektni pospešek tal PGA:	0.200 g
-----------------------------	---------



11. EROZIVNOST in PLAZOVITOST OBMOČJA

11.1 EROZIJSKO OBMOČJE – kategorizacija

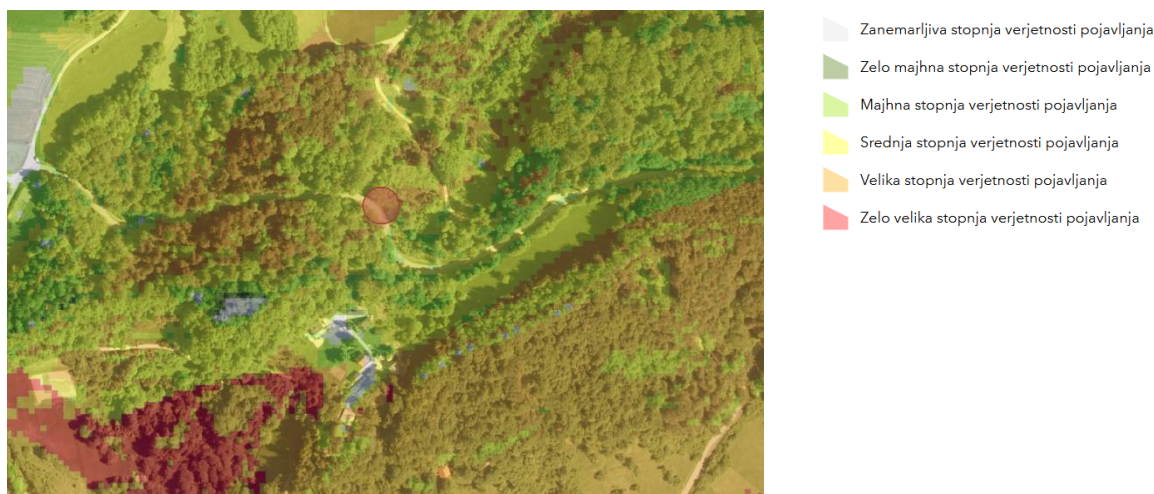


Slika 19: Opozorilna karta erozije

(Vir: <http://gis.arso.gov.si>)

V skladu z opozorilno karto verjetnosti pojavljanja ploskovne erozije 1:25.000 obravnavano območje plaza spada v erozijsko ogroženo območje, kjer je stopnja verjetnosti pojavljanja erozije neznatna do srednja. Pri pregledu obravnavanega območja je bilo ugotovljeno, da je teren na podlagi vizualnega pregleda generalno stabilen na zaledni strani cestišča. Strmo pobočje pod cesto je na območju plaza močno erodirano.

11.2 PLAZOVITOST OBMOČJA – kategorizacija



Slika 20: Opozorilna karta plazov

(Vir: <http://gis.arso.gov.si>)

V skladu s karto verjetnosti pojavljanja zemeljskih in hribinskih plazov 1:25.000 obravnavano območje na lokaciji splazitve terena spada v srednjo do veliko verjetnost. Glavni razlog zato so strmejša pobočja, debelina preperinske plasti in neurejeno odvodnjavanje površinskih voda.

11.3 Terenske ugotovitve

Na podlagi izvedenega terenskega pregleda, geoloških raziskav ter analize izdelanih prečnih profilov je bilo ugotovljeno, da se nakloni spodnje brežine obravnavanega območja gibljejo med 20° – 30° . Zaledna stran brežine je na območju lokacije vizualno stabilna in pred erozijo zaščitena s pocinkano heksagonalno mrežo.

Na mestih, kjer je debelina preperinske plasti večja, je pri načrtovanju in izvedbi izkopov potrebna posebna previdnost. V teh primerih je nujno predvideti ustrezne ukrepe za zavarovanje brežin, da se prepreči destabilizacija terena.

11.4 Predlog sanacijskega posega

Na podlagi izvedenega terenskega pregleda, geoloških raziskav ter analize izdelanih prečnih profilov predlagamo izvedbo sanacije:

- Izvedba PK-kamnite zložbe na lokaciji plaza
- Kaskadno utrjevanje tamponskega (kamnitega nasutja) VK
- Obnovitev drenažnega sistema in prepustov na zaledni/vkopni strani VK

Skica s predlogom sanacije v prečnih profilih je na *risbi 2*.

11.5 Nadzor gradnje

Zaradi velike stopnje pojavljanja plazov je predpisana izvedba strogega geomehanskega nadzora med gradbenimi aktivnostmi. Večjo težo nadzora je potrebno usmeriti v izvedbo izkopov. Dodatne smernice gradnje in smernice nadzora mora podati izdelovalec projektne dokumentacije za sanacijo plazov.

POROČILO O GEOTEHNIČNEM PROJEKTU

1. POGOJI ZA IZVAJANJE ZEMELJSKIH DEL

1.1 Nakloni izkopov in nasipov brežin, kategorije izkopov

Začasne neobtežene izkope je potrebno v zemljinah izvajati v naklonu **največ 1:1.5** in jih zaščititi pred erozijskimi procesi, v nasprotnem primeru je **potrebno bolj strme ali obtežene izkope ustrezno zavarovati s podpornimi ukrepi**.

Pri podpornih konstrukcijah (kamnita zložba) je predvidena kontaktna gradnja, posledično se nakloni začasnih izkopov izvajajo skladno z geometrijo oporne konstrukcije. Izkopi in sočasna gradnja kamnite obloge se izvaja v dolžinskih odsekih največ 5-6 m (TSC), ki se po potrebi skrajšajo ali zavarujejo z začasnimi podpornimi ukrepi. Izkop je potrebno v istem delovnem dnevu »zapreti« s pozidavo v višini min. 2/3 višine izkopa.

Materiale pri izvajanju zemeljskih del lahko v grobem razdelimo v naslednje skupine (TSPI):

Meljast grušč s peskom (siGr) – nasutje obstoječe VK:

Pričakovana kategorija izkopa: 2. (do 3.)

Glina (CIM/CIH) – trde kons.:

Pričakovana kategorija izkopa: 2. (do 3.)

Glina s sledmi drobnega grušča (CIL/CIM) – trde kons.:

Pričakovana kategorija izkopa: 2. (do 3.)

Zaglinjen peščen gramoz/grušč (clsaGr) – splazeli material:

Pričakovana kategorija izkopa: 2. (do 3.)

Kamninska osnova – peščen lapor:

Pričakovana kategorija izkopa: 4. (do 5.)

2. POVRATNA ANALIZA

2.1 Vhodni podatki za povratno analizo

Povratno analizo smo izvedli na obravnavanem plazu na prečnem profilu P4 v km 12,950.

Pri povratni analizi je upoštevano:

- Geometrija terena pred plazenjem
- Geotehnične karakteristike zemljin (SPT, DPSH, laboratorij)
- Globine posameznih slojev zemljin in nivo podzemne vode.

Povratno analizo smo pričeli obravnavati s karakteristikami zemljin iz geotehničnih raziskav in izbranim nivojem podzemne vode. Nato smo karakteristike zemljin in nivoje podzemne vode tekom povratne analize prilagajali tako dolgo, da smo dobili drsino v bližini faktorja varnosti $F=1.0$ in da se računska drsina sklada z dejansko drsino (odlomni robovi so prikazani v prerezihi na risbi 2 in 3).

Za izdelavo analize stabilnosti je bil uporabljen Mohr-Coulomb-ov kriterij za porušitev materialov ter Bishop (in Janbu corr.) metodo za izračun drsin.

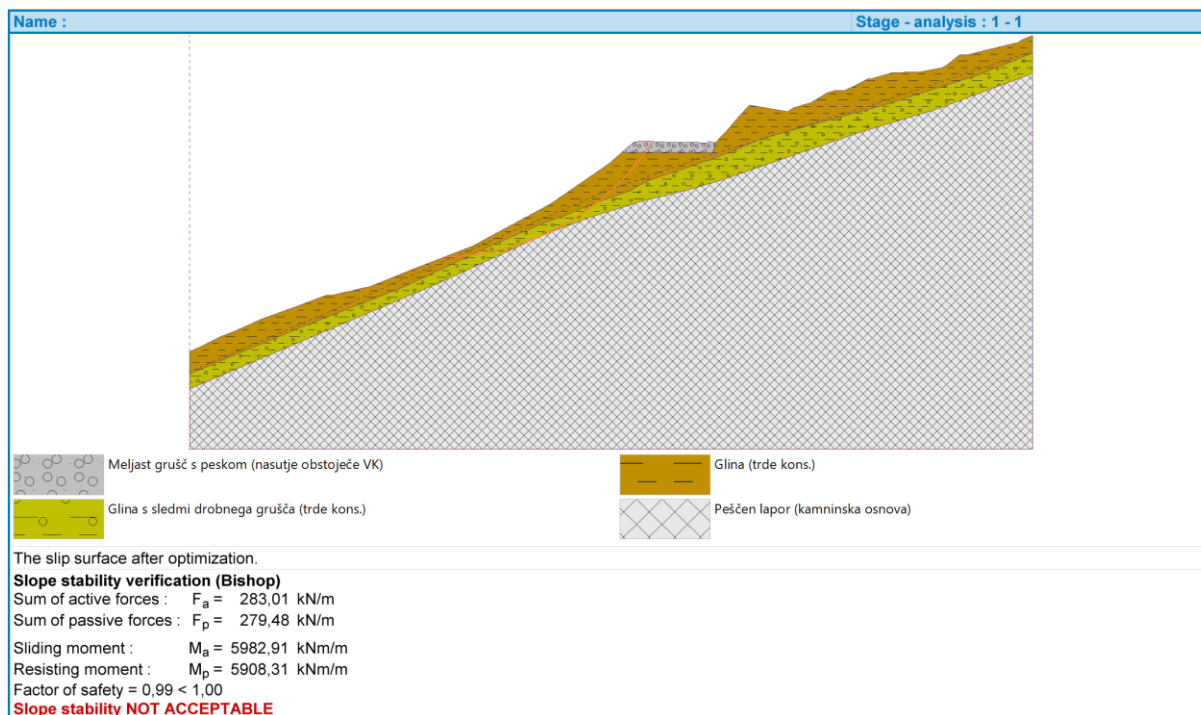
Pri izračunu in na podlagi rezultatov laboratorijskih raziskav so pridobljene naslednje karakteristike slojev:

Sloj	Kohezija c (kPa)	Strižni kot φ (°)	Prostorninska teža γ (kN/m ³)
Meljast grušč s peskom (nasutje obstoječe VK)	1	30	20 – 21
Glina (trde kons.)	2 – 3	30 – 32	18 – 19
Glina s sledmi drobnega grušča (trde kons.)	1 – 2	30 – 32	16 – 17
Peščen lapor (kamninska osnova)	100	> 44	21 – 22

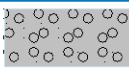
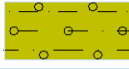
2.2 Povratna analiza v prerezu P4

Rezultati povratne analize:

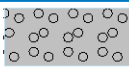
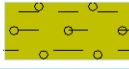
Pri povratni analizi je dosežen faktor varnosti $F=0.99$, ki je v bližini faktorja varnosti $F=1.00$.



Soil parameters - effective stress state

No.	Pattern	Soil name	γ [kN/m ³]	ϕ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]
1		Meljast gruč s peskom (nasutje obstoječe VK)	21,00	30,00	1,00
2		Glina (trde kons.)	18,80	31,80	2,30
3		Glina s sledmi drobnega gruča (trde kons.)	16,60	31,70	1,40
4		Peščen lapor (kamninska osnova)	22,00	44,00	100,00

Soil parameters - uplift

No.	Pattern	Soil name	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [-]
1		Meljast gruč s peskom (nasutje obstoječe VK)	22,00		
2		Glina (trde kons.)	19,80		
3		Glina s sledmi drobnega gruča (trde kons.)	17,60		
4		Peščen lapor (kamninska osnova)	23,00		

3. STABILNOSTNA ANALIZA – PO SANACIJI

Mehanske in fizikalne karakteristike slojev so povzete iz povratne analize, geometrija terena in nivo podzemne vode pa v skladu s predvideno ureditvijo – sanacijo.

Opomba: V povratni analizi so bila upoštevana obstoječa tamponska nasutja (starejša izvedba, možna poškodovanost,...), posledično so bile v povratni analizi (geomehansko poročilo) privzete nižje strižne karakteristike (35°). Pri izračunu nove konstrukcije upoštevamo nova tamponska nasutja (drobljence), ki bodo vgrajena v zdajšnjem času (komprimiranje, kontrola kakovosti,...), posledično uporabimo višje strižne karakteristike (38°).

Prometna obtežba

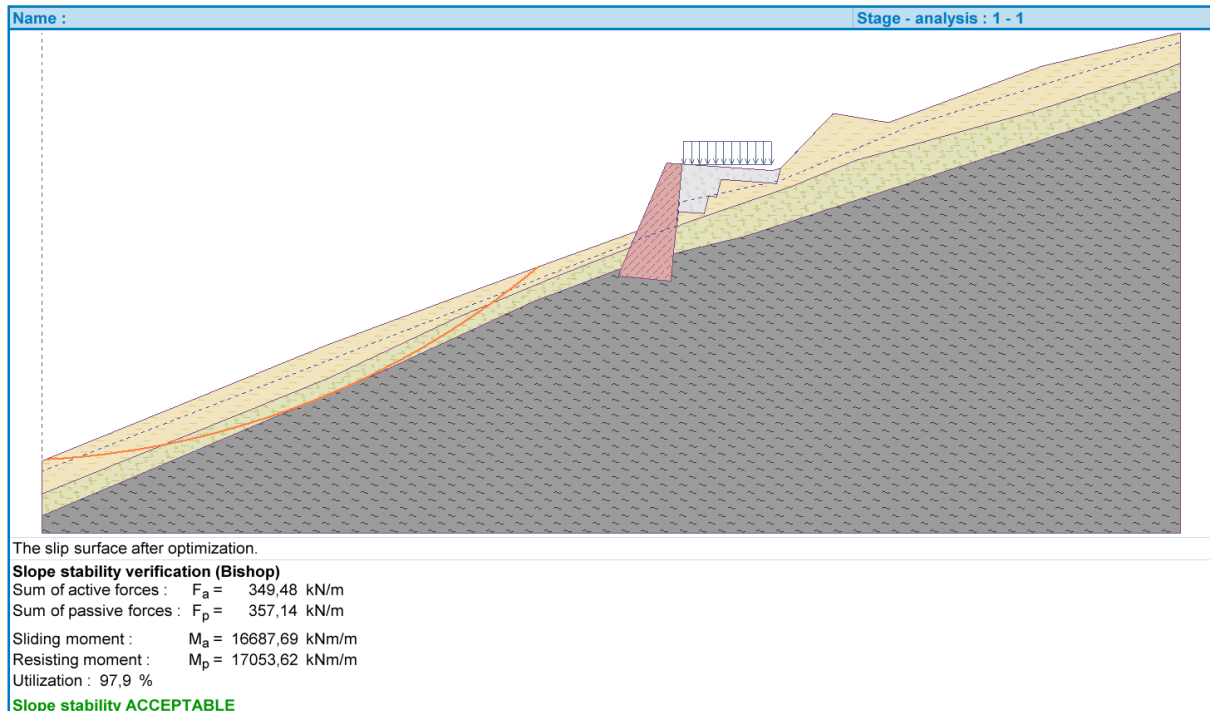
Prometna obtežba skupaj (SLW 30): $q = 16.7 \text{ kPa}$

3.1 Prerez P4

Pri stabilnostni analizi je dosežena stopnja izkoriščenosti 98 %, ki je nižja od 100%, kar pomeni, da je profil v območju podporne konstrukcije v stabilnem stanju.

Komentar rezultatov

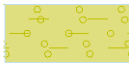
Z izračuni smo dosegli globalni faktor varnosti, vendar je potrebno poudariti, da se s projektom rešuje lokalno stabilnost regionalne ceste in ne celotnega pobočja pod podporno konstrukcijo. Stabilnost celotnega pobočja pod podporno konstrukcijo je odvisna od globine zemeljskih slojev in karakteristik materialov, ki jih z raziskavami zaradi nedostopnosti območja brežine nismo mogli določiti, ampak smo jih ocenili. Kljub temu se stabilnost celotnega pobočja ne poslabšuje, z odstranitvijo splazele zemljine se izpostavlja boljše stanje, lokalna stabilnost regionalne ceste pa je zagotovljena. Priporočamo, da se na območju dela brežine pod kamnito zložbo dodatno vgradijo npr. jekleni profili HEA/tirnice, ki dodatno zaščitijo brežino pred morebitnimi zdrsom.



Soil parameters - effective stress state

No.	Pattern	Soil name	γ [kN/m ³]	ϕ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]
1		Tamponsko nasutje – novo	21,00	38,00	0,50
2		Glina (trde kons.)	18,80	31,80	2,30
3		Glina s sledmi drobnega grušča (trde kons.)	16,60	31,70	1,40
4		Peščen lapor (kamninska osnova)	22,00	44,00	100,00

Soil parameters - uplift

No.	Pattern	Soil name	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [-]
1		Tamponsko nasutje – novo	22,00		
2		Glina (trde kons.)	19,80		
3		Glina s sledmi drobnega grušča (trde kons.)	17,60		
4		Peščen lapor (kamninska osnova)	23,00		

4. PODATKI ZA DIMENZIONIRANJE

4.1 Količnik CBR

Za potrebe dimenzioniranja voziščne konstrukcije je bil na podlagi zemeljskega materiala iz geotehničnih vrtin, SPT meritev in meritev DPSH-B ocenjen količnik CBR. Pri dimenzioniranju voziščne konstrukcije naj se upošteva vrednost $CBR \approx 4 - 5 \%$ (območje plazenja) $\rightarrow$ *meljast gruč s peskom*.

4.2 Klimatski in hidrološki pogoji

Maksimalna globina prodiranja mraza na tem območju znaša $h_m \approx 80 - 90 \text{ cm}$ (povzeto po karti globin prodiranja mraza na področju Republike Slovenije).

Hidrološke pogoje po ureditvi voziščne konstrukcije lahko obravnavamo kot ugodne. Glede na obstoječe stanje obravnavane trase, kjer je mestoma mogoče opaziti manjše iztoke vode iz brežine, se lahko le ta pojavi v samem v cestnem telesu. Zato je potrebno odvodnjavanje zaledne podzemne in padavinske vode iz cestišča.

Materiali pod voziščno konstrukcijo bodo neodporni proti učinkom zmrzovanja in odtajevanja, saj bo pod voziščno konstrukcijo do globine zmrzovanja prevladoval tip zemljine: *Peščen gramoz/gruč*, kjer je lahko prisotna tudi meljasta frakcija (F2 do F3).

5. SMERNICE ZA PROJEKTIRANJE PODPORNIH KONSTRUKCIJ

Podporne konstrukcije je potrebno stabilnostno in statično preračunati, ter projektirati skladno s specifikacijami TSC in standardi Evrokod.

Pri projektiranju podpornih konstrukcij je potrebno upoštevati geometrijo terena, geotehnične karakteristike zemljin, globine posameznih slojev zemljin, nivoje podzemne vode ter ostale podatke iz pričujočega geološko-geomehanskega poročila.

Pri projektiranju kamnite zložbe na lokaciji plaza naj se upošteva:

- Dno temeljenja ali kamnitega nasutja (zmrzlinško odporen) je potrebno na območju, kjer je možnost zmrzovanja zemljine pod njimi, izvesti na globini minimalno 80 – 90 cm, merjeno z nivoja terena, kolikor na tem področju znaša globina zmrzovanja.
- Temeljenje naj se izvede v kompaktno podlago – kamnino (*peščen lapor*), ki se nahaja na globini 4,5 – 5,5 m (DPSH 1 in GV 1), oziroma pod nivo kritičnih računskih porušnic.

6. OPOZORILA

V fazi zemeljskih del je potreben geomehanski nadzor.

V primeru spremenjenih geoloških oz. geomehanskih ali drugih razmer, ki terjajo spremembo ali prilagoditev projekta, je potrebno kontaktirati geomehanika.

G.RISBE

- 1: Pregledna situacija raziskav z inženirsko geološko karto
- 2: Prečni geotehnični prerez s predlogom sanacije
- 3: Vzdolžni geotehnični prerez