

**NASLOVNA STRAN Z OSNOVNIMI PODATKI O ELABORATU**

**ELABORAT IN ŠTEVILČNA OZNAKA:**

Geološko geomehanski elaborat z analizami stabilnosti ter predlogom  
stabilizacije, GP - 4/2024

**NAROČNIK / INVESTITOR:**

ANDREJC d.o.o., Topolšica 199b, 3325 Šoštanj;  
MESTNA OBČINA MARIBOR, Ulica heroja Staneta 1, 2000 Maribor

**OBJEKT:**

Sanacija udora in rekonstrukcija ceste Šober v Brestniški grabi  
(cesta LC 242010, 242012; ca 1.400 m severno od ulice Na Gaj)

**VRSTA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE, ŠT. PROJEKTA TER  
NAMEN GRADNJE:**

PZI – projektna dokumentacija za izvedbo gradnje,  
Št. projekta: 287.6-2023  
Sanacija udora z ureditvijo ceste in odvodnjavanja

**GeoMežnar d.o.o.**  
Topolšica 198b  
3325 Šoštanj

**IZDELOVALEC ELABORATA:**

GeoMežnar d.o.o., Topolšica 198b, 3325 Šoštanj



**POOBlašČENI INŽENIR:**

Mitja MEŽNAR, univ. dipl. inž. rud. in geotehnol., RG-0181

**VODJA PROJEKTA:**

Vesna ANDREJC, univ. dipl. inž. grad., G-2294

**KRAJ IN DATUM IZDELAVE ELABORATA:**

Topolšica / Šoštanj, januar 2024

## **Kazalo vsebine**

<b>POROČILO O PREISKAVAH TAL</b> .....	4
1 SPLOŠNO .....	5
1.1 Izvajalci in podizvajalci .....	6
1.2 Specifikacija predpisanih geotehničnih raziskav .....	6
2 TERENSKA PREISKAVE .....	7
2.1 Lokacije in število raziskav .....	7
2.2 Geodetske podlage .....	7
2.3 Meritve nivoja podzemne vode .....	7
2.4 Geotehnične vrtine in standardni penetracijski preizkus (SPT) .....	8
2.5 Meritve SPT – interpretacija .....	8
2.6 Meritve modula Evd ter pretvorba na CBR .....	10
3 GEOTEHNIČNE VRTINE in SONDAŽNI IZKOPI .....	11
3.1 Litološki stolpec geotehnične vrtine VS 1 .....	11
3.2 Fotografije geotehnične vrtine VS 1 .....	12
3.3 Litološki stolpec geotehnične vrtine VS 2 .....	13
3.4 Fotografije geotehnične vrtine VS 2 .....	14
3.5 Litološki stolpec geotehnične vrtine VS 3 .....	15
3.6 Fotografije geotehnične vrtine VS 3 .....	16
3.7 Sondažni izkop J1 .....	17
3.8 Sondažni izkop J2 .....	18
4 LABORATORIJSKE PREISKAVE .....	19
4.1 Fizikalne karakteristike zemljin in hribin .....	20
4.2 Strižna preiskava .....	21
4.3 Sejalna analiza vzorcev .....	23
5 GEOLOŠKE IN HIDROGEOLOŠKE OSNOVE .....	24
6 TIP TAL in SEIZMIČNOST TERENA .....	26
<b>POROČILO O GEOTEHNIČNEM PROJEKTU</b> .....	27
1 ZEMELJSKA DELA .....	28
2 OPIS POGOJEV ZA PROJEKTIRANJE – voziščna konstrukcija .....	29

2.1 Vrsta in uporabnost zemeljskih materialov .....	30
2.2 Kamnita posteljica.....	30
2.3 Nevezana nosilna plast .....	30
2.4 Vezane nosilne plasti.....	30
2.5 Ostalo .....	31
2.6 Predlog ureditev voziščne konstrukcije.....	31
3 POVRATNA ANALIZA STABILNOSTI.....	31
3.1 Izračun vlečne sile vodotoka v vodni strugi.....	32
4 STABILNOSTNO STATIČNI IZRAČUN.....	33
4.1 Stabilno statični izračun kamnite zložbe .....	34
5 PREDLOG STABILIZACIJE PLAZU .....	40
5.1 Vzroki porušitve vozišča .....	40
5.2 Predlog sanacije plaz - Kamnita zložba .....	40
5.3 Faze izvajanja del .....	42
6 RISBE.....	43

## **Kazalo slik**

Slika 1: Lokacija obravnavanega območja.....	5
Slika 2: Fotografiji plaz .....	6
Slika 3: Izvedba geotehnične vrtine ter sondažnega izkopa.....	7
Slika 4: Geološka karta širšega območja (vir: osnovna geološka karta in tolmač listov).....	25
Slika 5: Karta projektnih pospeškov tal .....	26
Slika 6: Tabela kategorij izkopov.....	29
Slika 7: Globalna stabilnostna analize stabilizacije .....	33
Slika 8: Detajl polaganja kamna v betonu – poglobljene fuge zložbe .....	41
Slika 9: Karakterističen prerez kamnite zložbe .....	41

## **Kazalo risb**

Risba G.1 Pregledna situacija geomehanskih meritev
Risba G.2 Geotehnični prerezi
Risba G.3 Karakterističen prerez stabilizacije plaz

**GeoMežnar d.o.o.**

Topolšica 198 b, 3325 Šoštanj

Tel.: 031 683 950

mail: [mitja@geomeznar.si](mailto:mitja@geomeznar.si)

---

## **POROČILO O PREISKAVAH TAL**



## 1 SPLOŠNO

Naročnik geološko geomehanskega elaborata z analizami stabilnosti ter predlogom stabilizacije, Andrejc d.o.o., želi na območju: Sanacija udara in rekonstrukcija ceste Šober v Brestrniški grabi (cesta LC 242010, 242012; ca 1.400 m severno od ulice Na Gaj), pridobiti osnovne značilnosti o prisotnih materialih ter mehanskih lastnostih prisotnih materialov, za sanacijo udara ter rekonstrukcijo ceste.

V območju ceste kategorizirane kot lokalna cesta s številko odseka LC 242 012 in parcel št. 195/4, 931/3, .. k.o. 622 – Šober je prišlo do udara vozišča. Dolžina udara vozišča znaša cca. 37 m. Povprečna širina asfaltirane vozišča je 3.5 – 4.0 m, dolžina poškodovanega vozišča pa cca. 80 m. Udar vozišča je lociran na nasipni strani vozišča, kjer je teren deloma stabiliziran v kamnu in betonu ob strugi Perkova grapa.

S strani koncesionarja podjetja Nigrad d.o.o. je bila izvedena začasna / interventna označitev poškodovanega vozišča z opozorilnimi tablam / oznakami. Pred tem pa so izvedli interventna dela – odstranitev naplavin ter delno asfaltiranje vozišča, s tem se je vzpostavila začasna prevoznost ceste.



Slika 1: Lokacija obravnavanega območja



Slika 2: Fotografiji plazu

### **1.1 Izvajalci in podizvajalci**

Vodenje geotehničnih preiskav je izvedlo podjetje GeoMežnar d.o.o.. Geotehnične vrtine je izvedlo podjetje GEODRILL d.o.o., sondažne izkope pa so bili izvedeni z bagrom podjetja H.S. NIZKE GRADNJE d.o.o.. Laboratorijske preiskave je izvedlo podjetje Geoinženiring d.o.o.

### **1.2 Specifikacija predpisanih geotehničnih raziskav**

Izdelana je bila projektna naloga št.: 4102-569/2023-1 z dne 24.07.2023, ki jo je pripravila Mestna občina Maribor, Urad za komunalo, promet in prostor, Sektor za komunalo in promet. Ta projektna naloga je bila tudi osnova za podano ponudbo ter izvedbo elaborata.



## 2 TERENSKE PREISKAVE

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 predvidene lokacije objektov, komunalnih vodov, konfiguracijo terena ter dostopnost. Terenske raziskave so bile izvedene decembra 2023. Na obravnavanem območju so bile izvedene 3 geotehnične vrtine ter dva sondažna izkopa.



Slika 3: Izvedba geotehnične vrtine ter sondažnega izkopa

### 2.2 Geodetske podlage

Za potrebe obdelave smo uporabili naslednje geodetske podloge:

- Tahimetričen geodetski posnetek v M 1:500 v digitalni (vektorski) obliki, geodetski načrt št.: AKER2023-171GN, AKER CGS d.o.o., Ravne 171a, 3325 Šoštanj.
- Ortofoto posnetek.

### 2.3 Meritve nivoja podzemne vode

Nivo podzemne vode v geotehničnih vrtinah smo zaznali na nivoju sloja zameljenega proda in grušča. Voda v vrtinah se nahaja na globinah od 1.60 do 2.0 m pod obstoječim terenom.

## 2.4 Geotehnične vrtine in standardni penetracijski preizkus (SPT)

Z geotehnično vrtino smo ugotavljali geološko sestavo in slojevitost temeljnih tal. V sklopu geotehnične vrtine so bile 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 vrtalno opremo je upoštevan korekcijski koeficient prenosa energije ( $k_{60}$ ), uporabe konice ( $\kappa$ ), dolžine drogova ( $\lambda$ ) in efektivnega tlaka ( $C_N$ ). Rezultati meritev SPT so za nekoherentne sloje relativna gostota ( $D_r$ ) in strižni kot ( $\varphi$ ), za koherentne sloje enosna tlačna trdnost ( $q_u$ ), obstajajo pa tudi korelacije za module elastičnosti oziroma module stisljivosti.

Rezultati meritev SPT in interpretacija so prikazani v poglavju 2.4. Fotografije in litološki stolpci geotehničnih vrtin so prikazani v poglavju 3.

## 2.5 Meritve SPT – interpretacija

### Meritve SPT – rezultati

Vrtina	Globina meritev		Št. udarcev SPT-ja	
VS 1	1.0 m	15 cm	12	
		10 cm	15	
		10 cm	19	
		10 cm	22	56
	5.0 m	2 cm	60 udarcev	
VS 2	2.0 m	15 cm	3	
		10 cm	4	
		10 cm	5	
		10 cm	3	12
	4.0 m	3 cm	60 udarcev	
VS 3	1.5 m	15 cm	1	
		10 cm	1	
		10 cm	2	
		10 cm	1	4
	5.0 m	2 cm	60 udarcev	

**Meritve SPT – interpretacija**

γ povprečna	19,0	kN/m <sup>3</sup>
k <sub>60</sub>	0,85	
κ	1,00	Melji, gline..
κ	1,00	Prodi, gruščiči..

Vrtina	Globina preizkave (m)	N Št. Udar. /30 cm	Nivo podtalnice (m)	Normalni tlak σ <sub>v</sub> '(kPa)/100	λ	N <sub>60</sub>	C <sub>N</sub>	C <sub>S</sub>	(N <sub>1</sub> ) <sub>60</sub>	Dr (%)	Gostotno stanje (Skempton)	Konsistenčno stanje (tabela)	φ (°) Skempton	φ (°) Gibbs
VS 1	2,5	56,0	2,0	0,43	0,75	35,7	1,40	0,63	31,8	72,8	gosto	trdno	37,9	36,1
VS 2	2,0	12,0	1,6	0,34	0,75	7,7	1,49	1,00	11,4	43,6	srednje gosto	srednje gnetno	31,7	32,7
VS 3	1,5	4,0		0,14	0,75	2,6	/	/	/	20,6	rahlo	lahko gnetno	28,6	20,4

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

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

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

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

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

**Primerjalna tabela:**

NEKOHERENTNA ZEMLJINA (peski, prodi)				
N	Gostotno stanje	$\phi$ ( $^{\circ}$ ) 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 ( $SPT \rightarrow N_{30}$ )

$k_{60}$  – količnik prenosa energije / korekcijski faktor zaradi izgube energije

$\kappa$  – korekcijski faktor pri uporabi konice

$\sigma_v'$  – normalni tlak

$\lambda$  – korekcija zaradi dolžine drogova (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*)

$\phi$  – strižni kot (*primerjalna tabela*)

$q_u$  – enoosna tlačna trdnost (*Peck*)

$E_{oed}$  – edometriski modul stisljivosti

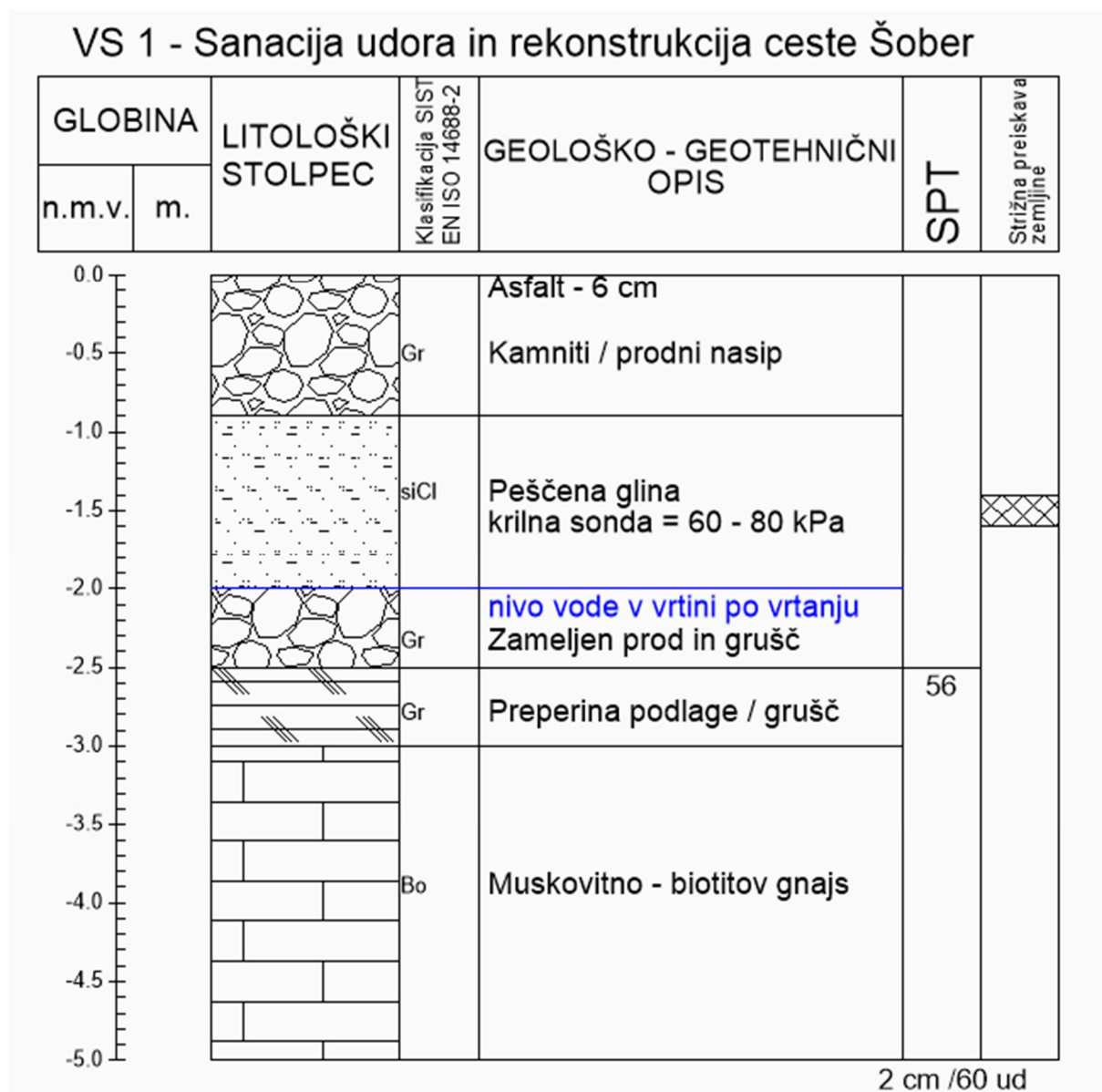
## 2.6 Meritve modula $E_{vd}$ ter pretvorba na CBR

Za potrebe dimenzioniranja voziščne konstrukcije je bil na podlagi dinamičnega deformacijskega modula  $E_{vd}$  ovrednoten količnik CBR. Rezultate prikazuje spodnja tabela.

Mesto meritve	Globina (m)	$E_{vd}$ (MPa)	CBR $\approx$ (%)	Material	Mesto izkopa
J1	0.65	9.4	$\approx 3$	Peščena glina	Bankina vozišča
J2	0.60	9.8	$\approx 3$	Peščena glina	Bankina vozišča

### 3 GEOTEHNIČNE VRTINE in SONDAŽNI IZKOPI

#### 3.1 Litološki stolpec geotehnične vrtine VS 1

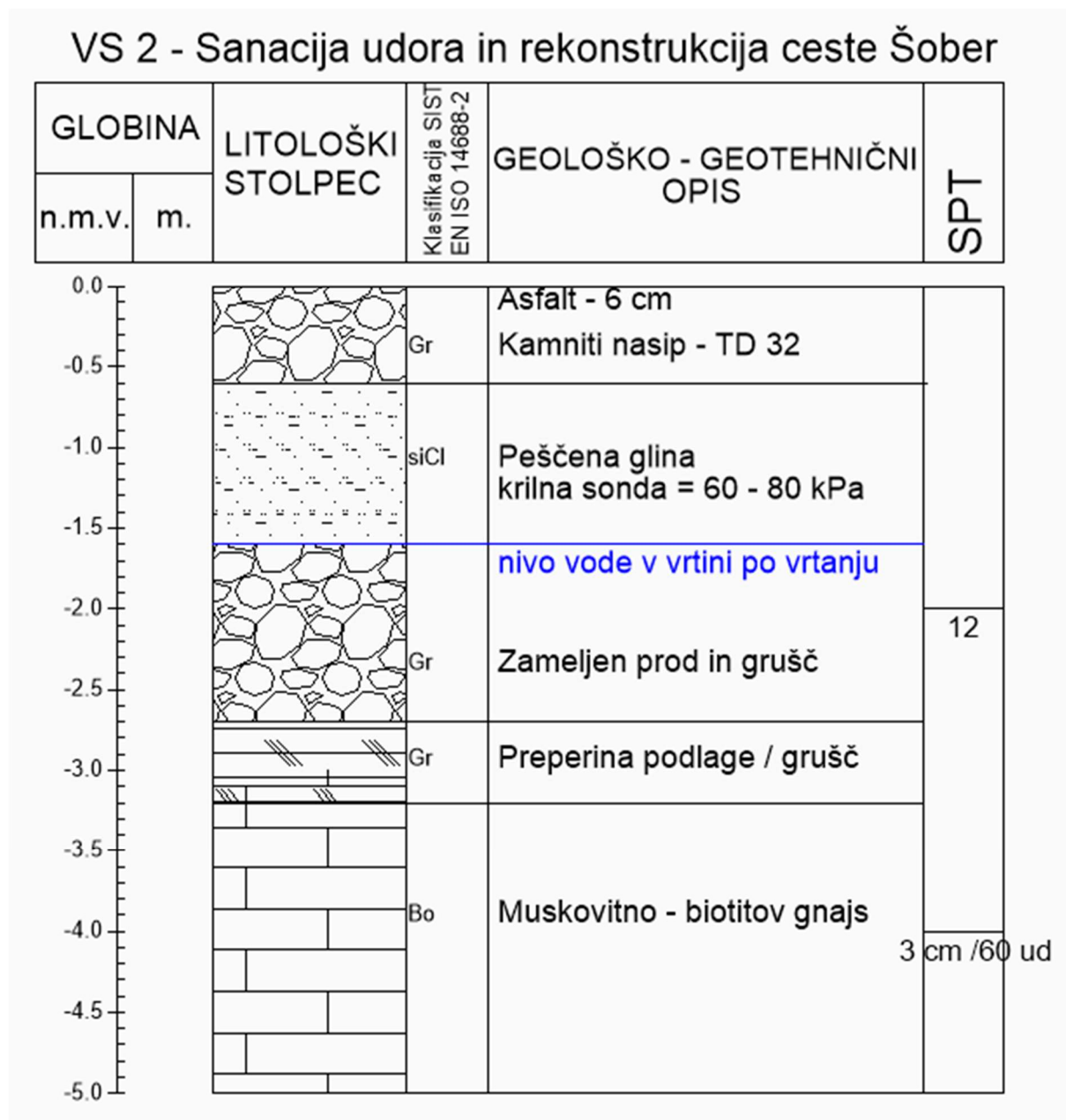




### 3.2 Fotografije geotehnične vrtilne VS 1

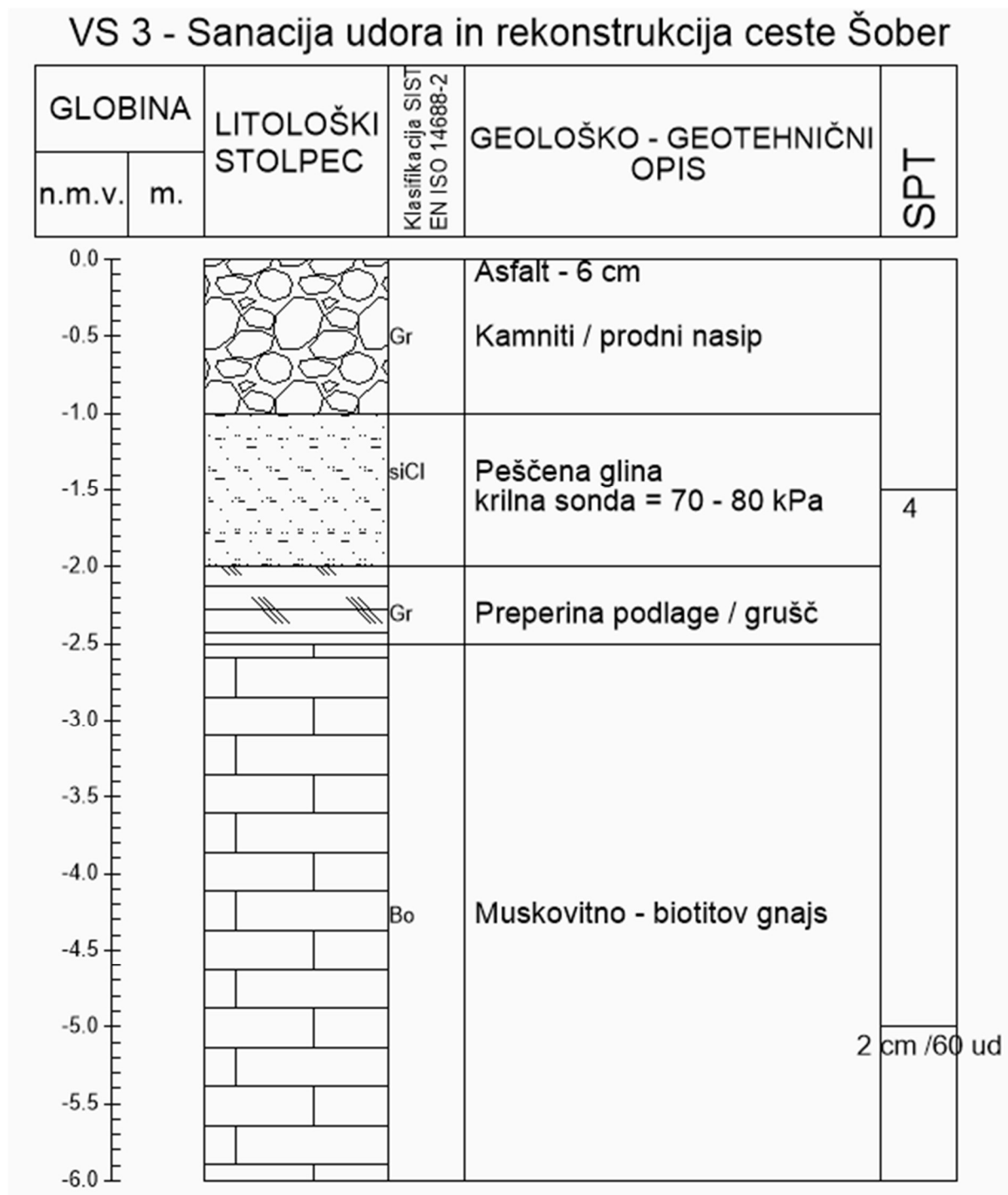




**3.3 Litološki stolpec geotehnične vrtine VS 2**

### 3.4 Fotografije geotehnične vrtine VS 2



**3.5 Litološki stolpec geotehnične vrtnine VS 3**



### 3.6 Fotografije geotehnične vrtine VS 3





### 3.7 Sondažni izkop J1

- POPIS SONDAŽNEGA JAŠKA

Globina (m)	Material
0.00 – 0.06	Asfalt
0.06 – 0.60	Kamniti / prodni nasip
0.60 – 1.50	Peščena glina Krilna sonda: 50 – 70 kPa
0.65	Evd = 9.4 MPa
0.30 – 0.60	Sejalna analiza kamnitega nasutja

- FOTOGRAFIJE SONDAŽNEGA JAŠKA





### 3.8 Sondažni izkop J2

- POPIS SONDAŽNEGA JAŠKA

Globina (m)	Material
0.00 – 0.06	Asfalt
0.06 – 0.50	Kamniti / prodni nasip
0.50 – 1.20	Peščena glina Krilna sonda: 50 – 60 kPa
0.60	Evd = 9.8 MPa

- FOTOGRAFIJE SONDAŽNEGA JAŠKA



## **4 LABORATORIJSKE PREISKAVE**

Laboratorijske preiskave za določitev geotehničnih parametrov so bile izvedene skladno s standardom EN 1997-2.

Za potrebe laboratorijskih raziskav je bilo odvzetih več vzorcev – dva vzorca. Za potrebe določitve obstoječih kamnitih nasutij je bil odvzet en vzorec, ter vzorec peščene gline za določitev geomehanskih karakteristik zemljine.

Sejalna analiza kamnitega nasutja – peščen prod / gramoz, granulacije D32, iz sondažnega izkopa J1 dosega delež finih delcev 7.9 %.

Rezultati strižne preiskave nam podajo strižni kot ter kohezijo preplavljenega vzorca. Preplavljen vzorec zgornjega sloja srednje plastične peščene gline srednje gnetne konsistence dosega strižni kot  $31.1^\circ$  ter kohezijo materiala 8.0 kPa. Naravna vlaga vzorca peščene gline znaša 32 %. Druge fizikalno mehanske lastnosti dosega naslednje vrednosti: meja židkosti 47 %; meja plastičnosti 21 %; indeks plastičnosti dosega vrednost 21 %, medtem ko indeks konsistence dosega vrednost 0.706. Prostorninska teža materiala dosega vrednost  $19.1 \text{ kN/m}^3$ .

#### 4.1 Fizikalne karakteristike zemljin in hribin



**GEOINŽENIRING d.o.o.**  
Geotehnične, geološke in geofizikalne raziskave, projektiranje,  
svetovanje in inženiring  
Dimičeva 14, 1000 Ljubljana  
tel.: 01/ 234 56 00, e.p.: dir@geo-inz.si

Naročnik: GeoMežnar d.o.o.

Lokacija: Plaz na LC 242 012 - Šober

**Objekt:**

Program preiskav: 209-23  
Delovni nalog: 82792

[illegible]

Datum: 15.12.2023

Pregledal: A. Kovačič





## 4.2 Strižna preiskava

**GEOINŽENIRING d.o.o.**Dimičeva 14  
1000 Ljubljana

št. obr. LAB-014

### DRENIRANA STRIŽNA PREISKAVA V DIREKTNEM STRIŽNEM APARATU

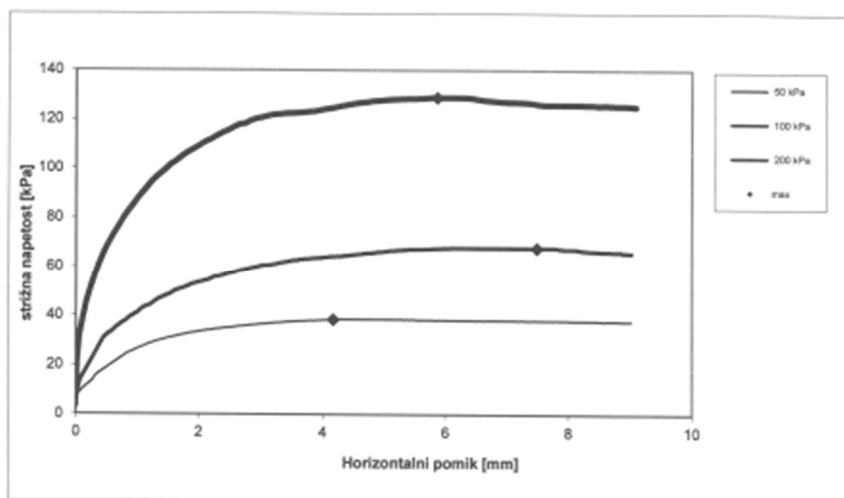
po standardu: SIST EN ISO 17892-10:2019

Splošni podatki	
Št. vzorca	GI-23-961
Lokacija	Plaz na LC 242 012-Šober
Vrtina	VS1
Začetna globina [m]	1,40
Končna globina [m]	1,60
Začetek preiskave	11. 12. 2023
Klasifikacija vzorca	CIM/SiM, srednje plastična glina/melj, sgn. kons.
Opomba	vzorec intakten, preplavljen in konsolidiran
Aparat	ELE 26-2112

Podatki preizkušancev						
Naravna vlažnost	[%]	32,02				
Naravna gostota	[Mg/m3]	1,91				
Suha gostota	[Mg/m3]	1,45				
Gostota zrnja (ocenjena)	[Mg/m3]	2,7				
Količnik por		0,868				
Stopnja zasičenosti	[%]	99,6				
Normalna napetost	[kPa]	50	100	200		
Začetna višina	[mm]	19	19	19		
Površina	[mm2]	3600	3600	3600		
Vlaga po preiskavi	[%]	34,36	30,82	27,61		

hitrost striženja [mm/min]	0,008
----------------------------	-------

Podatki porušitve					
Normalna napetost	[kPa]	50	100	200	
Strižna nap. pri porušitvi	[kPa]	38,5	67,9	128,9	
Hor. pomik pri porušitvi	[mm]	4,166	7,487	5,861	
Viš. vzorca pri porušitvi	[mm]	18,393	17,998	17,433	
Končna strižna nap.	[kPa]	37,8	65,7	125,2	
Končni hor. pomik	[mm]	9,018	9,020	9,093	
Končna viš. vzorca	[mm]	18,312	17,981	17,348	



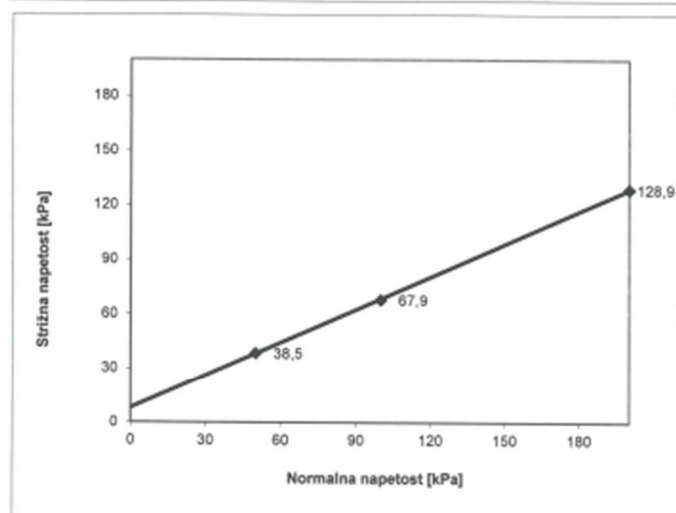
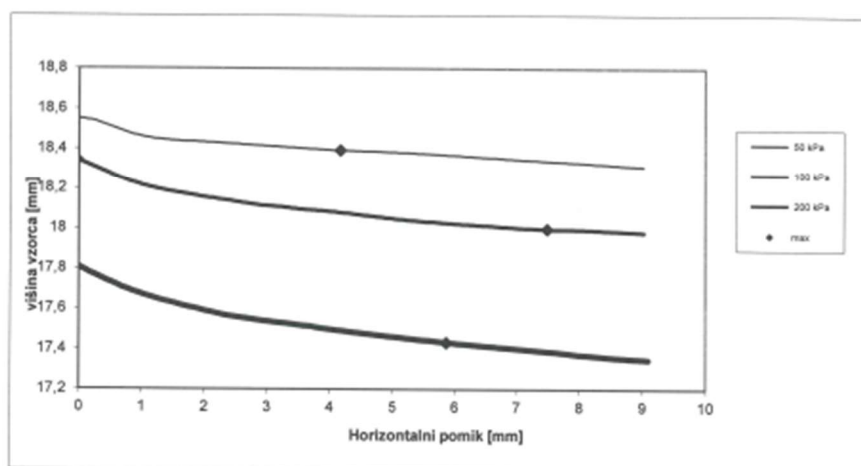
**GEOINŽENIRING d.o.o.**Dimičeva 14  
1000 Ljubljana

št. obr. LAB-014

**DRENIRANA STRIŽNA PREISKAVA V DIREKTNEM STRIŽNEM APARATU**

po standardu: SIST EN ISO 17892-10:2019

Splošni podatki	
Št. vzorca	GI-23-961
Lokacija	Plaz na LC 242 012-Šober
Vrtina	VS1
Začetna globina	[m] 1,40
Končna globina	[m] 1,60
Začetek preiskave	11. 12. 2023
Klasifikacija vzorca	CIM/SiM, srednje plastična glina/melj, sgn. kons.
Opomba	vzorec intakten, preplavljen in konsolidiran
Aparat	ELE 26-2112



Rezultati	
strižni kot	[°] 31,1
kohezija	[kPa] 8,0

obdelal: B. Sajovic

pregledal: A. Kovačič

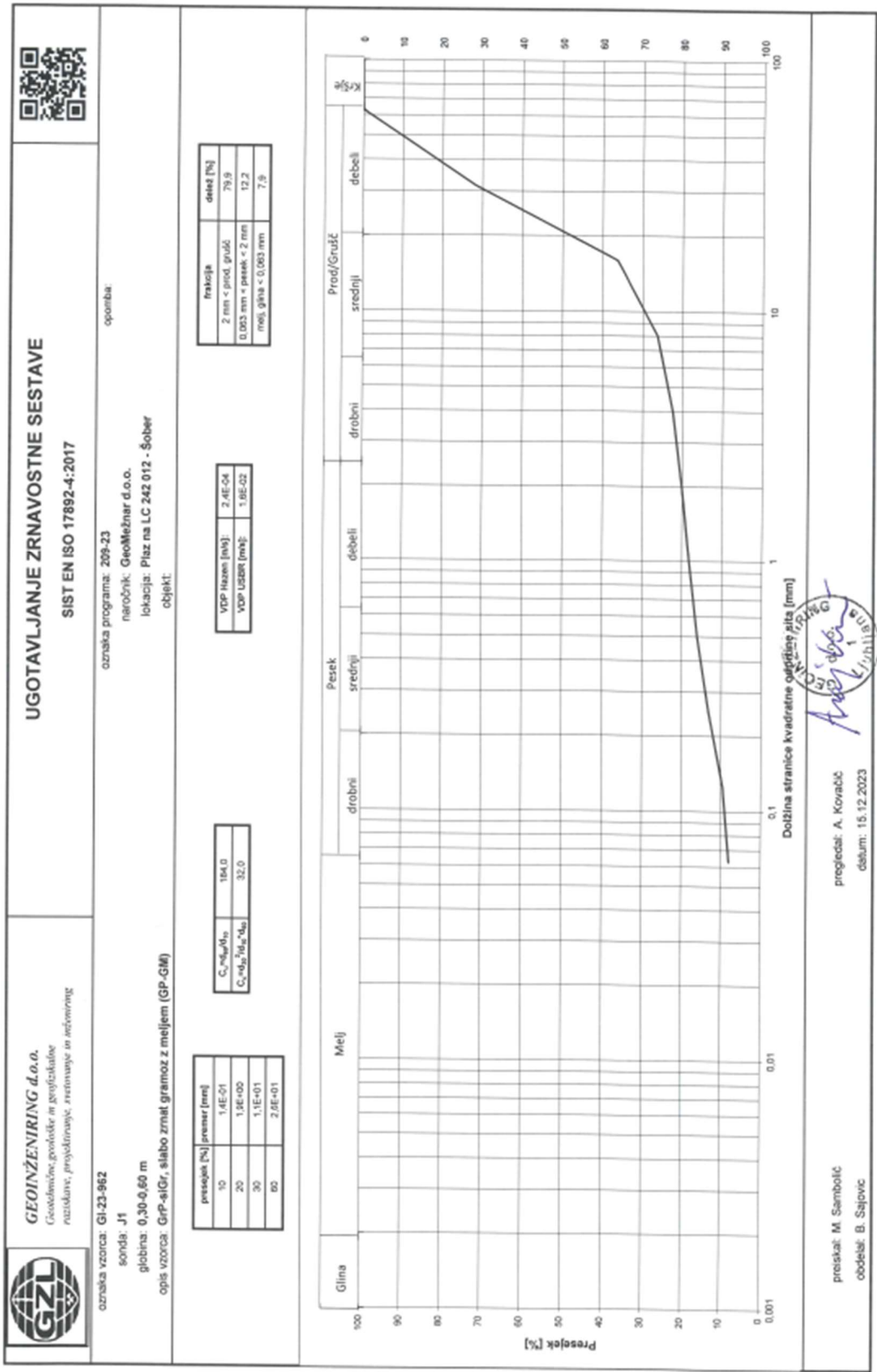
datum: 15.12.2023



stran 2/2

priloga:

4.3 Sejalna analiza vzorcev



## **5 GEOLOŠKE IN HIDROGEOLOŠKE OSNOVE**

### Širše območje:

Obravnavano območje leži v tektonski enoti imenovani Vzhodne Alpe.

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

Metamorfne sklade lahko razdelimo na spodnji del, ki je sestavljen iz gnajsa, eklogita, amfibolita, blestnika in kloritnoamfibolskega skrilavca ter zgornji del, ki je znatno tanjši in sestavljen iz filitoidov. Vzhodno Kobansko in pretežen del Pohorja karakterizirajo metamorfne kamnine znatno višje metamorfne stopnje kot so kamnine na zahodnem Kobanskem in severozahodnem Pohorju. Tako ločimo po litopetrografskih karakteristikah in po stopnji metamorfoze pohorsko serijo, ki leži superpozicijsko nižje in kobansko serijo, ki je nad njo.

Pohorska serija ima značaj regionalno-metamorfoziranih, nato metasomatsko spremenjenih in delno migmatiziranih sedimentno-vulkanogenih kamnin. Sestavljena je pretežno iz gnajsa ki je zastopan s sledečimi različki: muskovitno biotitov gnajs, distenov protasti gnajs, očesni gnajs in pegmatitni gnajs. Pogosti so medsebojni prehodi, tudi prehodi v blestnik. V spodnjem delu serije se pojavlja v obliki leč eklogit s prehodi v amfibolit, v zgornjem delu pa nastopajo vložki amfibolita. Razen omenjenih različkov kamnin se pojavljajo še leče debelokristalastega marmorja. Gnajs prehaja navzgor v blestnik. Gnajs se pojavlja tudi v Karavankah. Nastopa v obliki pasu, ki predstavlja del metamorfne podlage (pohorska serija), ki je odtrgana in dvignjena skupaj z granitom in tonalitom.

Kobanska serija je sestavljena iz blestnika, granatovega blestnika, ki prehaja navzgor v stavrolitski blestnik. Sledi amfibolov skrilavec, amfibolit in uralitiziran diabaz. V istem nivoju nastopa biotitnokloritni do amfibolov skrilavec.

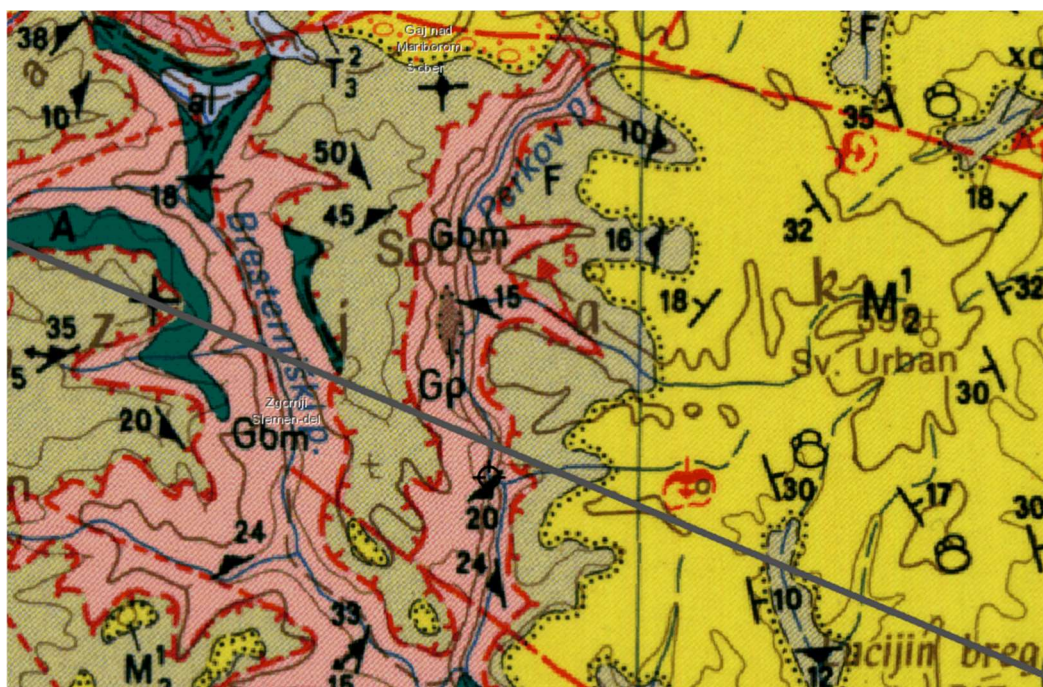
Geografsko je Pohorje del Vzhodnih Alp, kjer prevladujejo metamorfne kamnine, preko katerih so odložene permske, triasne, kredne in miocenske usedline, nazadnje pa še kvartarni nanosi. Jedro Pohorja predstavlja tonalit. Severovzhodni del ozemlja Zreč se je pogreznil in nastala je kotlina, ki jo pokrivajo mlajše usedline, severno od Zreč pa se pojavlja še del miocenskega konglomerata. Jugozahodni del predstavlja večinoma miocenski sedimenti.

Obravnavano območje:

Na obravnavanem območju se nahaja muskovitno - biotitov gnajs.

Hidrogeološke lastnosti:

V hidrogeološkem smislu je mogoče obravnavati prode, peske, gručce,... kot dobro prepustne, gline in melje kot slabo prepustne, medtem, ko laporje, peščenjake in metamorfne kamnine kot praktično neprepustne ali zelo omejeno prepustne kamnine. Vodoprepustnost apnencev in dolomitov je kompleksnejša saj je odvisna od razpokanosti kamnine.



Slika 4: Geološka karta širšega območja (vir: osnovna geološka karta in tolmač listov)



## 6 TIP TAL in SEIZMIČNOST TERENA

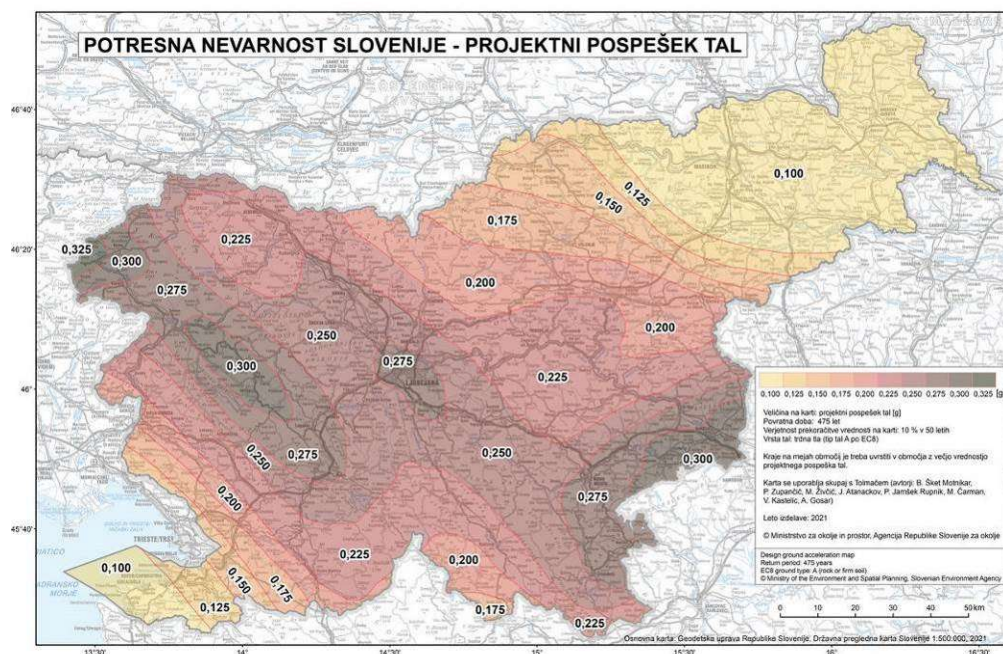
Tip tal je določen po standardu Evrokod 8 (SIST EN 1998-1) – preglednica 3.1: Tipi tal.

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:	0.100g
-----------------------------	--------

Obravnavano področje se uvršča v 1. stopnjo seizmične intenzitete po Evrokod 8: Projektiranje potresno odpornih konstrukcij – 1. del: Splošna pravila, potresni vplivi in pravila za stavbe – Nacionalni dodatek.



Slika 5: Karta projektnih pospeškov tal

## **POROČILO O GEOTEHNIČNEM PROJEKTU**

## 1 ZEMELJSKA DELA

Izkope je mogoče opraviti strojno v zemljini do III. kategorije (kamnito nasutje, glina, prod grušč), globlje v pa v zemljini/kamnini IV. kategorije (gnajs).

Začasne izkope za oporno konstrukcijo je potrebno izvajati v dolžinskih odsekih največ 5.0 m, posledično je potrebno izkope zaščititi pred erozijskimi procesi. Pri izvedbi kamnite zložbe so predvideni kontaktni izkopi / gradnja – izvede se izkop ter kamnita zložba po odsekih.

Pri izvajanju izkopov v kamninah so lahko nakloni večji, vendar je potrebno kamnino ustrezno očistiti in zavarovati pred erozijskimi procesi. Nasipov nad nivojem obstoječega terena ni predvidenih.

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

**Peščena glina, peščena glina z gruščem in prodom (sasiCl, sagrCl):** Melj in glina sta zemljini sestavljeni predvsem iz drobnozrnatih mineralov, pri tem so frakcije gline manjše kot pri melju. Melj načeloma ne nabreka, je slabo lepljiv in ni plastičen, medtem ko glina nabreka, je lepljiva, plastična ter dobro zadržuje vodo. V tem primeru sta rjave do sive barve z vložki grušča, katerih vsebnost se lokalno lahko spreminja. Pričakovana kategorija izkopa: III. (vezljiva zrnata zemljina).

**Zameljen prod in pesek:** To so večji in manjši prodniki z vezivom ter peskom. Vezivo sestavlja pretežno peščeno meljna zemljina, ki je slabo gnetna. Pričakovana kategorija izkopa: III. (vezljiva in nevezljiva zrnata zemljina)

**Gnajs:** Je skrilava metamorfna kamnina, ki je nastala zaradi usmerjenih pritiskov ter ima jasno izraženo skrilavost. Pričakovana kategorija izkopa: IV.



Št.	Naziv kategorije	Opis materiala	Ozna-ka	$I_{p(SQ)}$ (MPa)	Podrobnejši opis materiala	Predlagana mehanizacija za učinkovit izkop	Ocena uporabnosti
1	Plodna zemljina – lahek izkop	Površinska plast tal z znatnim deležem organske snovi.	Plodna zemljina		Površinska plast tal z znatnim deležem organske snovi, vključno s travno rušo, lahko tudi s predhodno mletimi drevesnimi ostanji.	bager, buldozer	Humiziranje brežin, za ureditev in izboljšavo kmetijskih površin skladno s pogoji pedološke stroke.
2	Zemljine predvidene za trajno deponiranje – lahek izkop	Vse izkopske zemljine, ki bodo trajno deponirane.	Ostale zemljine		Glina, melj, pesek in gramoz, šota (ter vse kombinacije naštetih zemljin), s posameznimi kosi kamnine velikosti $zm < 630$ mm, oziroma volumen $< 0,3$ m <sup>3</sup> .	bager, buldozer	Trajno deponiranje.
3	Zemljine predvidene za vgradnjo ali predelavo – lahek izkop	Vse izkopske zemljine, ki se bodo vgradile v nasipe ali zasipe.	Ostale zemljine		Glina, melj, pesek in gramoz (ter vse kombinacije naštetih zemljin), s posameznimi zmi kamnine velikosti $< 630$ mm, oziroma volumen $< 0,3$ m <sup>3</sup> .	bager, buldozer	Primerno za nasipe in zasipe, v projektu definirati pogoje vgradnje ter predvideti morebitne ukrepe za zagotovitev ustrezne zrnivosti in vgradljivosti.
4	Kamnine - srednje zahteven izkop	Mehke kamnine.	REW - RW	0,05 - 0,4	Laporovec, glinavec, skrilavec, tuf, slabo vezan konglomerat in breča, flis.	bager, buldozer	Primerno za nasipe in zasipe, v projektu definirati pogoje vgradnje ter predvideti morebitne ukrepe za zagotovitev ustrezne zrnivosti in vgradljivosti.
		Kamnine tektonsko poškodovane ali razpadle ali stržno deformirane, zelo slaba do zmerna kakovost površine ploskev razpok.	RW - RS	0,4-3	Priloga 2		
			RS - RES	$>3$	Priloga 3		
5A	Kamnine - zahteven izkop	Kamnine razpokane v bloke ali tektonsko poškodovane ali razpadle, zelo slabe do zelo dobre kakovosti površine ploskev razpok.	RW - RS	0,4-3	Priloga 2	lažje hidravlično kladivo do 1800 kg, rijač/riper	Primerno za nasipe in zasipe. Predvideti je treba morebitne ukrepe za zagotovitev ustrezne zrnivosti in vgradljivosti. Praviloma primerno tudi za predelavo v gradbene proizvode, če so izpolnjeni pogoji za rabo.
5B	Kamnine - zelo zahteven izkop	Kamnine razpokane v bloke ali tektonsko poškodovane ali razpadle, zmerno do zelo dobre kakovosti površine ploskev razpok.	RS - RES	$>3$	Priloga 3	težko hidravlično kladivo nad 1800 kg	
6	Kamnine - izjemno zahteven izkop	Intaktne ali kamnine razpokane v bloke, zmerno do zelo dobre kakovosti površine ploskev razpok.	RW - RS	0,4-3	Priloga 2	težko hidravlično kladivo nad 1800 kg, miniranje	
			RS - RES	$>3$	Priloga 3		

**Slika 6: Tabela kategorij izkopov**

## 2 OPIS POGOJEV ZA PROJEKTIRANJE – voziščna konstrukcija

Za potrebe dimenzioniranja voziščne konstrukcije je bil na podlagi dinamičnega deformacijskega modula  $E_{vd}$  ovrednoten količnik CBR. Pri dimenzioniranju voziščne konstrukcije in zunanje ureditve naj se upoštevajo naslednje vrednosti CBR:

Peščena glina:  $CBR \approx 3.0 \%$

Pri dimenzioniranju voziščne konstrukcije se po karti informativnih globin prodiranja mraza na obravnavanem območju upošteva  $h_m = 80$  cm.

Glede na izvedene raziskave se bodo v temeljnih tleh pojavljale peščene gline, mestoma se lahko na vkopni strani od profila 12 do 13 na vkopni strani pa se pričakuje sloj preperine podlage / grušč, mestoma tudi nepodajna podlaga gnajsa.

Glede na izvedene raziskave bo predvidena novo gradnja ceste izvedena na nivoju obstoječe ceste oziroma se bodo izkopi izvedli tudi v obstoječ teren zaradi nivelete nove ceste. Pri izkopu se odstrani obstoječa voziščna konstrukcija ter posledično poglobitev temeljnih tal glede na posamezen odsek.

V kolikor bodo pri novi voziščni konstrukciji izvedene globoke drenaže ter urejeno površinsko odvodnjavanje cestišča z asfaltnimi muldami, se pri dimenzioniranju vozišča uporabijo ugodni hidrološki pogoji. Temeljna tla – peščene gline z gruščem, so neodporna proti učinkom zmrzovanja in odtajanja.

## **2.1 Vrsta in uporabnost zemeljskih materialov**

Za nasipanje pod temelji ali VK lahko uporabimo nekoherentne zemljine kot so dobro granulirani materiali prod, kamnitega drobljenca,... (največ 5-8% finih delcev do 0,063 mm). To so materiali, ki so odporni na zmrzovanje.

Za nasipanje pod temelji do globine zmrzovanja pa ne moremo uporabiti koherentnih oziroma drobnozrnatih zemljin kot so gline, melji,... To so materiali, ki niso odporni na zmrzovanje.

Pri odvzemu vzorcev na terenu prihaja do t.i. terenske napake – segregacija materiala ter neenakomerni odvzem kamnitih zrn. Glede na videno na terenu ter izvedene laboratorijske raziskave menimo, da je obstoječe kamnito nasutje ustrezno za nasip v nevezano nosilno plast nove voziščne konstrukcije – sejalna analiza prod iz J1 ustreza pogojem.

## **2.2 Kamnita posteljica**

Za kamnito posteljico se vgradi kamniti drobljenec D125. V kamnito posteljico se lahko vgradi kamniti material (peščen prod, drobljenec) iz stranskega odvzema. Zgoščenost v kamnito posteljico vgrajene zmesi zrn mora znašati v povprečju najmanj 98% glede na največjo gostoto zmesi zrn po modificiranem postopku po Proctorju. Spodnja mejna vrednost zgoščenosti lahko od povprečja odstopa največ 3%. Na planumu kamnite posteljice mora biti zagotovljena nosilnost  $E_{vd} > 40 \text{ MPa}$ ,  $E_{v2} > 80 \text{ MPa}$ .

*\* Reciklirani asfalt (zelena uredba) se lahko ponovno vgradi v spodnje sloje kamnite posteljice v količini do 30 % deleža skupne količine.*

*V primeru, da se namesto drobljenca v kamnito posteljico vgradi prod se debelina kamnite posteljice v voziščni konstrukciji poveča za faktor 1.27 oziroma razmerje 0.14/0.11.*

## **2.3 Nevezana nosilna plast**

Za nevezano nosilno plast se vgradi kamniti drobljenec D32. Zgoščenost v nevezano nosilno plast vgrajene zmesi zrn mora znašati v povprečju najmanj 98% glede na največjo gostoto zmesi zrn po modificiranem postopku po Proctorju. Spodnja mejna vrednost zgoščenosti lahko od povprečja odstopa največ 3%. Na planumu nevezane nosilne plasti mora biti zagotovljena nosilnost  $E_{vd} > 45 \text{ MPa}$ ,  $E_{v2} > 100 \text{ MPa}$ .

## **2.4 Vezane nosilne plasti**

Kvaliteta vgrajenih asfaltnih slojev naj ustreza standardu TSC 06.300 / 06.410 : 2009.

## **2.5 Ostalo**

Pri izvedbi kamnite posteljice in nevezane nosilne plasti je obvezna prisotnost geotehničnega (ali gradbenega) nadzora in tekoča izvedba kontrolnih meritev zbitosti (dinamični deformacijski modul E<sub>vd</sub>). Poleg kontrole zbitosti se na terenu preverijo tudi deponirani (začasna deponija na terenu) ter vgrajeni kamniti agregati. Delež finih delcev (zrn do 0.063 mm) pri vgrajenih kamnitih materialih ne sme presegati 8 %.

## **2.6 Predlog ureditev voziščne konstrukcije**

Za novogradnjo je predvidena vgradnja sledečih plasti na temeljna tla:

- Obstoječo konstrukcijo in temeljna tla je treba odstraniti do kote, ki bo usklajena s predvideno niveleto nove voziščne konstrukcije. Skupna debelina nove voziščne konstrukcije z zmrzlinso odpornim materialom mora znašati najmanj 70 cm.
- Ločilni geotekstil (min. 12 kN/m)
- 40 cm zmrzlinso odpornega kamnitega materiala (posteljica) TD125
- 20 cm tamponskega drobljenca TD32
- 6 cm bituminiziranega drobljenca AC 22 base B50/70, A4
- 4 cm bitumenskega betona AC 11 surf B50/70, A4

## **3 POVRATNA ANALIZA STABILNOSTI**

Na obravnavanem območju nimamo opravka s »tipičnim plazom / usadom«, saj je na obravnavanem območju prišlo ob velikih vodah do spodjedanja dotrajanih konstrukcij oziroma vozišča, zato povratne analize stabilnosti, kjer bi iskali geomehanske karakteristične karakteristike zemljin, nismo izvedli.

Pri dimenzioniranju konstrukcije se upoštevajo geomehanske karakteristike, ki smo jih pridobili na terenu s SPT meritvam ter laboratorijskimi raziskavami. SPT meritve prevzamemo za nekoherentne materiale, kot so kamniti nasip, zameljeni prodi in grušči, gruščnata preperina podlage, za koherentne materiale, kot je peščena glina, pa prevzamemo laboratorijsko določene karakteristike.

### 3.1 Izračun vlečne sile vodotoka v vodni strugi

Pri izračunu sanacije opornega zidu se upoštevana tudi vlečna sila vodotoka v vodni strugi. Vlečna sila ali potisna sila se izrazi s pomočjo strižnih napetosti, pri čemer upoštevamo, da so nihanja strižne napetosti na dnu zanemarljivo majhna. Strižna napetost ne narašča konstantno z naraščajočo globino, temveč doseže pri 77% globine svojo maksimalno vrednost. Vlečna oz. potisna sila je bila izračunana po naslednji enačbi:

$$\tau_{max} = 0,77 * \rho * g * h_{max} * I$$

Kjer je:

$\tau_{max}$	Maksimalna strižna oz. potisna napetost na brežini
$\rho$	Gostota vode
$g$	Zemeljski pospešek
$h_{max}$	Maksimalna pretočna globina potoka
$I$	Vzdolžni padec potoka

Povzeto po: MIKOŠ M.: Urejanje vodotokov – skripta: FGG Univerza v Ljubljani, 2000.

Računske vrednosti so bile vzete:  $\rho = 1000 \frac{kg}{m^3}$ ,  $g=9,807 \frac{m}{s^2}$ ,  $h_{max}=1.5$  m,  $I=2.5\%$

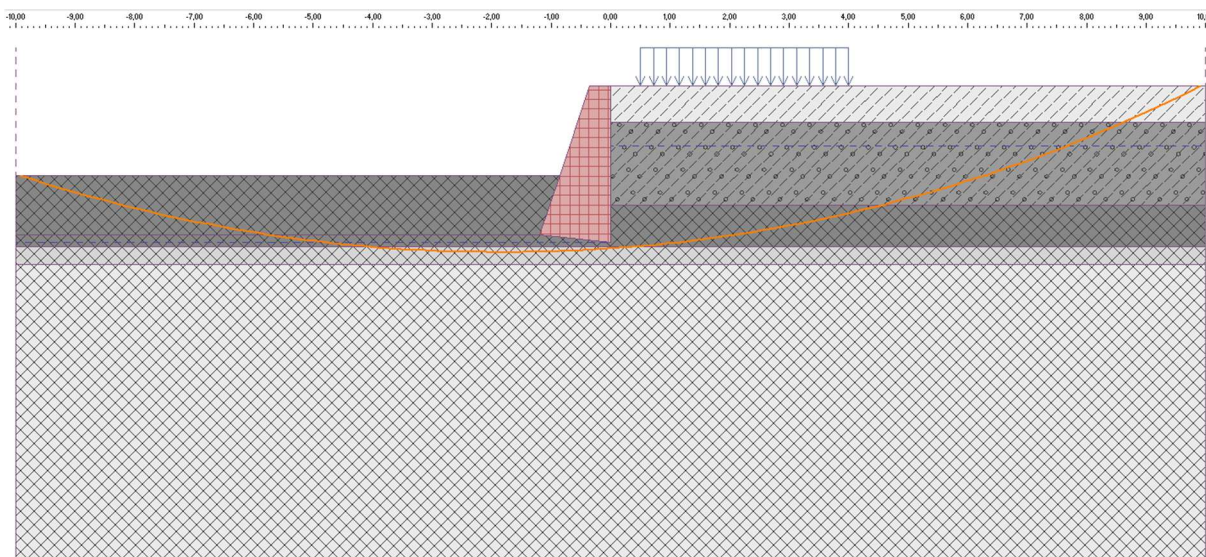
Izračunana  $\tau_{max} = 2.83 \frac{kN}{m^2}$

Prijemališče vlečne sile je na 23% višine stoletnih voda (višino stoletne vode smo predvideli na zgornji koti konstrukcije), oz. 77% višine merjeno od zgornje kote stoletnih voda. Izračunana vlečna sila je upoštevana kot vhodni podatek pri statičnem izračunu sanacije podpornega zidu tako, da je zagotovljena odpornost zidu proti vlečni sili.

## 4 STABILNOSTNO STATIČNI IZRAČUN

Osnova za stabilnostno-statični izračun je bila predhodno izdelana geološko-geotehnično analiza podatkov. Iz analize so bile povzete geomehanske karakteristike in globine posameznih slojev zemljin. Statični izračun konstrukcije smo izvedli z geostatičnim programom GEO 5 po EC2 v najbolj kritičnem prerezu – profil P6. Prevezli smo tudi da je konstrukcija izvedena vsaj 1.0 m pod nivo struge potoka. Pri izračunu so upoštevane naslednje karakteristike slojev:

Sloj	Kohezija (kPa)	Strižni kot (°)	Prostorninska teža (kN/m <sup>3</sup> )
Kamniti nasip	0	35	20
Peščena glina	8	31	19
Zameljen prod in grušč	0	32	19
Preperina podlage / grušč	0	38	19
Gnajs	100	35	23



### Slope stability verification (all methods)

Bishop : Utilization = 22,1 % **ACCEPTABLE**

Fellenius / Petterson : Utilization = 22,6 % **ACCEPTABLE**

Spencer : Utilization = 22,1 % **ACCEPTABLE**

Janbu : Utilization = 22,1 % **ACCEPTABLE**

Morgenstern-Price : Utilization = 22,1 % **ACCEPTABLE**

Slika 7: Globalna stabilnostna analize stabilizacije



## 4.1 Stabilno statični izračun kamnite zložbe

### Gravity wall analysis

#### Input data

##### Settings

Slovenia - EN 1997

##### Materials and standards

Concrete structures : EN 1992-1-1 (EC2)

Coefficients EN 1992-1-1 : standard

Masonry (stone) wall : EN 1996-1-1 (EC6)

##### Wall analysis

Verification methodology : according to EN 1997

Active earth pressure calculation : Coulomb

Passive earth pressure calculation : Caquot-Kerisel

Earthquake analysis : Mononobe-Okabe

Shape of earth wedge : Calculate as skew

Allowable eccentricity : 0,333

Design approach : 2 - reduction of actions and resistances

Partial factors on actions (A)			
Permanent design situation			
		Unfavourable	Favourable
Permanent actions :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]
Variable actions :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]
Water load :	$\gamma_w =$	1,35 [-]	

Partial factors for resistances (R)			
Permanent design situation			
Partial factor on overturning :		$\gamma_{Rv} =$	1,40 [-]
Partial factor on sliding resistance :		$\gamma_{Rh} =$	1,10 [-]
Partial factor on bearing capacity :		$\gamma_{Re} =$	1,40 [-]

Partial factors for variable actions			
Permanent design situation			
Factor for combination value :		$\psi_0 =$	0,70 [-]
Factor for frequent value :		$\psi_1 =$	0,50 [-]
Factor for quasi-permanent value :		$\psi_2 =$	0,30 [-]

##### Anchors

Verification methodology : Limit states (LSD)

Reduction coefficients			
Reduction. coeff of steel strength :		$\gamma_s =$	1,35 [-]
Reduction coefficient of pull out resistance (soil) :		$\gamma_e =$	1,35 [-]
Reduction coefficient of pull out resistance (grouting) :		$\gamma_c =$	1,35 [-]

##### Material of structure

Unit weight  $\gamma = 23,00 \text{ kN/m}^3$ 

Analysis of concrete structures carried out according to the standard EN 1992-1-1 (EC2).

##### Concrete: C 25/30

Cylinder compressive strength  $f_{ck} = 25,00 \text{ MPa}$ Tensile strength  $f_{ctm} = 2,60 \text{ MPa}$

**Longitudinal steel: B500B**

Yield strength

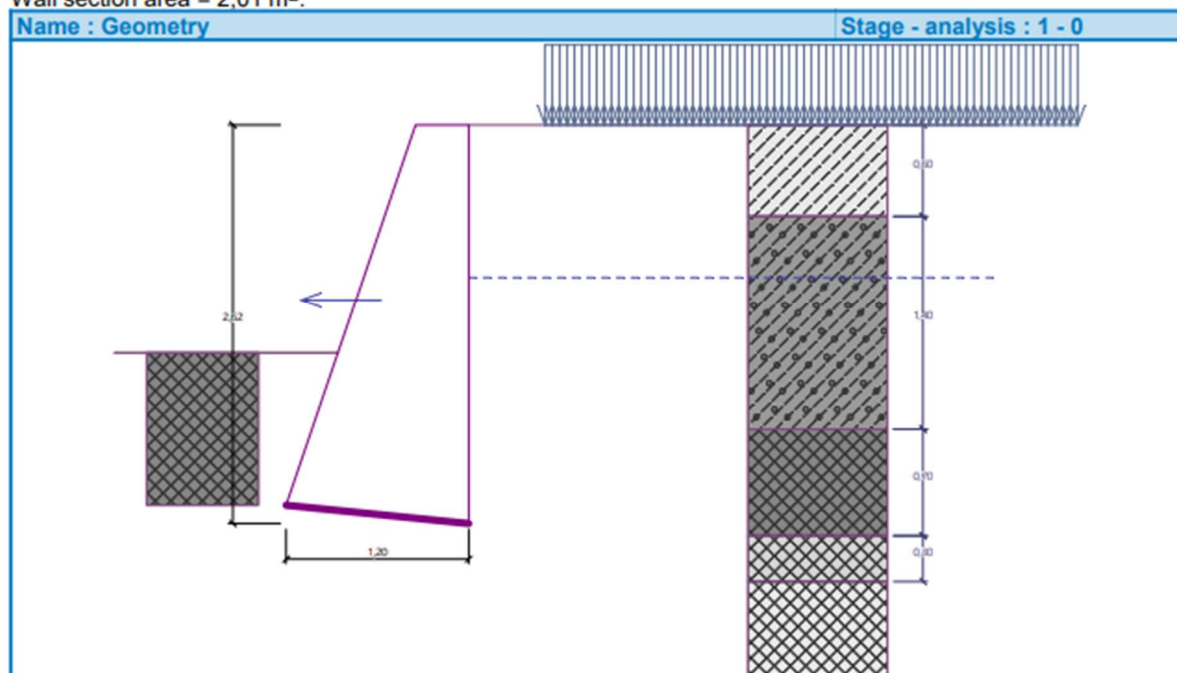
$$f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$$

**Geometry of structure**

No.	Coordinate X [m]	Depth Z [m]
1	0,00	0,00
2	0,00	2,62
3	-1,20	2,50
4	-0,35	0,00

The origin [0,0] is located at the most upper right point of the wall.






Wall section area = 2,01 m<sup>2</sup>.



**Basic soil parameters**

No.	Name	Pattern	$\Phi_{ef}$ [°]	$c_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{su}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\delta$ [°]
1	Kamniti nasip - VK		35,00	0,00	20,00	11,00	24,50
2	Peščena glina		31,00	8,00	19,00	10,00	21,70
3	Zameljen prod in grušč		32,00	0,00	19,00	10,00	22,40
4	Preperina podlage / grušč		38,00	0,00	19,00	10,00	26,60
5	Gnajs		35,00	100,00	23,00	14,00	35,00

**Soil parameters to compute pressure at rest**

No.	Name	Pattern	Type calculation	$\varphi_{ef}$ [°]	$\nu$ [-]	OCR [-]	$K_r$ [-]
1	Kamniti nasip - VK		cohesionless	35,00	-	-	-
2	Peščena glina		cohesive	-	0,35	-	-
3	Zameljen prod in grušč		cohesionless	32,00	-	-	-
4	Preperina podlage / grušč		cohesionless	38,00	-	-	-
5	Gnajs		cohesionless	35,00	-	-	-

**Soil parameters****Kamniti nasip - VK**

Unit weight :  $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$   
 Stress-state : effective  
 Angle of internal friction :  $\varphi_{ef} = 35,00^\circ$   
 Cohesion of soil :  $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$   
 Angle of friction struc.-soil :  $\delta = 24,50^\circ$   
 Soil : cohesionless  
 Saturated unit weight :  $\gamma_{sat} = 21,00 \text{ kN/m}^3$

**Peščena glina**

Unit weight :  $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$   
 Stress-state : effective  
 Angle of internal friction :  $\varphi_{ef} = 31,00^\circ$   
 Cohesion of soil :  $c_{ef} = 8,00 \text{ kPa}$   
 Angle of friction struc.-soil :  $\delta = 21,70^\circ$   
 Soil : cohesive  
 Poisson's ratio :  $\nu = 0,35$   
 Saturated unit weight :  $\gamma_{sat} = 20,00 \text{ kN/m}^3$

**Zameljen prod in grušč**

Unit weight :  $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$   
 Stress-state : effective  
 Angle of internal friction :  $\varphi_{ef} = 32,00^\circ$   
 Cohesion of soil :  $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$   
 Angle of friction struc.-soil :  $\delta = 22,40^\circ$   
 Soil : cohesionless  
 Saturated unit weight :  $\gamma_{sat} = 20,00 \text{ kN/m}^3$

**Preperina podlage / grušč**

Unit weight :  $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$   
 Stress-state : effective  
 Angle of internal friction :  $\varphi_{ef} = 38,00^\circ$   
 Cohesion of soil :  $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$   
 Angle of friction struc.-soil :  $\delta = 26,60^\circ$   
 Soil : cohesionless  
 Saturated unit weight :  $\gamma_{sat} = 20,00 \text{ kN/m}^3$

**Gnajs**

Unit weight :  $\gamma = 23,00 \text{ kN/m}^3$



Stress-state : effective  
 Angle of internal friction :  $\varphi_{ef} = 35,00^\circ$   
 Cohesion of soil :  $c_{ef} = 100,00 \text{ kPa}$   
 Angle of friction struc.-soil :  $\delta = 35,00^\circ$   
 Soil : cohesionless  
 Saturated unit weight :  $\gamma_{sat} = 24,00 \text{ kN/m}^3$

**Geological profile and assigned soils**

No.	Thickness of layer t [m]	Depth z [m]	Assigned soil	Pattern
1	0,60	0,00 .. 0,60	Kamniti nasip - VK	
2	1,40	0,60 .. 2,00	Peščena glina	
3	0,70	2,00 .. 2,70	Zameljen prod in grušč	
4	0,30	2,70 .. 3,00	Preperina podlage / grušč	
5	-	3,00 .. ∞	Gnajs	

**Foundation**

Type of foundation : soil from geological profile

**Terrain profile**

Terrain behind the structure is flat.

**Water influence**

GWT behind the structure lies at a depth of 1,00 m

Uplift in foot. bottom due to different pressures is not considered.

**Input surface surcharges**

No.	Surcharge		Action	Mag.1 [kN/m <sup>2</sup> ]	Mag.2 [kN/m <sup>2</sup> ]	Ord.x x [m]	Length l [m]	Depth z [m]
	new	change						
1	Yes		permanent	12,00		0,50	3,50	on terrain

**Resistance on front face of the structure**

Resistance on front face of the structure: not considered

Soil on front face of the structure - Zameljen prod in grušč

Soil thickness in front of structure  $h = 1,00 \text{ m}$

Terrain in front of structure is flat.

**Applied forces acting on the structure**

No.	Force		Name	Action	$F_x$ [kN/m]	$F_z$ [kN/m]	M [kNm/m]	x [m]	z [m]
	new	edit							
1	Yes		Vlečna sila	permanent	-2,83	0,00	0,00	-1,10	1,15

**Settings of the stage of construction**

Design situation : permanent

The wall is free to move. Active earth pressure is therefore assumed.

Reduction of soil/soil friction angle : do not reduce

**Verification No. 1****Forces acting on construction**

Name	$F_{hor}$ [kN/m]	App.Pt. z [m]	$F_{vert}$ [kN/m]	App.Pt. x [m]	Coeff. overtur.	Coeff. sliding	Coeff. stress
Weight - wall	0,00	-0,98	46,22	0,77	1,000	1,000	1,350
Active pressure	6,06	-0,44	2,53	1,20	1,350	1,350	1,350
Water pressure	13,12	-0,42	0,00	1,20	1,350	1,350	1,350
Uplift pressure	0,00	-2,50	0,00	1,20	1,000	1,000	1,350
Surch.1 - strip	5,15	-0,84	2,83	1,20	1,350	1,350	1,350
Vlečna sila	2,83	-1,35	0,00	0,10	1,350	1,350	1,350

**Verification of complete wall****Check for overturning stability**Resisting moment  $M_{res} = 31,77$  kNm/mOverturning moment  $M_{ovr} = 22,02$  kNm/m**Wall for overturning is SATISFACTORY****Check for slip**Resisting horizontal force  $H_{res} = 32,29$  kN/mActive horizontal force  $H_{act} = 31,17$  kN/m**Wall for slip is SATISFACTORY****Overall check - WALL is SATISFACTORY**

Maximum stress in footing bottom : 76,01 kPa

**Bearing capacity of foundation soil****Design load acting at the center of footing bottom**

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]	Eccentricity [-]	Stress [kPa]
1	8,99	72,93	29,23	0,103	76,01
2	11,81	56,84	30,83	0,173	71,91

**Service load acting at the center of footing bottom**

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]
1	6,66	54,02	21,65

**Verification of foundation soil**

Stress in the footing bottom : trapezoid

**Eccentricity verification**Max. eccentricity of normal force  $e = 0,173$ Maximum allowable eccentricity  $e_{alw} = 0,333$ **Eccentricity of the normal force is SATISFACTORY****Verification of bearing capacity**Bearing capacity of foundation soil  $R = 250,00$  kPaPartial factor on bearing capacity  $\gamma_{Rv} = 1,40$ Max. stress at footing bottom  $\sigma = 98,22$  kPaBearing capacity of foundation soil  $R_d = 178,57$  kPa**Bearing capacity of foundation soil is SATISFACTORY****Overall verification - bearing capacity of found. soil is SATISFACTORY**

**Dimensioning No. 1****Forces acting on construction**

Name	$F_{hor}$ [kN/m]	App.Pt. z [m]	$F_{vert}$ [kN/m]	App.Pt. x [m]	Coeff. moment	Coeff. norm.force	Coeff. shear for.
Weight - wall	0,00	-1,02	44,49	0,77	1,000	1,000	1,000
Active pressure	4,96	-0,55	2,08	1,20	1,350	1,350	1,350
Water pressure	11,21	-0,50	0,00	1,20	1,350	1,350	1,350
Uplift pressure	0,00	-2,50	0,00	1,20	1,000	1,000	1,000
Surch.1 - strip	4,79	-0,90	2,68	1,20	1,350	1,350	1,350
Vlečna sila	2,83	-1,35	0,00	0,10	1,350	1,350	1,350

**Wall check at the construction joint 2,50 m from the wall crest**Cross-section depth  $h = 1,20$  mUltimate shear force  $V_{Rd} = 775,93$  kN/m  $> 32,13$  kN/m  $= V_{Ed}$ Ultimate compressive force  $N_{Rd} = 10417,27$  kN/m  $> 50,92$  kN/m  $= N_{Ed}$ Ultimate moment  $M_{Rd} = 30,43$  kNm/m  $> 10,64$  kNm/m  $= M_{Ed}$ **Cross-section bearing capacity is SATISFACTORY**

## **5 PREDLOG STABILIZACIJE PLAZU**

### **5.1 Vzroki porušitve vozišča**

Glede na izvedene geološke raziskave in razmere na terenu, je ob daljšem deževnem obdobju prišli ob velikih vodah do spodjedanja obstoječe dotrajane podporne konstrukcije ter brežine pod cesto. Za kar je prišlo do izriva materiala pod cesto.

Zaradi zgoraj navedenih dejstev, se priporoča čim prejšnja stabilizacija vozišča. V primeru večjega poslabšanja razmer na terenu ter ob primeru večjega izriva zemljine pod voziščem, cesta ne bo več varna za uporabo prometa.

### **5.2 Predlog sanacije plazu – Kamnita zložba**

Za zaščito ceste predlagamo, izvedbo podporne konstrukcije ob cesti in potoku izvedeno v preperino podlage oziroma vsaj 1.0 m pod nivo struge potoka. S tem se stabilizira cesta, hkrati pa se uredi struga / brežina potoka. Statični izračun zložbe smo izvedli z geostatičnim programom GEO 5 po EC2.

Glede na konfiguracijo terena ter geološke značilnosti, predlagamo izvedbo podporne konstrukcije v obliki kamnite zložbe – kamen v betonu, ki se bo izvedla ob polovični / deloma popolni zapori ceste. Izkop za izvedbo kamnite zložbe se predvidi kontaktno po odsekih ne daljših od 5.0 m.

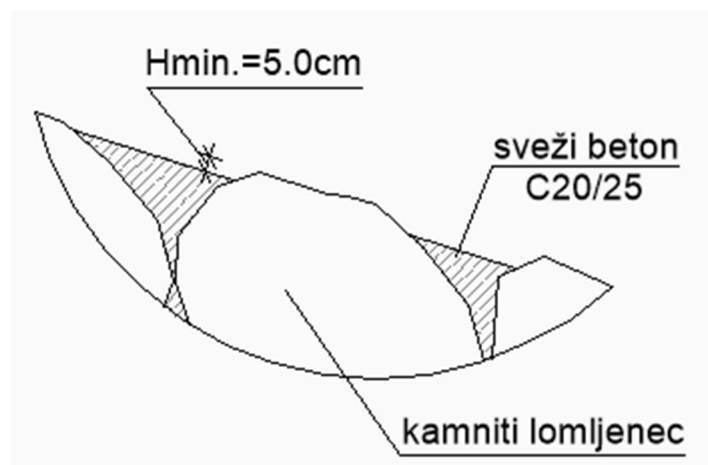
Osnova za izgradnjo kamnite zložbe na predvideni lokaciji je sloj preperine podlage gnajsa oziroma vsaj 1.0 m pod nivo končne kote dna struge potoka.

Temelj kamnite zložbe ni raven, je v naklonu 10%. Zaradi naklona temelja, je le ta debel od 40 – 52 cm in se izvede iz betona C25/30, XC2, D32, S2.

Kamnita zložba bo izdelana iz kamnitega lomljenca 20-60 cm, za vezivo bomo uporabili beton C20/25. Vgradnja kamna v betonu je potrebno izvesti s poglobljenimi fugami. Venec kamnite zložbe se izvede z betonom C25/30, XC2, PV-I, D32, S3, ki se po vgradnji zglati. Armaturni koš je izveden iz vzdolžne in stremenske armature premera in 10 mm. Zaščitni sloj armature znaša 5 cm, prekrivanje vzdolžnih armaturnih palic pa najmanj 60 cm. Pri izvedbi venca je potrebno zgornje robove ustrezno »pobratiti« oziroma jih urediti s trikotnimi letvami.

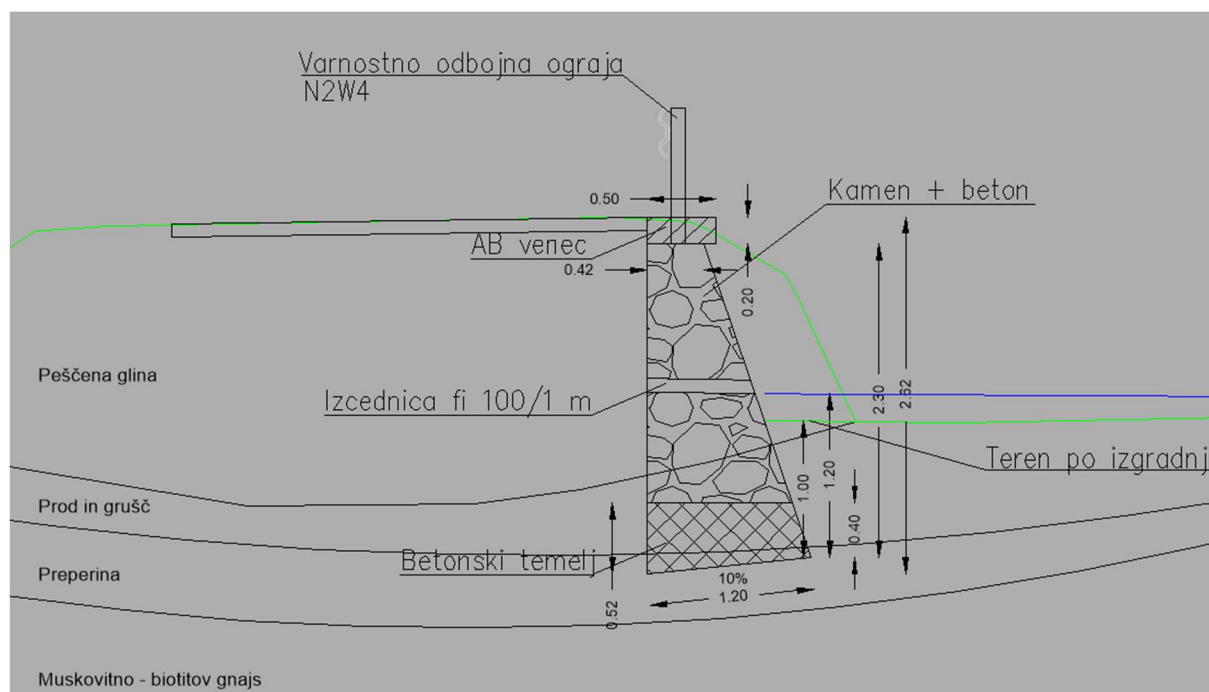
Za odvodnjavanje prostih talnih vod se na vsake 1.0 m ter cca 20 cm nad strugo potoka vgradijo trdo stenska cev  $\phi 100\text{mm}$  izcednice.





**Slika 8: Detajl polaganja kamna v betonu – poglobljene fuge zložbe**

Višina zložbe se prilagaja terenu in je do 2.62 m. Širina temelja kamnite zložbe znaša do 1.20 m, širina v vencu pa 0.42 m. Glede na poškodbe obstoječega terena se predlaga stabilizacija v dolžini cca 34 m – glede na gradbeno situacijo od profila med P5 in P6 do obstoječega mostu ter od obstoječega mostu do profila med P13 in P14 v dolžini cca 27 m. Na vrhu zidu je predvidena vgradnja JVO - jeklene varnostno odbojne ograje tipa N2W4.



**Slika 9: Karakterističen prerez kamnite zložbe**

### **5.3 Faze izvajanja del**

Dela se izvajajo v naslednjih fazah:

1. Skupna dela

- Predдела (ureditev gradbišča, gradbiščna ograja, gradbiščne table, kontejnerji, zakoličba,...)
- Odstranitev obstoječe konstrukcije – zaradi izvedbe zidu se odstrani obstoječa poškodovana stabilizacija v kamnu in betonu

2. Kamnita zložba

- Kampadni izkopi (predviden je kontaktni izkop) in izvedba kamnite zložbe (izkopi, temelj, betoniranje, izcednice, kamne v betonu, Ab temelj,...)

3. Rekonstrukcija cestišča z odvodnjavanjem

- Izvedba nove voziščne konstrukcije in nivelete cestišča (rezkanje, izkopi, kamnita posteljica, nevezana nosilna plast, asfaltiranje, mulde, bankine, JVO,...)
- Izvedba obcestnega odvodnjavanja (obdelava obcestnega jarka, kamniti prag, ...)
- Ureditev brežin in zaključna dela – predvidi se odstranitev odvečnega materiala v strugi potoka
- Planiranje, ureditev in povrnitev poškodovanih brežin v prvotno stanje

4. Zaključna dela

- Odstranitev začasnih objektov

Glede na dostopnost se bodo dela izvajala v popolni oziroma polovični zapori ceste.

## **6 RISBE**

Risba G.1 Pregledna situacija geomehanskih meritev

Risba G.2 Geotehnični prerezi

Risba G.3 Karakterističen prerez stabilizacije plaz