

## **7.4**

## **GEOTEHNIČNE RAZISKAVE IN IZRAČUNI**

<p><b>P.1 GEOTEHNIČNI PROFILI IN FOTODOKUMENTACIJA VRTIN</b></p>
--

Lokacija: Ljubljana

Datum vrtanja: 28. 2. 2022

Namen: Preiskava tal

Izvajalec vrtanja: ROVS d.o.o.

Popis vrtanja: Julijan Bratun, univ.dipl.inž.geol.

Investitor: Mestna občina Ljubljana

Pregledal/a: Mojca Bratun, univ.dipl.inž.geol.

Vrtina: V–1

Datum: Februar 2022

Globina: 30,0 m

Koordinate ETRS:

E = 461338.57

N = 99346.34

Z = 290.29 m

Objekt: Rekonstrukcija Barjanske ceste od Zihlove ulice  
do križišča z AC priključkom Center in P+R Barje

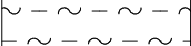
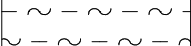

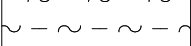
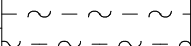
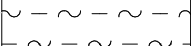
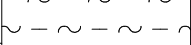
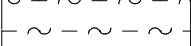
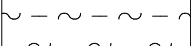
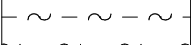
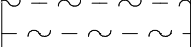
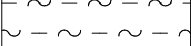
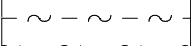
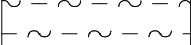
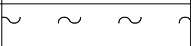





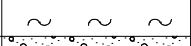





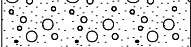

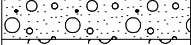

Merilo: 1:50

Terenske raziskave

GLOBINA [m]	LITOLOŠKI STOLPEC	USCS klasifikacija	GEOLOŠKO – GEOTEHNIČNI OPIS	Geol. starost	Vzorec	Podz. voda	R.P. q <sub>u</sub> [kPa]	SPT [N] <sub>60</sub> Eurocode –7	Krila sonda [kPa]	% jedra	Oprema vrtine	Tip vrtanja
0.0		UN	Humus									
1.0			Nasutje; peščen grušč, tampon									
			Nasutje; glinast in meljast rjav grušč									
			Nasutje; pretežno droben peščen grušč, tampon									
			Nasutje; glinast in meljast rjav grušč in prod									
2.0		ML/SM	Sivorjav meljast pesek									
		CH	Siva do temno rjava mastna glina, srednje do težko gnetna				100					
						100						
3.0		Pt/OH	Organski melj in glina, šota, temno rjavo do črno									
4.0		ML/MH	Siv masten melj, lahko do srednje gnetno				100					
							50					
							50					
							100					
							50					
5.0		MH/CH	Siv visokoplastičen melj in glina–polžarica, zelo lahko gnetno do lahko gnetno				0					
							0					
							0					
							0					
							0					
							6.0		0			
							0					
							0					
							0					
							0					
7.0												
8.0												
9.0												

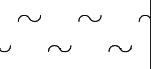










udarno–rotacijsko, enojni jedrnik

udarno–rotacijsko, enojni jedrniki

GLOBINA [m]	LITOLOŠKI STOLPEC	USCS klasifikacija	GEOLOŠKO – GEOTEHNIČNI OPIS	Geol. starost	Vzorec	Podz. voda	R.P. $q_u$ [kPa]	SPT Eurocode -7 [N]	Krila sonda [kPa]	% jedra	Oprema vrtine	Tip vrtanja
9.0		MH/CH	Siv visokoplastičen melj in glina-polžarica, zelo lahko gnetno do lahko gnetno				0	57.35 ud.				
10.0							25					
							25					
11.0							0					
							0					
12.0							25					
							0					
13.0							25					
							25					
14.0							0					
							25					
15.0		CH	Siva mastna glina, srednje gnetna			17.0m	50					
							100					
							100					
							50					
							100					
							100					
16.0		GP/GM	Peščen in malo meljast pretežno droben prod s posameznimi kosi do 5 cm, zelo gost			17.0m	100					
							150					
							100					
17.0												
												
												
18.0		CH	Mastna glina, srednje gnetna, siva			17.0m	75					
							75					
												
19.0												
												
												
20.0												

udarno-rotacijsko, enojni jedrnik



GLOBINA [m]	LITOLOŠKI STOLPEC	USCS klasifikacija	GEOLOŠKO – GEOTEHNIČNI OPIS	Geol. starost	Vzorec	Podz. voda	R.P. $q_u$ [kPa]	SPT Eurocode – 7 $N_{60}$	Krilna sonda [kPa]	% jedra	Oprema vrtine	Tip vrtanja
20.0		CH	Mastna glina, trdna, siva				250					
							250					
21.0		CH/MH	Mastna glina in masten melj, srednje gnetno, sivo				100					
							100					
							75					
							75					
22.0							100					
							100					
						22.0m	150					
23.0		GP	Droben peščen prod, mestoma malo meljast, zelo gost, siv									
24.0								52.70 ud.				
25.0		ML/SM	Menjavanje peščenega melja do peska in zameljenega proda									
26.0												
27.0								48.05 ud.				
28.0		GP	Zameljen pretežno droben peščen prod velikosti do 1 cm, posamezni prodniki do 2 cm, med 27.0 in 29.0 m je več proda, gosto do zelo gosto									
29.0												
30.0								51.15 ud.				

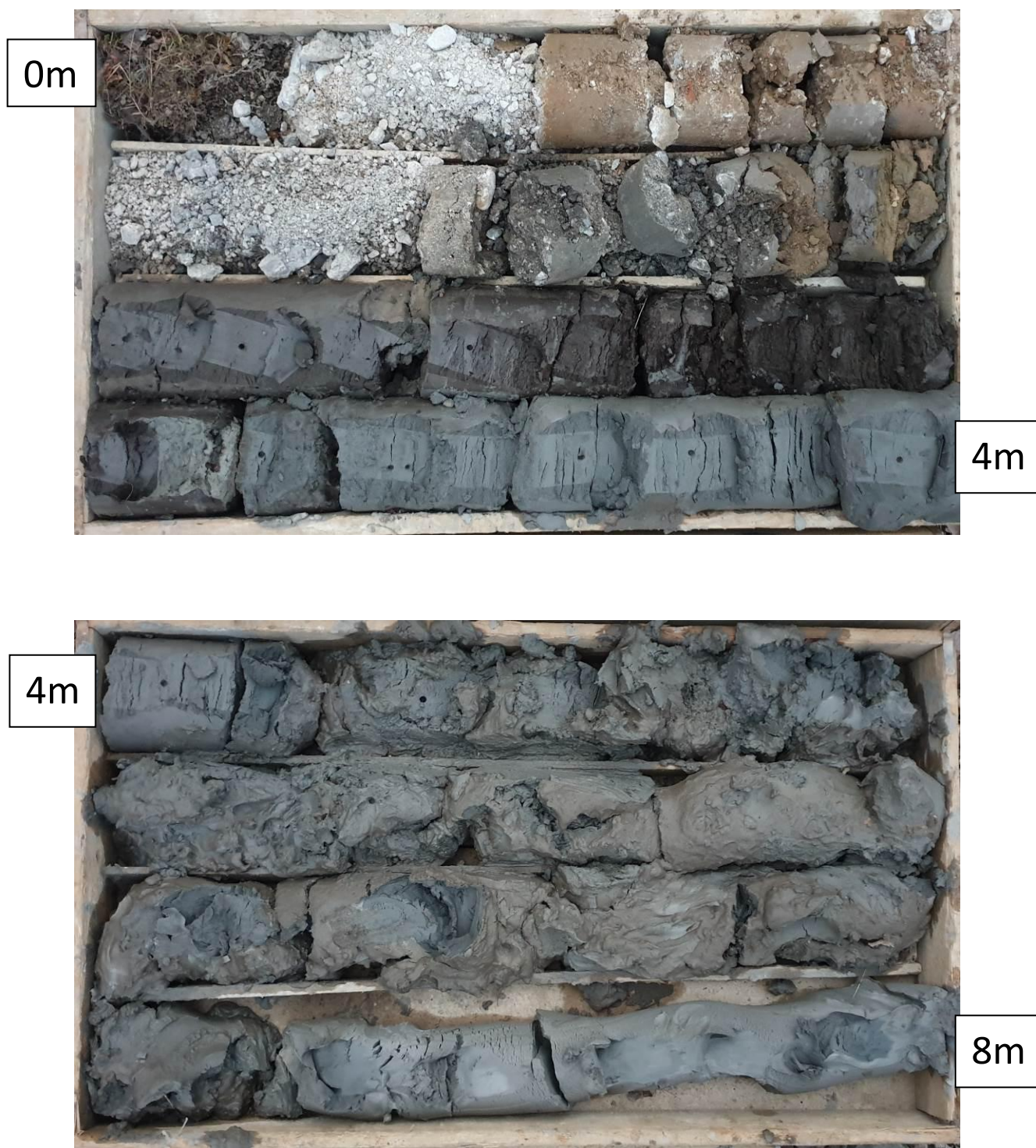
udarno-rotacijsko, enojni jedrnik

Rekonstrukcija Barjanske ceste od Zihерlove ulice do križišča z AC priključkom Center in P+R Barje

**V-1**

28. 2. 2022

(E= 461338.57 N= 99346.34 z= 290.29 m)





## V-1





## V-1



Lokacija: Ljubljana

Datum vrtanja: 1. 3. 2022

Namen: Preiskava tal

Izvajalec vrtanja: ROVS d.o.o.

Popis vrtanja: Julijan Bratun, univ.dipl.inž.geol.

Investitor: Mestna občina Ljubljana

Pregledal/a: Mojca Bratun, univ.dipl.inž.geol.

Vrtina: V–2

Datum: Marec 2022

Globina: 10,0 m

Koordinate ETRS:

E = 461320.13

N = 99580.12

Z = 291.43 m

Objekt: Rekonstrukcija Barjanske ceste od Zihlove ulice  
do križišča z AC priključkom Center in P+R Barje

Merilo: 1:50

Terenske raziskave

GLOBINA [m]	LITOLOŠKI STOLPEC	USCS klasifikacija	GEOLOŠKO – GEOTEHNIČNI OPIS	Geol. starost	Vzorec	Podz. voda	R.P. $q_u$ [kPa]	SPT Eurocode – 7 [N] <sub>60</sub>	Krila sonda [kPa]	% jedra	Oprema vrtine	Tip vrtanja
0.0			Asfalt									
		UN	Tampon (GW/GP)									
		UN	Zaglinjen nasip (GC/GM)									
1.0												
		UN	Tampon, posamezni kosi gruša velikosti do 10 cm, talna voda po vrtanju na 1.0 m									
2.0							350					
							150					
							100					
							50					
							50					
3.0		ML/CL	Melj do meljna glina, pisano, srednje do težko gnetno				200					
4.0		SM	Zameljen pesek, moker			4,0m						
5.0							0					
							0					
6.0							0					
							0					
7.0		MH	Visokoplastičen melj–polžarica, zelo lahko gnetno				0					
							0					
							0					
8.0							0					
							0					
							0					
9.0							0					

udarno–rotacijsko, enojni jedrniki



STABI d.o.o., ulica Koroškega bataljona 22  
1231 Ljubljana - Črnuče

## GEOLOŠKO–GEOTEHNIČNI PROFIL VRTINE V–2

2/2

GLOBINA [m]	LITOLOŠKI STOLPEC	USČS klasifikacija	GEOLOŠKO – GEOTEHNIČNI OPIS	Geol. starost	Vzorec	Podz. voda	R.P. $q_u$ [kPa]	SPT Eurocode – 7 $N_{60}$	Krilna sonda [kPa]	% jedra	Oprema vrtine	Tip vrtanja
9.0	— — —	MH	Visokoplastičen melj–polžarica, zelo lahko gnetno				0					udarno–rotacijsko, enojni jedrnik
	— — —						0					
10.0	— — —											

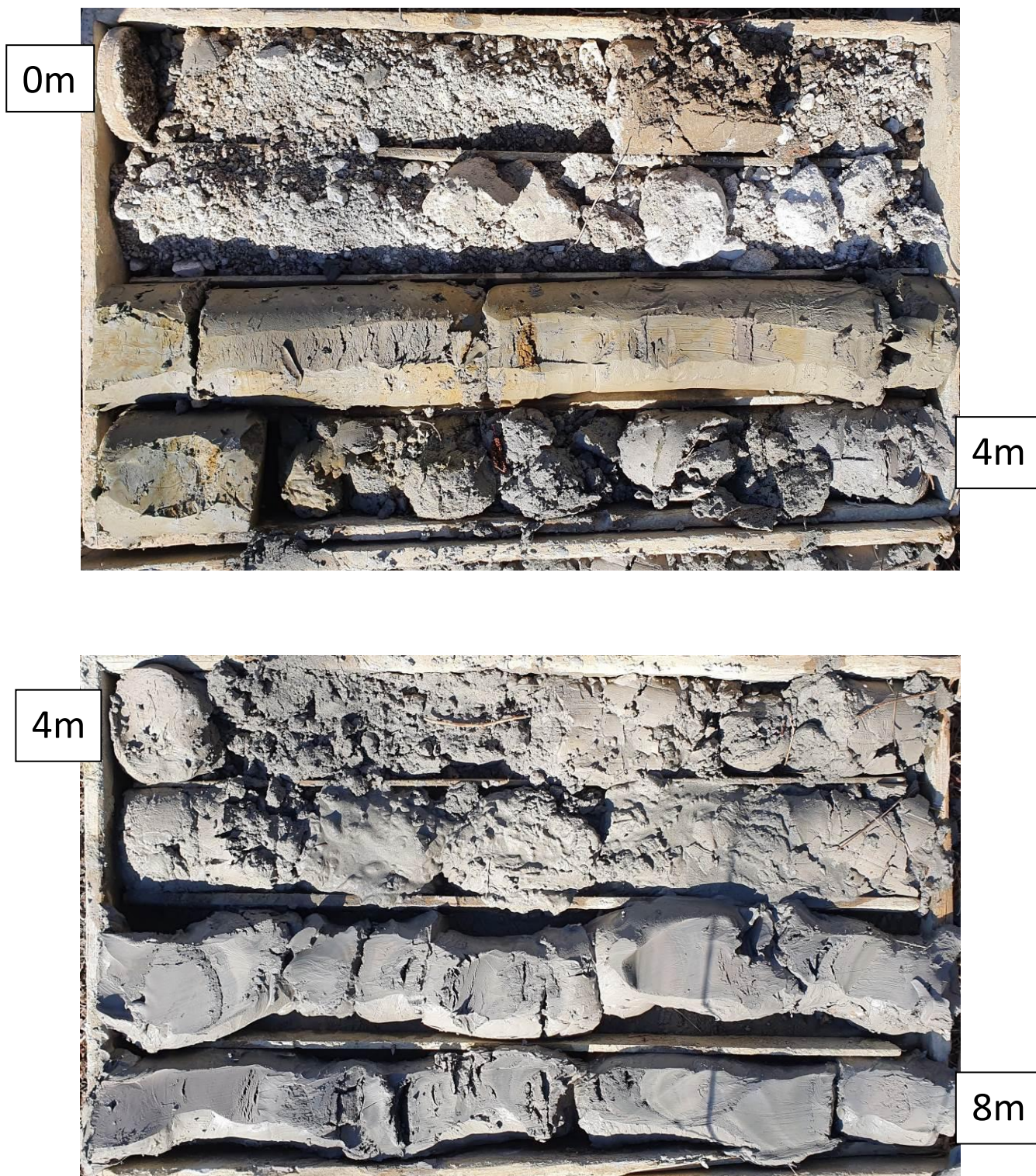


Rekonstrukcija Barjanske ceste od Zihorlove ulice do križišča z AC priključkom Center in P+R Barje

**V-2**

1. 3. 2022

(E= 461320.13 N= 99580.12 z= 291.43 m)







<p><b>P.2 POROČILO O PREISKAVI TAL S SONDO STATIČNE KONUSNE PENETRACIJE</b></p>
---



**M-TEST, meritve v tehniki, MARJAN FILIPIČ s.p.**

Ulica bratov Mivšek 31, 1353 Borovnica – SLO

tel: +386 031 843 151 e-mail: m-test@siol.net

ID št. za DDV: SI 60226285 ; MŠ: 8234582000 ; IBAN: SI56 0202 7026 2772 424

Borovnica: 14. 03. 2022

Arh. št: P08-03-22

## **ELABORAT O CPTu SONDIRANJU TAL na območju rekonstrukcije Barjanske ceste v Ljubljani**

**Naročnik:**

Stabi d.o.o.

Ulica Koroškega bataljona 22

1231 Ljubljana - Črnuče

Marjan Filipič s.p.

  
 **M-TEST, meritve v tehniki**  
**MARJAN FILIPIČ s.p.**  
Ulica bratov Mivšek 31  
1353 Borovnica -SLO

Izdelava elaborata: Marjan Filipič

Terenske raziskave: Marjan Filipič

Milan Žerjal, univ. dipl.inž.geol. (Geogaia d.o.o.)

---

## **VSEBINA**

<b>T.1</b>	<b>UVOD .....</b>	<b>2</b>
<b>T.2</b>	<b>DPSH - POSTOPEK IN INTERPRETACIJA MERITEV.....</b>	<b>3</b>
<b>T.3</b>	<b>CPTU - POSTOPEK IN INTERPRETACIJA MERITEV.....</b>	<b>3</b>
<b>T.4</b>	<b>DISIPACIJSKI TESTI .....</b>	<b>4</b>
<b>T.5</b>	<b>UGOTOVITVE IN KOMENTAR K REZULTATOM.....</b>	<b>6</b>

## **PRILOGE**

<b>G.1 do G.4</b>	<b>Rezultati dinamičnega sondiranja pri prebijanju nasipov (DPSH)</b>
<b>G.5 do G.11</b>	<b>Rezultati statičnega sondiranja CPTu-1 (interpretacija CPeT-IT)</b>
<b>G.12 do G.18</b>	<b>Rezultati statičnega sondiranja CPTu-2 (interpretacija CPeT-IT)</b>
<b>G.19</b>	<b>Relacije uporabljene v programu CPeT-IT</b>
<b>G.20 do G.21</b>	<b>Izračun modula stisljivosti za CPTu-1 po avtorju Mayne</b>
<b>G.22 do G.27</b>	<b>Rezultati disipacijskih testov</b>

## T.1 Uvod

Na območju predvidene rekonstrukcije Barjanske ceste v Ljubljani, smo za potrebe določitve fizikalnih lastnosti tal izvedli dve sonde statične penetracije (CPTu).

Lokacije sondiranja nam je predhodno določil naročnik (Stabi d.o.o.). Mesta raziskav so razvidna iz navedenih koordinat, kakor tudi iz fotodokumentacije na sliki 1 in sliki 2. Ker se je pripovršinsko nahajal nasip, ki ni primeren za CPTu sondiranje, smo se poslužili kombinacije z dinamičnim sondiranjem tipa DPSH. Za preverbo prepustnosti in konsolidacijskih lastnosti tal smo izvedli tudi 4 disipacijske teste.

*Preglednica 1: Povzetek izvedenih del*

oznaka	x	y	z	globina sondiranja (m)	disipacijski test	opombe
CPTu-1	461335.35	99385.08	289.9	17.52	5.04m (15 min)	DPSH prebijanje nasipa do globine 1.6m
CPTu-2	461328.84	99470.07	291.5	18.67	2.95 m (58 min) 5.35 m (5 min) 7.80 m (7 min)	DPSH prebijanje nasipa do globine 2.0 m



Slika 1: sonda CPTu-1



Slika 2: sonda CPTu-2

Vse v poročilu podane globine se nanašajo na koto stojišč ob preiskavah.

Materiale oz. geomehansko klasifikacijo tal smo predvideli na osnovi CPTu klasifikacije ter delno iz podatkov z bližnjih sondažnih vrtin. Glede na obnašanje dinamičnih pornih tlakov in ravnovesnih tlakov pri disipacijskih testih, smo nivo z vodo zasičenih tal pri izvedenju rezultatov upoštevali na globini 3.0m (CPTu-1) oz. 2.75m (CPTu-2).

Dinamično sondiranje smo opravili s težkim dinamičnim penetrometrom tipa DPSH (Dynamic probing Super Heavy), skladno s standardom SIST EN ISO 22476-2:2005, statično sondiranje CPTu pa izvedli skladno s standardom SIST EN ISO 22476-1:2013.

V nadaljevanju podajamo postopke in interpretacije meritev.

## T.2 DPSH - Postopek in interpretacija meritev

Pri dinamičnem sondiranju tipa DPSH smo uporabljali stroj Pagani TG 63-100, kjer smo bat z maso 63,5 kg spuščali iz višine 75 cm, pri tem pa beležili število udarcev potrebnih za 20 cm penetracije (število  $N_{20}$ ). Koeficient efektivnosti zabijalne naprave  $E_r$  je 75%, oz. energijski faktor za SPT izvedenja  $C_e = E_r / 60 = 1.25$ .

V rezultatih prikazujemo izmerjeno število udarcev potrebnih za 20 cm prodiranja konice ( $N_{20}$ ) v odvisnosti od globine, kjer navajamo srednje globine 20 centimeterskih merjenih intervalov.

Interpretacijo smo izvedli skladno s standardom, izvednotili pa smo tudi ekvivalentno število SPT udarcev, kar nam je služilo tudi za oceno materialnih lastnosti nasipa.

Rezultate DPSH sondiranja podajamo v prilogah od G.1 in G.4, kjer prikazujemo numerične vrednosti za vsak merjen interval ter tabelarni prikaz z vrednostmi nekaterih geomehanskih parametrov za nasute plasti.

## T.3 CPTu - Postopek in interpretacija meritev

Za preiskave smo uporabili merilno konico površine 10cm<sup>2</sup> proizvajalca Gouda Geo-Equipment, z oznako DP10-CFPTxy, 60215 (št. certifikata o kalibraciji CMI 21.06.3908, z dne 7.6.2021). Instrumentirana merilna konica nam omogoča:

- merjenje odpora pod konico  $q_c$  do 100 MPa
- merjenje trenja po plašču  $f_s$  do 2.0 MPa
- merjenje pornih tlakov (filter nameščen za konusno konico)  $u_2$  do 4.0 MPa
- dvoosno merjenje odklona sonde do 15°

Merilno konico smo preko drogova vtiskali v zemljinu s hitrostjo  $2 \pm 0,5$  cm/s. Merjene parametre s sonde ter oddajnika za globino smo preko elektronske enote spremljali na

osebni računalnik, kjer se je v globinskih intervalih 1.0 cm vršilo shranjevanje podatkov na disk za nadaljno obdelavo.

Kabinetno obdelavo merjenih vrednosti smo izvedli s programsko opremo CPeT-IT (ver. 2.1.1.6).

Postopek obdelave merjenih podatkov, korekcije in postopki izračunavanja geomehanskih parametrov in klasifikacije zemljin, so razvidni na spletnem naslovu: <http://www.geologismiki.gr/Documents/CPeT-IT/HTML/index.html> in na prilogi G.19.

Izmerjeno globino smo korigirali glede na odklon sonde.

Rezultate CPTu sondiranja v grafični obliki z izvrednotenimi parametri tal (CPeT-IT izpis) podajamo v prilogah G.5-G.18.

Ker izvrednoteni parametri tal iz CPTu slonijo na empiričnih relacijah, v prilogah G.20 do G.21 prikazujemo še izvrednotenje modula stisljivosti  $M$  na drug način, kot nam to omogoča uporabljena programska oprema (po avtorju Mayne, 2005). Ta metoda poda nekoliko konzervativnejše vrednosti modulov v togih zemljinah kot način vrednotenja po avtorju Robertson, zato menimo, da je za naše potrebe bolj merodajna.

## T.4 DISIPACIJSKI TESTI

Poleg meritev dinamičnih pornih tlakov med sondiranjem smo izvedli tudi meritve časovnega opazovanje spreminjanja pornih tlakov na določeni globini (disipacijski test). Izračunali smo stopnjo disipacije  $U$ , da smo lahko določili čas  $t_{50}$  (čas pri  $U=50\%$ ).

$$U = \frac{u_t - u_o}{u_i - u_o}$$

kjer pomeni

$U$  ..... stopnja disipacije

$u_t$  ..... porni tlak v času  $t$

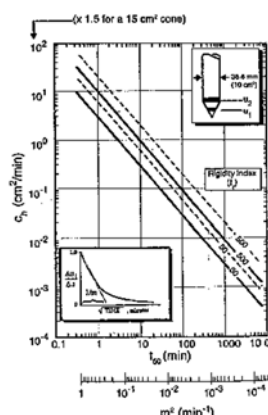
$u_i$  ..... porni tlak v času  $t = 0$

$u_o$  ..... naravni porni tlak v tleh (ocenjen kot hidrostatski tlak iz višinske razlike med ocenjenim nivojem vode in globino disipacijskega testa)

Čas  $t_{50}$  nam je služil za posredno oceno vodoprepusnosti v horizontalni smeri  $k_h$  ter koeficienta konsolidacije  $c_h$ .

### Koeficient konsolidacije

Za izvrednotenje koeficienta konsolidacije  $c_h$  smo se poslužili ocene na podlagi časa  $t_{50}$  in diagrama, ki ga prikazujemo na naslednji sliki (Robertson et. al., 1992):



Slika 3: Diagram za oceno  $c_h$  (Robertson et al., 1992)

Druga metoda, po kateri smo izvednotili  $c_h$ , je naslednji izračun (Teh , 1987):

$$c_h = (m/M)^2 \cdot \sqrt{I_r} \cdot r^2$$

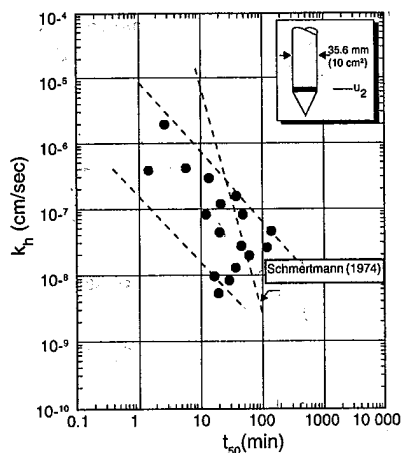
kjer je  $m$  gradient izmerjen iz disipcijskega testa,  $M$  je gradient odvisen od geometrije sonde in lokacije filtra (v našem primeru  $M=1.15$ ),  $I_r$  je togostni indeks in  $r$  polmer sonde. Koeficiente konsolidacije  $c_h$  podajamo za togostna indeksa  $I_r = 50$  in  $I_r = 500$ , dejanskega  $I_r$  nismo izvednotili.

### Koeficient vodoprepustnosti

Tudi za koeficient horizontalne vodoprepustnosti smo na podlagi časa  $t_{50}$  opravili oceno iz diagrama, kateri je prikazan na sliki 4 (Robertson et. al., 1992; Schmertmann, 1974).

Podajamo tudi izračunano vrednost, ki je podana s spodnjim izrazom (Parez & Fauriel, 1988):

$$k = 1/(251 \cdot t_{50})^{1.25} \quad [\text{cm/s}]$$



Slika 4: Diagram za oceno  $k_h$  (Robertson et al., 1992; Schmertmann, 1974)

## Povzetek rezultatov

Preglednica 2: pregled disipacijskih testov in ugotovljenih karakteristik

oznaka sonde	globina (m)	zemljina	trajanje (min)	dosež. stopnja dis.	povp. koeficient kons. $c_h$ ( $m^2/leto$ )	povp. koeficient prep. $k_h$ (m/s)	opomba
CPTu-1	5.04	glina in/ali melj	15	0.50 (50%)	39	$1.6 \cdot 10^{-7}$	
CPTu-2	2.95	glina in/ali melj	58	0.70 (30%)	10	$3.8 \cdot 10^{-8}$	Test zaradi zelo nizke prepustnosti ni bil popolen, a ocenjujemo, da je bil trend upadanja pornih tlakov za določitev $t_{50}$ ustrezno nakazan
	5.35	melj	5	0.00 (100%)	1144	$6.0 \cdot 10^{-6}$	Drenažni vložek
	7.80	glina in/ali melj	7	0.39 (71%)	154	$7.2 \cdot 10^{-7}$	

Rezultati disipacijskih testov so sicer podrobneje podani v prilogah od G.22 do G.25.

## T.5 Ugotovitve in komentar k rezultatom

Značilni sloji, ki smo jih s CPTu preiskavo registrirali na tem območju so:

### Nasip

Na lokaciji CPTu-1 je nasip **srednje gost, v spodnjem delu rahel**, a je bilo zaradi prisotnosti nekaterih večjih kosov sidranje oteženo, zato smo se odločili za prebijanje z DPSH.

Podobno je bilo na lokaciji CPTu-2, kjer smo kljub večkratni prestavitvi zaradi težav pri sidranju stroja zaznali zvezno plast, ki se pojavlja na globini med 1.2- 1.4m in kjer SPT vrednost  $N_{1(60)}$  presega vrednost 60 udarcev.

Glede na naše raziskave z dveh lokacij, pa za nasipe v povprečju lahko zapišemo lastnosti:  $\phi = 31.3 - 33.0^\circ$ ,  $E_{oed} = 18.9 - 24.8 \text{ MPa}$ .

### Melj s peskom

To zemljino smo na lokaciji CPTu-1 registrirali do globine 4.1m. Kljub peščenim vložkom ji enotno pripisujemo koherentne lastnosti, sloj pa izkazuje **težko gnetno konsistenco** in geomehanske parametre: odpor pod konico  $q_t = 1.2 \text{ MPa}$ , modul stisljivosti  $M = 6.7 \text{ MPa}$ , nedrenirana strižna trdnost  $s_u = 48 \text{ kPa}$ , koeficient vodoprepustnosti  $k = 2.8 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$  (iz SBT).

### Glina in melj (polžarica)

Mestoma glina in melj vsebujeta tudi nekaj zelo tankih drenažnih vložkov. Na lokaciji CPTu-2 je pod nasipom zaznan tudi vpliv predhodne konsolidacije (do globine ca. 5.5m je izmerjen



nekoliko višji odpor pod konico, z disipacijskim testom pa registrirana zelo nizka prepustnost v tem testiranem odseku).

Celoten sloj gline in melja, ki v povprečju izkazuje **lahko in srednje gnetno konsistenčno stanje**, mestoma težko gnetno, smo sicer omejili na globino 13.5m (CPTu-1), oziroma 13.0 m (CPTu-2).

Karakteristične geomehanske vrednosti ugotovljene s CPTu preiskavo pa so: odpor pod konico  $q_t = 0.6 - 0.8 \text{ MPa}$ , modul stisljivosti  $M = 1.5 - 1.8 \text{ MPa}$  (v zgornjem delu CPTu-2 znaša  $M = 4.9 \text{ MPa}$ ), nedrenirana strižna trdnost  $s_u = 27 - 34 \text{ kPa}$ , koeficient vodoprepustnosti  $k = 4.4 * 10^{-8} - 7.0 * 10^{-9} \text{ m/s}$  (iz SBT),  $k_h = 7.2 * 10^{-7} - 3.8 * 10^{-8} \text{ m/s}$  – disipacijski testi, oziroma  $k_h = 6.0 * 10^{-6}$  v drenažnem vložku.

Velja pripomniti, da z disipacijskimi testi praviloma dobimo boljše prepustnosti (v literaturi najdemo  $k_h/k_v =$  tudi do 10), razmerje je odvisno od vrste zemljine.

### Glina

Pred preходом v prod je registriran sloj, kjer prevladujejo glinene zemljine in kateri izkazuje **srednje in težko gnetno** konsistenčno stanje ter lastnosti: odpor pod konico  $q_t = 1.0 - 1.2 \text{ MPa}$ , modul stisljivosti  $M = 1.6 - 3.1 \text{ MPa}$ , nedrenirana strižna trdnost  $s_u = 40 - 54 \text{ kPa}$ , koeficient vodoprepustnosti  $k = 2.6 * 10^{-8} - 7.9 * 10^{-9} \text{ m/s}$  (iz SBT).

### Prod

Prodno plast smo s CPTu sondiranjem registrirali okrog kote 273.5 m n.v. Pri CPTu-1 smo se zaradi visokega odpora in hipnega odklona morali zaustaviti ca. 1 m v prodnem sloju (lahko bi prišlo do loma opreme), na lokaciji CPTu-2 pa smo v prod penetrirali ca. 0.5m, ko je bila presežena reakcija, ki smo jo v danih pogojih lahko zagotovili s sidranjem stroja.

Na podlagi teh izmerjenih podatkov, za prodni sloj lahko ugotovimo pretežno **gosto stanje** in parametre:  $q_t = 10.3 - 18.6 \text{ MPa}$ ,  $M = 78 - 100 \text{ MPa}$ ,  $\phi = 37.2 - 39.8^\circ$ ,  $k = 4.2 * 10^{-5} - 1.6 * 10^{-4} \text{ m/s}$  (iz SBT).

### Zaključki

V tem poročilu je podan zvezni vpogled v sestavo in lastnosti tal. Parametri so določeni po empiričnih postopkih na osnovi CPTu testov in v nekaterih primerih lahko odstopajo od laboratorijskih ali na drug način določenih geomehanskih lastnosti. Klasifikacija zemljin je opisana na podlagi obnašanja zemljin (SBT – Soil Behaviour Type, ugotavlja, ali so zemljine kontraktivne, dilativne, senzitivne ipd.) in na osnovi tega je določeno, da se nek material obnaša kot npr. glina, kar pa ni vedno skladno z vizualnim popisom in laboratorijskimi klasifikacijskimi preiskavami. Zato naj se ti podatki smiselno upoštevajo v kombinaciji z drugimi ugotovljenimi podatki s tega območja.



**M-TEST, meritve v tehniki, MARJAN FILIPIČ s.p.**  
Ulica bratov Mivšek 31, 1353 Borovnica – SLO  
tel: +386 031 843 151 e-mail: m-test@siol.net  
ID št. za DDV: SI 60226285 ; MŠ: 6234562000 ; IBAN: SI56 0202 7026 2772 424

## DINAMIČNI PENETRACIJSKI PRESKUS DPSH-B (SIST EN ISO 22476-2:2005)

naročnik: **STABI d.o.o., Ul. Koroškega bataljona 22, L.J.-Črnuče**  
objekt: **Barjanska cesta v Ljubljani**  
izvedba testa: **M. Filipič, M. Žerjal**  
datum: **3. 3. 2022**

zabijalna naprava: **Pagani TG 63-100**  
bat: **63.5 kg, h = 75 cm**  
drogovje: **φ32mm, 6.20 kg/m**  
opombe:

energijski faktor  $E_r$ : **75% ( $C_N=E_r/60=1.25$ )**  
specif. delo/udarec  $E_n$ : **2336 J/cm<sup>2</sup>**  
konica: **20 cm<sup>2</sup> / 60°**

GK-x: **461335.35**  
GK-y: **99385.08**  
z: **289.9**

oznaka sonde: **CPTu - 1 (DPSH prebijanje nasipa)**

### DPSH - b (SIST EN ISO 22476-2:2005)

### korelacije z SPT

### empirično določene lastnosti tal

Srednja globina intervala				Korekcija zaradi energijskih izgub				Korekcija zaradi prost. teže zemljine				Empirijske korekcije				Empirijske korekcije					
srednja globina intervala	izmerjeno število udarcev	točkovni odpor na enoto (upoštevano $E_r = 75\%$ )	dinamični točkovni odpor (upoštevano $E_r = 75\%$ )	energijski faktor $C_N$ : 1.25	uporaba korekcije: DA	globina vode [m]: 2.4	uporaba korekcije: DA	ekvivalentno število udarcev SPT	korekcija zaradi energijskih izgub ( $C_N \cdot N_{SPT}$ )	korekcijski faktor drogovja (upošt. 1 m zunan.drog.)	predpost. vrsta zemljine	predpost. prost. teža zemljine	efektivna vertikalna napetost	korekcijski faktor efektivne napetosti	korigirano število udarcev SPT	korigirana vrednost penetrabilnosti SPT	indeks gostote [Skempton]	gostotno stanje [Skempton]	strižni kot [Skempton]	nedrenirana strižna trdnost [Terzaghi&Peck]	edometerski modul [Begemann-nekot Stroud&Butler-kot]
d	N <sub>20</sub>	r <sub>d</sub>	q <sub>d</sub>	N <sub>SPT</sub>	N <sub>60</sub>	λ	γ	σ <sub>v</sub> '	C <sub>N</sub>	(N <sub>1</sub> ) <sub>60</sub>	(p <sub>1</sub> ) <sub>60</sub>	I <sub>D</sub>	φ	s <sub>u</sub>	E <sub>oed</sub>						
[m]	[ud./20cm]	[MPa]	[MPa]	[ud./30cm]	[ud./30cm]		[kN/m <sup>3</sup> ]	[kPa]		[ud./30cm]	[cm/60ud.]	[%]	[°]	[kPa]	[MPa]						
0.1	5	4.4	4.0	7.5	9.4	0.75	nasip	21.0	2.1	1.50	10.5	/	41.2	sred. gos.	31.2	/	19.9				
0.3	5	4.4	4.0	7.5	9.4	0.75	nasip	21.0	6.3	1.50	10.5	/	41.2	sred. gos.	31.2	/	19.9				
0.5	4	3.5	3.2	6.0	7.5	0.75	nasip	21.0	10.5	1.50	8.4	/	35.6	sred. gos.	30.5	/	17.3				
0.7	8	7.0	5.9	12.0	15.0	0.75	nasip	21.0	14.7	1.50	16.9	/	53.5	sred. gos.	33.5	/	17.1				
0.9	7	6.1	5.1	10.5	13.1	0.75	nasip	21.0	18.9	1.50	14.8	/	50.0	sred. gos.	32.7	/	24.9				
1.1	6	5.3	4.4	9.0	11.3	0.75	nasip	21.0	23.1	1.50	12.7	/	45.9	sred. gos.	32.0	/	22.4				
1.3	3	2.6	2.2	4.5	5.6	0.75	nasip	21.0	27.3	1.50	6.3	/	29.0	rahlo	29.7	/	14.8				
1.5	3	2.6	2.2	4.5	5.6	0.75	nasip	21.0	31.5	1.50	6.3	/	29.0	rahlo	29.7	/	14.8				



M-TEST, meritve v tehniki, MARJAN FILIPIČ s.p.

Ulica bratov Mivšek 31, 1353 Borovnica – SLO  
tel: +386 031 843 151 e-mail: m-test@siol.net  
ID št. za DDV: SI 60226285 ; MŠ: 8234582000 ; IBAN: SI56 0202 7026 2772 424

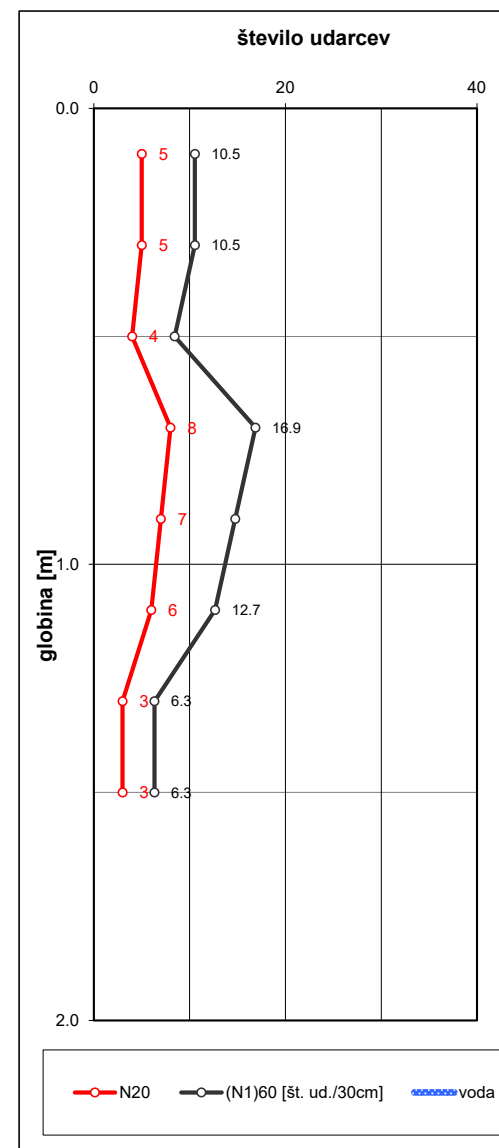
### Ocenjene karakteristične (povprečne) vrednosti parametrov v posamezni plasti določene na osnovi DPSH testa

naročnik: STABI d.o.o., Ul. Koroškega bataljona 22, LJ.-Črnuče

objekt: Barjanska cesta v Ljubljani

oznaka sonde: CPTu - 1 (DPSH prebijanje nasipa)

globina [m]	$\phi$ [°]	$c_u$ [kPa]	$E_{oed}$ [kPa]	material	opomba
0 – 1.6	31.3	/	18873	nasip , sred. gos.	





**M-TEST, meritve v tehniki, MARJAN FILIPIČ s.p.**  
Ulica bratov Mivšek 31, 1353 Borovnica – SLO  
tel: +386 031 843 151 e-mail: m-test@siol.net  
ID št. za DDV: SI 60226285 ; MŠ: 8234582000 ; IBAN: SI56 0202 7026 2772 424

## DINAMIČNI PENETRACIJSKI PRESKUS DPSH-B (SIST EN ISO 22476-2:2005)

naročnik: **STABI d.o.o., Ul. Koroškega bataljona 22, LJ.-Črnuče**  
objekt: **Barjanska cesta v Ljubljani**  
izvedba testa: **M. Filipič, M. Žerjal**  
datum: **3. 3. 2022**

zabijalna naprava: **Pagani TG 63-100**  
bat: **63.5 kg, h = 75 cm**  
drogovje: **φ32mm, 6.20 kg/m**  
opombe:

energijski faktor  $E_r$ : **75% ( $C_N = E_r/60 = 1.25$ )**  
specif. delo/udarec  $E_n$ : **2336 J/cm<sup>2</sup>**  
konica: **20 cm<sup>2</sup> / 60°**

GK-x: **461328.84**  
GK-y: **99470.07**  
z: **291.5**

oznaka sonde: **CPTu - 2 (DPSH prebijanje nasipa)**

DPSH - b (SIST EN ISO 22476-2:2005)				korelacije z SPT							empirično določene lastnosti tal						
srednja globina intervala	izmerjeno število udarcev	točkovni odpor na enoto (upoštevano $E_r$ =75%)	dinamični točkovni odpor (upoštevano $E_r$ =75%)	ekvivalentno število udarcev SPT	energijski faktor $C_N$ : 1.25	uporaba korekcije: DA	predpost. vrsta zemljine	predpost. prost. teža zemljine	globina vode [m]: 2.4	uporaba korekcije: DA	korigirano število udarcev SPT	korigirana vrednost penetrabilnosti SPT	indeks gostote [Skempton]	gostotno stanje [Skempton]	strižni kot [Skempton]	nedrenirana strižna trdnost [Terzaghi&Peck]	edometerski modul [Begemann-nekoh. Stroud&Butler-koh.]
					korekcija zaradi energijskih izgub ( $C_N \cdot N_{SPT}$ )	korekcijski faktor drogovja (upošt. 1 m zunan.drog.)			efektivna vertikalna napetost	korekcijski faktor efektivne napetosti							
d [m]	$N_{20}$ [ud./20cm]	$r_d$ [MPa]	$q_d$ [MPa]	$N_{SPT}$ [ud./30cm]	$N_{60}$ [ud./30cm]	$\lambda$		$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\sigma_v'$ [kPa]	$C_N$	$(N_1)_{60}$ [ud./30cm]	$(p_1)_{60}$ [cm/60ud.]	$I_D$ [%]		$\phi$ [°]	$s_u$ [kPa]	$E_{oed}$ [MPa]
0.1	2	1.8	1.6	3.0	3.8	0.75	nasip	21.0	2.1	1.50	4.2	/	21.0	rahlo	28.9	/	12.3
0.3	3	2.6	2.4	4.5	5.6	0.75	nasip	21.0	6.3	1.50	6.3	/	29.0	rahlo	29.7	/	14.8
0.5	6	5.3	4.8	9.0	11.3	0.75	nasip	21.0	10.5	1.50	12.7	/	45.9	sred. gos.	32.0	/	22.4
0.7	3	2.6	2.2	4.5	5.6	0.75	nasip	21.0	14.7	1.50	6.3	/	29.0	rahlo	29.7	/	14.8
0.9	7	6.1	5.1	10.5	13.1	0.75	nasip	21.0	18.9	1.50	14.8	/	50.0	sred. gos.	32.7	/	24.9
1.1	11	9.6	8.1	16.5	20.6	0.75	nasip	21.0	23.1	1.50	23.2	/	62.6	sred. gos.	35.5	/	24.6
1.3	30	26.3	22.0	45.0	56.3	0.75	nasip	21.0	27.3	1.50	63.3	28.4	100.0	prekons.	44.5	/	72.7
1.5	14	12.3	10.2	21.0	26.3	0.75	nasip	21.0	31.5	1.50	29.5	/	70.5	gosto	37.4	/	32.2
1.7	4	3.5	2.7	6.0	7.5	0.75	nasip	21.0	35.7	1.50	8.4	/	35.6	sred. gos.	30.5	/	17.3
1.9	2	1.8	1.4	3.0	3.8	0.75	nasip	21.0	39.9	1.50	4.2	/	21.0	rahlo	28.9	/	12.3



**M-TEST, meritve v tehniki, MARJAN FILIPIČ s.p.**  
 Ulica bratov Mivšek 31, 1353 Borovnica – SLO  
 tel: +386 031 843 151 e-mail: m-test@siol.net  
 ID št. za DDV: SI 60226285 ; MŠ: 8234582000 ; IBAN: SI56 0202 7026 2772 424

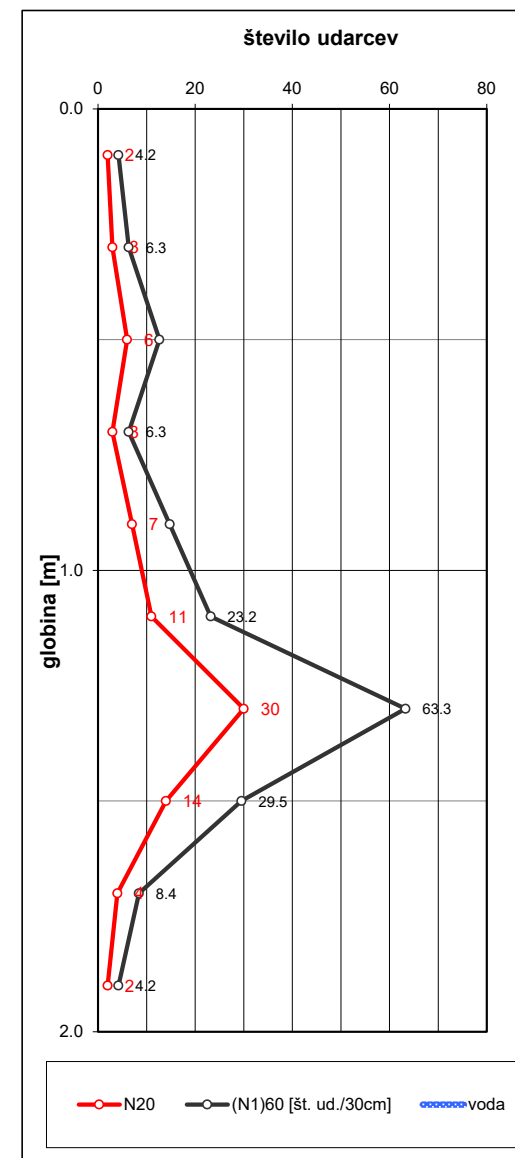
### Ocenjene karakteristične (povprečne) vrednosti parametrov v posamezni plasti določene na osnovi DPSH testa

naročnik: **STABI d.o.o., Ul. Koroškega bataljona 22, L.J.-Črnuče**

objekt: **Barjanska cesta v Ljubljani**

oznaka sonde: **CPTu - 2 (DPSH prebijanje nasipa)**

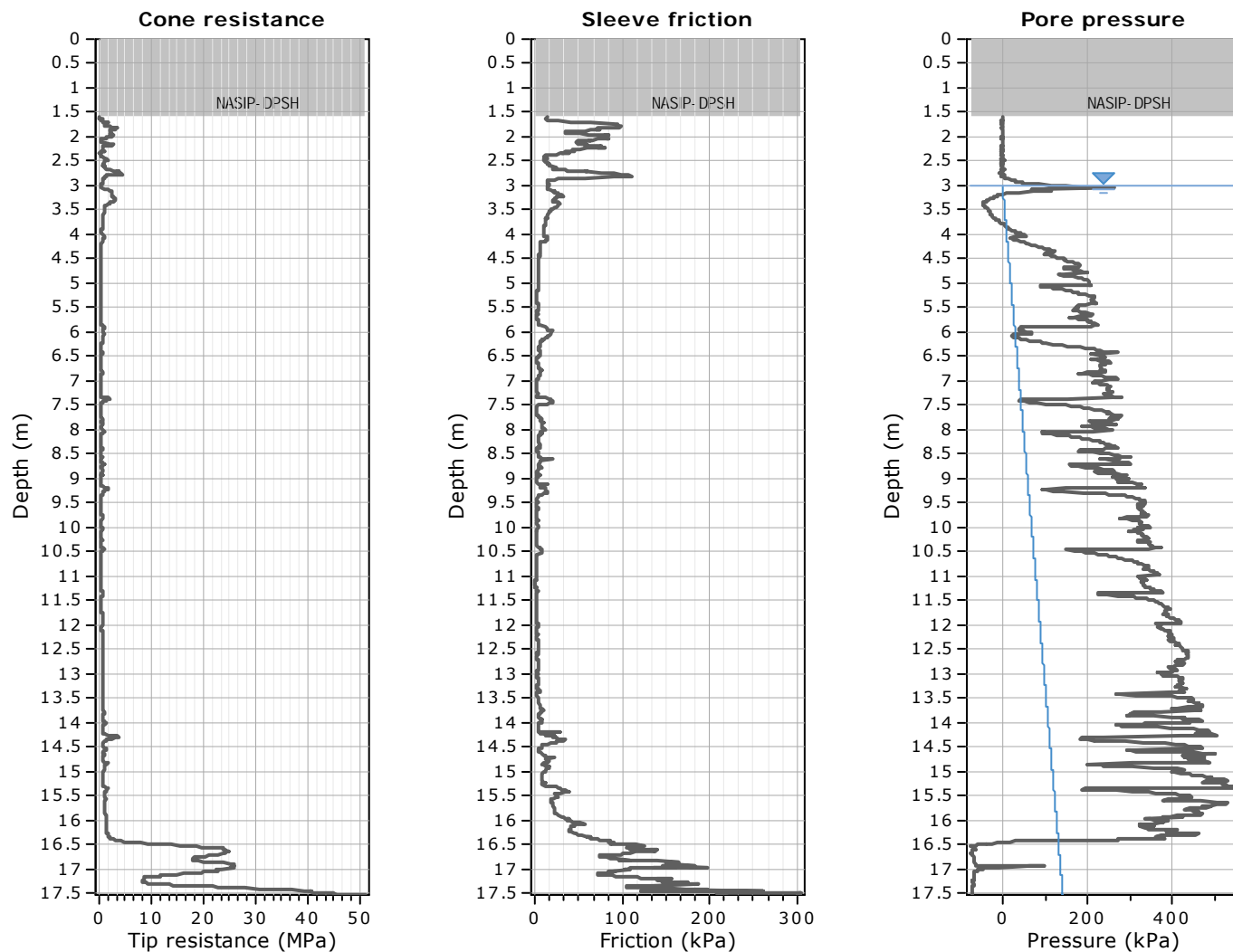
globina [m]	$\phi$ [°]	$c_u$ [kPa]	$E_{oed}$ [kPa]	material	opomba
0 - 2	33	/	24836	nasip , sred. gos.	



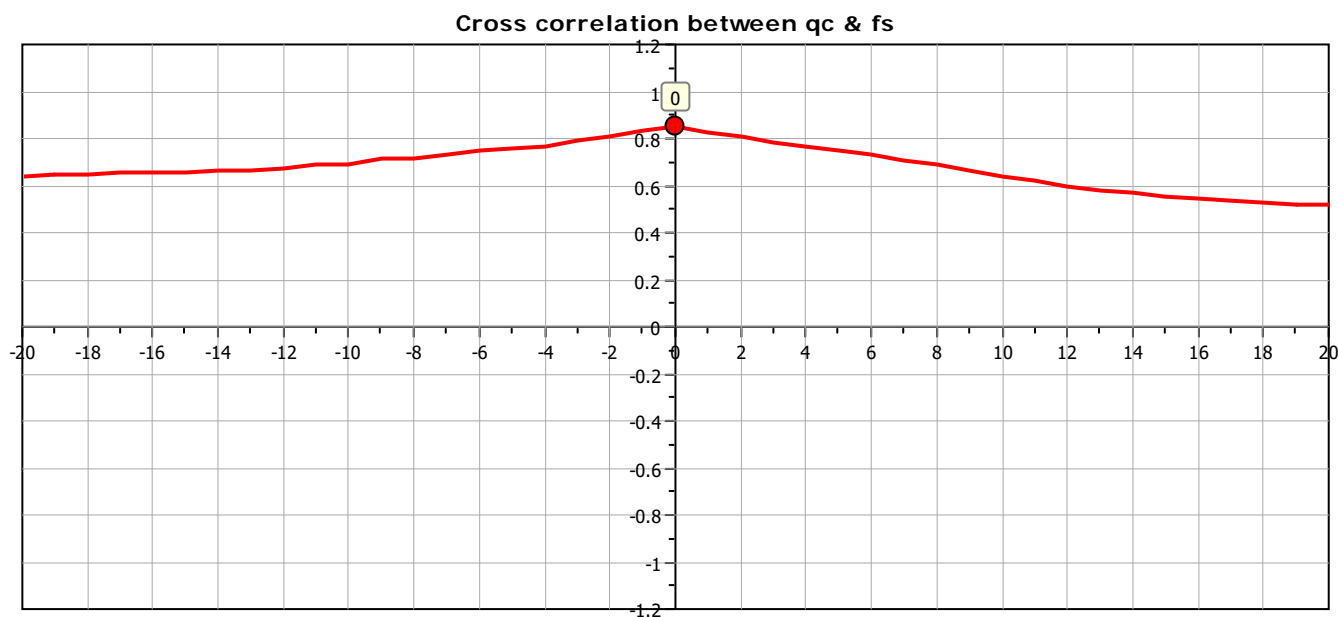


**Project:** Rekonstrukcija Barjanske ceste v Ljubljani

**Location:**



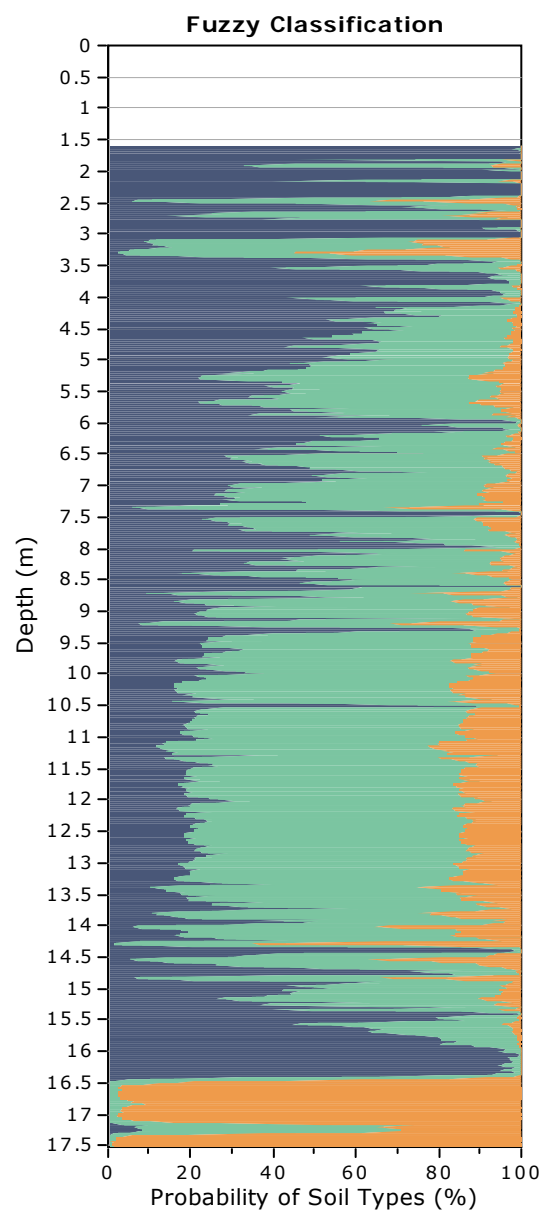
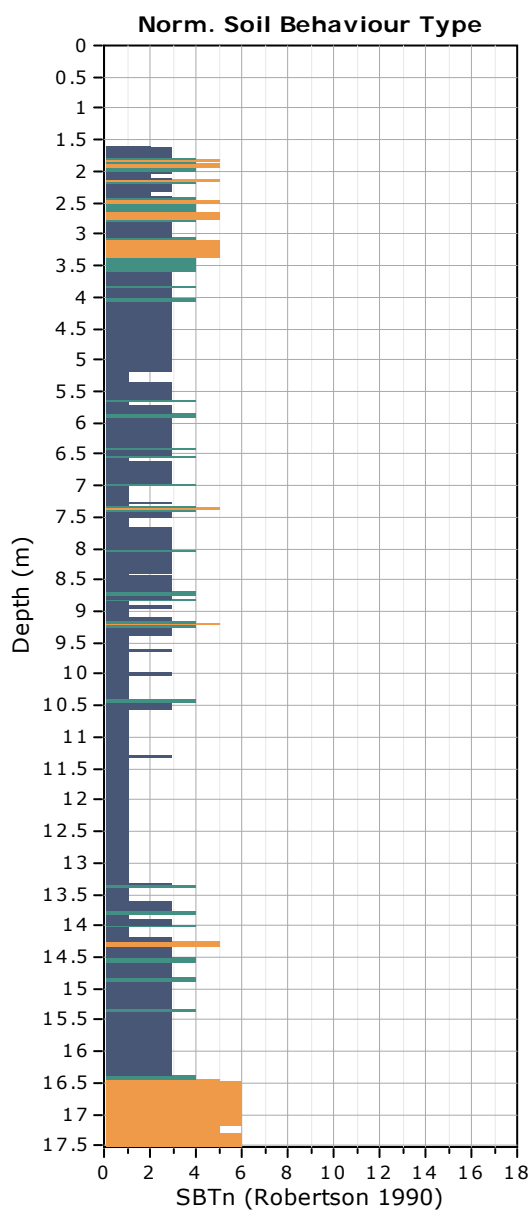
The plot below presents the cross correlation coefficient between the raw  $q_c$  and  $f_s$  values (as measured on the field). X axes presents the lag distance (one lag is the distance between two successive CPT measurements).





**Project: Rekonstrukcija Barjanske ceste v Ljubljani**

**Location:**





**M-TEST, Marjan Filipič s.p.**  
Ulica bratov Mivšek 31  
1353 Borovnica  
+386 31 843 151 ; m-test@siol.net

**CPT: CPTu-1**

Total depth: 17.52 m, Date: 3. 03. 2022

Surface Elevation: 289.90 m

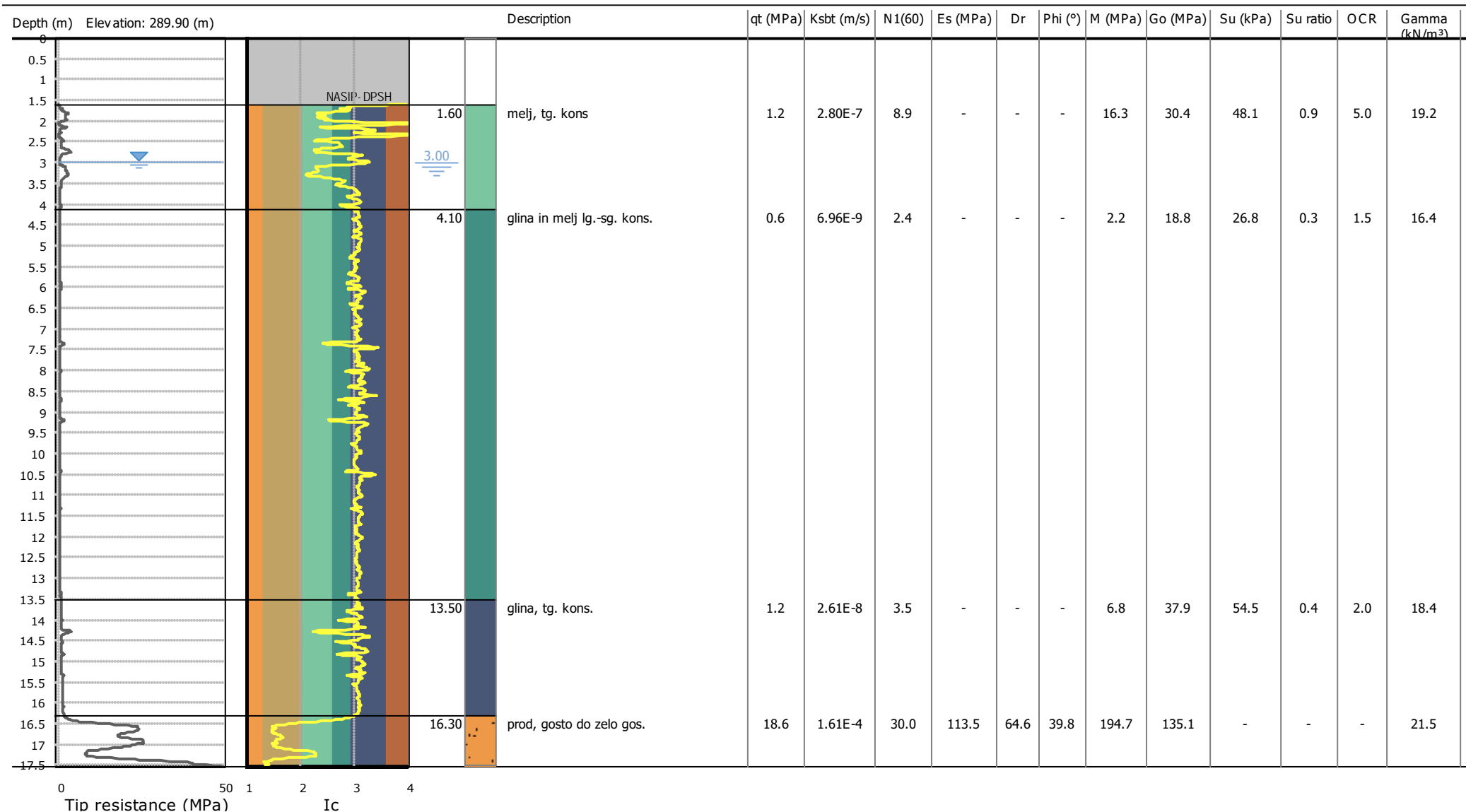
Coords: X:461335.35, Y:99385.08

Cone Type: DP10-CFPTxy

Cone Operator: M. Filipič

**Project: Rekonstrukcija Barjanske ceste v Ljubljani**

**Location:**







**M-TEST, Marjan Filipič s.p.**  
Ulica bratov Mivšek 31  
1353 Borovnica  
+386 31 843 151 ; m-test@siol.net

**CPT: CPTu-1**

Total depth: 17.52 m, Date: 3. 03. 2022

Surface Elevation: 289.90 m

Coords: X:461335.35, Y:99385.08

Cone Type: DP10-CFPTxy

Cone Operator: M. Filipič

**Project: Rekonstrukcija Barjanske ceste v Ljubljani**

**Location:**

**Summary table of mean values**

From depth To depth (m)	Thickness (m)	Permeability (m/s)	SPT <sub>N60</sub> (blows/30cm)	E <sub>s</sub> (MPa)	D <sub>r</sub> (%)	Friction angle	Constrained modulus, M (MPa)	Shear modulus, G <sub>0</sub> (MPa)	Undrained strength, S <sub>u</sub> (kPa)	Undrained strength ratio	OCR	Unit weight (kN/m <sup>3</sup> )
1.60	2.50	2.80E-07	8.9	0.0	0.0	0.0	16.3	30.4	48.1	0.9	5.0	19.2
4.10		(±5.74E-07)	(±5.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±15.0)	(±11.1)	(±31.0)	(±0.7)	(±3.8)	(±1.1)
4.10	9.40	6.96E-09	2.4	0.0	0.0	0.0	2.2	18.8	26.8	0.3	1.5	16.4
13.50		(±2.23E-08)	(±0.7)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±2.3)	(±3.6)	(±6.6)	(±0.1)	(±0.4)	(±0.8)
13.50	2.80	2.61E-08	3.5	0.0	0.0	0.0	6.8	37.9	54.5	0.4	2.0	18.4
16.30		(±1.39E-07)	(±1.2)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±6.9)	(±11.3)	(±17.7)	(±0.1)	(±0.6)	(±1.1)
16.30	1.22	1.61E-04	30.0	113.5	64.6	39.8	194.7	135.1	0.0	0.0	0.0	21.5
17.52		(±1.82E-04)	(±13.5)	(±22.0)	(±16.4)	(±2.5)	(±80.6)	(±33.4)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.2)

Depth values presented in this table are measured from free ground surface



**M-TEST, Marjan Filipič s.p.**  
Ulica bratov Mivšek 31  
1353 Borovnica  
+386 31 843 151 ; m-test@siol.net

**Project:** Rekonstrukcija Barjanske ceste v Ljubljani

**Location:**

**CPT: CPTu-1**

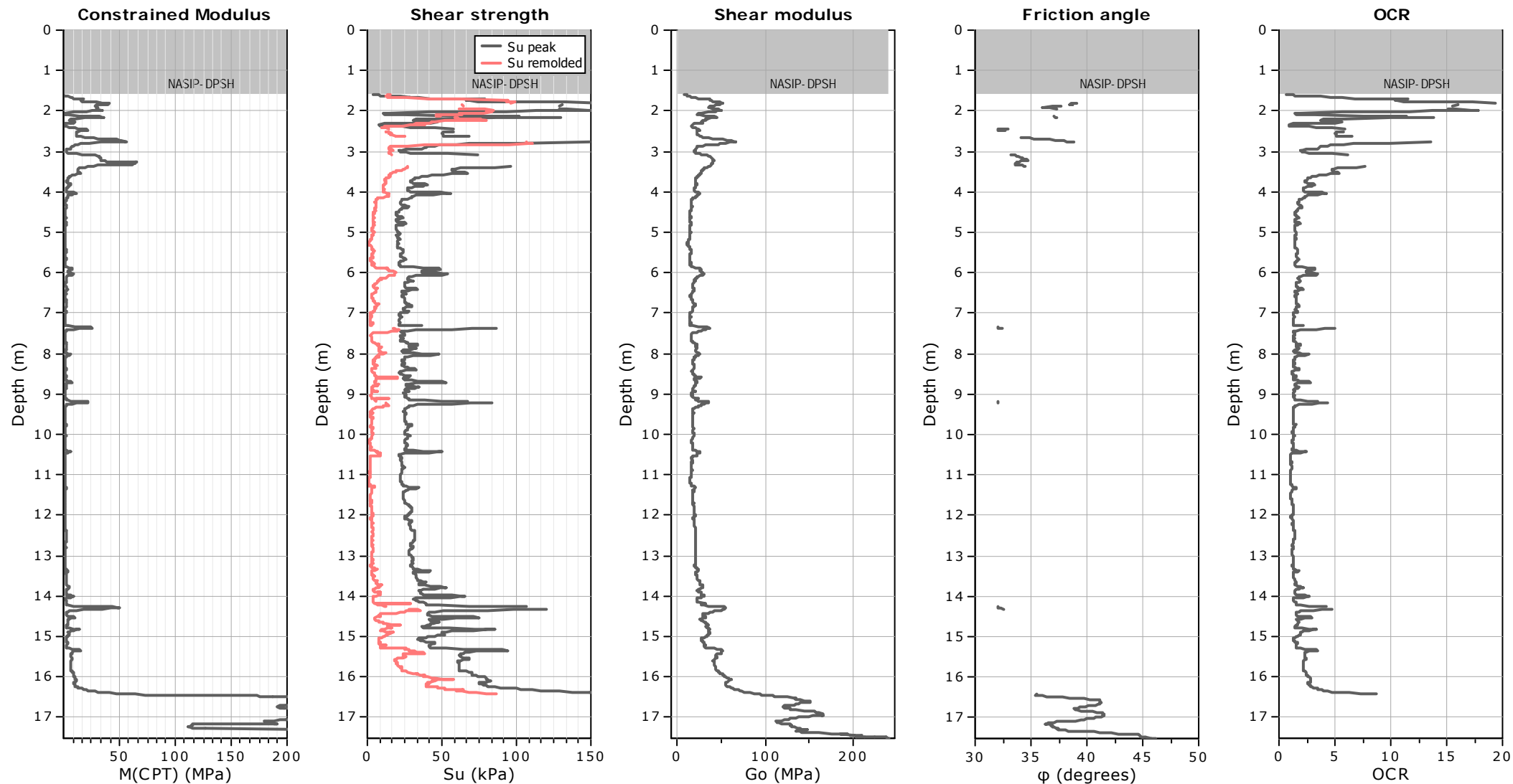
Total depth: 17.52 m, Date: 3. 03. 2022

Surface Elevation: 289.90 m

Coords: X:461335.35, Y:99385.08

Cone Type: DP10-CFPTxy

Cone Operator: M. Filipič





**M-TEST, Marjan Filipič s.p.**  
Ulica bratov Mivšek 31  
1353 Borovnica  
+386 31 843 151 ; m-test@siol.net

**Project:** Rekonstrukcija Barjanske ceste v Ljubljani

**Location:**

**CPT: CPTu-1**

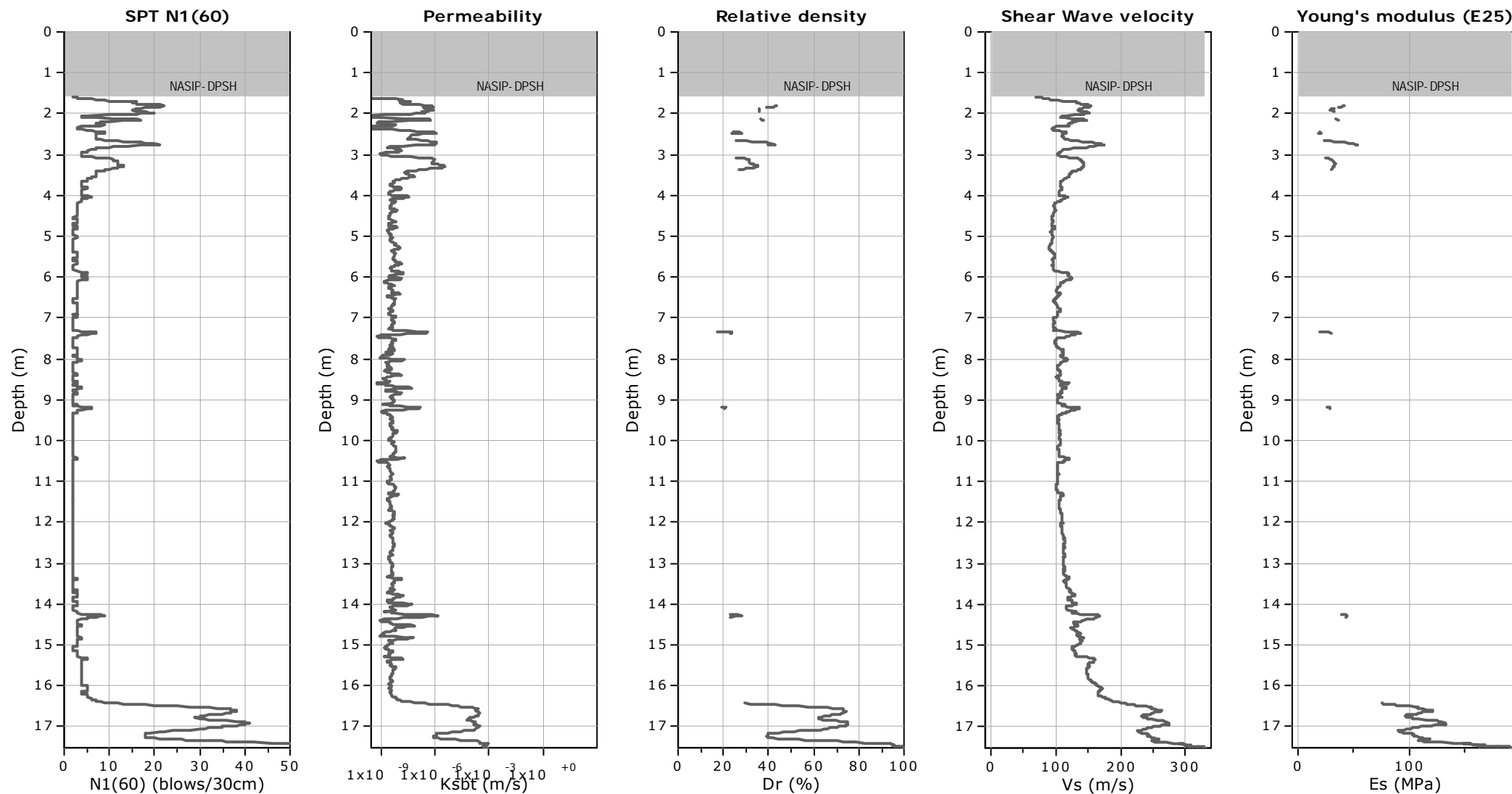
Total depth: 17.52 m, Date: 3. 03. 2022

Surface Elevation: 289.90 m

Coords: X:461335.35, Y:99385.08

Cone Type: DP10-CFPTxy

Cone Operator: M. Filipič





**M-TEST, Marjan Filipič s.p.**  
Ulica bratov Mivšek 31  
1353 Borovnica  
+386 31 843 151 ; m-test@siol.net

**Project:** Rekonstrukcija Barjanske ceste v Ljubljani

**Location:**

**CPT: CPTu-1**

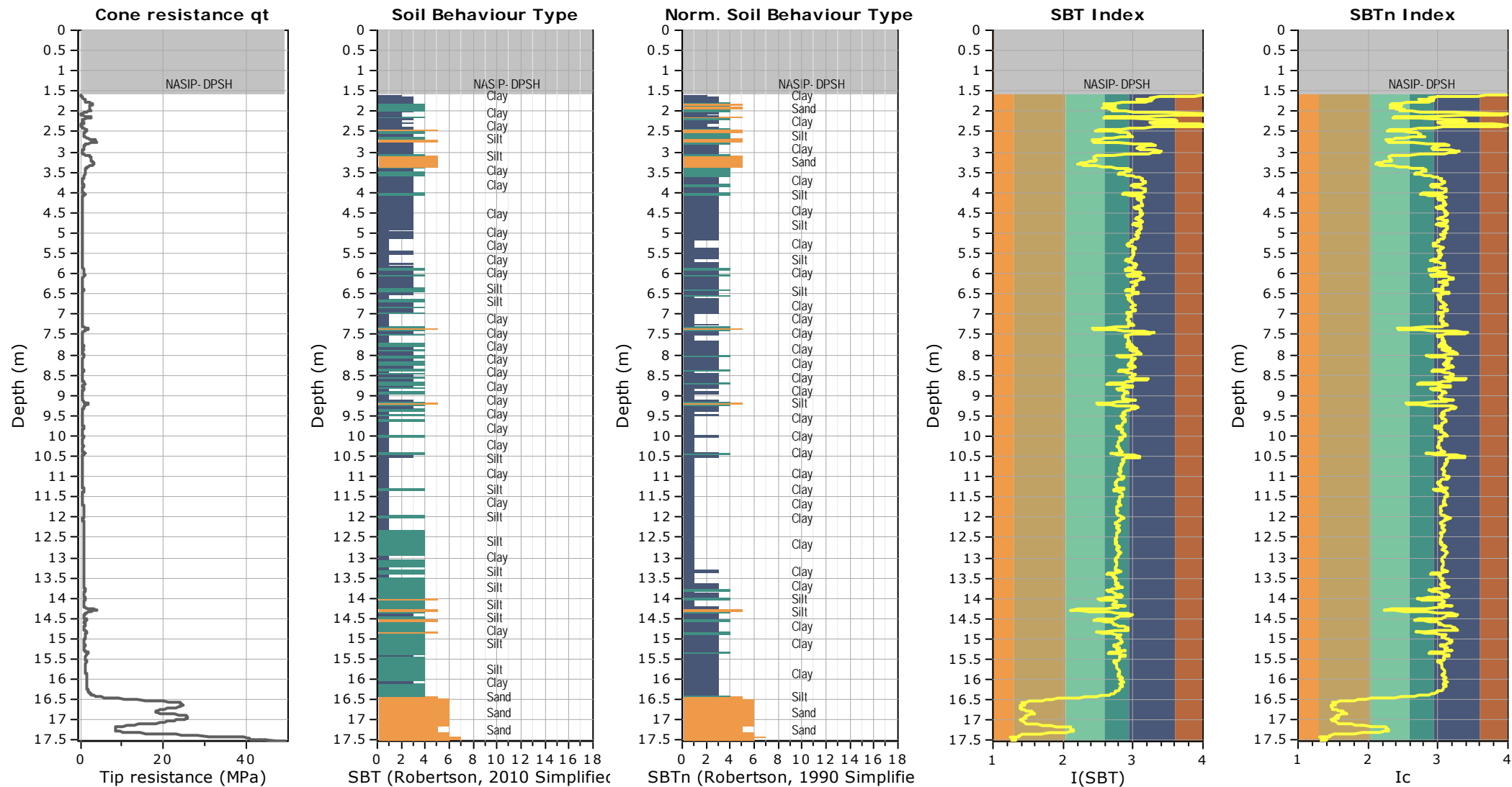
Total depth: 17.52 m, Date: 3. 03. 2022

Surface Elevation: 289.90 m

Coords: X:461335.35, Y:99385.08

Cone Type: DP10-CFPTxy

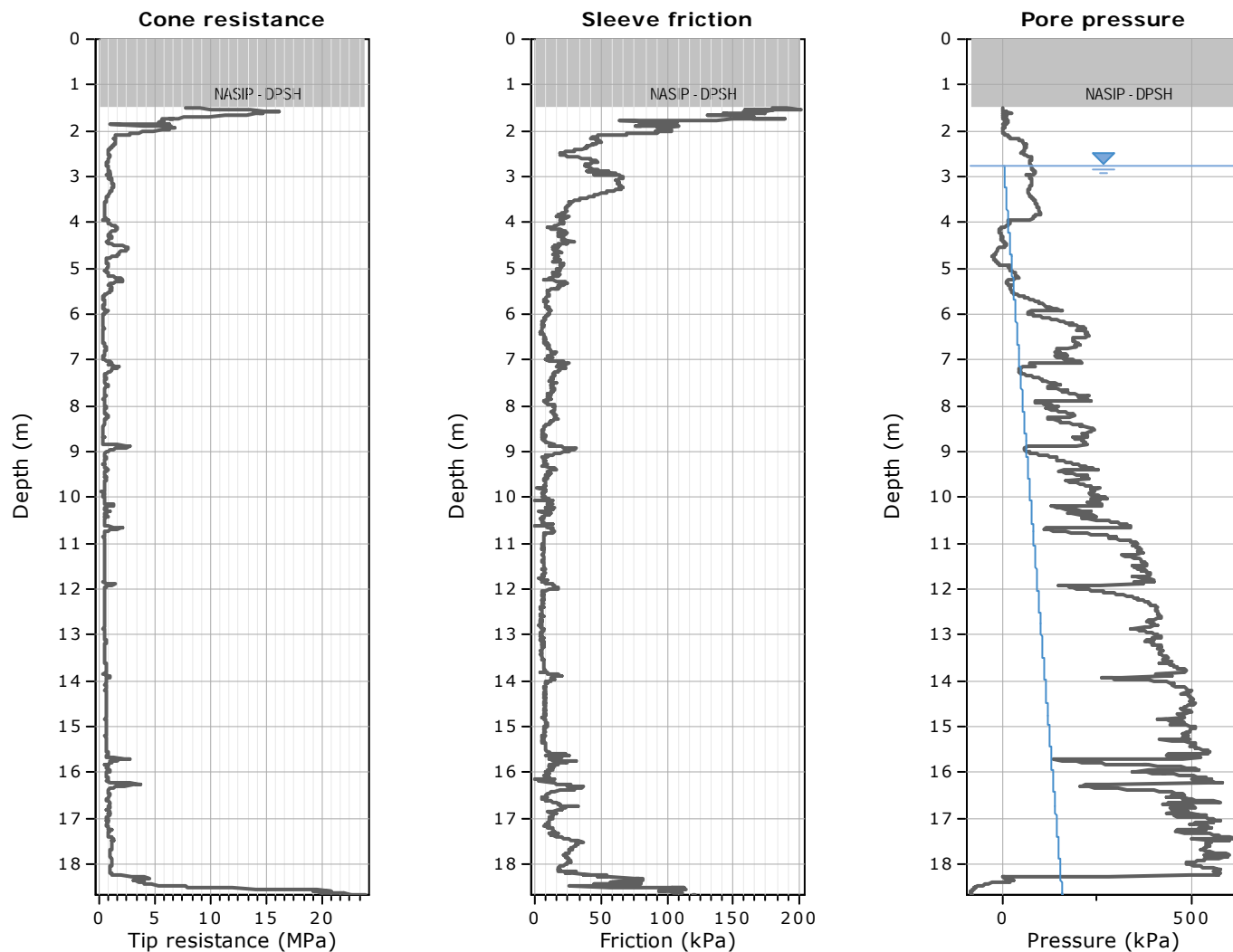
Cone Operator: M. Filipič



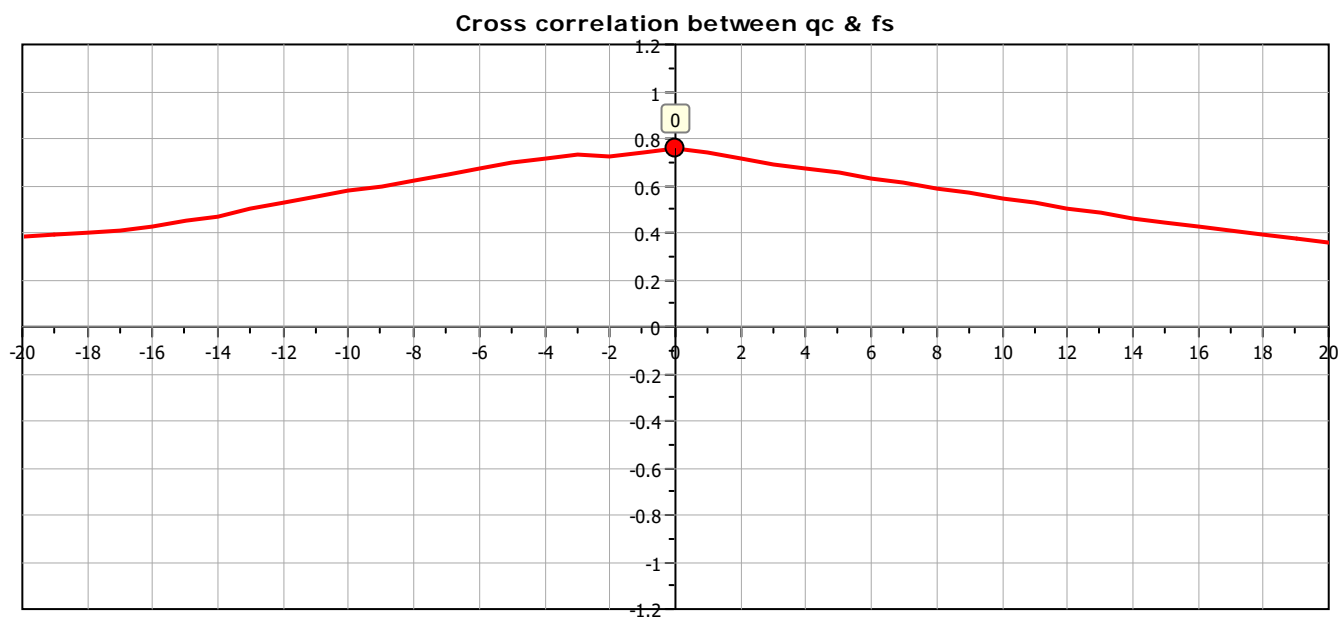


**Project:** Rekonstrukcija Barjanske ceste v Ljubljani

**Location:**



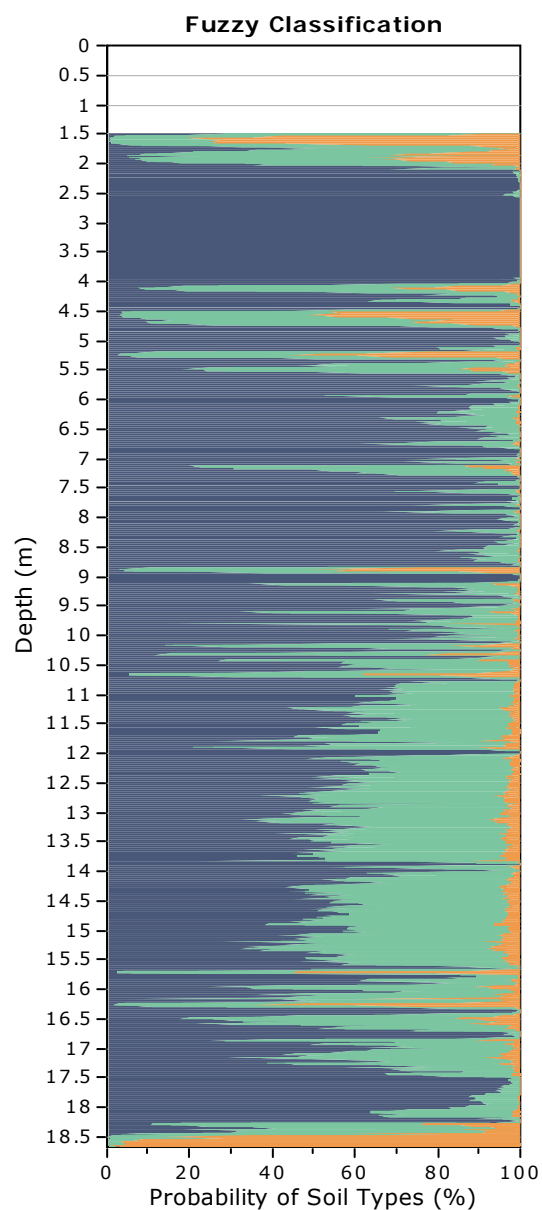
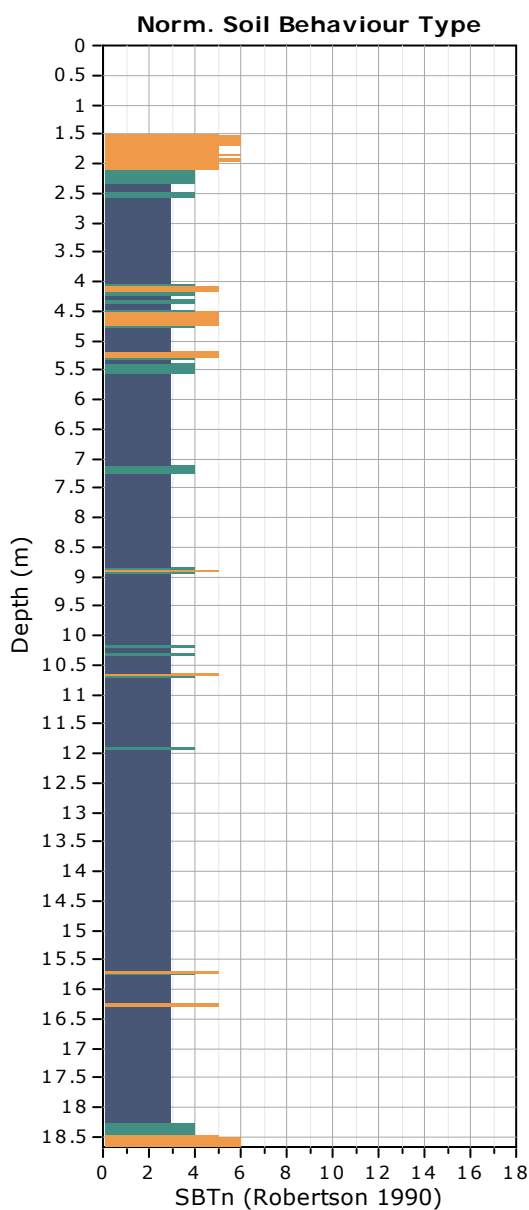
The plot below presents the cross correlation coefficient between the raw  $q_c$  and  $f_s$  values (as measured on the field). X axes presents the lag distance (one lag is the distance between two successive CPT measurements).





**Project: Rekonstrukcija Barjanske ceste v Ljubljani**

**Location:**





**M-TEST, Marjan Filipič s.p.**  
Ulica bratov Mivšek 31  
1353 Borovnica  
+386 31 843 151 ; m-test@siol.net

**CPT: CPTu-2**

Total depth: 18.67 m, Date: 11. 03. 2022

Surface Elevation: 291.50 m

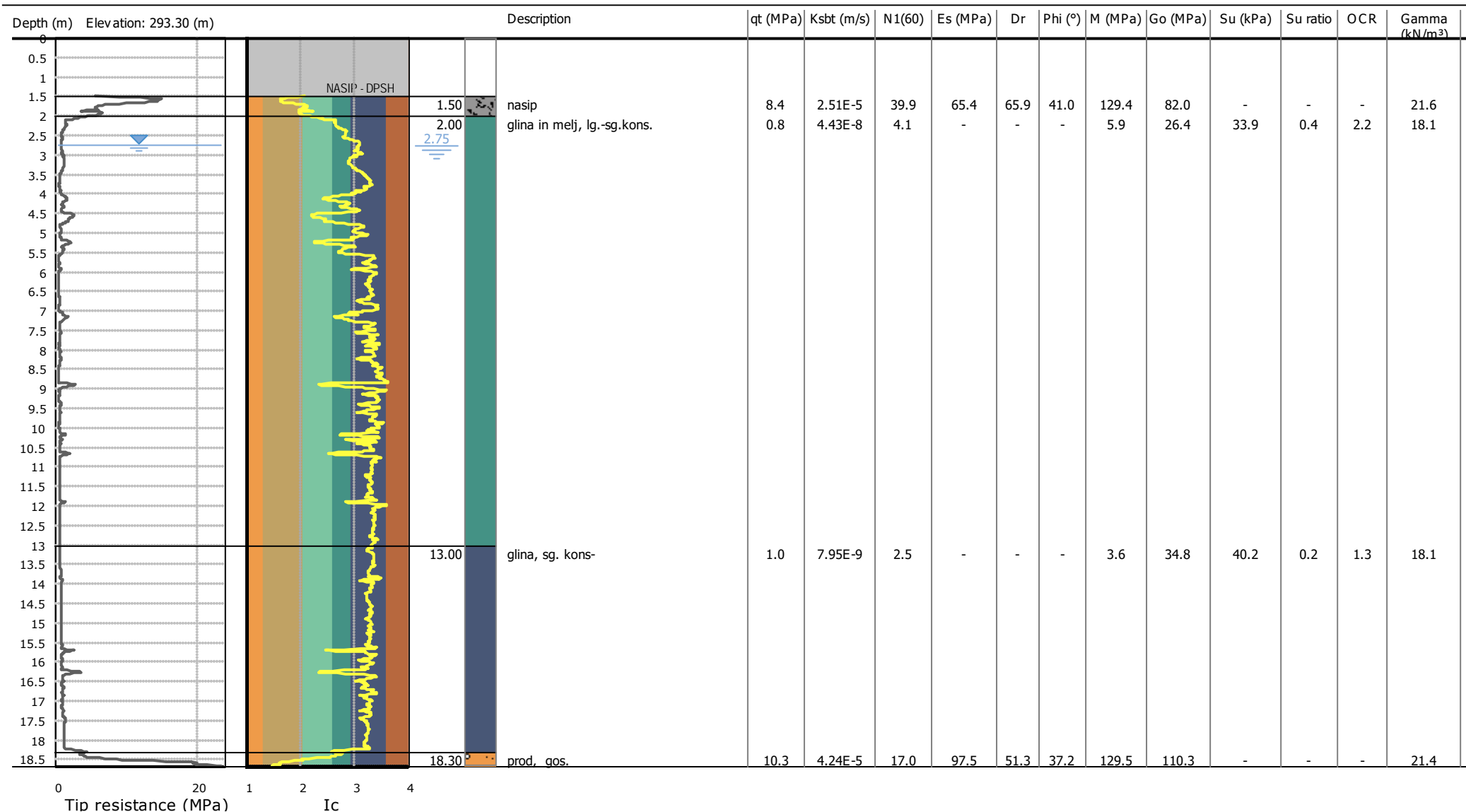
Coords: X:461328.84, Y:99470.07

Cone Type: DP10-CFPTxy

Cone Operator: M. Filipič

**Project: Rekonstrukcija Barjanske ceste v Ljubljani**

**Location:**





**M-TEST, Marjan Filipič s.p.**  
 Ulica bratov Mivšek 31  
 1353 Borovnica  
 +386 31 843 151 ; m-test@siol.net

**CPT: CPTu-2**

Total depth: 18.67 m, Date: 11. 03. 2022

Surface Elevation: 291.50 m

Coords: X:461328.84, Y:99470.07

Cone Type: DP10-CFPTxy

Cone Operator: M. Filipič

**Project: Rekonstrukcija Barjanske ceste v Ljubljani**

**Location:**

**Summary table of mean values**

From depth To depth (m)	Thickness (m)	Permeability (m/s)	SPT <sub>N60</sub> (blows/30cm)	E <sub>s</sub> (MPa)	D <sub>r</sub> (%)	Friction angle	Constrained modulus, M (MPa)	Shear modulus, G <sub>0</sub> (MPa)	Undrained strength, S <sub>u</sub> (kPa)	Undrained strength ratio	OCR	Unit weight (kN/m <sup>3</sup> )
1.50	0.50	2.51E-05	39.9	65.4	65.9	41.0	129.4	82.0	0.0	0.0	0.0	21.6
2.00		(±3.19E-05)	(±11.0)	(±12.9)	(±12.8)	(±1.7)	(±29.1)	(±16.2)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.1)
2.00	11.00	4.43E-08	4.1	0.0	0.0	0.0	5.9	26.4	33.9	0.4	2.2	18.1
13.00		(±2.03E-07)	(±3.1)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±8.7)	(±6.7)	(±18.5)	(±0.4)	(±1.9)	(±1.1)
13.00	5.30	7.95E-09	2.5	0.0	0.0	0.0	3.6	34.8	40.2	0.2	1.3	18.1
18.30		(±4.96E-08)	(±0.9)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±6.5)	(±10.3)	(±21.8)	(±0.1)	(±0.6)	(±0.9)
18.30	0.37	4.24E-05	17.0	97.5	51.3	37.2	129.5	110.3	0.0	0.0	0.0	21.4
18.67		(±7.33E-05)	(±9.2)	(±14.5)	(±13.7)	(±2.2)	(±77.2)	(±20.2)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.2)

Depth values presented in this table are measured from free ground surface





**M-TEST, Marjan Filipič s.p.**  
Ulica bratov Mivšek 31  
1353 Borovnica  
+386 31 843 151 ; m-test@siol.net

**Project:** Rekonstrukcija Barjanske ceste v Ljubljani

**Location:**

**CPT: CPTu-2**

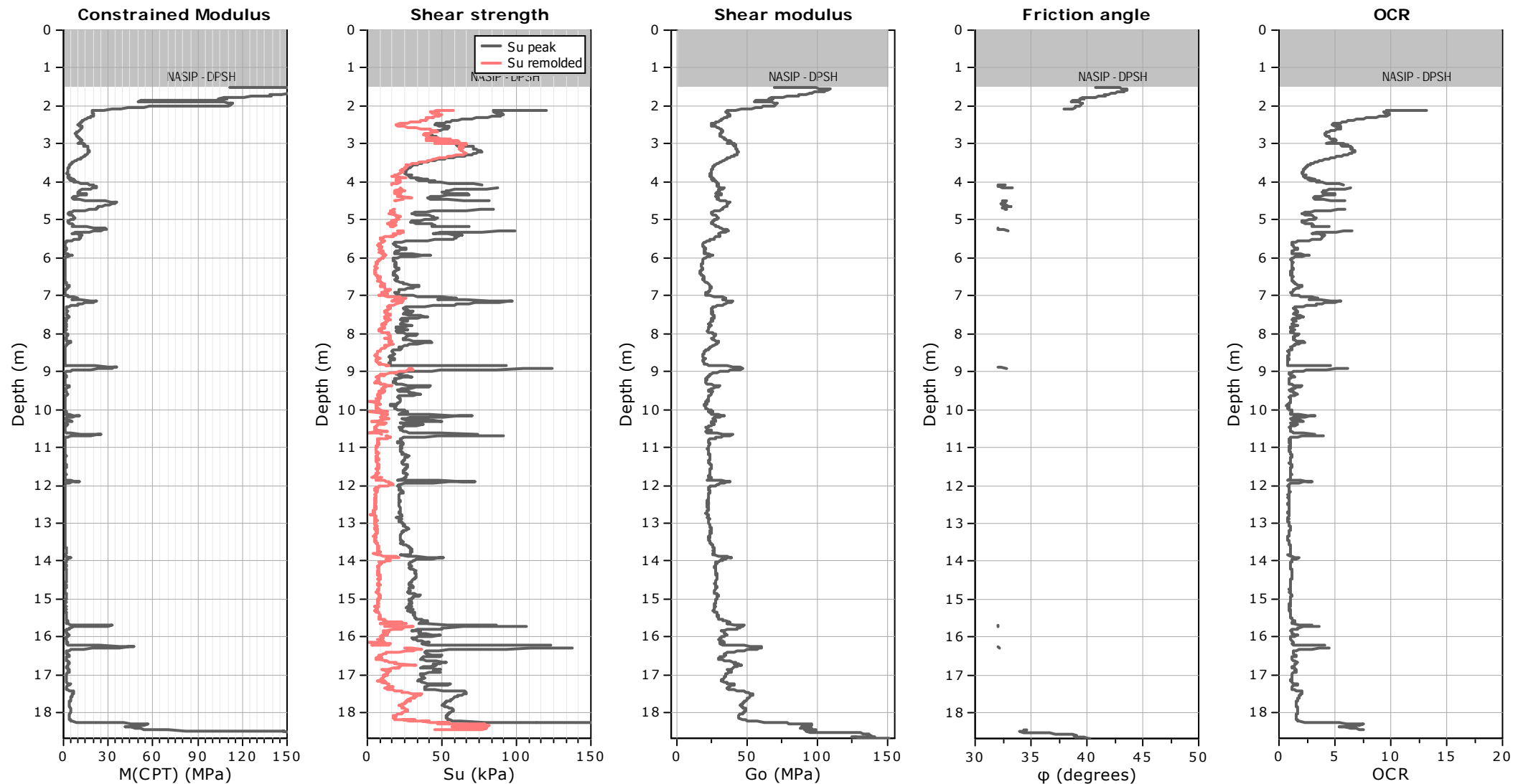
Total depth: 18.67 m, Date: 11. 03. 2022

Surface Elevation: 291.50 m

Coords: X:461328.84, Y:99470.07

Cone Type: DP10-CFPTxy

Cone Operator: M. Filipič





**M-TEST, Marjan Filipič s.p.**  
Ulica bratov Mivšek 31  
1353 Borovnica  
+386 31 843 151 ; m-test@siol.net

**Project:** Rekonstrukcija Barjanske ceste v Ljubljani

**Location:**

**CPT: CPTu-2**

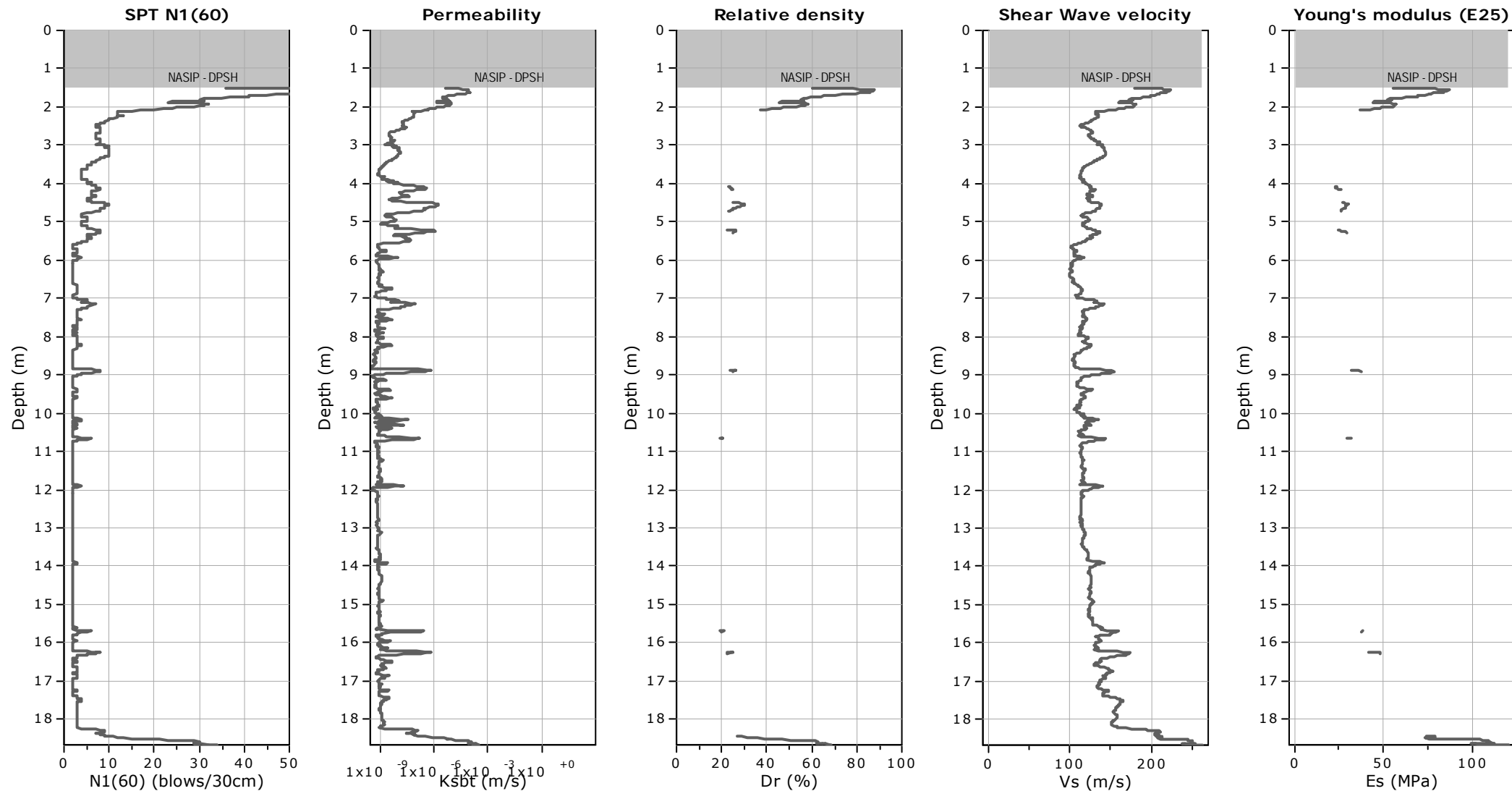
Total depth: 18.67 m, Date: 11. 03. 2022

Surface Elevation: 291.50 m

Coords: X:461328.84, Y:99470.07

Cone Type: DP10-CFPTxy

Cone Operator: M. Filipič





**M-TEST, Marjan Filipič s.p.**  
Ulica bratov Mivšek 31  
1353 Borovnica  
+386 31 843 151 ; m-test@siol.net

**Project:** Rekonstrukcija Barjanske ceste v Ljubljani

**Location:**

**CPT: CPTu-2**

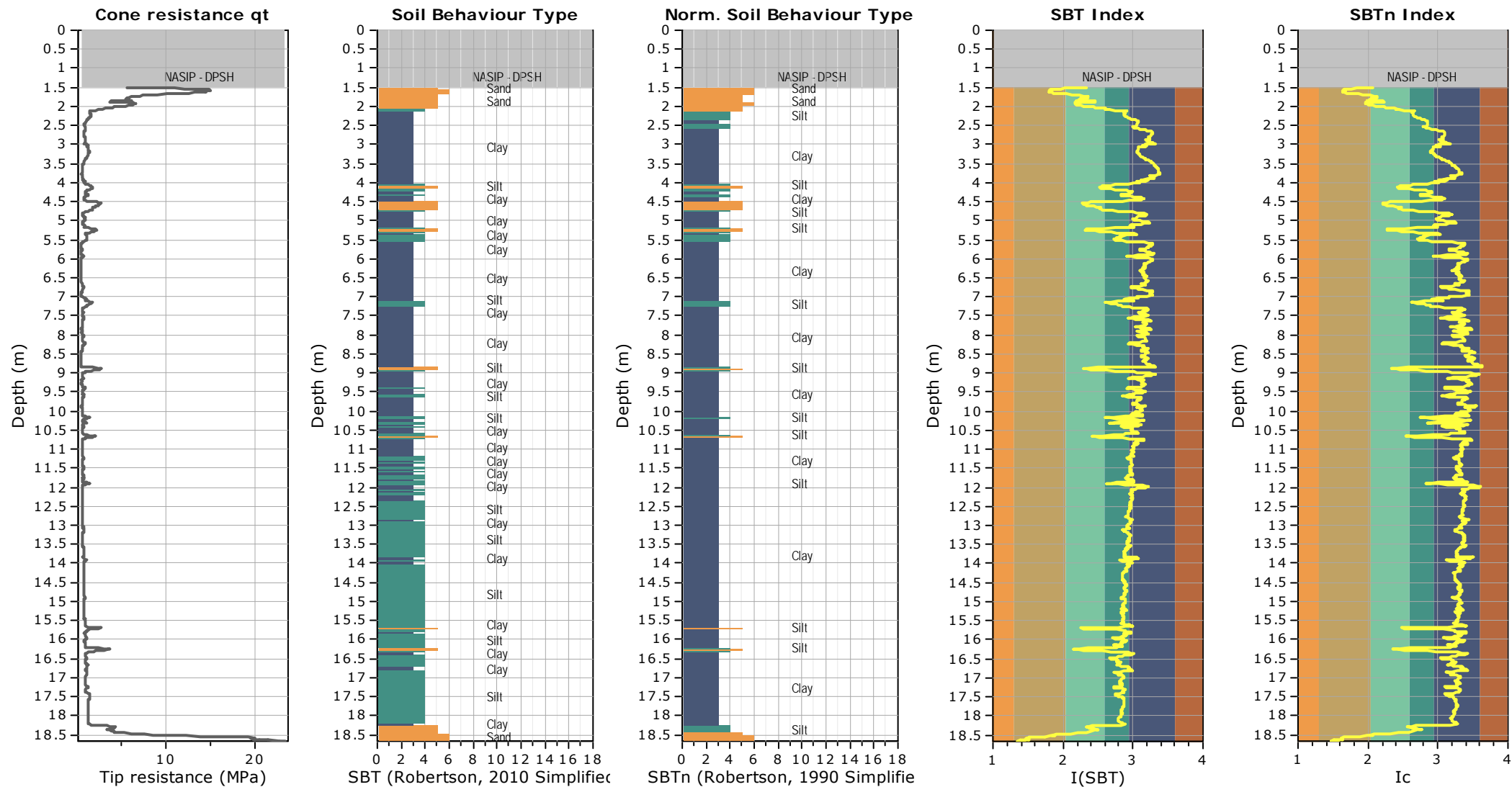
Total depth: 18.67 m, Date: 11. 03. 2022

Surface Elevation: 291.50 m

Coords: X:461328.84, Y:99470.07

Cone Type: DP10-CFPTxy

Cone Operator: M. Filipič



Presented below is a list of formulas used for the estimation of various soil properties. The formulas are presented in SI unit system and assume that all components are expressed in the same units.

#### :: Unit Weight, $g$ (kN/m<sup>3</sup>) ::

$$g = g_w \cdot \left( 0.27 \cdot \log(R_f) + 0.36 \cdot \log\left(\frac{q_t}{p_a}\right) + 1.236 \right)$$

where  $g_w$  = water unit weight

#### :: Permeability, $k$ (m/s) ::

$$I_c < 3.27 \text{ and } I_c > 1.00 \text{ then } k = 10^{0.952 - 3.04 \cdot I_c}$$

$$I_c \leq 4.00 \text{ and } I_c > 3.27 \text{ then } k = 10^{-4.52 - 1.37 \cdot I_c}$$

#### :: N<sub>SPT</sub> (blows per 30 cm) ::

$$N_{60} = \left( \frac{q_c}{p_a} \right) \cdot \frac{1}{10^{1.1268 - 0.2817 \cdot I_c}}$$

$$N_{1(60)} = Q_{tn} \cdot \frac{1}{10^{1.1268 - 0.2817 \cdot I_c}}$$

#### :: Young's Modulus, $E_s$ (MPa) ::

$$(q_t - \sigma_v) \cdot 0.015 \cdot 10^{0.55 \cdot I_c + 1.68}$$

(applicable only to  $I_c < I_{c\_cutoff}$ )

#### :: Relative Density, $Dr$ (%) ::

$$100 \cdot \sqrt{\frac{Q_{tn}}{k_{DR}}} \quad \text{(applicable only to SBT}_n: 5, 6, 7 \text{ and } 8 \text{ or } I_c < I_{c\_cutoff})$$

#### :: State Parameter, $\psi$ ::

$$\psi = 0.56 - 0.33 \cdot \log(Q_{tn,cs})$$

#### :: Drained Friction Angle, $\phi$ (°) ::

$$\phi = \phi'_{cv} + 15.94 \cdot \log(Q_{tn,cs}) - 26.88$$

(applicable only to SBT<sub>n</sub>: 5, 6, 7 and 8 or  $I_c < I_{c\_cutoff}$ )

#### :: 1-D constrained modulus, $M$ (MPa) ::

If  $I_c > 2.20$

$\alpha = 14$  for  $Q_{tn} > 14$

$\alpha = Q_{tn}$  for  $Q_{tn} \leq 14$

$M_{CPT} = \alpha \cdot (q_t - \sigma_v)$

If  $I_c \geq 2.20$

$$M_{CPT} = 0.03 \cdot (q_t - \sigma_v) \cdot 10^{0.55 \cdot I_c + 1.68}$$

#### :: Small strain shear Modulus, $G_0$ (MPa) ::

$$G_0 = (q_t - \sigma_v) \cdot 0.0188 \cdot 10^{0.55 \cdot I_c + 1.68}$$

#### :: Shear Wave Velocity, $V_s$ (m/s) ::

$$V_s = \left( \frac{G_0}{\rho} \right)^{0.50}$$

#### :: Undrained peak shear strength, $S_u$ (kPa) ::

$$N_{kt} = 10.50 + 7 \cdot \log(F_r) \text{ or user defined}$$

$$S_u = \frac{(q_t - \sigma_v)}{N_{kt}}$$

(applicable only to SBT<sub>n</sub>: 1, 2, 3, 4 and 9 or  $I_c > I_{c\_cutoff}$ )

#### :: Remolded undrained shear strength, $S_u(rem)$ (kPa) ::

$$S_{u(rem)} = f_s \quad \text{(applicable only to SBT}_n: 1, 2, 3, 4 \text{ and } 9 \text{ or } I_c > I_{c\_cutoff})$$

#### :: Overconsolidation Ratio, OCR ::

$$k_{OCR} = \left[ \frac{Q_{tn}^{0.20}}{0.25 \cdot (10.50 + 7 \cdot \log(F_r))} \right]^{1.25} \text{ or user defined}$$

$$OCR = k_{OCR} \cdot Q_{tn}$$

(applicable only to SBT<sub>n</sub>: 1, 2, 3, 4 and 9 or  $I_c > I_{c\_cutoff}$ )

#### :: In situ Stress Ratio, $K_0$ ::

$$K_0 = (1 - \sin \phi') \cdot OCR^{\sin \phi'}$$

(applicable only to SBT<sub>n</sub>: 1, 2, 3, 4 and 9 or  $I_c > I_{c\_cutoff}$ )

#### :: Soil Sensitivity, $S_t$ ::

$$S_t = \frac{N_s}{F_r}$$

(applicable only to SBT<sub>n</sub>: 1, 2, 3, 4 and 9 or  $I_c > I_{c\_cutoff}$ )

#### :: Peak Friction Angle, $\phi'$ (°) ::

$$\phi' = 29.5^\circ \cdot B_q^{0.121} \cdot (0.256 + 0.336 \cdot B_q + \log Q_t)$$

(applicable for  $0.10 < B_q < 1.00$ )

## References

- Robertson, P.K., Cabal K.L., Guide to Cone Penetration Testing for Geotechnical Engineering, Gregg Drilling & Testing, Inc., 5<sup>th</sup> Edition, November 2012
- Robertson, P.K., Interpretation of Cone Penetration Tests - a unified approach., Can. Geotech. J. 46(11): 1337–1355 (2009)



**M-TEST, meritve v tehniki, MARJAN FILIPIČ s.p.**

Ulica bratov Mivšek 31, 1353 Borovnica – SLO

tel: +386 031 843 151 e-mail: m-test@siol.net

ID št. za DDV: SI 60226285 ; MŠ: 8234582000 ; IBAN: SI56 0202 7026 2772 424

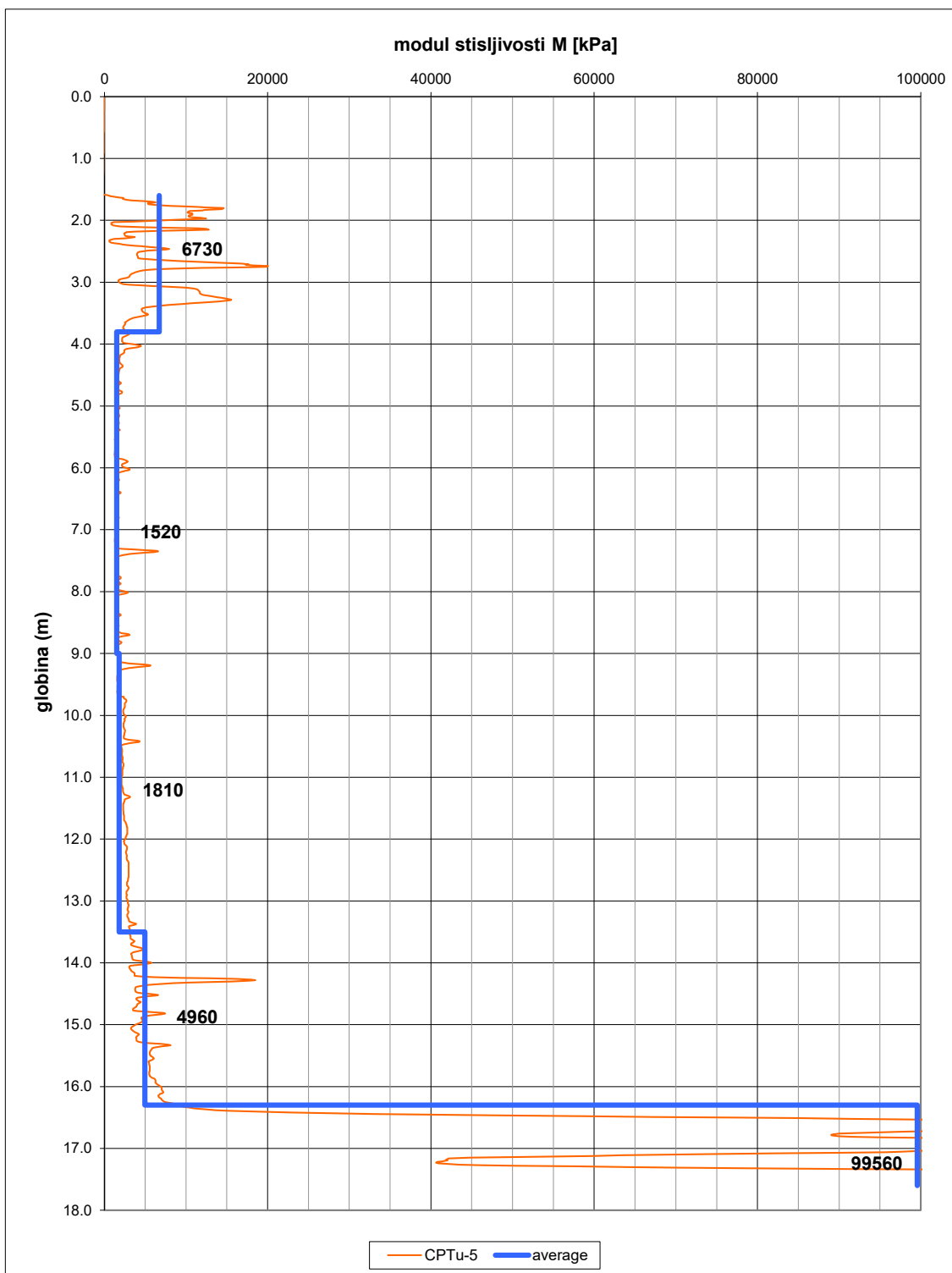
lokacija: Barjanska cesta v Ljubljani

oznaka sonde: CPTu - 1

modul stisljivosti M iz CPT testa [kPa]:  $M = \alpha_M (q_t - \sigma_{vo})$

$\alpha_M = 5$  (Mayne 2001)

$\alpha_M = 3.5$  (za sloj org. zemljin)





**M-TEST, meritve v tehniki, MARJAN FILIPIČ s.p.**

Ulica bratov Mivšek 31, 1353 Borovnica – SLO

tel: +386 031 843 151 e-mail: m-test@siol.net

ID št. za DDV: SI 60226285 ; MŠ: 8234582000 ; IBAN: SI56 0202 7026 2772 424

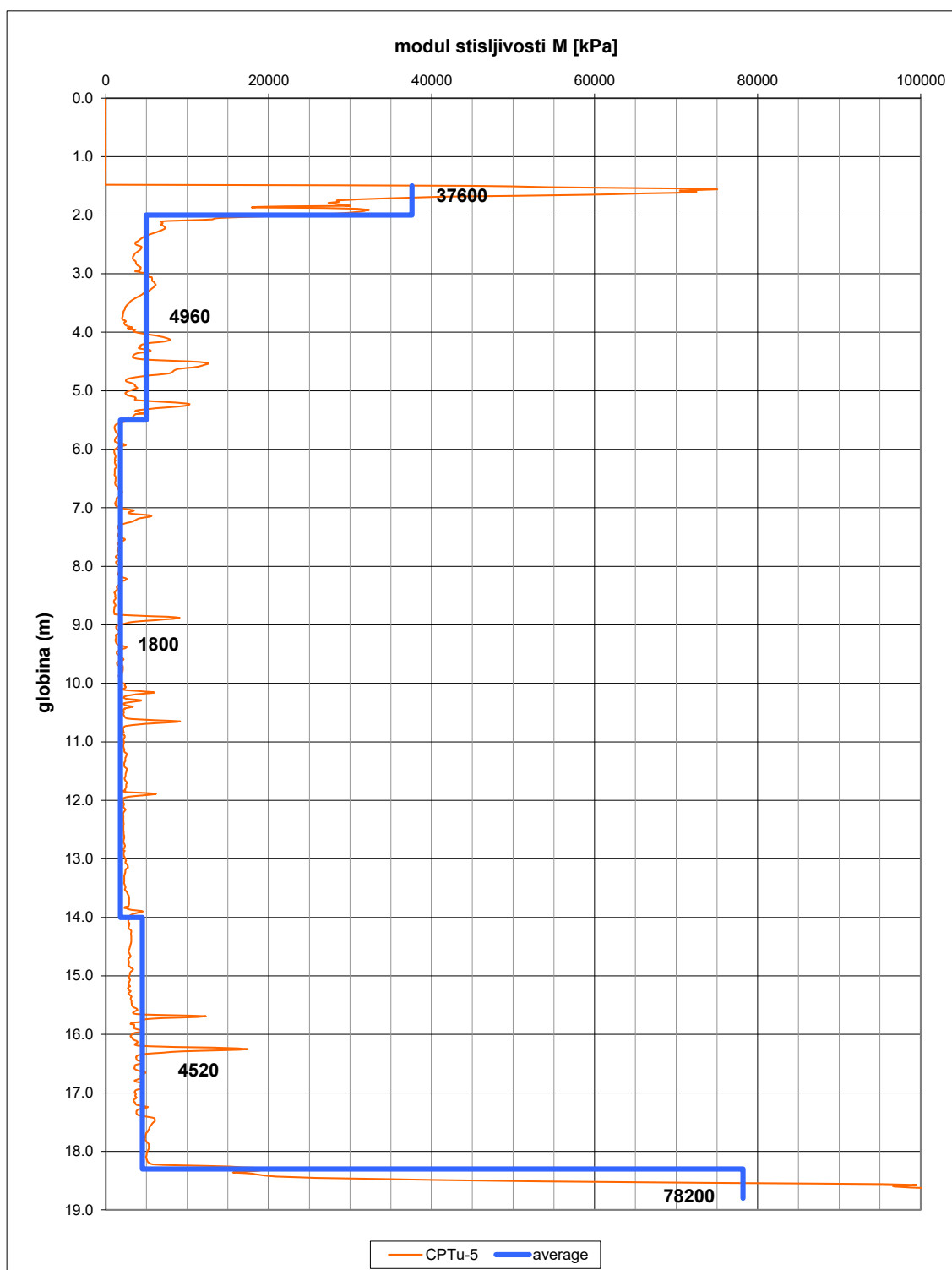
lokacija: **Barjanska cesta v Ljubljani**

oznaka sonde: **CPTu - 2**

modul stisljivosti M iz CPT testa [kPa]:  $M = \alpha_M (q_t - \sigma_{vo})$

$\alpha_M = 5$  (Mayne 2001)

$\alpha_M = 3.5$  (za sloj org. zemljin)



lokacija meritev: **Rekonstrukcija Barjanske ceste v Ljubljani**

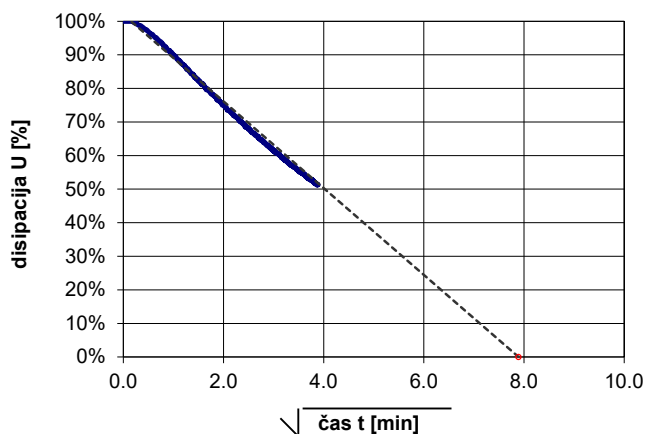
oznaka sonde: **CPTu-1**

datum preiskave: **3. 3. 2022**

obdelal: **M. Filipič**

ravnovesni nivo vode [m]: **-3.00**

opombe:



**globina: 5.04 m**

zemljina: glina, melj

$u_o$ : 20.0 kPa

$u_i$ : 184.3 kPa

1/m: 7.89 min

$t_{50}$ : 15.56 min

ocenjen koeficient konsolidacije  $c_h$  [m<sup>2</sup>/s]

$I_r = 50$  Teh, 1987

**4.6E-07**

Robertson et. al., 1992b

**6.83E-07**

$I_r = 500$

**1.4E-06**

**2.31E-06**

ocenjen koeficient vodoprepustnosti  $k_h$  [m/s]

Parez &  
Fauriel, 1988

**1.9E-09**

Robertson et. al., 1992a

od

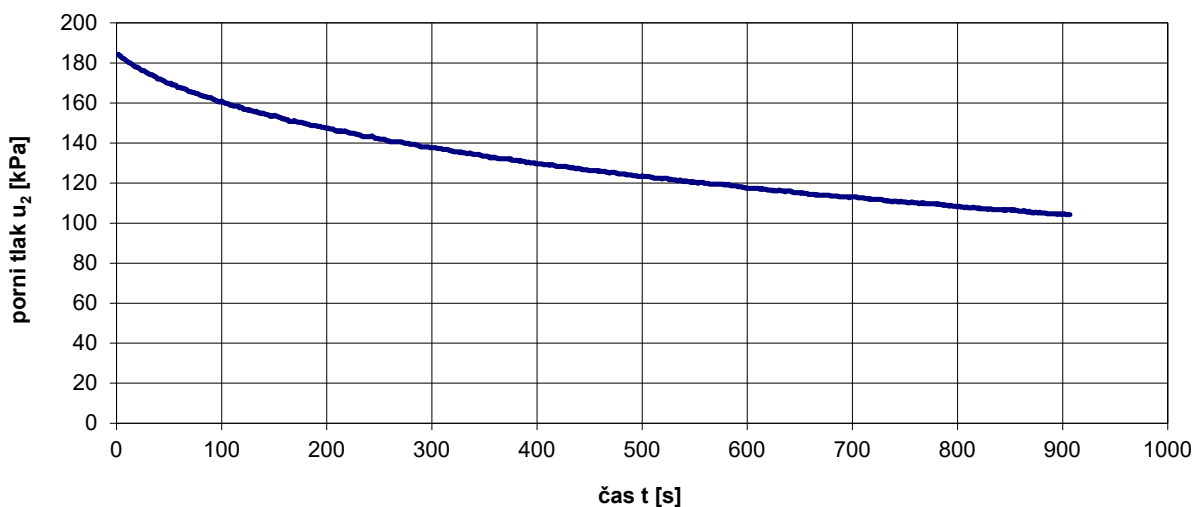
do

**1.04E-08**

**4.81E-07**

srednja vrednost

**1.6E-07**



lokacija meritev: **Rekonstrukcija Barjanske ceste v Ljubljani**

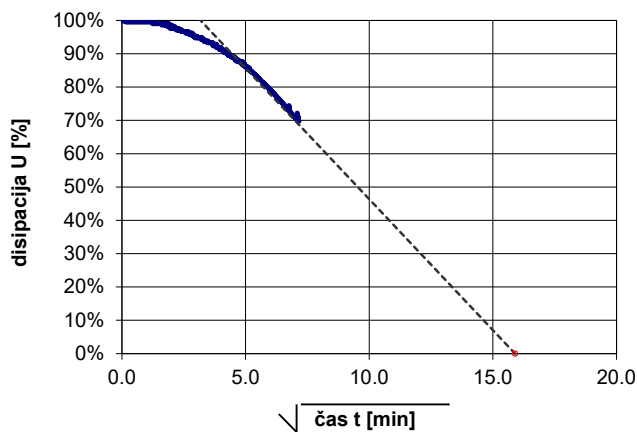
oznaka sonde: **CPTu-2**

datum preiskave: **3. 3. 2022**

obdelal: **M. Filipič**

ravnovesni nivo vode [m]: **-2.75**

opombe:



**globina: 2.95 m**

**zemljina: glina, melj**

$u_o$ : 2.0 kPa

$u_l$ : 90.7 kPa

$1/m$ : 15.90 min

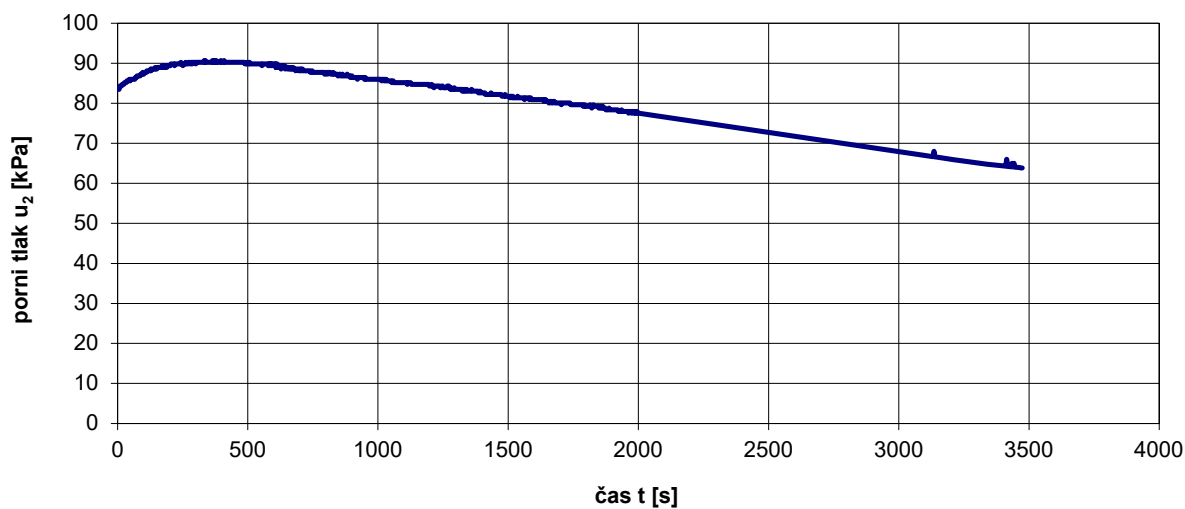
$t_{50}$ : 63.20 min

ocenjen koeficient konsolidacije  $c_h$  [ $m^2/s$ ]

$I_r = 50$	Teh, 1987 <b>1.1E-07</b>	Robertson et. al., 1992b <b>1.72E-07</b>
$I_r = 500$	<b>3.6E-07</b>	<b>5.86E-07</b>

ocenjen koeficient vodoprepustnosti  $k_h$  [m/s]

Parez & Fauriel, 1988 <b>3.4E-10</b>	Robertson et. al., 1992a od <b>2.54E-09</b> do <b>1.10E-07</b>	srednja vrednost <b>3.8E-08</b>
---	---	------------------------------------





lokacija meritev: **Rekonstrukcija Barjanske ceste v Ljubljani**

oznaka sonde: **CPTu-2**

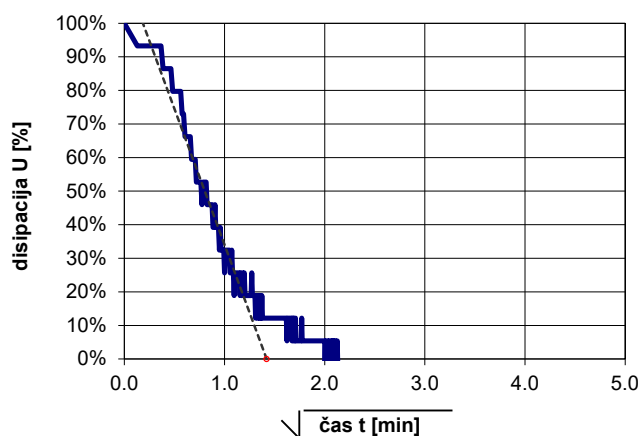
datum preiskave: **3. 3. 2022**

obdelal: **M. Filipič**

ravnovesni nivo vode [m]: **-2.75**

27

opombe:



**globina: 5.35 m**

**zemljina: melj**

$u_o$ : 25.5 kPa

$u_i$ : 31.8 kPa

1/m: 1.42 min

$t_{50}$ : 0.50 min

ocenjen koeficient konsolidacije  $c_h$  [m<sup>2</sup>/s]

$I_r = 50$  Teh, 1987

Robertson et. al., 1992b

$I_r = 500$  **1.4E-05**

**2.00E-05**

**4.5E-05**

**6.64E-05**

ocenjen koeficient vodoprepustnosti  $k_h$  [m/s]

Parez & Fauriel, 1988

Robertson et. al., 1992a

od do

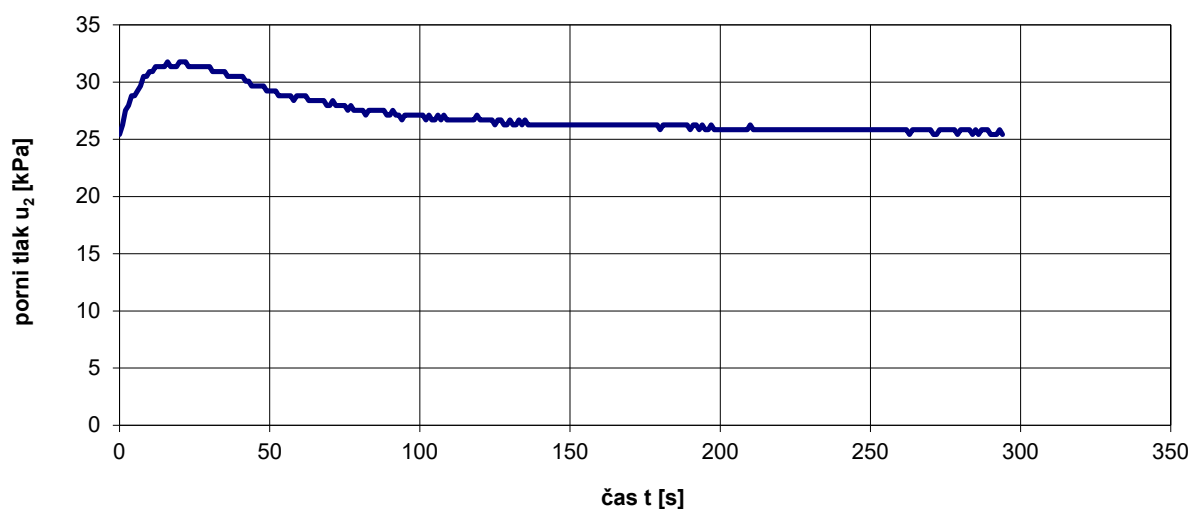
srednja vrednost

**1.4E-07**

**3.23E-07**

**1.76E-05**

**6.0E-06**





**DISIPACIJSKI TESTI**  
**in ocena drenažno konsolidacijskih parametrov tal**

stran

lokacija meritev: **Rekonstrukcija Barjanske ceste v Ljubljani**

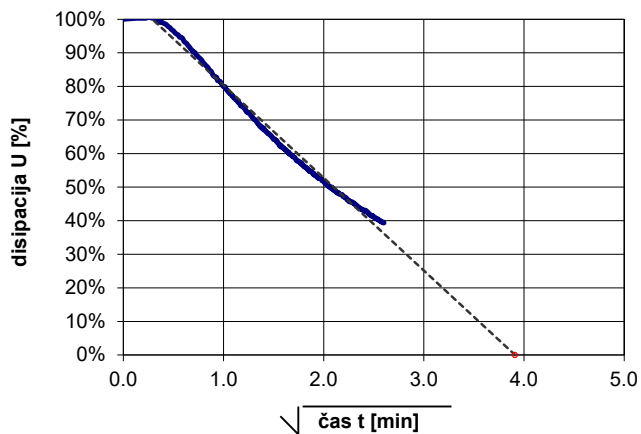
oznaka sonde: **CPTu-2**

datum preiskave: **3. 3. 2022**

obdelal: **M. Filipič**

ravnovesni nivo vode [m]: **-2.75**

opombe:



globina: **7.80** m

zemljina: glina, melj

$u_o$ : 49.5 kPa

$u_i$ : 184.3 kPa

1/m: 3.91 min

$t_{50}$ : 3.82 min

ocenjen koeficient konsolidacije  $c_h$  [m<sup>2</sup>/s]

$I_r = 50$  Teh, 1987

**1.9E-06**

Robertson et. al., 1992b

**2.72E-06**

$I_r = 500$  **5.9E-06**

**9.14E-06**

ocenjen koeficient vodoprepustnosti  $k_h$  [m/s]

Parez &  
Fauriel, 1988

**1.1E-08**

Robertson et. al., 1992a

od

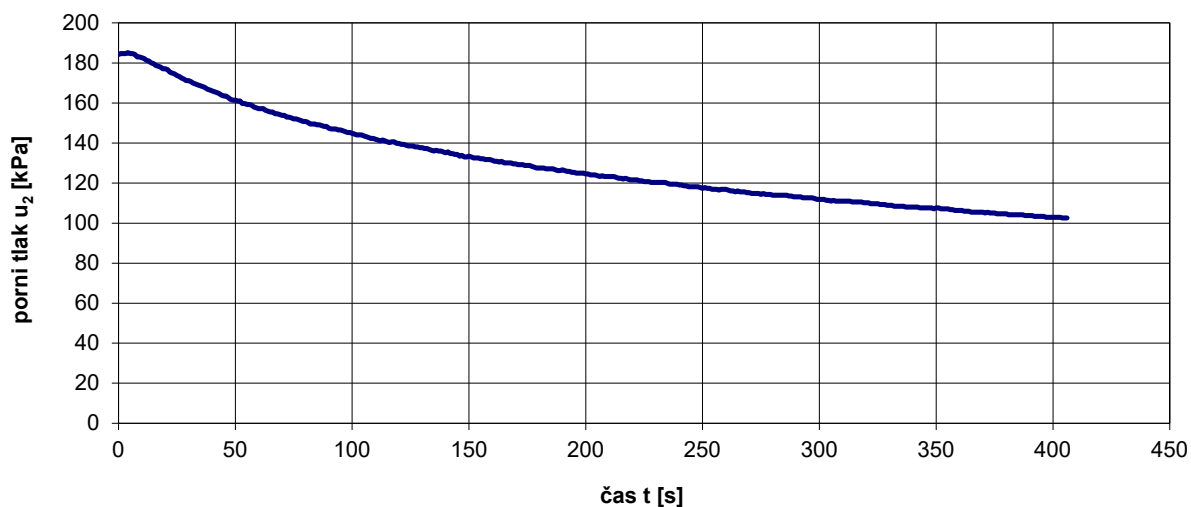
do

**4.24E-08**

**2.10E-06**

srednja vrednost

**7.2E-07**



<p><b>P.3 VREDNOTENJE REZULTATOV PREISKAV Z ULTRA LLAHKO DINAMIČNO PENETRACIJO »PANDA«</b></p>
--

# SONDIRANJE Z DINAMIČNIM KONIČNIM PENETROMETROM "PANDA"

STANDARD: SIST EN 1997-2 : 2007 , XP P 94-105 (Francija);

objekt : Širitev Barjanske ceste

naročnik : \_\_\_\_\_

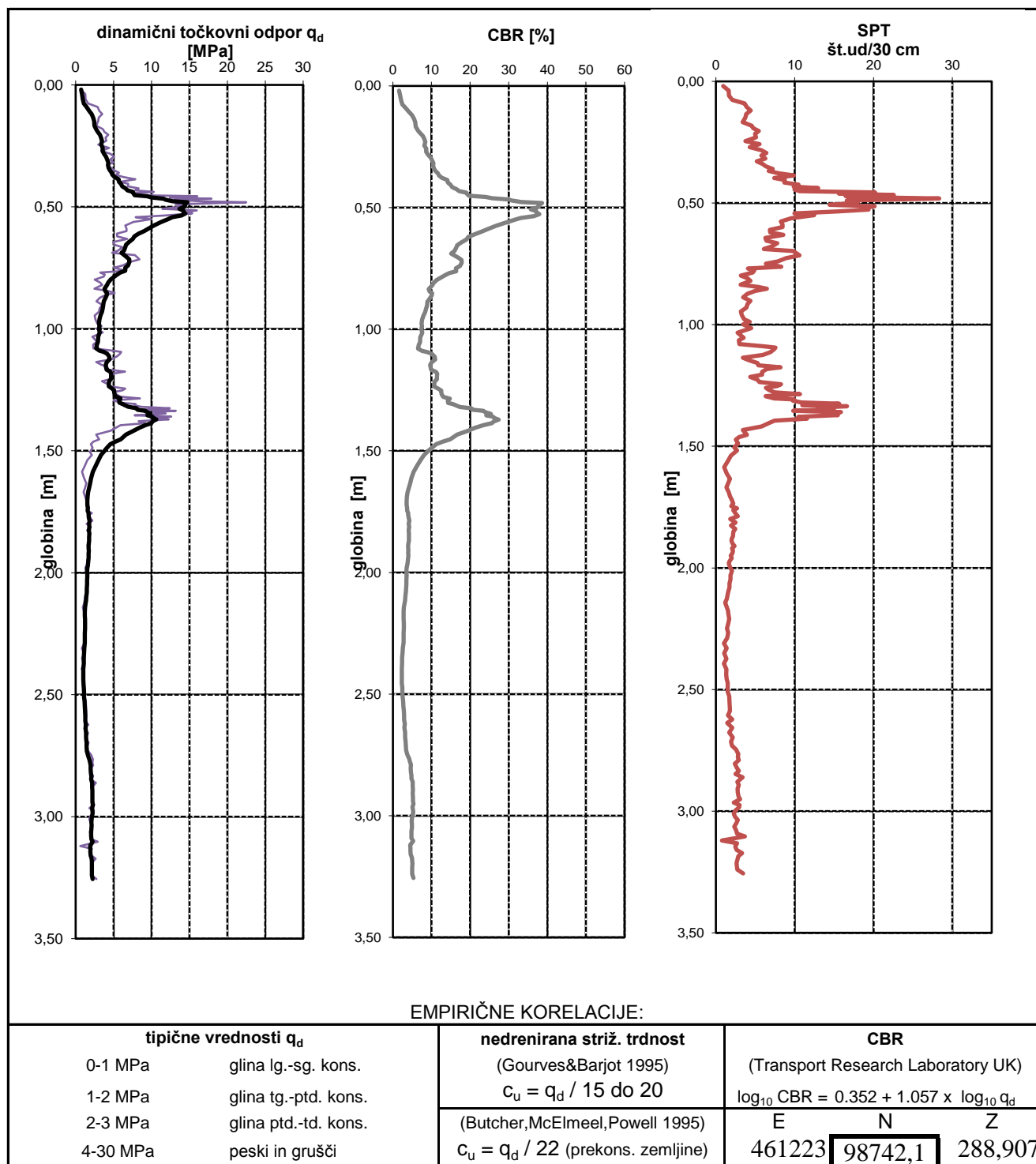
## Panda-1

oprema : model Panda 2 no. 1178

konica : 4 cm2/60o

globina vode : -2

opombe : \_\_\_\_\_



# SONDIRANJE Z DINAMIČNIM KONIČNIM PENETROMETROM "PANDA"

STANDARD: SIST EN 1997-2 : 2007 , XP P 94-105 (Francija);

objekt : Širitev Barjanske ceste

naročnik : \_\_\_\_\_

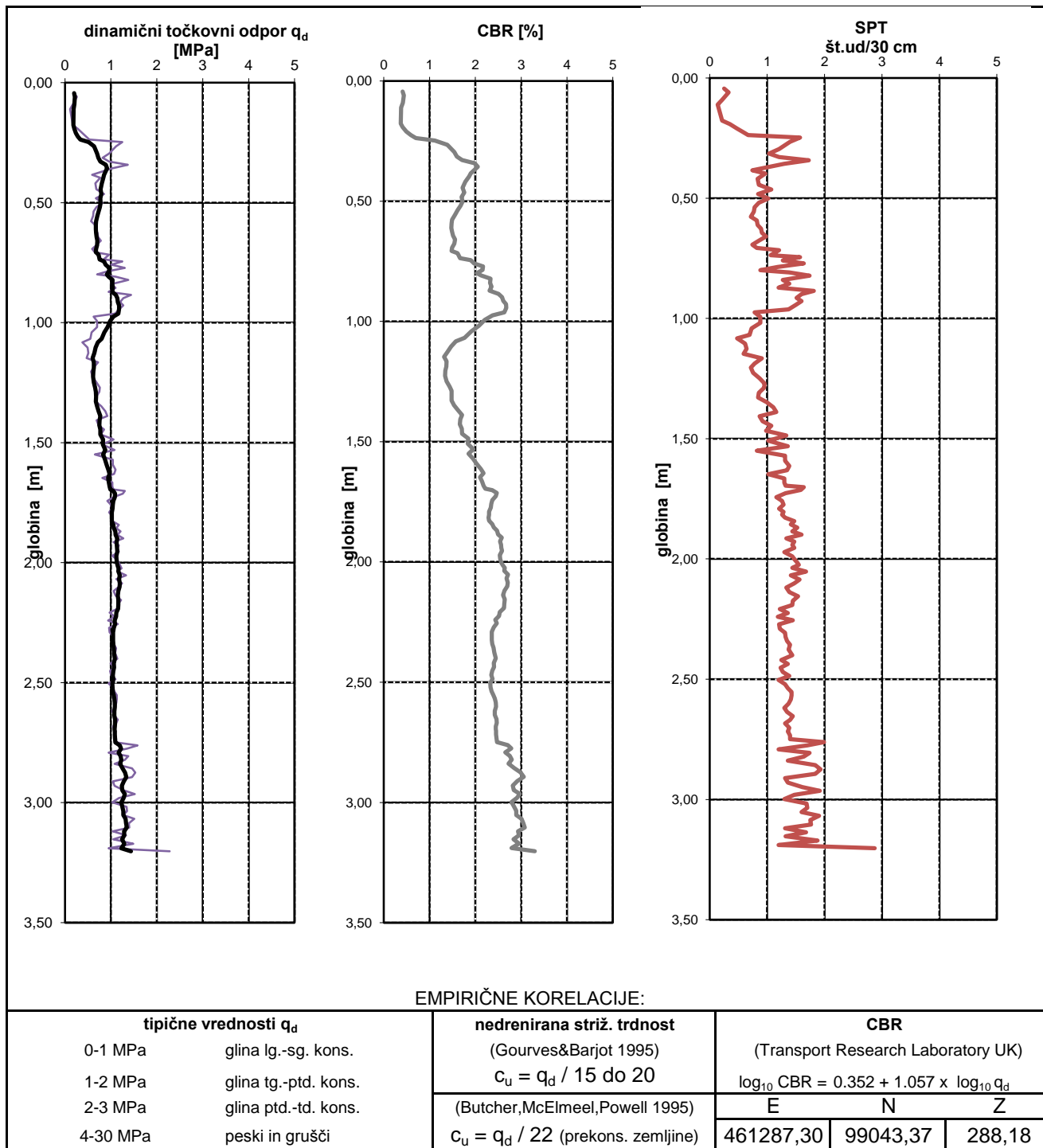
## Panda-2

oprema : model Panda 2 no. 1178

konica : 4 cm<sup>2</sup>/60o

globina vode : -1

opombe : \_\_\_\_\_



meritve: **Kromar M.**

datum meritve: 14.03.2022

obdelava: **Bratun J.**

# SONDIRANJE Z DINAMIČNIM KONIČNIM PENETROMETROM "PANDA"

STANDARD: SIST EN 1997-2 : 2007 , XP P 94-105 (Francija);

objekt : Širitev Barjanske ceste

naročnik : \_\_\_\_\_

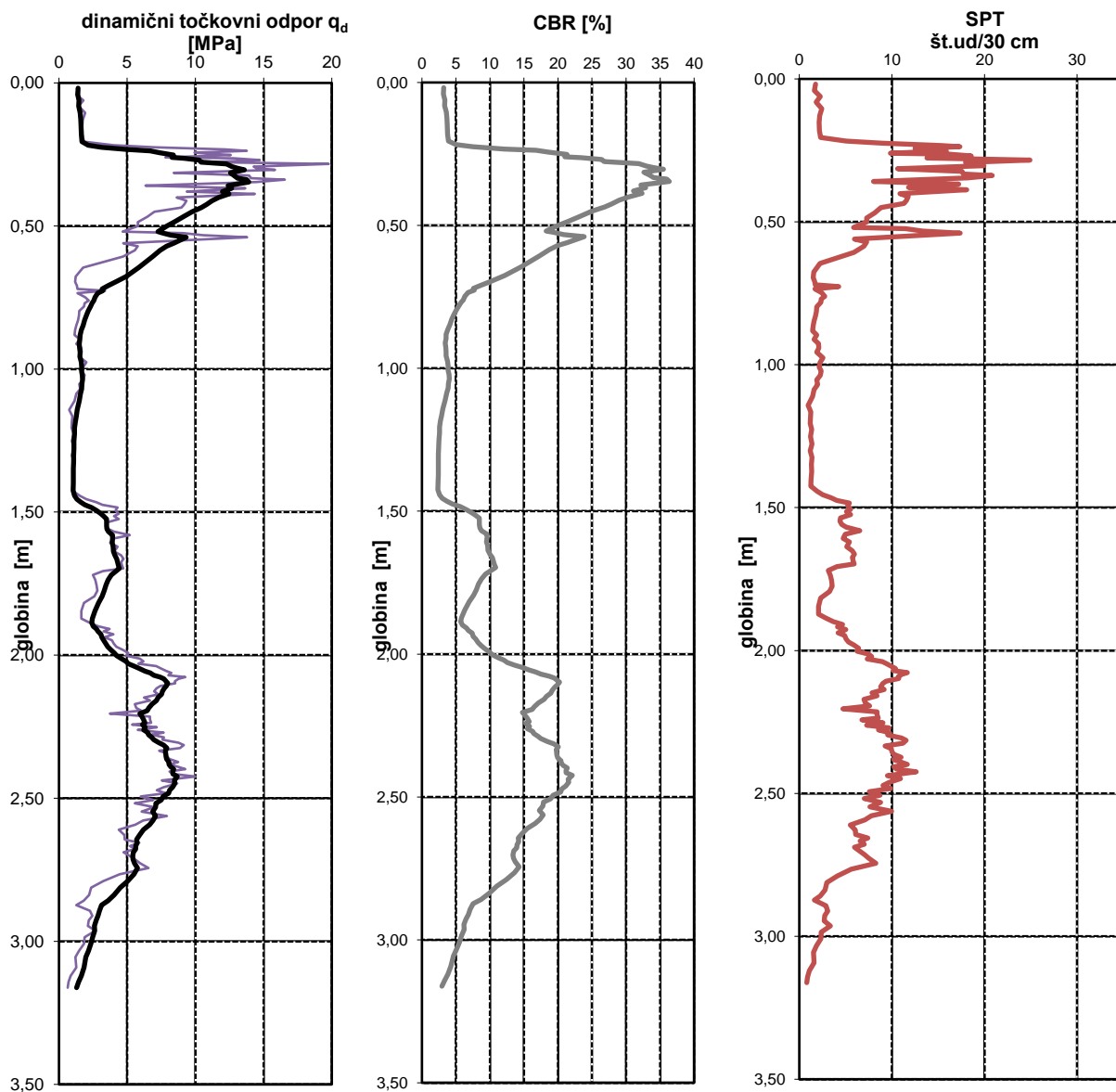
## Panda-3

oprema : model Panda 2 no. 1178

konica : 4 cm2/60o

globina vode : -1,5

opombe : \_\_\_\_\_



### EMPIRIČNE KORELACIJE:

tipične vrednosti $q_d$		nedrenirana striž. trdnost	CBR		
0-1 MPa	glina lg.-sg. kons.	(Gourves&Barjot 1995)	(Transport Research Laboratory UK)		
1-2 MPa	glina tg.-ptd. kons.	$c_u = q_d / 15$ do 20	$\log_{10} CBR = 0.352 + 1.057 \times \log_{10} q_d$		
2-3 MPa	glina ptd.-td. kons.	(Butcher,McElmeel,Powell 1995)	E	N	Z
4-30 MPa	peski in gruši	$c_u = q_d / 22$ (prekons. zemljine)	461310	99727,7	290,494

meritve: **Kromar M.**

datum meritve: 14.3.2022

obdelava: **Bratun J.**

<p><b>P.4 GEOTEHNIČNI POPIS IN FOTODOKUMENTACIJA IZKOPOV NA VOZIŠČU</b></p>
---

Rekonstrukcija Barjanske ceste od Ziherlove ulice do križišča z AC priključkom Center in P+R Barje

SI-1 (J-1) km 0+227, levo	
debelina (m)	Sestava
0,00-0,05	AC 11 surf
0,05-0,11	AC 22 bin (oz. base)
0,11-0,21	AC 22 base
0,21-0,32	NNP – kamniti drobljenec + drobljen prod (0/32) GW-GP, sivo rjave - barve, Evd (-0,21m) = 110,8 MPa (vzorec)
0,32-0,54	PO – kamniti drobljenec (0/32) GW-GP, sivo - rjave barve, Evd (-0,32m) = 68,8 MPa (vzorec)
0,54-0,78	TT – elektrofilitrski pepel, temno sive – črne barve, Evd (-0,54m) = 41,8 MPa (vzorec)











*Slika 1: Popis sondažne vrtnine SI-1*

SI-2 (J-2), km 0+537	
debelina (m)	Sestava
0,00-0,037	AC 11 surf
0,037-0,182	AC 32 base (plast surf/base ni zlepljeno)
0,182-0,29	NNP – kamniti drobljenec (0/32) GW, sivo rjave -barve, Evd (-0,19m) = 101,8 MPa (vzorec)
0,29-0,44	PO – kamniti drobljenec (0/125) GW, sivo - rjave barve, Evd (-0,29m) = 60,0 MPa (vzorec)
0,44-0,80	TT – elektrofitrski pepel, temno sive – črne barve, Evd (-0,44m) = 45,1 MPa (vzorec)





*Slika 2: Popis sondažne vrtilne SI-2*

SI-3 (J-3), km 0+865, levo	
debelina (m)	Sestava
0,00-0,035	AC 11 surf
0,035-0,115	AC 22 bin
0,115-0,22	AC 22 base (plast bin/base ni zlepljeno)
0,22-0,29	NNP – kamniti drobljenec (0/32) GW, sive barve, Evd (-0,22m) = 110,2 MPa (vzorec)
0,29-0,46	PO – kamniti drobljenec (0/45) GW-GP, sivo - rjave barve, Evd (-0,29m) = 64,8 MPa (vzorec)
0,46-0,60	NMU (1) – kamniti drobljenec (0/250), sive barve, Evd (-0,46m) = 98,2 MPa (vzorec)
0,60-0,80	NMU (2) – kamniti drobljenec (0/32) GP, rjave barve, Evd (-0,60m) = 73,5 MPa (vzorec)









*Slika 3: Popis sondažne vrtnice SI-3*



SI-4 (J-4), km 1+373 (AP)	
debelina (m)	Sestava
0,00-0,04	AC 11 surf (poškodbe obrabno zaporne plasti – kolesnice se pojavljajo zaradi nezadostne debeline asfaltne plasti)
0,4-0,14	AC 22 base
0,14-0,78	NNP – kamniti drobljenec (0/32) GW-GP, sivo - rjave barve, Evd (-0,14m) = 73,2 MPa (vzorec) Opomba: Struktura materiala je bila enaka po celotni globini, tako da lahko predvidevamo, da je PO in NMU iz istega materiala kot NNP.







*Slika 4: Popis sondažne vrtime SI-4*

SI-5, km 1+237, desno (AP)	
debelina (m)	Sestava
0,00-0,032	AC 11 surf
0,032-0,09	AC 22 bin
0,09-0,21	AC 22 base
0,21-0,32	NNP – kamniti drobljenec (0/32) GW-GP, sive barve, Evd (-0,21m) = 72,5 MPa (vzorec)
0,32-0,82	PO (NMU) – kamniti drobljenec (0/90) GW-GP, sivo - rjave barve, Evd (-0,32m) = 41,6 MPa (vzorec)







*Slika 5: Popis sondažne vrtime SI-5*

<p><b>P.5 GEOTEHNIČNI POPIS IN FOTODOKUMENTACIJA IZKOPOV IZVEN VOZIŠČA</b></p>
--

Rekonstrukcija Barjanske ceste od Ziherlove ulice do križišča z AC priključkom Center in P+R  
Barje

**R-1**

(koordinate: E=461287, N=98880, z=290,08, datum: 11. 3. 2022)

Globina (m)	Material
0,0 – 0,2	Humus
0,2 – 0,8	Mešanica grušča in pepela - 0,5 m $E_{vd}= 64,4$ MPa
0,8 – 1,2	Slabo do dobro zrnat grušč (GP/GW) - vzorec - 1,0 m $E_{vd}= 25,5$ MPa
1,2 – 2,4	Zbit elektrofiltrski pepel - vzorec
2,4 – 2,6	Nasipna blazina – meljast do slabo zrnat grušč GM/GP; talna voda na – 2,4 m





## R-2

(koordinate: E=461327, N=99036, z=289,50, datum: 11. 3. 2022)

Globina (m)	Material
0,0 – 0,3	Umetni nasip, meljast do slabo zrnat grušč GM/GP
0,3 – 0,7	Zbit elektrofilitrski pepel, siv - 0,3 m $E_{vd}= 24,2$ MPa
0,7 – 0,9	Črn elektrofilitrski pepel, rahel
0,9 – 1,4	Zbit elektrofilitrski pepel, siv
1,4 – 1,8	Umetni nasip – meljast grušč GM 0/16; talna voda na – 1,5 m
1,8 – 2,4	Umetni nasip – slabo do dobro granuliran grušč GP/GW 0/125
2,4	Ločilni geosintetik
2,4 – 2,5	Glina CH





## R-3

(koordinate: E=461328, N=99154, z=290,67, datum: 11. 3. 2022)

Globina (m)	Material
0,0 – 0,2	Humus
0,2 – 0,4	Glina s kosi proda CL
0,4 – 0,5	Meljast do slabo zrnat grušč GM/GP 0/32
0,5 – 0,9	Rahel elektrofiltrski pepel, črn - 0,5 m $E_{vd}= 10,0$ MPa
0,9 – 1,2	Rahel elektrofiltrski pepel, peščen
1,2 – 2,1	Zelo zbit elektrofiltrski pepel
2,1 – 2,2	Slabo do dobro zrnat grušč GM/GP 0/32



## R-4

(koordinate: E=461339, N=99251, z=291,62, datum: 11. 3. 2022)

Globina (m)	Material
0,0 – 0,2	Humus
0,2 – 0,4	Slabo do dobro zrnat grušč GP/GW 0/32 - 0,2 m $E_{vd}= 23,4$ MPa
0,4 – 2,3	Elektrofilitrski pepel, do 0,5 m rahel, dalje zbit - 0,5 m $E_{vd}= 11,3$ MPa - 1,0 m $E_{vd}= 38,5$ MPa
2,3 – 2,4	Slabo do dobro zrnat grušč GP/GW 0/64



<p><b>P.6 LABORATORIJSKE PREISKAVE NA VZORCIH ZEMLJIN IZ IZKOPOV NA OBSTOJEČEM VOZIŠČU</b></p>
--



**POROČILO**  
**o laboratorijskih preiskavah zemljin**  
št.poročila: LZ-088-22

DELOVNI NALOG:	2007266
LAB. ŠT. VZORCA:	LZ-088-22
IZVAJALEC:	/
NAROČNIK/INVESTITOR:	CPI / Stabi
GRADBIŠČE:	Barjanska cesta
MESTO ODVZEMA:	SI-1
PLAST:	NNP
VRSTA MATERIALA:	kamniti drobljenec
VZOREC ODVZEL:	Birk (po SIST EN 932-1:1999)#
DATUM ODVZEMA:	10.03.2022
DATUM ZAKLJUČKA:	21.03.2022

REZULTATI PRESKUSOV:				PRILOGE:
KLASIFIKACIJA: (U.S.C.S.)	GW-GP #			/
VLAŽNOST: (SIST EN 1097-5:2008)	3 #			/
ZRNAVOST: (SIST EN 933-1:2012)	< 0,063 = 5,3%	Cu = 22,1 #	Cc = 2,2 #	Priloženo
HUMOZNOST: (SIST EN 1744-1:2010+A1:2013)	/			/
OPT. VLAŽNOST IN GOSTOTA: (SIST EN 13286-2:2010/AC:2013)	W <sub>opt</sub> =	/	W <sub>kor</sub> =	/
	ρ <sub>d</sub> (Mg/m <sup>3</sup> )=	/	ρ <sub>d kor</sub> (Mg/m <sup>3</sup> )=	/
METILEN MODRO: (SIST EN 933-9:2009+A1:2013)	1,1 g/kg			/
DELEŽ LOMLJENIH ZRN: (SIST EN 933-5 in SIST EN 933-5/A1:2004)	C <sub>tr</sub> =	/	C <sub>tc</sub> =	/
	C <sub>r</sub> =	/	C <sub>c</sub> =	/
PLASTIČNOST: (JUS U.B1.020:1980)	W <sub>p</sub> =	/	W <sub>l</sub> =	/
	I <sub>p</sub> =	/	I <sub>c</sub> =	/
CBR: (SIST EN 13286-47)	/			/

**Opombe:**

Datum poročila: 21.03.2022

**OBDELAL:**

*3* Demian SALOM, dipl. inž. grad.

**VODJA LABORATORIJA:**

*2* dr. Samo GOSTIČ, univ. dipl. inž. grad.

**GRADBENI INŠTITUT**  
**ZRMK d.o.o.**  
Ljubljana, Dimičeva 12

Rezultati preskušanja se nanašajo izključno na preskusne primerke. Poročilo se sme reproducirati samo v celoti.

## ZRNAVOST po SIST EN 933-1:2012

VZ. ŠT.: LZ-088-22

D.N.: 2007266

DATUM ODVZEMA: 10.03.2022 DATUM IZVEDBE: 16.03.2022

**DELOVIŠČE:** Barjanska cesta

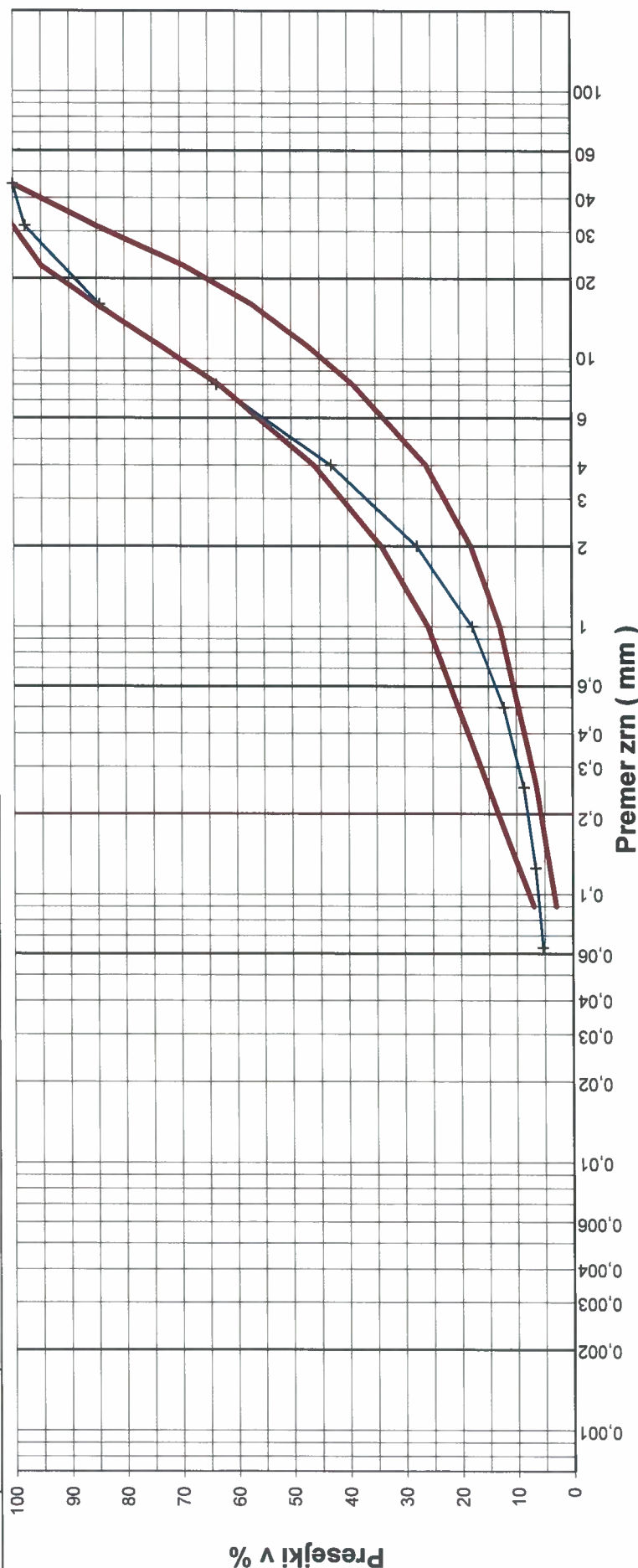
SI-1

## Geomehanski laboratorij

TAMPON 0/32 mm

Krivulja	Vrtina	Globina ( m )	U $d_{60}/d_{10}$	C $d_{30}^2/(d_{60} \cdot d_{10})$	Vrsta zemljine	Delci pod 0,02 mm	Delci pod 0,063 mm
<b>+</b>	SI-1		22,1	2,2	GW-GP	ni pod.	5,3%
sito (mm)			0,063	0,125	0,25	0,5	1
Kumulativni presevek (%)			5,3	7	9	12	18

Zemljine	Glina	Melj	Pesek			Prod (gramoz)			Kršje
			drobni	srednji	debeli	drobni	srednji	debeli	



GRADBENI INŠTITUT<sup>2)</sup>

ZRMK d.o.o.

Liubliana, Dimiceva 12

## Preiskal Krumpestar

**POROČILO**  
**o laboratorijskih preiskavah zemljin**  
**št.poročila: LZ-089-22**

DELOVNI NALOG:	2007266
LAB. ŠT. VZORCA:	LZ-089-22
IZVAJALEC:	/
NAROČNIK/INVESTITOR:	CPI / Stabi
GRADBIŠČE:	Barjanska cesta
MESTO ODVZEMA:	SI-1
PLAST:	PO
VRSTA MATERIALA:	kamniti drobljenec
VZOREC ODVZEL:	Birk (po SIST EN 932-1:1999)#
DATUM ODVZEMA:	10.03.2022
DATUM ZAKLJUČKA:	21.03.2022

REZULTATI PRESKUSOV:				PRILOGE:
KLASIFIKACIJA: (U.S.C.S.)	GW-GP #			/
VLAŽNOST: (SIST EN 1097-5:2008)	2,3 #			/
ZRNAVOST: (SIST EN 933-1:2012)	< 0,063 = 5,9%	Cu = 19 #	Cc = 1,7 #	Priloženo
HUMOZNOST: (SIST EN 1744-1:2010+A1:2013)	/			/
OPT. VLAŽNOST IN GOSTOTA: (SIST EN 13286-2:2010/AC:2013)	W <sub>opt</sub> =	/	W <sub>kor</sub> =	/
	ρ <sub>d</sub> (Mg/m <sup>3</sup> )=	/	ρ <sub>d kor</sub> (Mg/m <sup>3</sup> )=	/
METILEN MODRO: (SIST EN 933-9:2009+A1:2013)	/			/
DELEŽ LOMLJENIH ZRN: (SIST EN 933-5 in SIST EN 933-5/A1:2004)	C <sub>tr</sub> =	/	C <sub>tc</sub> =	/
	C <sub>r</sub> =	/	C <sub>c</sub> =	/
PLASTIČNOST: (JUS U.B1.020:1980)	W <sub>p</sub> =	/	W <sub>l</sub> =	/
	I <sub>p</sub> =	/	I <sub>c</sub> =	/
CBR: (SIST EN 13286-47)	/			/

**Opombe:**

Datum poročila: 21.03.2022

**OBDELAL:**

*Demian SALOM*, dipl. inž. grad.

**GRADBENI INŠTITUT<sup>2</sup>**  
**ZRMK d.o.o.**  
Ljubljana, Dimičeva 12

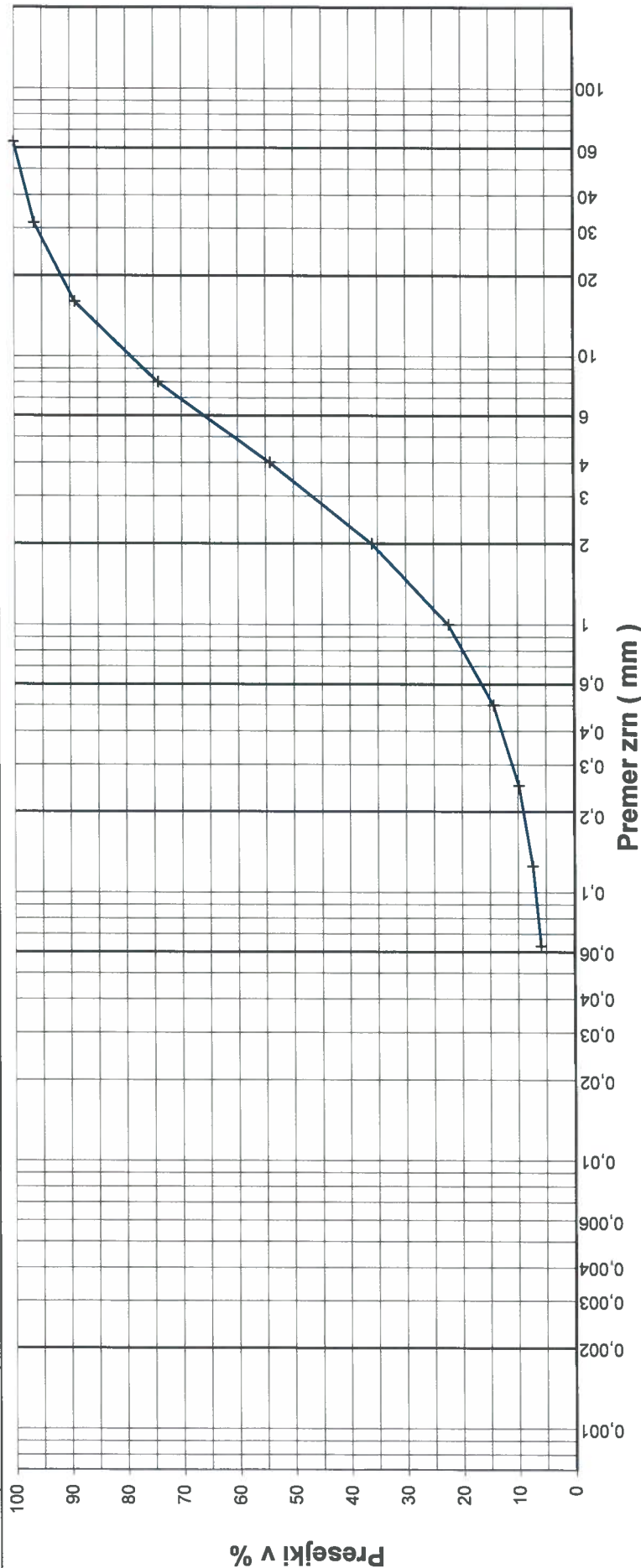
**VODJA LABORATORIJA:**

*dr. Samo GOSTIČ*, univ. dipl. inž. grad.

Rezultati preskušanja se nanašajo izključno na preskusne primerke. Poročilo se sme reproducirati samo v celoti.

<b>ZRNAVOST po SIST EN 933-1:2012</b> <b>VZ. ŠT. :</b> LZ-089-22 <b>D.N. :</b> 2007266 <b>DATUM ODVZEMA :</b> 10.03.2022 <b>DATUM IZVEDBE:</b> 19.03.2022 <b>DELOVIŠČE :</b> Barjanska cesta SI-1										<b>ZRMK INSTITUT</b> Gradbeni inštitut ZRMK d.o.o. Building and Civil Engineering Institute		Geomehanski laboratorij	
Krivulja	Vrtina	Globina (m)	U	C	Vrsta zemljine	Delci pod 0,02 mm	Delci pod 0,063 mm						
+	SI-1		19,0	1,7	GW-GP	ni pod.	5,9%						
sito (mm)			0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4				
			5,9	7	10	14	22	36	54				
Kumulativni presevek (%)								89	96				
								100	125				
									nad 125				

Zemljine	Glina	Melj	Pesek			Prod (gramoz)			Kršje	
			drobni	srednji	debeli	drobni	srednji	debeli		



Preiskal Krumpestar



# DOLOČITEV CBR VREDNOSTI V LABORATORIJU

SIST EN 13286-47:2004



Vzorec številka : LZ 90-22 Datum odvzema : 10.3.2022 D.N. : 2007266

Delovišče : Barjanska cesta SI-1

Vrsta materiala : elektrofilterski pepel, nasip

Priprava valja : SPP

$W_{opt} =$  - %

Maksimalna suha prost. masa = - kg/m<sup>3</sup>

$W_0 =$  52,80 %

Suha prost. masa pri  $W_0 =$  1029 kg/m<sup>3</sup>

$W$  pred preiskavo = 52,80 %

Suha prost. masa pred preiskavo = 1029 kg/m<sup>3</sup>

$W$  po preiskavi = 53,50 %

Suha prost. masa po preiskavi = 1037 kg/m<sup>3</sup>

Zgoščevalno delo : SPP

Višina nabijanja : 30 cm

Število plasti : 3

Premer največjega zrna : - mm

Teža nabijala : 2,5 kg

Število udarcev na plast : 21

PREISKAVA NABREKANJA :

PREOBTEŽBA VZORCA : 4,5 kg

višina vzorca  $h_0 =$  122 mm

čas (h)	0	1	2,5	6,75	28	69,5	70,5						
%	-0,02	-0,62	-0,79	-0,85	-0,85	-0,85	-0,85						

CBR preizkus : PREOBTEŽBA VZORCA : 4,5 kg

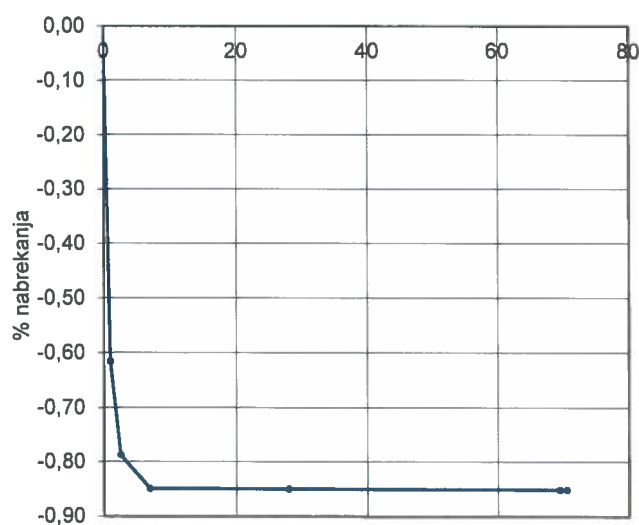
Čas : ( s )	0	10	15	20	40	60	118	150	236	354
Vtisnenje : ( mm )	0,00	0,21	0,32	0,42	0,85	1,27	2,50	3,18	5,00	7,49
Sila : ( kN )										

$CBR_1 =$  - % ,  $CBR_{1kor.} =$  - %

Čas : ( s )	0	10	15	20	40	60	118	150	236	354
Vtisnenje : ( mm )	0,00	0,21	0,32	0,42	0,85	1,27	2,50	3,18	5,00	7,49
Sila : ( kN )	0,00	0,01	0,02	0,03	0,03	0,04	0,06	0,07	0,09	0,13

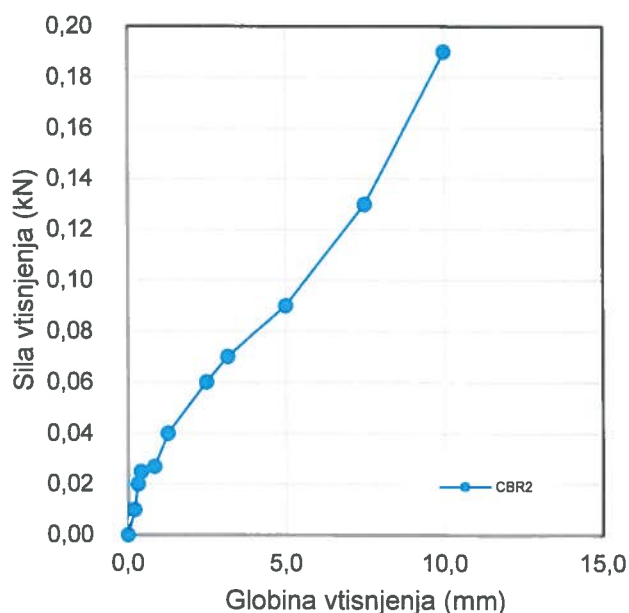
$CBR_2 =$  0,5 % ,  $CBR_{2kor.} =$  - %

Diagram nabrekanja



čas v urah

CBR



**POROČILO**  
**o laboratorijskih preiskavah zemljin**  
**št.poročila: LZ-091-22**

DELOVNI NALOG:	2007266
LAB. ŠT. VZORCA:	LZ-091-22
IZVAJALEC:	/
NAROČNIK/INVESTITOR:	CPI / Stabi
GRADBIŠČE:	Barjanska cesta
MESTO ODVZEMA:	SI-2
PLAST:	NNP
VRSTA MATERIALA:	kamniti drobljenec
VZOREC ODVZEL:	Birk (po SIST EN 932-1:1999)#
DATUM ODVZEMA:	10.03.2022
DATUM ZAKLJUČKA:	21.03.2022

REZULTATI PRESKUSOV:				PRILOGE:
KLASIFIKACIJA: (U.S.C.S.)	GW #			/
VLAŽNOST: (SIST EN 1097-5:2008)	2 #			/
ZRNAVOST: (SIST EN 933-1:2012)	< 0,063 = 4,7%	Cu = 25,8 #	Cc = 1,7 #	Priloženo
HUMOZNOST: (SIST EN 1744-1:2010+A1:2013)	/			/
OPT. VLAŽNOST IN GOSTOTA: (SIST EN 13286-2:2010/AC:2013)	W <sub>opt</sub> =	/	W <sub>kor</sub> =	/
	ρ <sub>d</sub> (Mg/m <sup>3</sup> )=	/	ρ <sub>d kor</sub> (Mg/m <sup>3</sup> )=	/
METILEN MODRO: (SIST EN 933-9:2009+A1:2013)	/			/
DELEŽ LOMLJENIH ZRN: (SIST EN 933-5 in SIST EN 933-5/A1:2004)	C <sub>tr</sub> =	/	C <sub>tc</sub> =	/
	C <sub>r</sub> =	/	C <sub>c</sub> =	/
PLASTIČNOST: (JUS U.B1.020:1980)	W <sub>p</sub> =	/	W <sub>l</sub> =	/
	I <sub>p</sub> =	/	I <sub>c</sub> =	/
CBR : (SIST EN 13286-47)	/			/

**Opombe:**

Datum poročila: 21.03.2022

**OBDELAL:**

 Demian SALOM, dipl. inž. grad.

**VODJA LABORATORIJA:**

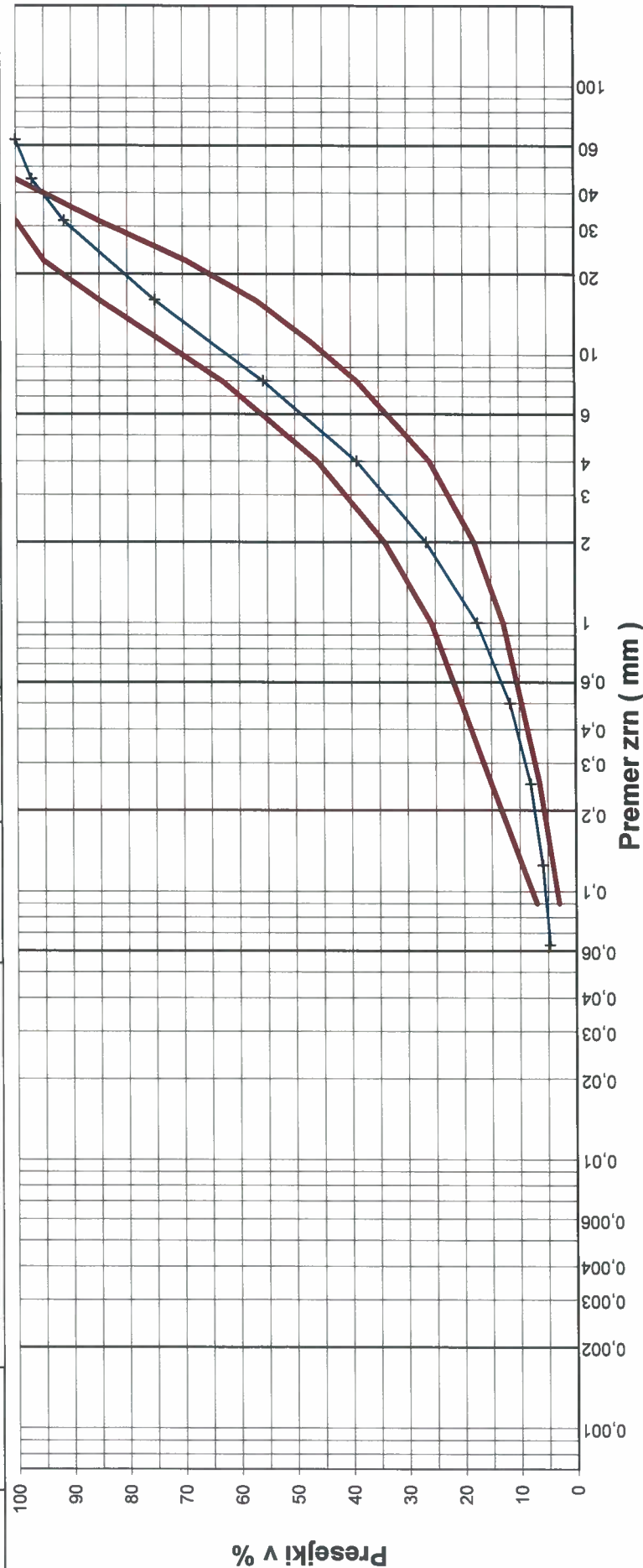
 dr. Samo GOSTIČ, univ.dipl.inž.grad.

**GRADBENI INŠTITUT<sup>2</sup>**  
**ZRMK d.o.o.**  
Ljubljana, Dimičeva 12

Rezultati preskušanja se nanašajo izključno na preskusne primerke. Poročilo se sme reproducirati samo v celoti.

<b>ZRNAVOST po SIST EN 933-1:2012</b> VZ. ŠT.: LZ-091-22 D.N.: 2007266 DATUM ODVZEMA: 10.03.2022 DELOVIŠČE: Barjanska cesta SI-2										<b>ZRMK INSTITUT</b> Gradbeni inštitut ZRMK d.o.o. Building and Civil Engineering Institute Geomehanski laboratorij TAMPON Ø/32 mm										
Krivulja	Vrtina	Globina (m)	U	$d_{50}/d_{10}$	C	$d_{50}^2/(d_{60} \cdot d_{10})$	Vrsta zemljine	Delci pod 0,02 mm	Delci pod 0,063 mm											
+	SI-2		25,8	1,7	0,125	0,25	GW	ni pod.	4,7%											
sito (mm)			0,063	4,7	6	8		0,5	12	1	2	4	8	16	31,5	45	63	90	125	nad 125
Kumulativni presevek (%)										18	27	39	56	75	91	97	100			

Zemljine	Glina	Melj			Pesek			Prod (gramoz)			Kršje	
					drobni	srednji	debili	drobni	srednji	debili		



Preiskal Krumpestar

**POROČILO**  
**o laboratorijskih preiskavah zemljin**  
št.poročila: LZ-092-22

DELOVNI NALOG:	2007266
LAB. ŠT. VZORCA:	LZ-092-22
IZVAJALEC:	/
NAROČNIK/INVESTITOR:	CPI / Stabi
GRADBIŠČE:	Barjanska cesta
MESTO ODVZEMA:	SI-3
PLAST:	NNP
VRSTA MATERIALA:	kamniti drobljenec
VZOREC ODVZEL:	Birk (po SIST EN 932-1:1999)#
DATUM ODVZEMA:	10.03.2022
DATUM ZAKLJUČKA:	21.03.2022

REZULTATI PRESKUSOV:				PRILOGE:
KLASIFIKACIJA: (U.S.C.S.)	GW #			/
VLAŽNOST: (SIST EN 1097-5:2008)	3,2 #			/
ZRNAVOST: (SIST EN 933-1:2012)	< 0,063 = 4,9%	Cu = 22,3 #	Cc = 2,2 #	Priloženo
HUMOZNOST: (SIST EN 1744-1:2010+A1:2013)	/			/
OPT. VLAŽNOST IN GOSTOTA: (SIST EN 13286-2:2010/AC:2013)	W <sub>opt</sub> =	/	W <sub>kor</sub> =	/
	ρ <sub>d</sub> (Mg/m <sup>3</sup> )=	/	ρ <sub>d kor</sub> (Mg/m <sup>3</sup> )=	/
METILEN MODRO: (SIST EN 933-9:2009+A1:2013)	/			/
DELEŽ LOMLJENIH ZRN: (SIST EN 933-5 in SIST EN 933-5/A1:2004)	C <sub>tr</sub> =	/	C <sub>tc</sub> =	/
	C <sub>r</sub> =	/	C <sub>c</sub> =	/
PLASTIČNOST: (JUS U.B1.020:1980)	W <sub>p</sub> =	/	W <sub>l</sub> =	/
	I <sub>p</sub> =	/	I <sub>c</sub> =	/
CBR: (SIST EN 13286-47)	/			/

**Opombe:**

Datum poročila: 21.03.2022

**OBDELAL:**

 Demian SALOM, dipl. inž. grad.

**VODJA LABORATORIJA:**

 dr. Samo GOSTIČ, univ. dipl. inž. grad.

**GRADBENI INŠTITUT<sup>2</sup>**  
**ZRMK d.o.o.**  
Ljubljana, Dimičeva 12

Rezultati preskušanja se nanašajo izključno na preskusne primerke. Poročilo se sme reproducirati samo v celoti.

## ZRNAVOST po SIST EN 933-1:2012

VZ. ŠT.: LZ-092-22

D.N.: 2007266  
Geomehanski laboratorij

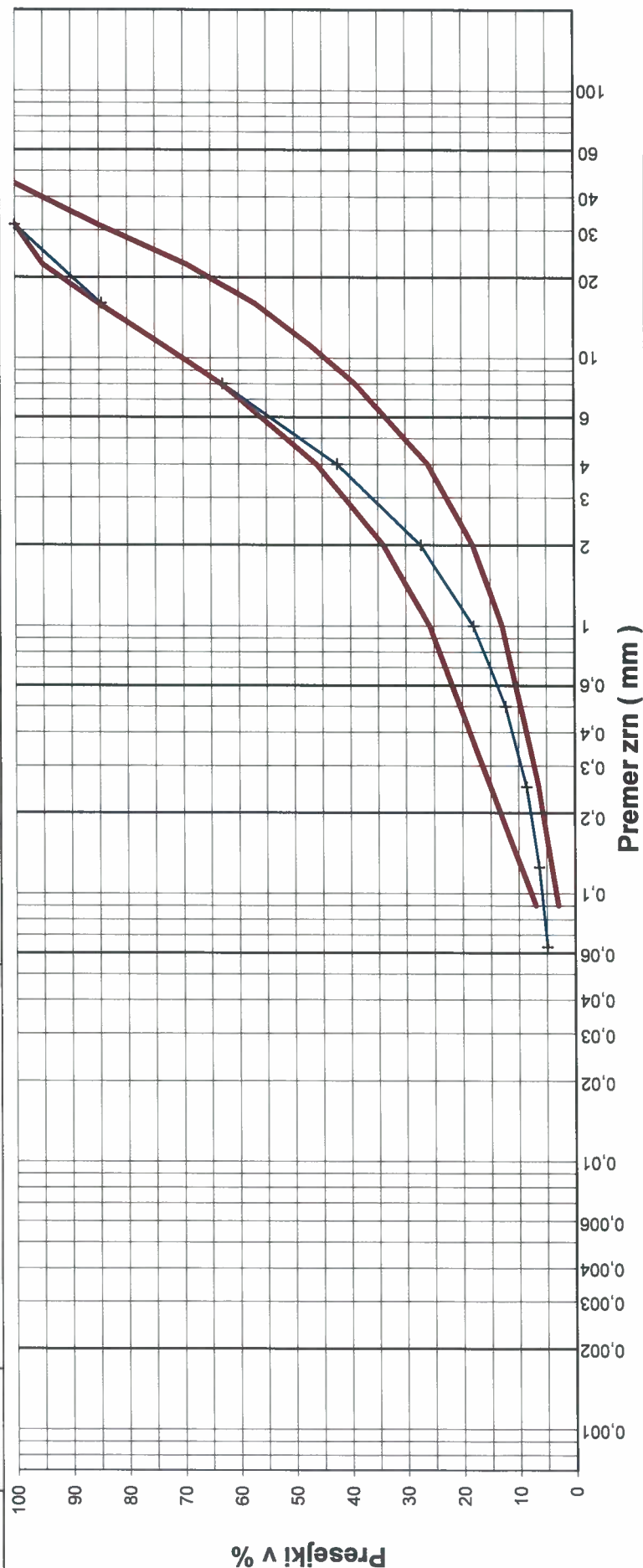
DATUM ODVZEMA: 10.03.2022 DATUM IZVEDBE: 16.03.2022

DELOVIŠČE: Barjanska cesta

S1-3

Krivulja	Vrtina	Globina ( m )	U $d_{60}/d_{10}$	C $d_{30}^2/(d_{60} \cdot d_{10})$	Vrsta zemljine	Dejci pod 0,02 mm	Dejci pod 0,063 mm
<b>+</b>	SI-3		22,3	2,2	GW	ni pod.	4,9%
sito (mm)			0,063	0,125	0,25	0,5	1
Kumulativni presevek (%)			4,9	6	9	12	18

Zemljine	Glina	Meij	Pesek			Prod (gramoz)			Kršje
			drobni	srednji	debeli	drobni	srednji	debeli	



## Preiskal Krumpestar

GRADOBENI INŠTITUT<sup>2</sup>

ZRMK d.o.o.

Stran 17

**POROČILO**  
**o laboratorijskih preiskavah zemljin**  
**št.poročila: LZ-093-22**

DELOVNI NALOG:	2007266
LAB. ŠT. VZORCA:	LZ-093-22
IZVAJALEC:	/
NAROČNIK/INVESTITOR:	CPI / Stabi
GRADBIŠČE:	Barjanska cesta
MESTO ODVZEMA:	SI-3
PLAST:	PO
VRSTA MATERIALA:	kamniti drobljenec
VZOREC ODVZEL:	Birk (po SIST EN 932-1:1999)#
DATUM ODVZEMA:	10.03.2022
DATUM ZAKLJUČKA:	21.03.2022

REZULTATI PRESKUSOV:				PRILOGE:
KLASIFIKACIJA: (U.S.C.S.)	GW-GP #			/
VLAŽNOST: (SIST EN 1097-5:2008)	3,3 #			/
ZRNAVOST: (SIST EN 933-1:2012)	< 0,063 = 7,1%	Cu = 37,2 #	Cc = 2,9 #	Priloženo
HUMOZNOST: (SIST EN 1744-1:2010+A1:2013)	/			/
OPT. VLAŽNOST IN GOSTOTA: (SIST EN 13286-2:2010/AC:2013)	W <sub>opt</sub> =	/	W <sub>kor</sub> =	/
	ρ <sub>d</sub> (Mg/m <sup>3</sup> )=	/	ρ <sub>d kor</sub> (Mg/m <sup>3</sup> )=	/
METILEN MODRO: (SIST EN 933-9:2009+A1:2013)	/			/
DELEŽ LOMLJENIH ZRN: (SIST EN 933-5 in SIST EN 933-5/A1:2004)	C <sub>tr</sub> =	/	C <sub>tc</sub> =	/
	C <sub>r</sub> =	/	C <sub>c</sub> =	/
PLASTIČNOST: (JUS U.B1.020:1980)	W <sub>p</sub> =	/	W <sub>l</sub> =	/
	I <sub>p</sub> =	/	I <sub>c</sub> =	/
CBR: (SIST EN 13286-47)	/			/

**Opombe:**

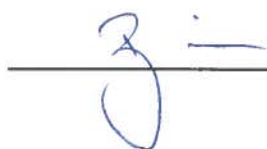
Datum poročila: 21.03.2022

**OBDELAL:**

 Demian SALOM, dipl. inž. grad.

**VODJA LABORATORIJA:**

 dr. Samo GOSTIČ, univ. dipl. inž. grad.



**GRADBENI INŠTITUT<sup>2</sup>**  
**ZRMK d.o.o.**  
 Ljubljana, Dimičeva 12



Rezultati preskušanja se nanašajo izključno na preskusne primerke. Poročilo se sme reproducirati samo v celoti.







**POROČILO**  
**o laboratorijskih preiskavah zemljin**  
**št.poročila: LZ-094-22**

DELOVNI NALOG:	2007266
LAB. ŠT. VZORCA:	LZ-094-22
IZVAJALEC:	/
NAROČNIK/INVESTITOR:	CPI / Stabi
GRADBIŠČE:	Barjanska cesta
MESTO ODVZEMA:	SI-3
PLAST:	NMU
VRSTA MATERIALA:	kamniti drobljenec
VZOREC ODVZEL:	Birk (po SIST EN 932-1:1999)#
DATUM ODVZEMA:	10.03.2022
DATUM ZAKLJUČKA:	21.03.2022

REZULTATI PRESKUSOV:				PRILOGE:
KLASIFIKACIJA: (U.S.C.S.)	GP #			/
VLAŽNOST: (SIST EN 1097-5:2008)	4,2 #			/
ZRNAVOST: (SIST EN 933-1:2012)	< 0,063 = 12,2%	ni #	ni #	Priloženo
HUMOZNOST: (SIST EN 1744-1:2010+A1:2013)	/			/
OPT. VLAŽNOST IN GOSTOTA: (SIST EN 13286-2:2010/AC:2013)	W <sub>opt</sub> =	/	W <sub>kor</sub> =	/
	ρ <sub>d</sub> (Mg/m <sup>3</sup> )=	/	ρ <sub>d kor</sub> (Mg/m <sup>3</sup> )=	/
METILEN MODRO: (SIST EN 933-9:2009+A1:2013)	/			/
DELEŽ LOMLJENIH ZRN: (SIST EN 933-5 in SIST EN 933-5/A1:2004)	C <sub>tr</sub> =	/	C <sub>tc</sub> =	/
	C <sub>r</sub> =	/	C <sub>c</sub> =	/
PLASTIČNOST: (JUS U.B1.020:1980)	W <sub>p</sub> =	/	W <sub>l</sub> =	/
	I <sub>p</sub> =	/	I <sub>c</sub> =	/
CBR: (SIST EN 13286-47)	/			/

**Opombe:**

Datum poročila: 21.03.2022

**OBDELAL:**

*Demian SALOM*, dipl. inž. grad.

**VODJA LABORATORIJA:**

*dr. Samo GOSTIČ*, univ.dipl.inž.grad.

*[Signature]*

**GRADBENI INŠTITUT<sup>2</sup>**  
**ZRMK d.o.o.**  
Ljubljana, Dimičeva 12

Rezultati preskušanja se nanašajo izključno na preskusne primerke. Poročilo se sme reproducirati samo v celoti.

## ZRNAVOST po SIST EN 933-1:2012

VZ. ŠT.: LZ-094-22

D.N.: 2007266

DATUM ODVZEMA : 10.03.2022 DATUM IZVEDBE: 21.03.2022

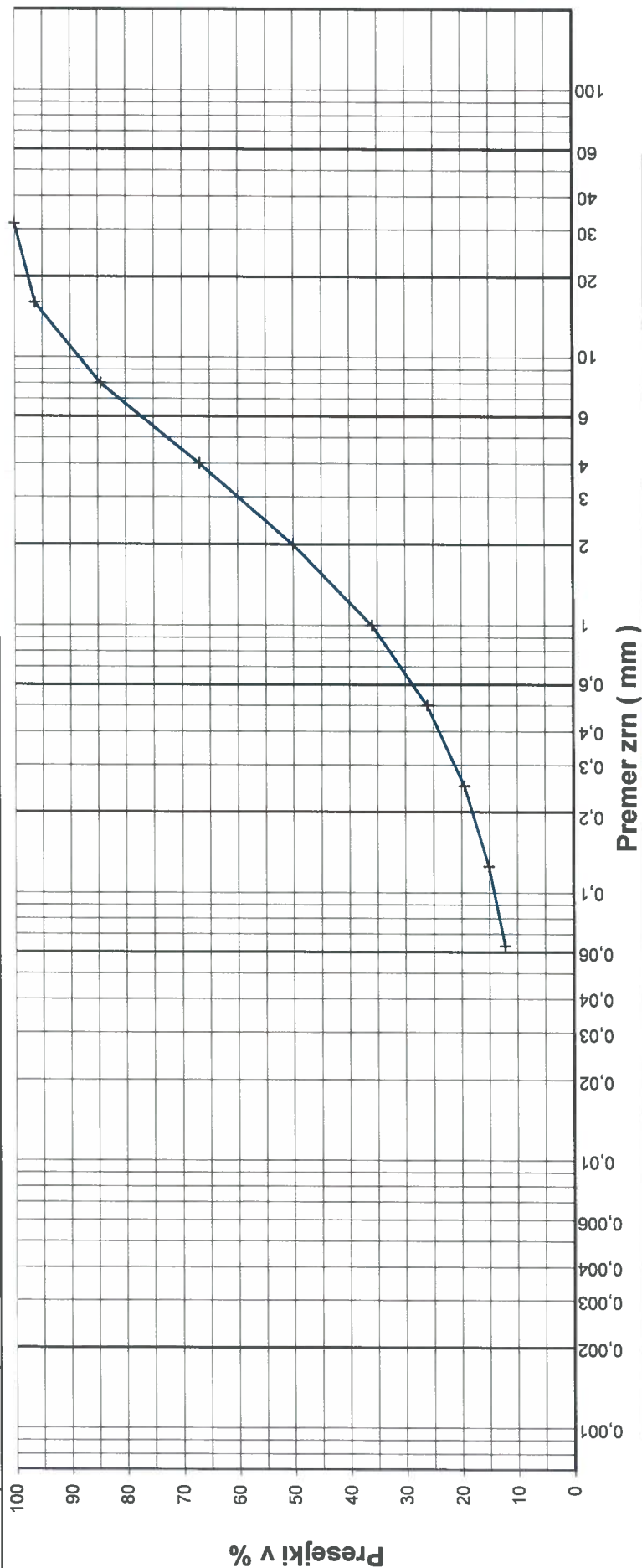
**DELOVIŠČE:** Barjanska cesta

SI-3

## Geomehanski laboratorij

Krivulja	Vrtina	Globina ( m )	U $d_{60}/d_{10}$	C $d_{30}^2/(d_{60} \cdot d_{10})$	Vrsta zemljine	Delci pod 0,02 mm	Delci pod 0,063 mm
<b>+</b>	SI-3		ni pod.	ni pod.	GP	ni pod.	12,2%
sito (mm)			0,063	0,125	0,25	0,5	1
Kumulativni presevek (%)			12,2	15	19	26	36

Zemljine	Glina	Meij	Pesek			Prod (gramoz)			Kršje
			drobni	srednji	debeli	drobni	srednji	debeli	



## Preiskal Krumpestar

UBENI INŠTITUT<sup>2</sup>  
ZRMK d.o.o.

Ulica, čimčeva 12  
11000

**POROČILO**  
**o laboratorijskih preiskavah zemljin**  
št.poročila: LZ-095-22

DELOVNI NALOG:	2007266
LAB. ŠT. VZORCA:	LZ-095-22
IZVAJALEC:	/
NAROČNIK/INVESTITOR:	CPI / Stabi
GRADBIŠČE:	Barjanska cesta
MESTO ODVZEMA:	SI-4
PLAST:	NNP
VRSTA MATERIALA:	kamniti drobljenec
VZOREC ODVZEL:	Birk (po SIST EN 932-1:1999)#
DATUM ODVZEMA:	10.03.2022
DATUM ZAKLJUČKA:	21.03.2022

REZULTATI PRESKUSOV:				PRILOGE:
KLASIFIKACIJA: (U.S.C.S.)	GW-GP #			/
VLAŽNOST: (SIST EN 1097-5:2008)	3,7 #			/
ZRNAVOST: (SIST EN 933-1:2012)	< 0,063 = 5,1%	Cu = 19,8 #	Cc = 2 #	Priloženo
HUMOZNOST: (SIST EN 1744-1:2010+A1:2013)	/			/
OPT. VLAŽNOST IN GOSTOTA: (SIST EN 13286-2:2010/AC:2013)	W <sub>opt</sub> =	/	W <sub>kor</sub> =	/
	ρ <sub>d</sub> (Mg/m <sup>3</sup> )=	/	ρ <sub>d kor</sub> (Mg/m <sup>3</sup> )=	/
METILEN MODRO: (SIST EN 933-9:2009+A1:2013)	/			/
DELEŽ LOMLJENIH ZRN: (SIST EN 933-5 in SIST EN 933-5/A1:2004)	C <sub>tr</sub> =	/	C <sub>tc</sub> =	/
	C <sub>r</sub> =	/	C <sub>c</sub> =	/
PLASTIČNOST: (JUS U.B1.020:1980)	W <sub>p</sub> =	/	W <sub>l</sub> =	/
	I <sub>p</sub> =	/	I <sub>c</sub> =	/
CBR: (SIST EN 13286-47)	/			/

**Opombe:**

Datum poročila: 21.03.2022

**OBDELAL:**

 Demian SALOM, dipl. inž. grad.

**GRADBENI INŠTITUT<sup>2</sup>**  
**ZRMK d.o.o.**  
Ljubljana, Dimičeva 12

**VODJA LABORATORIJA:**

 dr. Samo GOSTIČ, univ. dipl. inž. grad.

Rezultati preskušanja se nanašajo izključno na preskusne primerke. Poročilo se sme reproducirati samo v celoti.

**ZRNAVOST po SIST EN 933-1:2012**

VZ. ŠT.: LZ-095-22

D.N.: 2007266

DATUM ODVZEMA: 10.03.2022

DELOVIŠČE: Barjanska cesta

**Geomehanski laboratorij**

TAMPON 0/32 mm

Delci pod 0,063 mm: 5,1%

Delci pod 0,02 mm: ni pod.

Vrsta zemljine: GW-GP

C: 2,0

U: 19,8

Globina (m):

Delci pod 0,063 mm: 1

Delci pod 0,02 mm: 12

Vrsta zemljine: 9

C: 0,125

U: 5,1

Globina (m):

sito (mm): 0,063

Kumulativni presevek (%): 5,1

2: 4

4: 46

8: 66

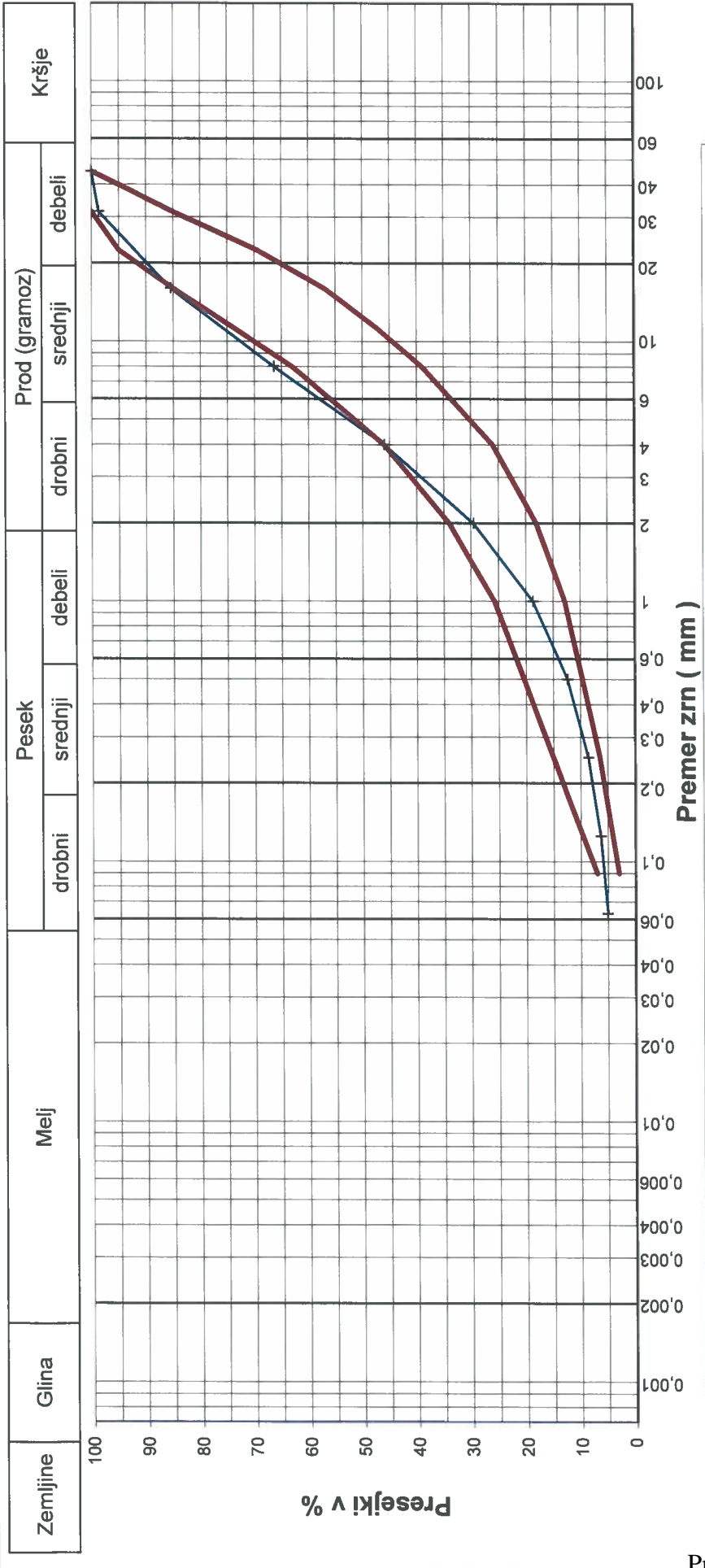
16: 85

31,5: 99

45: 100

63: 125

90: nad 125



**P.7 POROČILO O LABORATORIJSKIH PREISKAVAH NA  
VZORCIH ZEMLJIN IZ SONDAŽNIH VRTIN IN IZKOPOV  
IZVEN OBSTOJEČEGA VOZIŠČA**



**LABTEST, geotehnična in druga tehnična testiranja, d.o.o.**

Idrijska cesta 42, SI - 1360 Vrhnika

e-mail: info@labtest.si

ID za DDV: SI51322153

IBAN št.: SI56 0202 7026 3781 321

Matična št.: 8900655000

Vrhnika: 17. 3. 2022

Arh. št: P14-03-22

## **ELABORAT O GEOMEHANSKIH LABORATORIJSKIH PREISKAVAH VZORCEV Z LOKACIJE 'BARJANSKA CESTA V LJUBLJANI'**

**Naročnik:**

STABI d.o.o.

Ulica Koroškega bataljona 22

1231 Ljubljana – Črnuče

Direktor:

Marjan Filipič



Izvedba preiskav: Marjan Filipič

Miha Peternel, mag.inž. geotehnol.

Milan Žerjal, univ. dipl.inž.geol.

Priprava poročila: Marjan Filipič

---

## VSEBINA

<b>T.1</b>	<b>UVOD .....</b>	<b>3</b>
<b>T.2</b>	<b>PREISKAVE NARAVNE VLAGE IN GOSTOTE .....</b>	<b>3</b>
<b>T.3</b>	<b>UGOTAVLJANJE MEJE ŽIDKOSTI IN MEJE PLASTIČNOSTI .....</b>	<b>4</b>
<b>T.4</b>	<b>UGOTAVLJANJE ZRNAVOSTNE SESTAVE.....</b>	<b>4</b>
<b>T.5</b>	<b>UGOTAVLJANJE STRIŽNE TRDNOSTI.....</b>	<b>4</b>
<b>T.6</b>	<b>UGOTAVLJANJE STISLJIVOSTI .....</b>	<b>5</b>
<b>T.7</b>	<b>DOLOČITEV TOČKOVNEGA TRDNOSTNEGA INDEKSA .....</b>	<b>5</b>
<b>T.8</b>	<b>ZAKLJUČEK.....</b>	<b>6</b>

## PRILOGE

<b>P.1</b>	<b>Zbirna preglednica izvedenih geomehanskih laboratorijskih preiskav</b>
<b>P.2 do P.4</b>	<b>Rezultati ugotavljanja meje židkosti in plastičnosti</b>
<b>P.5 do P.12</b>	<b>Rezultati preiskav zrnivosti</b>
<b>P.13</b>	<b>Rezultati neposrednega strižnega preskusa</b>
<b>P.14 do P.19</b>	<b>Rezultati preiskav stisljivosti v edometru</b>
<b>P.20</b>	<b>Rezultati preiskav točkovnega trdnostnega indeksa</b>

## T.1 Uvod

Od podjetja STABI d.o.o. smo v raziskavo dobili serijo vzorcev, ki so bili za potrebe rekonstrukcije Barjanske ceste v Ljubljani odvzeti iz jeder vrtin izvedenih z rotacijskim jedrovanjem ali v sondažnih razkopih. Preskušanci so bili oviti v PVC folije ali PVC vrečke in zaščiteni pred izhlapevanjem. Na vzorcih je bila poleg oznake sonde označena tudi globina odvzema. V preglednici na prilogi P.1 sicer oznaka P – porušen vzorec (oznaka I – intakten vz. pripada vzorcem odvzetim direktno v jedernik). Z drugimi podatki ne razpolagamo.

Vzorci zemljin smo v laboratorij Labtest d.o.o. prejeli 3.3.2022 in 11.3.2022.



*Slika 1: Oprema na kateri smo izvajali preiskave*

V nadaljevanju podajamo postopke in interpretacije meritev, ki so bile izvedene skladno s programom preiskav, ki ga je podal naročnik.

## T.2 Preiskave naravne vlage in gostote

Naravno vlažnost smo določili na treh glinastih preskušancih, ki smo jih do konstantne mase izsušili pri 105°C, skladno s standardom SIST 17892-1:2015.

Vlažnost dostavljenih vzorcev drobnnozrnatih zemljin je ugotovljena v razponu **od 22.8 – 28.8%**.

Gostoto smo drobnnozrnatim zemljinam določili po linearni metodi s tehtanjem vzorca v znanem volumnu, kot predpisuje standard SIST 17892-1:2015. S pomočjo znane vlage smo določili tudi suho gostoto. V naravnem stanju smo na podlagi 3 preiskav ugotovili gostotni razpon od **1.95 – 2.08 Mg/m<sup>3</sup>**, suha gostota pa je v območju **1.51 – 1.69 Mg/m<sup>3</sup>**.

Ugotavljamo tudi, da so preiskane koherentne zemljine z obravnavanega območja pretežno popolnoma zasičene.

Gostoto smo določili tudi na vzorcu EF pepela, tu smo uporabili metodo s potapljanjem vzorca v tekočino. Za ta material ugotavljamo gostoto **1.53 Mg/m<sup>3</sup>**.

## T.3 Ugotavljanje meje židkosti in meje plastičnosti

Atterbergove meje smo določili po metodi s konusom (80g / 30°), analizirali smo 3 preskušance po standardu SIST EN ISO 17892-12:2018.

Parametri ugotovljeni s to preiskavo so nam služili tudi za klasifikacijo materialov, kot veleva tehnična specifikacija TSPI PG.05.200:2021. V preglednici na prilogi 1 podajamo tudi oznake za razvrščanje po USCS klasifikaciji.

Vse tri preskušance smo klasificirali kot **gline nizke in srednje plastičnosti v srednje gnetnem ali na meji s težko gnetnim konsistenčnim stanjem (indeks konsistence med 0.37 in 0.70).**

## T.4 Ugotavljanje zrnastostne sestave

Zrnastostni sestav smo določili na štirih pripovršinskih preskušancih, poslužili smo se metode sejanja z izpiranjem (mokro sejanje). Deleži posameznih frakcij so nam služili za klasifikacijo materiala (slovenska TSG-211-002:2021 in mednarodna USCS), poleg tega pa podajamo tudi oceno vodoprepustnosti na podlagi zrnastosti (USBR in HAZEN).

Za pripovršinska materiala podajamo tudi primerjalne krivulje območja ujemanja za sestavo kamnitih zrn 0/22 mm in 0/31 mm kot opisuje tehnična specifikacija TSC 06.200 : 2003.

**Velja opomba, da je prirodu iz vrtine V-1 meljasto vezivo določeno na podlagi poteka sedimentacije in ne iz Atterbergove preiskave konsistenčnih mej, kot je to sicer priporočljivo v strokovni literaturi.**

## T.5 Ugotavljanje strižne trdnosti

Parametre strižne trdnosti za Mohr-Coulombov porušitveni kriterij smo določili za 1 vzorec, preiskovali pa smo ga v neposrednih strižnih aparatih. Po tri preskušance smo najprej konsolidirali pri različnih navpičnih obremenilnih stopnjah, kar nam je služilo tudi za določitev strižne hitrosti, skladno s standardom SIST EN ISO 17892-10:2019.

Vsi preskušanci so bili analizirani v preplavljenem stanju.

**Ugotovili smo strižni kot 30.3° ob pripadajoči koheziji 5.3 kPa.**

## T.6 Ugotavljanje stisljivosti

V tem primeru smo analizirali 3 preskušance. Na globljih smo izvedli 6 obremenilnih in 2 razbremenilne stopnje do vertikalne obtežbe 600 kPa, na enem nekoliko višje ležečem vzorcu pa 5 obremenilnih stopenj do 400 kPa in 2 razbremenilni stopnji. Analize so bile izvedene v preplavljenem stanju.

Poleg edometrskih modulov podajamo tudi časovne komponente za konsolidacijo ( $c_v$ ), kar smo iz diagramov preiskav določili po metodi Casagrande ter druge parametre za numerično modeliranje tal ( $C_\alpha$ ,  $\lambda$ ,  $\kappa$ ), s pripombo da sekundarni del konsolidacije ni bil v popolnosti raziskan, saj je obremenitev na posamezni stopnji trajala praviloma 24h.

**Moduli stisljivosti in drugi ugotovljeni parametri so razvidni iz prilog.**

## T.7 Določitev točkovnega trdnostnega indeksa

Točkovni trdnostni indeks smo določili na kosih EF pepela nepravilnih oblik, ki so bili odvzeti iz razkopa R-1. V povprečju smo ugotovili vrednost  $Is_{50} = 0.16 \text{ MPa}$ , ob upoštevanjem relacije **z enoosno tlačno trdnostjo ( $K=6$ ) pa le ta znaša  $0.96 \text{ MPa}$** . Kljub navidez homogeni sestavi, pa je registriran velik raztros v merjenih rezultatih, zato v prilogi podajamo tudi statistično analizo.

**Pripomnimo naj, da je relacija z enoosno tlačno trdnostjo v tem primeru zelo subjektivna, saj je preiskava v osnovi namenjena trdnostni oceni kamnin; v tem primeru gre za lahek in zelo krhek ter drobljiv material, ki pa v vgrajenem stanju lahko izkazuje drugačne lastnosti, kot prosti preskušanci.**



*Slika 2: Preskušanci med preiskavo*

## T.8 Zaključek

Rezultati laboratorijskih preiskav naj bodo upoštevani skladno z omejitvami, ki so splošno znane pri tovrstnih analizah (velikost, reprezentativnost in količina preskušancev, kvaliteta jedra itd.), zato jih je smiselno kombinirati z ostalimi znanimi podatki (in-situ raziskave in arhivski podatki).



# PREGLEDNICA REZULTATOV GEOMEHANSKIH LABORATORIJSKIH PREISKAV

OBJEKT: Barjanska cesta v Ljubljani  
 NAROČNIK: STABI d.o.o.

SONDA	INTERVAL GLOBINE	VRSTA VZORCA (I-intakten, P- porušen)	KLASIFIKACIJA TSG-211-002	USCS OZNAKA	OPIS	NARAVNA VLAGA	GOSTOTA	SUHA GOSTOTA	MEJA ŽIDKOSTI	MEJA PLASTIČNOSTI	INDEKS PLASTIČNOSTI	INDEKS KONSISTENCE	ŽEPNI PENETROM.	NEPOSREDNI STRIŽNI PRESKUS	STISLJIVOST V EDMETRU (preplavljeno)								TOČKOVNI TRDNOSTNI INDEKS	ZRNAVOST				
						w <sub>0</sub>	ρ	ρ <sub>d</sub>	w <sub>L</sub>	w <sub>P</sub>	I <sub>P</sub>	I <sub>c</sub>	q <sub>už</sub>	c	φ	E <sub>oed</sub>								I <sub>s 50</sub>	< 0.063mm	0.063-2mm	2-63mm	
																	25-75 kPa	75-150 kPa	150-300 kPa	300-600 kPa	4-50 kPa	50-100 kPa	100-200 kPa	200-400 kPa				
	[m]					[%]	Mg/m <sup>3</sup>	Mg/m <sup>3</sup>	[%]	[%]	[%]		[kPa]	[kPa]	[o]		[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[MPa]	[%]	[%]	[%]
V-1	14.4 - 14.7	P	CIL	CL	nizko plastična glina	27.9- 28.7	1.95	1.51	32.8	19.8	13	0.37	30-45				2580	4500	4830	7940								
V-1	17.5 - 18.0	P	siGr	GM	meljast gramoz s peskom																					15.6	33.0	51.4
V-1	21.4 - 21.7	P	CIM	CL	srednje plastična glina	25.9- 28.8	1.99	1.58	36.8	21.1	15.6	0.70	80-110				1560	3780	5990	9760								
V-1	27.5 - 28.0	P	siSa	SM	meljast pesek z gramozom																					15.2	50.3	34.5
V-2	0.04 - 0.5	P	GrW-clGr	GW-GC	dobro zrnat gramoz z glino in peskom																					6.0	22.4	71.6
V-2	9.5 - 9.8	P	CIL	CL	nizko plastična glina	22.8 - 28.3	1.97- 2.08	1.53- 1.69	33.5	18.5	15	0.49	25-45	5.3	30.3						810	2380	4060	7460				
R-1	0.5 - 0.7	P	GrW	GW	dobro zrnat gramoz s peskom																					3.9	19.3	76.8
R-1	1.2 - 2.4	P			EF pepel		1.53																		0.96			



LABTEST d.o.o.  
Idrijska 42, 1360 SI - VRHNIKA  
e-mail: info@labtest.si

# UGOTAVLJANJE MEJE TEKOČINE IN PLASTIČNOSTI (PRESKUS

**S KONUSOM 80g /30°)**  
(SIST EN ISO 17892-12:2018)

NAROČNIK: **STABI d.o.o.**

LOKACIJA : **Barjanska cesta v Ljubljani**

SONDA: **V-1**

OPIS VZORCA IN ZEMLJINE: **NIZKO PLASTIČNA GLINA**

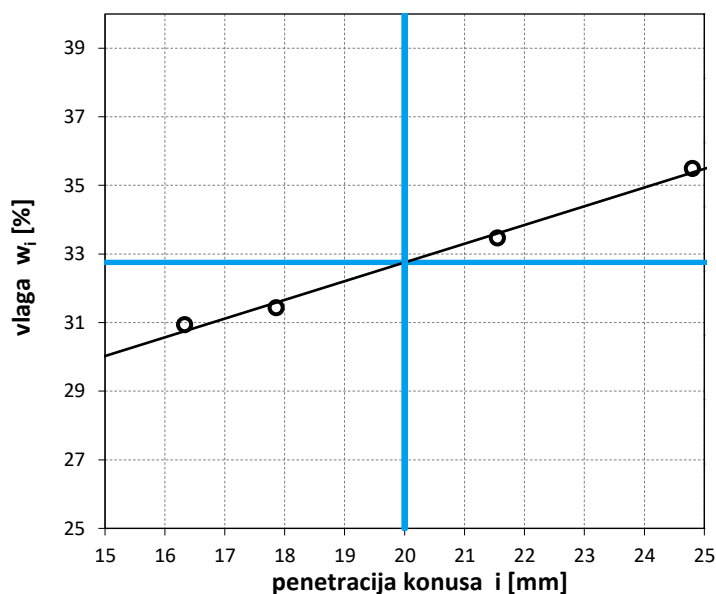
DATUM ODVZEMA VZORCA: .

INTERNA OZNAKA:

GLOBINA: **14.4 - 14.7m**

STANJE VZORCA: **v vrečki**

DATUM PREVZEMA VZ. V LAB.: **3.3.2022**



priprava materiala:

za  $w_p$ : navlažen, pregneten, svaljkan na steklu

za  $w_L$ : navlažen, pregneten

odsejek na 0,4mm:  $p_a$ : **0.00** [%]

naravna vлага  $w$ : **27.9** [%]

meja židkosti  $w_L$ : **32.8** [%]

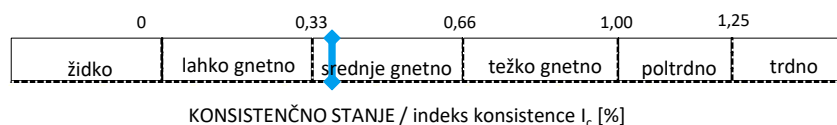
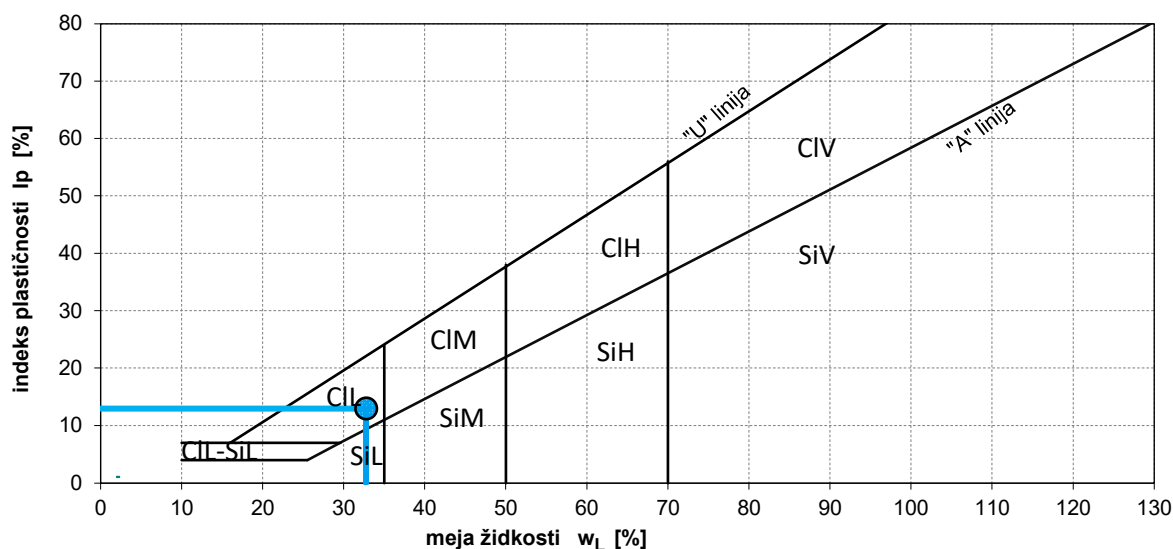
meja plastičnosti  $w_p$ : **19.8** [%]

indeks plastičnosti  $I_p$ : **13.0** [%]

indeks konsistence  $I_c$ : **0.37**

indeks tečenja  $I_L$ : **0.63**

DIAGRAM PLASTIČNOSTI (ASTM D 2487)



klasifikacija vzorca  
**CIL sg. kons.**

DATUM ZAČETKA PREISKAVE: **4.3.2022**

DATUM ZAKLJUČKA PREISKAVE: **8.3.2022**

PREISKAL: **M. PERNEL**, mag.inž. geotekhnol.

PREGLEDAL: **M. FILIPIČ**



LABTEST d.o.o.  
Idrijska 42, 1360 SI - VRHNIKA  
e-mail: info@labtest.si

# UGOTAVLJANJE MEJE TEKOČINE IN PLASTIČNOSTI (PRESKUS

**S KONUSOM 80g /30°)**  
(SIST EN ISO 17892-12:2018)

NAROČNIK: **STABI d.o.o.**

LOKACIJA : **Barjanska cesta v Ljubljani**

SONDA: **V-1**

OPIS VZORCA IN ZEMLJINE: **SREDNJE PLASTIČNA GLINA**

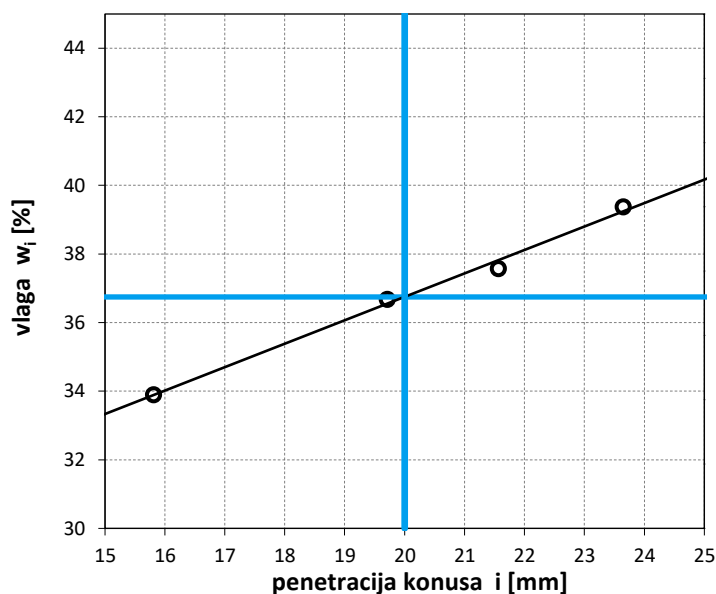
DATUM ODVZEMA VZORCA: .

INTERNA OZNAKA:

GLOBINA: **21.4 - 21.7m**

STANJE VZORCA: **v vrečki**

DATUM PREVZEMA VZ. V LAB.: **3.3.2022**



priprava materiala:

za w<sub>p</sub>: navlažen, pregneten, svaljkan na steklu

za w<sub>L</sub>: navlažen, pregneten

odsejek na 0,4mm: **p<sub>a</sub>: 0.00 [%]**

naravna vlaga **w : 25.8 [%]**

meja židkosti **w<sub>L</sub>: 36.8 [%]**

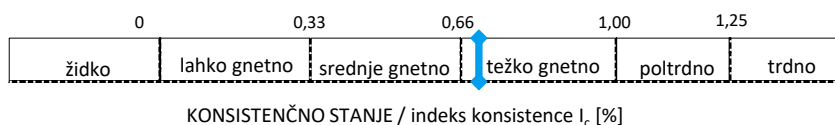
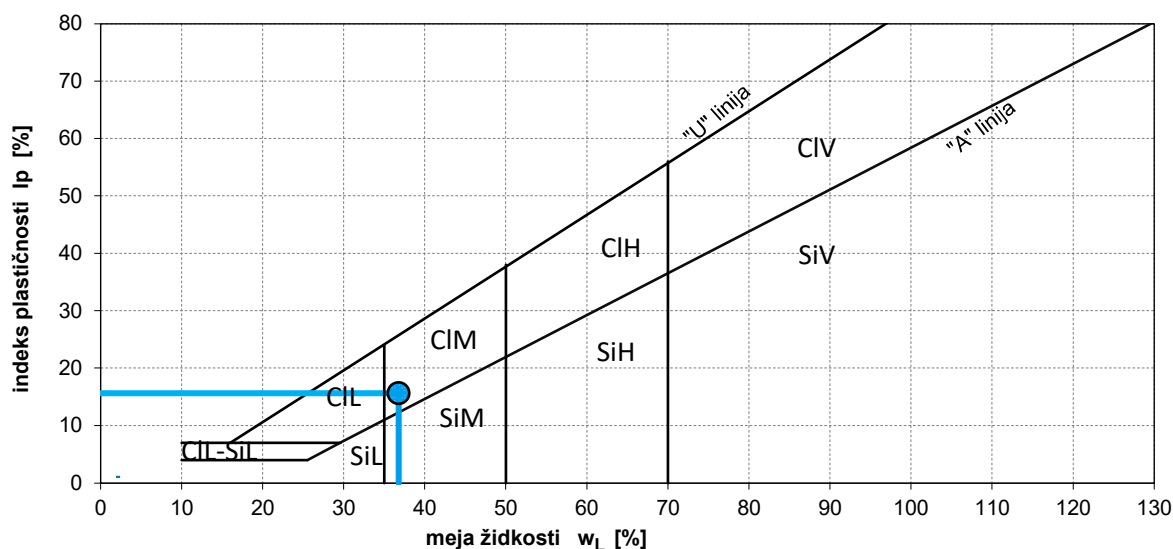
meja plastičnosti **w<sub>p</sub>: 21.1 [%]**

indeks plastičnosti **I<sub>p</sub>: 15.6 [%]**

indeks konsistence **I<sub>c</sub>: 0.70**

indeks tečenja **I<sub>L</sub>: 0.30**

DIAGRAM PLASTIČNOSTI (ASTM D 2487)



klasifikacija vzorca  
**CIM tg. kons.**

DATUM ZAČETKA PREISKAVE: **4.3.2022**

DATUM ZAKLJUČKA PREISKAVE: **8.3.2022**

PREISKAL: **M. PETERNEL**, mag.inž. geotehno.

PREGLEDAL: **M. FILIPIČ**



LABTEST d.o.o.  
Idrijska 42, 1360 SI - VRHNIKA  
e-mail: info@labtest.si

## UGOTAVLJANJE MEJE TEKOČINE IN PLASTIČNOSTI (PRESKUS

**S KONUSOM 80g /30°)**  
(SIST EN ISO 17892-12:2018)

NAROČNIK: **STABI d.o.o.**

LOKACIJA : **Barjanska cesta v Ljubljani**

SONDA: **V-2**

OPIS VZORCA IN ZEMLJINE: **NIZKO PLASTIČNA GLINA**

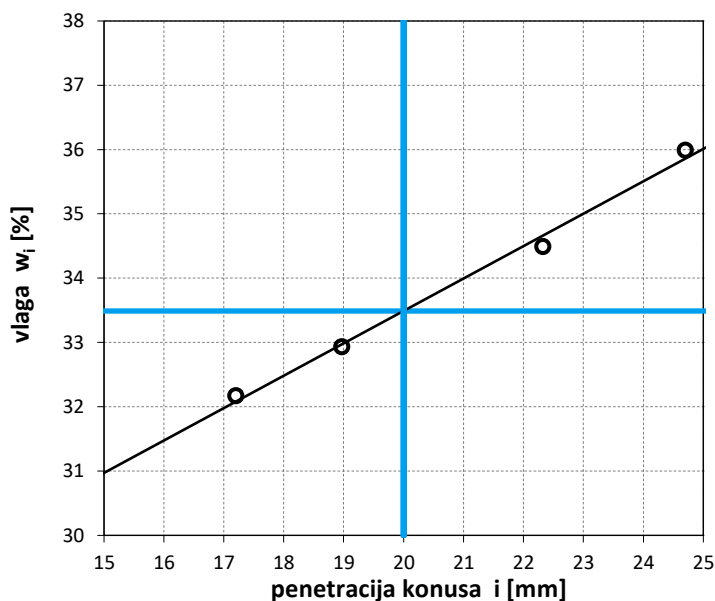
DATUM ODVZEMA VZORCA: .

INTERNA OZNAKA:

GLOBINA: **9.5 - 9.8m**

STANJE VZORCA: **v vrečki**

DATUM PREVZEMA VZ. V LAB.: **3.3.2022**



priprava materiala:

za  $w_p$ : navlažen, pregneten, svaljkan na steklu

za  $w_L$ : navlažen, pregneten

odsejek na 0,4mm:  $p_a$ : **0.00** [%]

naravna vlaga  $w$ : **26.2** [%]

meja židkosti  $w_L$ : **33.5** [%]

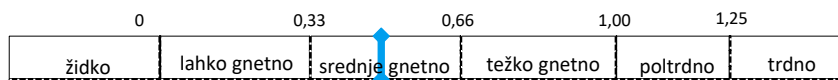
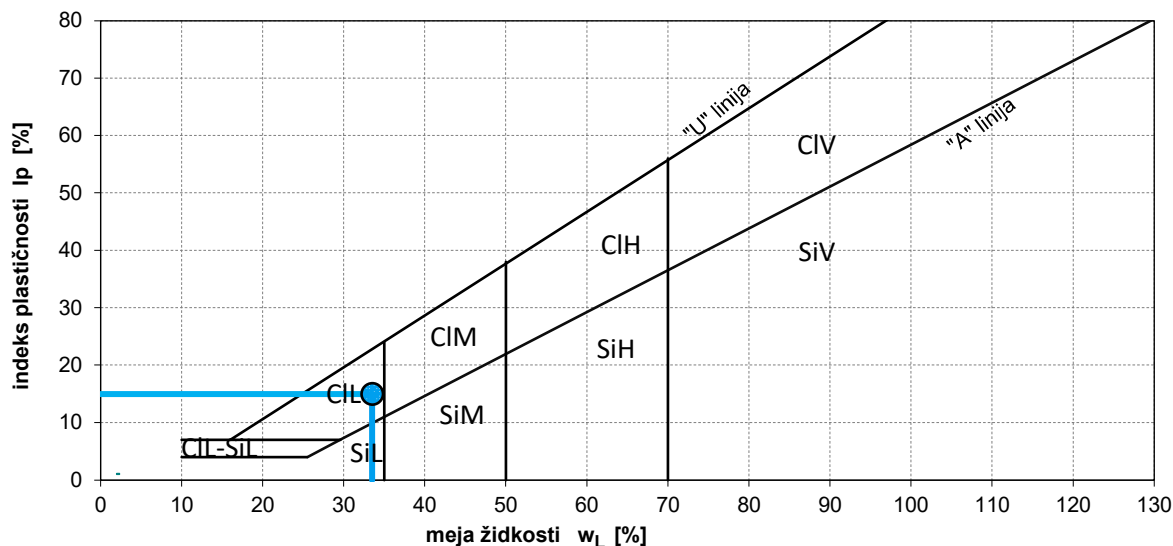
meja plastičnosti  $w_p$ : **18.5** [%]

indeks plastičnosti  $I_p$ : **15.0** [%]

indeks konsistence  $I_c$ : **0.49**

indeks tečenja  $I_L$ : **0.51**

DIAGRAM PLASTIČNOSTI (ASTM D 2487)



KONSISTENČNO STANJE / indeks konsistence  $I_c$  [%]

klasifikacija vzorca  
**CIH** sg. kons.

DATUM ZAČETKA PREISKAVE: **4.3.2022**

DATUM ZAKLJUČKA PREISKAVE: **8.3.2022**

PREISKAL: **M. PERNEL**, mag.inž. geotehol.

PREGLEDAL: **M. FILIPIČ**



LABTEST d.o.o.  
Idrijska cesta 42, SI - 1360 VRHNIKA  
e-mail: info@labtest.si

## UGOTAVLJANJE ZRNAVOSTNE SESTAVE

(SIST EN ISO 17892-4:2017)

NAROČNIK: **STABI d.o.o.**

LOKACIJA: **Barjanska cesta v Lj.**

SONDA: **V-1**

GLOBINA: **17.5 - 18.0 m**

STANJE VZORCA: **porušen - v vrečki**

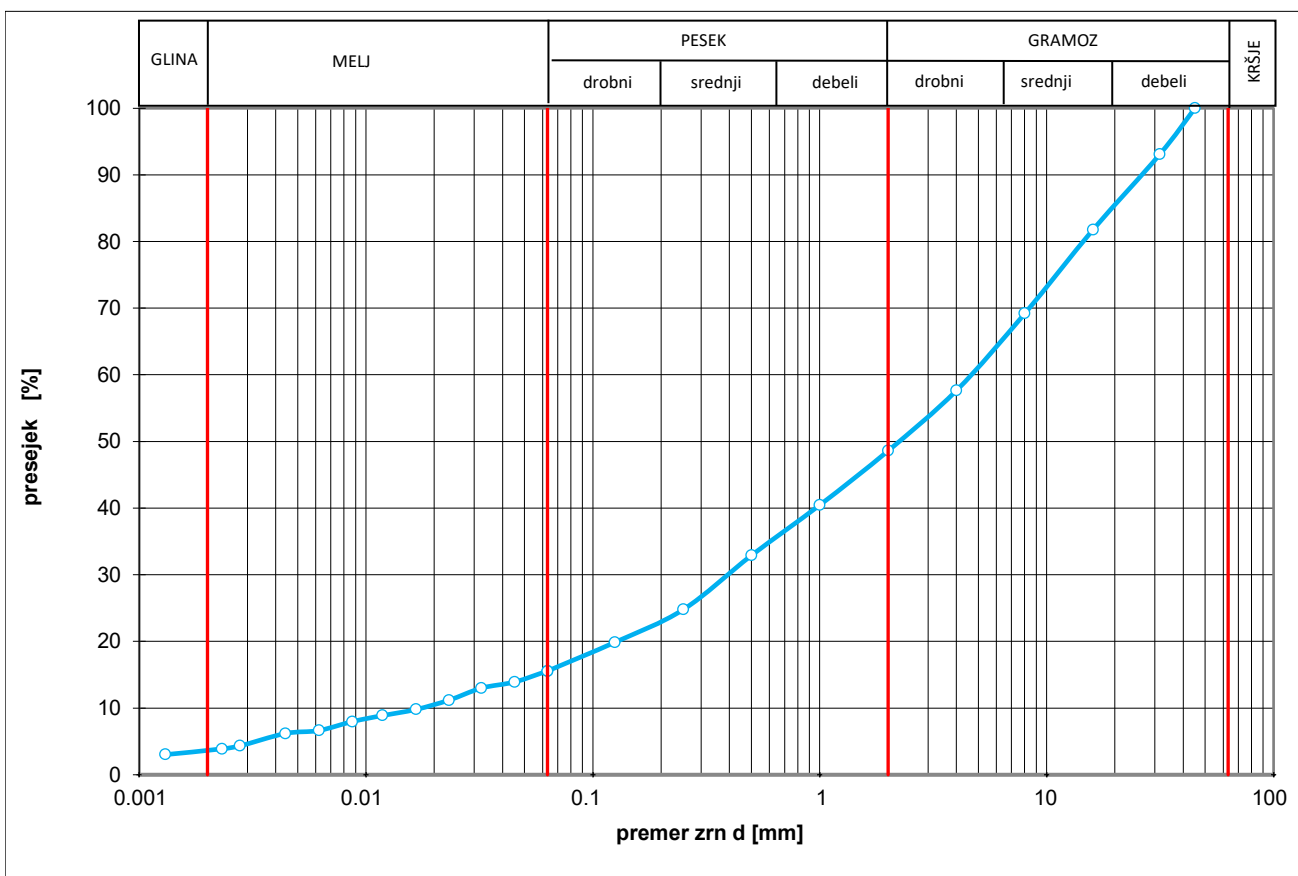
DATUM ODVZEMA VZORCA: **28.02.2022**

DATUM PREVZEMA VZORCA V LAB.: **3.03.2022**

MASA SUHEGA VZORCA PRED PREISKAVO  $m_s$  (g): **4192.39**

MASA SUHEGA VZORCA PO PREISKAVI  $m_s'$  (g): **4168.24**

POVP. VLAGA VZORCA PRED PRESIKAVO  $w_0$  (%):



$D_{10} = 0.017$  mm  
 $D_{20} = 0.123$  mm  
 $D_{30} = 0.403$  mm  
 $D_{60} = 4.664$  mm

koeficient enakomernosti  $C_u$ : **269.66**  
koeficient ukrivljenosti  $C_c$ : **2.01**

delci 2 - 63 mm: **51.4%**  
delci 0.063 - 2 mm: **33.0%**  
% zrn pod 0.063 mm: **15.6%**

ocena VDP iz zrnivosti [m/s]: Hazen **3.47E-06**  
USBR **2.90E-05**

klasifikacija: **meljast gramoz s peskom siGr (GM)**

DATUM ZAČETKA PREISKAVE: **12.3.2022**  
DATUM ZAKLJUČKA PREISKAVE: **15.3.2022**

PREISKAL: **M. PETERNEL**, mag.inž. geotehnol.  
PREGLEDAL: **M. FILIPIČ**





LABTEST d.o.o.  
Idrijska cesta 42, SI - 1360 VRHNIKA  
e-mail: info@labtest.si

## UGOTAVLJANJE ZRNAVOSTNE SESTAVE

(SIST EN ISO 17892-4:2017)

NAROČNIK: **STABI d.o.o.**

LOKACIJA: **Barjanska cesta v Lj.**

SONDA: **V-1**

GLOBINA: **17.5 - 18.0 m**



DATUM ZAČETKA PREISKAVE: **12.3.2022**

DATUM ZAKLJUČKA PREISKAVE: **15.3.2022**

PREISKAL: **M. ŽERJAL, univ. dipl. Inž. geol.**

PREGLEDAL: **M. FILIPIČ**

obrazec: 08-zrn timer-002 / 1



LABTEST d.o.o.  
Idrijska cesta 42, SI - 1360 VRHNIKA  
e-mail: info@labtest.si

## UGOTAVLJANJE ZRNAVOSTNE SESTAVE

(SIST EN ISO 17892-4:2017)

NAROČNIK: **STABI d.o.o.**

LOKACIJA: **Barjanska cesta v Lj.**

SONDA: **V-1**

GLOBINA: **27.5 - 28.0 m**

STANJE VZORCA: **porušen - v vrečki**

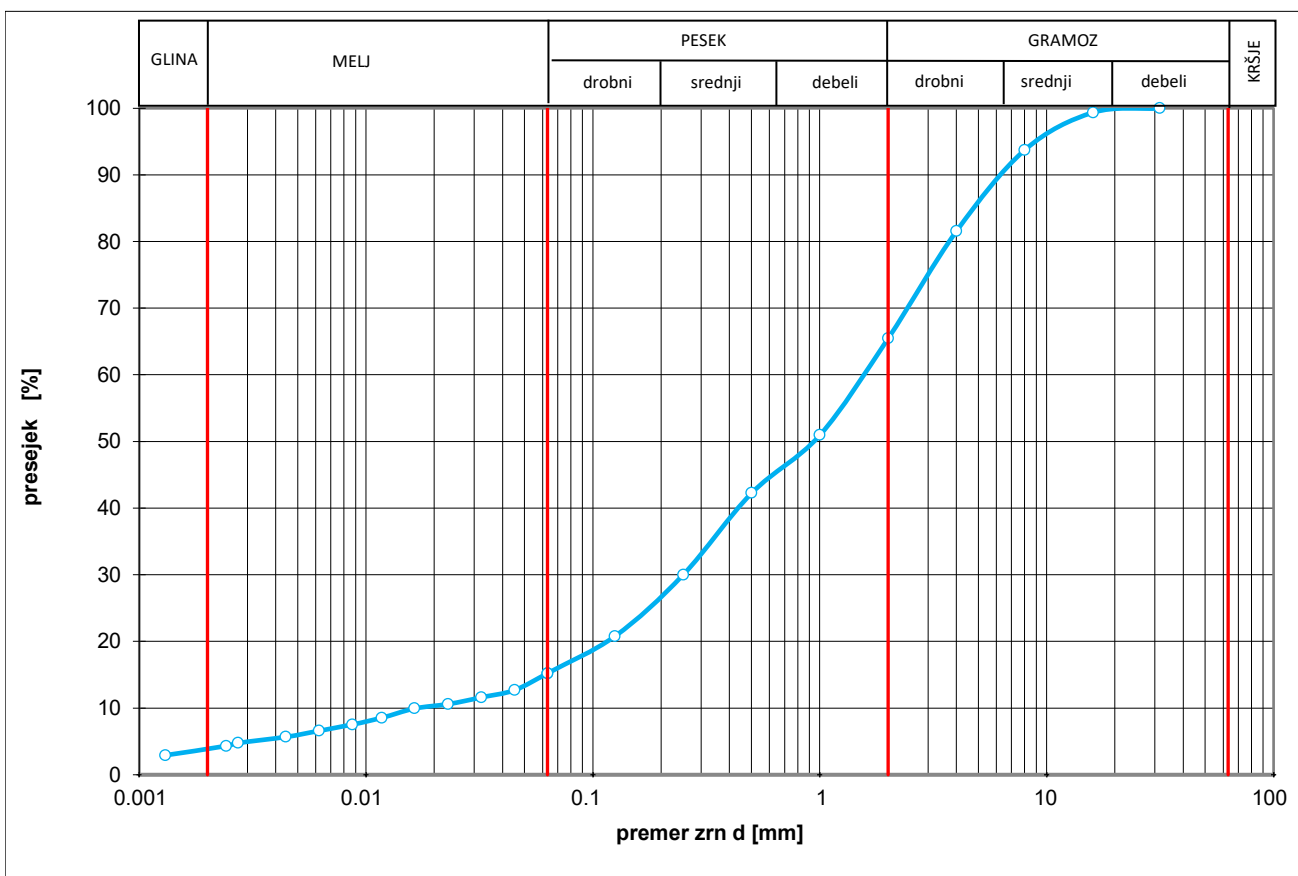
DATUM ODVZEMA VZORCA: **28.02.2022**

DATUM PREVZEMA VZORCA V LAB.: **3.03.2022**

MASA SUHEGA VZORCA PRED PREISKAVO  $m_s$  (g): **4192.39**

MASA SUHEGA VZORCA PO PREISKAVI  $m_s'$  (g): **4168.24**

POVP. VLAGA VZORCA PRED PRESIKAVO  $w_0$  (%):



$D_{10} = 0.017$  mm

koeficient enakomernosti  $C_u$ : **269.66**

delci 2 - 63 mm: **34.5%**

$D_{20} = 0.123$  mm

koeficient ukrivljenosti  $C_c$ : **2.01**

delci 0.063 - 2 mm: **50.3%**

$D_{30} = 0.403$  mm

% zrn pod 0.063 mm: **15.2%**

$D_{60} = 4.664$  mm

ocena VDP iz zrnivosti [m/s]: Hazen **3.47E-06**

klasifikacija: **meljast pesek z gramozom siSa (SM)**

USBR **2.90E-05**

DATUM ZAČETKA PREISKAVE: **12.3.2022**

PREISKAL: **M. PETERNEL**, mag.inž. geotehnol.

DATUM ZAKLJUČKA PREISKAVE: **15.3.2022**

PREGLEDAL: **M. FILIPIČ**

obrazec: 08-zrnivost-002 / 1





LABTEST d.o.o.

Idrijska cesta 42, SI - 1360 VRHNIKA

e-mail: info@labtest.si

## UGOTAVLJANJE ZRNAVOSTNE SESTAVE

(SIST EN ISO 17892-4:2017)

NAROČNIK: **STABI d.o.o.**

LOKACIJA: **Barjanska cesta v Lj.**

SONDA: **V-1**

GLOBINA: **27.5 - 28.0 m**



DATUM ZAČETKA PREISKAVE: **12.3.2022**

DATUM ZAKLJUČKA PREISKAVE: **15.3.2022**

PREISKAL: **M. ŽERJAL, univ. dipl. Inž. geol.**

PREGLEDAL: **M. FILIPIČ**

obrazec: 08-zrn-002 / 1



LABTEST d.o.o.  
Idrijska cesta 42, SI - 1360 VRHNIKA  
e-mail: info@labtest.si

## UGOTAVLJANJE ZRNAVOSTNE SESTAVE

(SIST EN ISO 17892-4:2017)

NAROČNIK: **STABI d.o.o.**

LOKACIJA: **Barjanska cesta v Lj.**

SONDA: **V-2**

GLOBINA: **0.04 - 0.5 m**

STANJE VZORCA: **porušen - v vrečki**

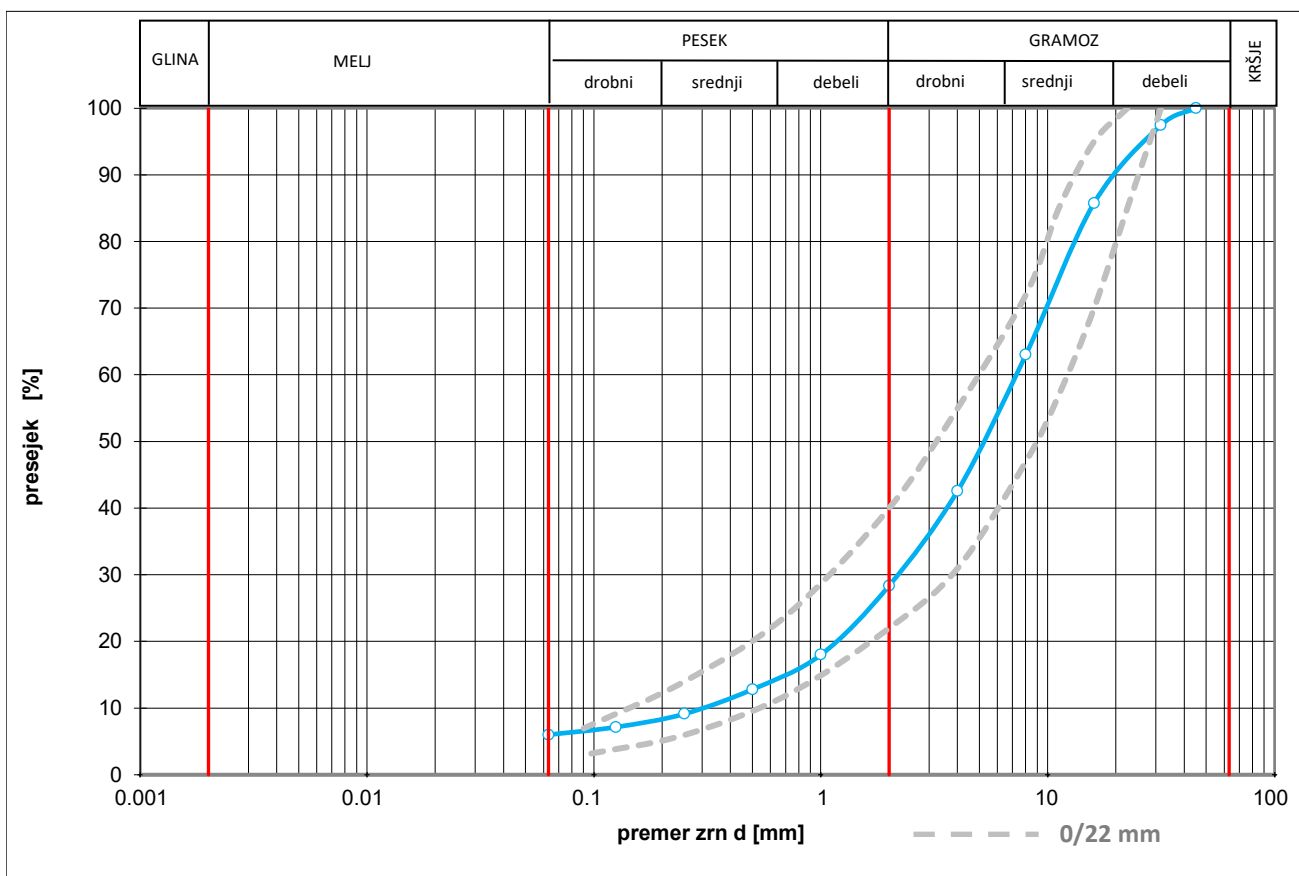
DATUM ODVZEMA VZORCA: **28.02.2022**

DATUM PREVZEMA VZORCA V LAB.: **3.03.2022**

MASA SUHEGA VZORCA PRED PREISKAVO  $m_s$  (g): **4647.78**

MASA SUHEGA VZORCA PO PREISKAVI  $m_s'$  (g): **4645.70**

POVP. VLAGA VZORCA PRED PRESIKAVO  $w_0$  (%):



$D_{10}$  = **0.533** mm

koeficient enakomernosti  $C_u$ : **18.48**

delci 2 - 63 mm: **71.6%**

$D_{20}$  = **1.109** mm

koeficient ukrivljenosti  $C_c$ : **1.78**

delci 0.063 - 2 mm: **22.4%**

$D_{30}$  = **3.056** mm

% zrn pod 0.063 mm: **6.0%**

$D_{60}$  = **9.858** mm

ocena VDP iz zrnivosti [m/s]: Hazen **3.30E-03**

klasifikacija: **dobro zrnat gramoz z glino in peskom GrW-clGr (GW-GC)**

USBR **4.57E-03**

DATUM ZAČETKA PREISKAVE: **12.3.2022**

PREISKAL: **M. PETERNEL**, mag.inž. geotehnol.

DATUM ZAKLJUČKA PREISKAVE: **15.3.2022**

PREGLEDAL: **M. FILIPIČ**

obrazec: 08-zrn timer-002 / 1





LABTEST d.o.o.

Idrijska cesta 42, SI - 1360 VRHNIKA

e-mail: info@labtest.si

## UGOTAVLJANJE ZRNAVOSTNE SESTAVE

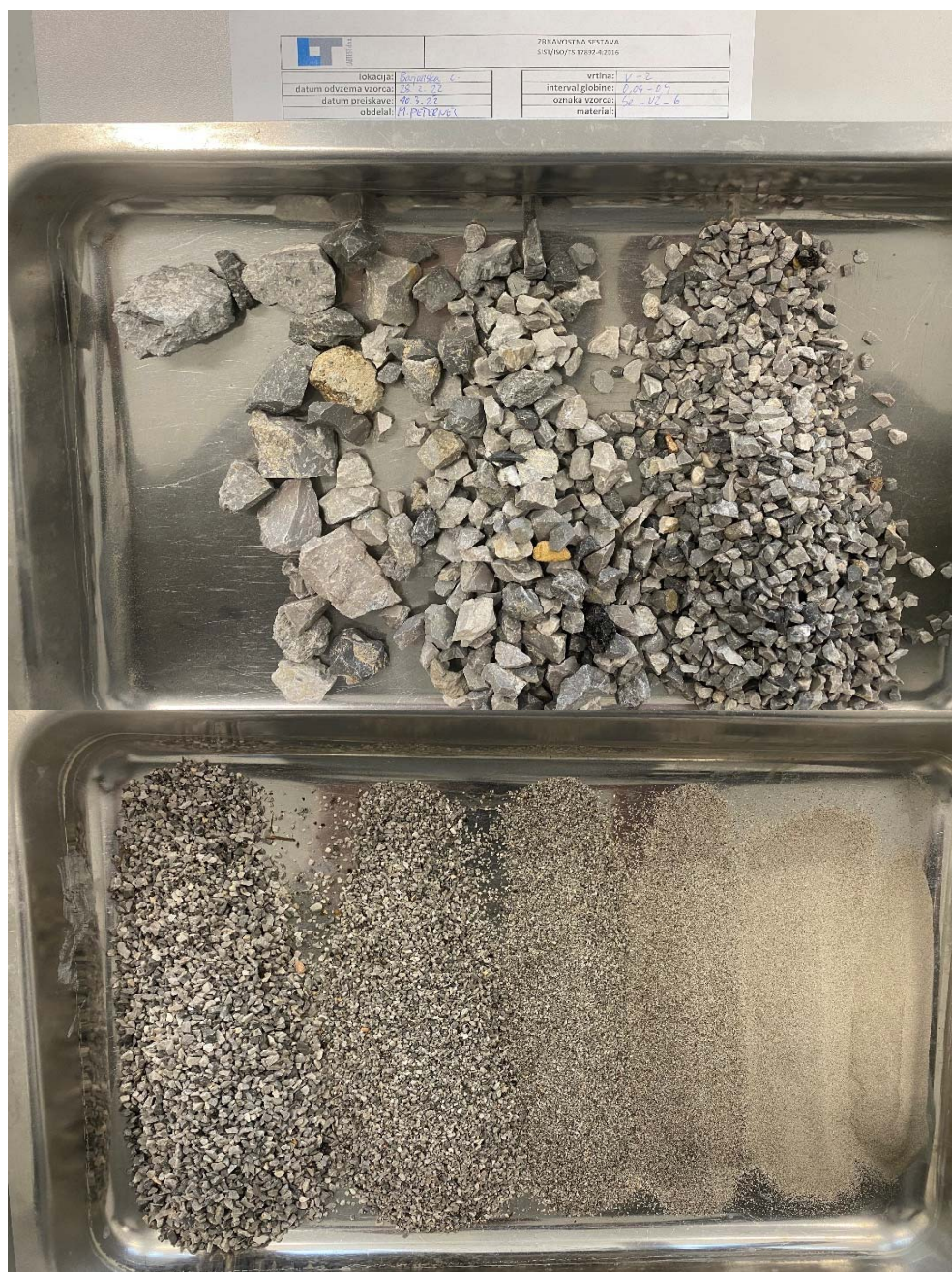
(SIST EN ISO 17892-4:2017)

NAROČNIK: **STABI d.o.o.**

LOKACIJA: **Barjanska cesta v Lj.**

SONDA: **V-2**

GLOBINA: **0.04 - 0.5 m**



DATUM ZAČETKA PREISKAVE: **12.3.2022**

DATUM ZAKLJUČKA PREISKAVE: **15.3.2022**

PREISKAL: **M. ŽERJAL, univ. dipl. Inž. geol.**

PREGLEDAL: **M. FILIPIČ**

obrazec: 08-zrn timer-002 / 1





LABTEST d.o.o.  
Idrijska cesta 42, SI - 1360 VRHNIKA  
e-mail: info@labtest.si

## UGOTAVLJANJE ZRNAVOSTNE SESTAVE

(SIST EN ISO 17892-4:2017)

NAROČNIK: **STABI d.o.o.**

LOKACIJA: **Barjanska cesta v Lj.**

SONDA: **R-1**

GLOBINA: **0.5 - 0.7 m**

STANJE VZORCA: **porušen - v vrečki**

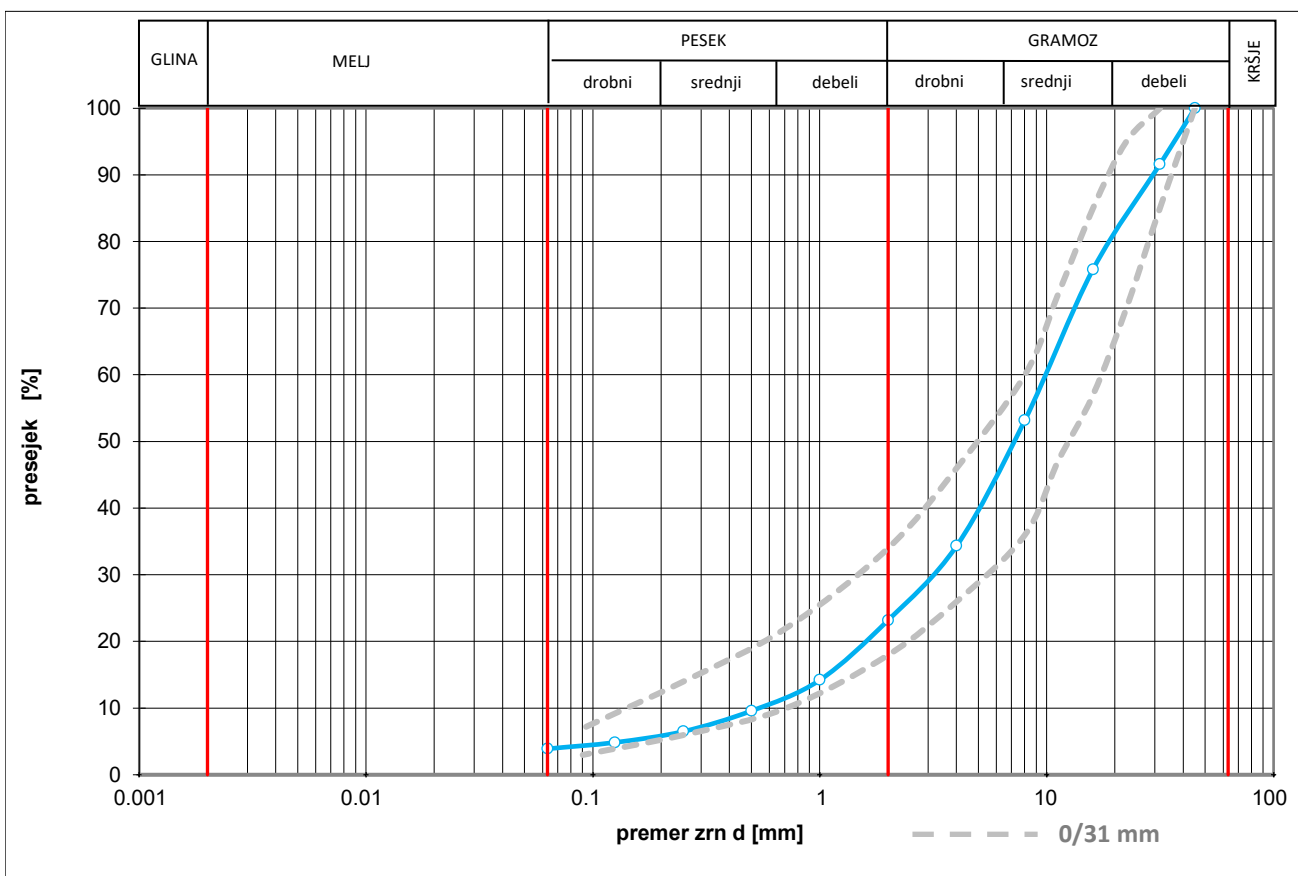
DATUM ODVZEMA VZORCA: **11.03.2022**

DATUM PREVZEMA VZORCA V LAB.: **11.03.2022**

MASA SUHEGA VZORCA PRED PREISKAVO  $m_s$  (g): **4647.78**

MASA SUHEGA VZORCA PO PREISKAVI  $m_s'$  (g): **4645.70**

POVP. VLAGA VZORCA PRED PRESIKAVO  $w_0$  (%):



$D_{10} = 0.533$  mm  
 $D_{20} = 1.540$  mm  
 $D_{30} = 3.056$  mm  
 $D_{60} = 9.858$  mm

koeficient enakomernosti  $C_u$ : **18.48**  
koeficient ukrivljenosti  $C_c$ : **1.78**

delci 2 - 63 mm: **76.8%**  
delci 0.063 - 2 mm: **19.3%**  
% zrn pod 0.063 mm: **3.9%**

ocena VDP iz zrnivosti [m/s]: Hazen **3.30E-03**  
USBR **9.72E-03**

klasifikacija: **dobro zrnat gramoz s peskom GrW (GW)**

DATUM ZAČETKA PREISKAVE: **12.3.2022**  
DATUM ZAKLJUČKA PREISKAVE: **15.3.2022**

PREISKAL: **M. PETERNEL**, mag.inž. geotehnol.  
PREGLEDAL: **M. FILIPIČ**

obrazec: 08-zrn timer-002 / 1



LABTEST d.o.o.  
Idrijska cesta 42, SI - 1360 VRHNIKA  
e-mail: info@labtest.si

## UGOTAVLJANJE ZRNAVOSTNE SESTAVE

(SIST EN ISO 17892-4:2017)

NAROČNIK: **STABI d.o.o.**

LOKACIJA: **Barjanska cesta v Lj.**

SONDA: **R-1**

GLOBINA: **0.5 - 0.7 m**



DATUM ZAČETKA PREISKAVE: **12.3.2022**  
DATUM ZAKLJUČKA PREISKAVE: **15.3.2022**

PREISKAL: **M. ŽERJAL, univ. dipl. Inž. geol.**  
PREGLEDAL: **M. FILIPIČ**

obrazec: 08-zrn timer-002 / 1



LABTEST d.o.o.  
Idrijska 42, 1360 SI - VRHNIKA  
e-mail: info@labtest.si

## NEPOSREDNI STRIŽNI PRESKUS

SIST EN ISO 17892-10:2019)

NAROČNIK: STABI d.o.o.

LOKACIJA: Barjanska cesta v Ljubljani

INTERNA OZNAKA:

SONDA: V -2

GLOBINA: 9.5 - 9.8 m

OPIS VZORCA IN ZEMLJINE: nizko plast. glina (CL, sg. kons.)

STANJE VZORCA: V VREČKI

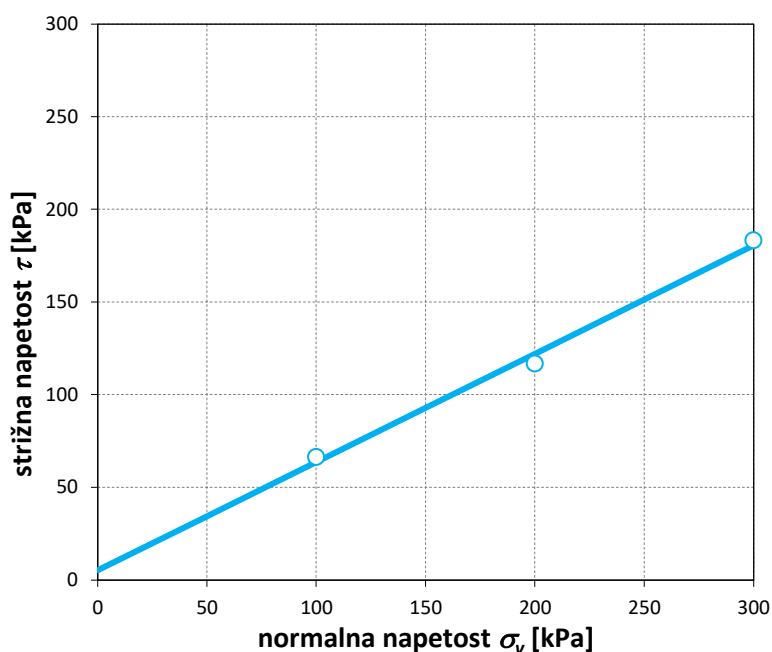
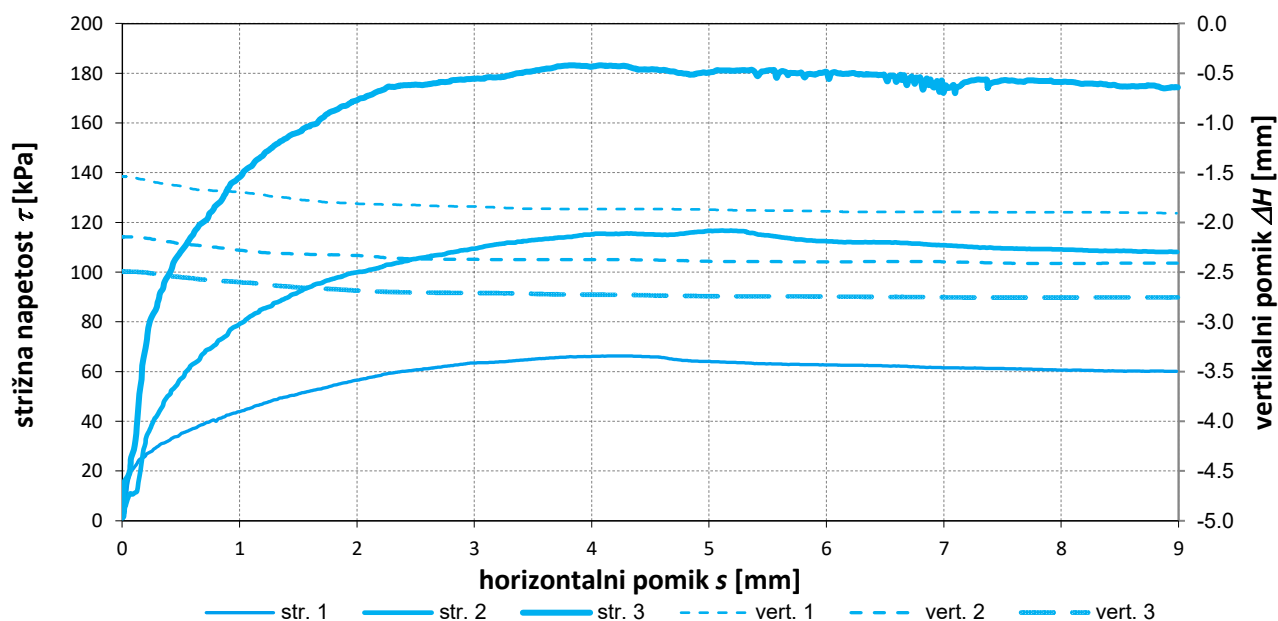
DATUM ODVZEMA VZORCA: 28.2.2022

DATUM PREVZEMA VZ. V LAB.: 3.3.2022

OPOMBA: VZORCI PREPLAVLJENI IN KONSOLIDIRANI

dimenzije celice  $d \times \bar{s} \times v$  [mm]: 60 x 60 x 21

hitrost striženja [mm/min]: 0.01



vzorec	1	2	3	4
$\sigma_v$ [kPa]:	100	200	300	
$w_0$ [%]:	22.84	22.84	22.84	
$w_k$ [%]:	20.33	18.14	18.13	
$m_0$ [g]:	156.9	153.5	156.2	
$\rho_s$ - predpost. [Mg/m <sup>3</sup> ]:	2.70	2.70	2.70	
$\rho_0$ [Mg/m <sup>3</sup> ]:	2.08	2.03	2.07	
$\rho_{0d}$ [Mg/m <sup>3</sup> ]:	1.69	1.65	1.68	
$e_0$ :	0.598	0.633	0.606	
$Sr_0$ [%]:	100.0	97.4	100.0	
$U$ $\tau_{max}$ [mm]:	-1.86	-2.39	-2.73	
$\tau_{max}$ [kPa]:	66.4	116.8	183.3	

$$\phi = 30.3 [^\circ]$$

$$c = 5.3 \text{ [kPa]}$$

DATUM ZAČETKA PREISKAVE: 5.3.2022

PREISKAL: M. FILIPIČ

DATUM ZAKLJUČKA PREISKAVE: 7.3.2022

PREGLEDAL: M. PETERNEL, mag.inž. geotehnol.

obrazec: 06-STRIG-002 / 1



LABTEST d.o.o.  
Idrijska cesta 42, SI - 1360 VRHNIKA  
e-mail: info@labtest.si

**EDOMETRSKI PRESKUS S POSTOPNIM  
OBREMENJEVANJEM**

(SIST EN ISO 17892-5:2017)

NAROČNIK: **STABI d.o.o.**

LOKACIJA : **BARJANSKA CESTA LJUBLJANA**

SONDA: **V-1**

GLOBINA: **14.4 - 14.7m**

OPIS VZORCA IN ZEMLJINE: **NIZKO PLAST. GLINA (CIL)**

STANJE VZORCA: **v vrečki**

INTERNA OZNAKA VZORCA:

ORIENTACIJA: **vertikalna**

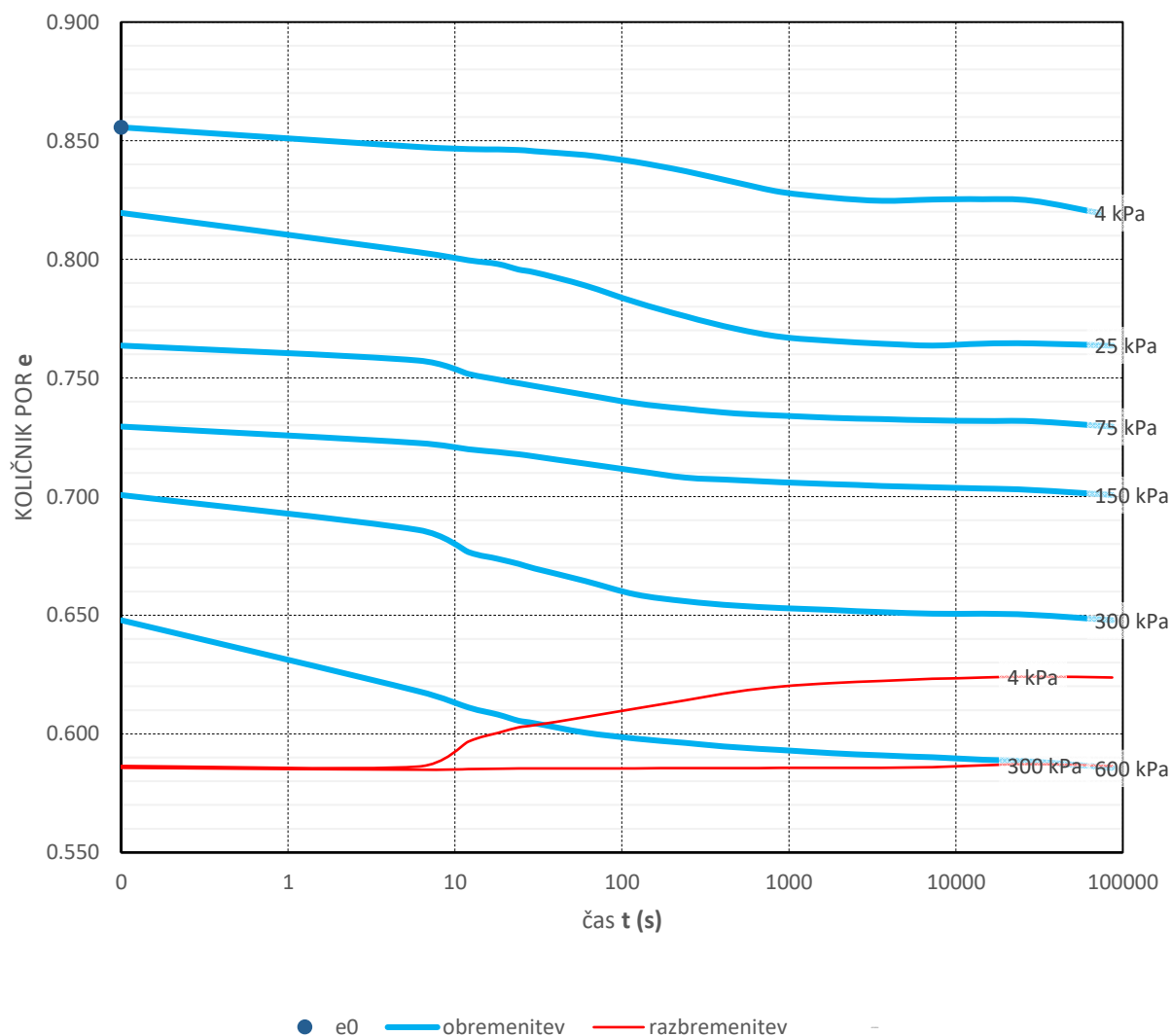
DATUM ODVZEMA VZORCA: **28.2.2022**

DATUM PREVZEMA VZ. V LAB.: **3.3.2022**

PREMER VZORCA $D$ :	<b>63.5</b> mm	ZAČETNA VIŠINA VZORCA $H_0$ :	<b>21.2</b> mm
VLAŽNOST PRED PREISKAVO $w_0$ :	<b>28.75</b> %	VLAŽNOST PO PREISKAVI $w_k$ :	<b>24.21</b> %
PREDPOSTAV. GOSTOTA ZRN $\rho_s$ :	<b>2.80</b> Mg/m <sup>3</sup>	ZAČETNA GOSTOTA VZORCA $\rho_0$ :	<b>1.945</b> Mg/m <sup>3</sup>
VIŠINA SUHE SNOVI $H_{ss}$ :	<b>11.42</b> mm	ZAČETNA SUHA GOSTOTA VZ $\rho_d$ :	<b>1.511</b> Mg/m <sup>3</sup>
ZAČETNA ZASIČENOST $Sr_0$ :	<b>94.2</b> %	KONČNA ZASIČENOST $Sr_k$ :	<b>100.0</b> %

OPOMBE: **VZOREC PREPLAVLJEN PRI 4 kPa**

APARAT: **1**



DATUM ZAČETKA PREISKAVE: **4.3.2022**  
DATUM ZAKLJUČKA PREISKAVE: **13.3.2022**

PREISKAL: **M. FILIPIČ**  
PREGLEDAL: **M. PERNEL**, mag.inž. geotehol.

obrazec: 03-konsolidacija-003 / 1



LABTEST d.o.o.  
Idrijska cesta 42, SI - 1360 VRHNIKA  
e-mail: info@labtest.si

**EDOMETRSKI PRESKUS S POSTOPNIM  
OBREMENJEVANJEM**  
(SIST EN ISO 17892-5:2017)

NAROČNIK: **STABI d.o.o.**

LOKACIJA : **BARJANSKA CESTA LJUBLJANA**

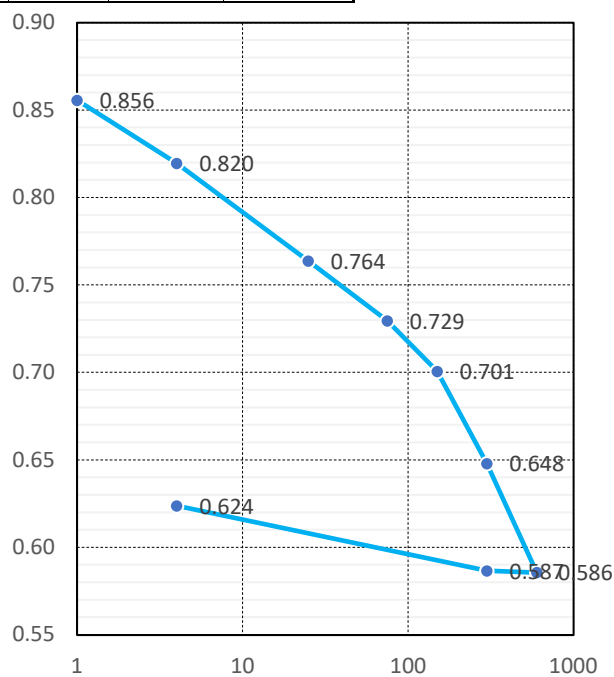
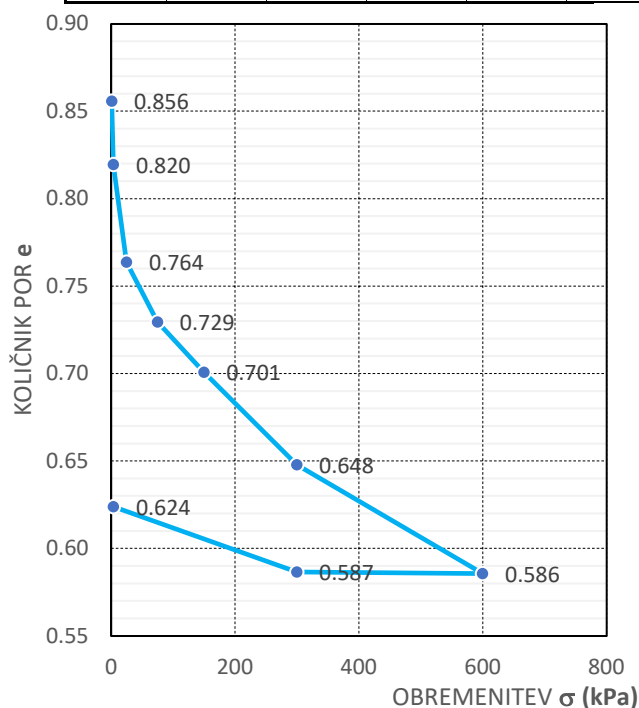
SONDA: **V-1**

GLOBINA: **14.4 - 14.7m**

OPIS VZORCA IN ZEMLJINE: **NIZKO PLAST. GLINA (CIL)**

	$\sigma'_i$	$\sigma'_{i+1}$	$e_k$	$E_{oed}$	$mv$	$c_v$	$k$	$C_\alpha$
	(kPa)		(-)	(kPa)	(MPa <sup>-1</sup> )	(m <sup>2</sup> /s)	(m/s)	(-)
0	0	1	0.8557					
1	1	4	0.8196					
2	4	25	0.7637	680	1.471	5.7E-07	8.25E-09	4.95E-04
3	25	75	0.7295	2580	0.388	7.7E-07	2.95E-09	1.31E-03
4	75	150	0.7007	4500	0.222	1.0E-06	2.27E-09	1.53E-03
5	150	300	0.6479	4830	0.207	1.7E-06	3.40E-09	1.58E-03
6	300	600	0.5857	7940	0.126	3.7E-07	4.52E-10	2.72E-03
7	600	300	0.5866	543450	0.002			
8	300	4	0.6238	12600	0.079			
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								

$\sigma'_p$ (kPa)	150
OCR	
Cc	0.191
Cr	
Cs	0.0175
$\lambda$	0.0831
$\kappa$	0.0076



DATUM ZAČETKA PREISKAVE: **4.3.2022**

PREISKAL: **M. FILIPIČ**

DATUM ZAKLJUČKA PREISKAVE: **13.3.2022**

PREGLEDAL: **M. PETERNEL, mag.inž. geotehnol.**

obrazec: 03-konsolidacija-003 / 2





LABTEST d.o.o.  
Idrijska cesta 42, SI - 1360 VRHNIKA  
e-mail: info@labtest.si

**EDOMETRSKI PRESKUS S POSTOPNIM  
OBREMENJEVANJEM**  
(SIST EN ISO 17892-5:2017)

NAROČNIK: **STABI d.o.o.**

LOKACIJA : **BARJANSKA CESTA LJUBLJANA**

SONDA: **V-1**

GLOBINA: **21.4 - 21.7m**

OPIS VZORCA IN ZEMLJINE: **SREDNJE PLAST. GLINA (CIM)**

STANJE VZORCA: **v vrečki**

INTERNA OZNAKA VZORCA:

ORIENTACIJA: **vertikalna**

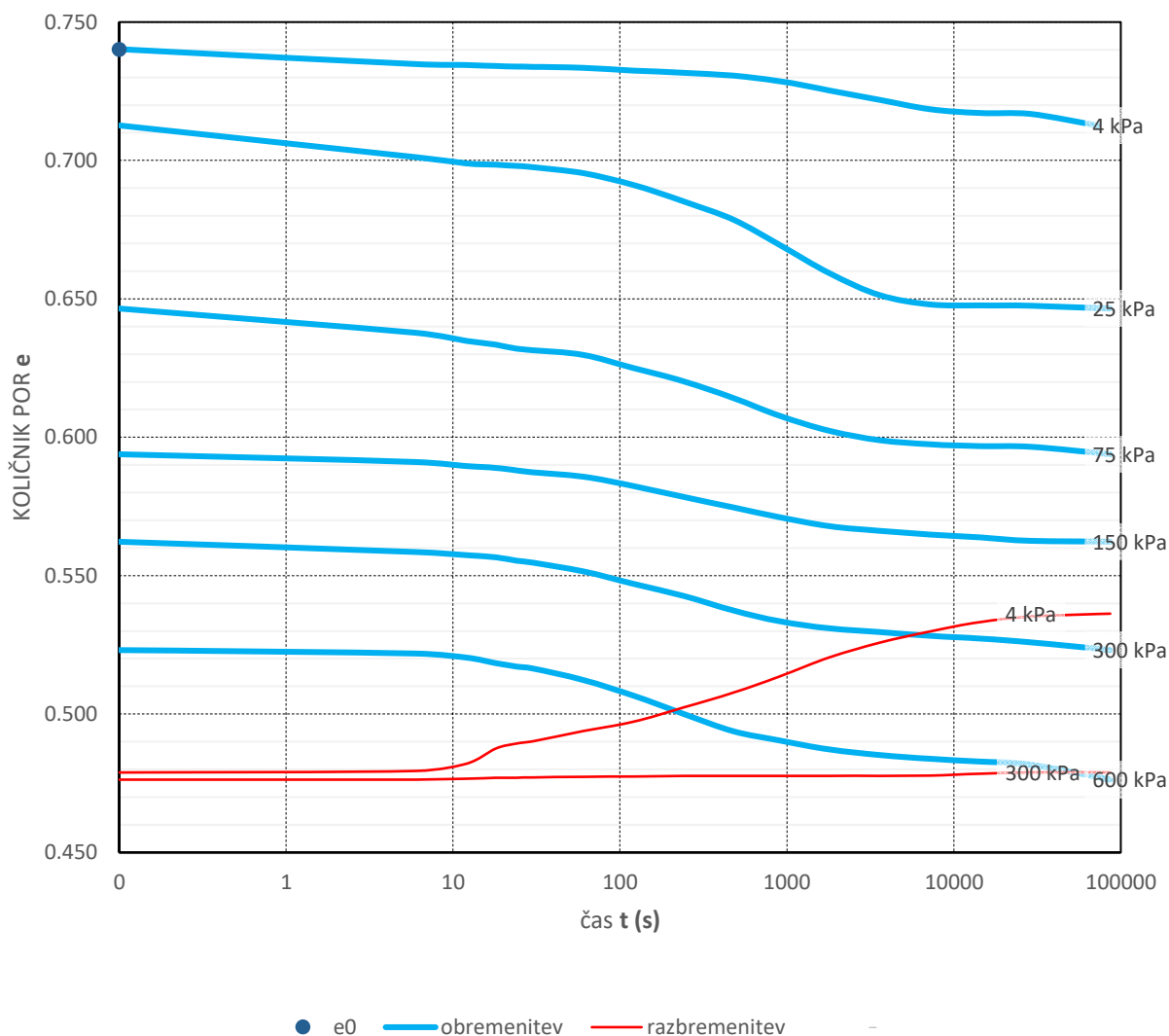
DATUM ODVZEMA VZORCA: **28.2.2022**

DATUM PREVZEMA VZ. V LAB.: **3.3.2022**

PREMER VZORCA $D$ :	<b>63.5</b> mm	ZAČETNA VIŠINA VZORCA $H_0$ :	<b>20.6</b> mm
VLAŽNOST PRED PREISKAVO $w_0$ :	<b>25.85</b> %	VLAŽNOST PO PREISKAVI $w_k$ :	<b>19.74</b> %
PREDPOSTAV. GOSTOTA ZRN $\rho_s$ :	<b>2.75</b> Mg/m <sup>3</sup>	ZAČETNA GOSTOTA VZORCA $\rho_0$ :	<b>1.990</b> Mg/m <sup>3</sup>
VIŠINA SUHE SNOVI $H_{ss}$ :	<b>11.84</b> mm	ZAČETNA SUHA GOSTOTA VZ $\rho_d$ :	<b>1.582</b> Mg/m <sup>3</sup>
ZAČETNA ZASIČENOST $Sr_0$ :	<b>96.1</b> %	KONČNA ZASIČENOST $Sr_k$ :	<b>100.0</b> %

OPOMBE: **VZOREC PREPLAVLJEN PRI 4 kPa**

APARAT: **2**



DATUM ZAČETKA PREISKAVE: **4.3.2022**  
DATUM ZAKLJUČKA PREISKAVE: **13.3.2022**

PREISKAL: **M. FILIPIČ**  
PREGLEDAL: **M. PERNEL**, mag.inž. geotecnol.



LABTEST d.o.o.  
Idrijska cesta 42, SI - 1360 VRHNIKA  
e-mail: info@labtest.si

**EDOMETRSKI PRESKUS S POSTOPNIM  
OBREMENJEVANJEM**  
(SIST EN ISO 17892-5:2017)

NAROČNIK: **STABI d.o.o.**

LOKACIJA : **BARJANSKA CESTA LJUBLJANA**

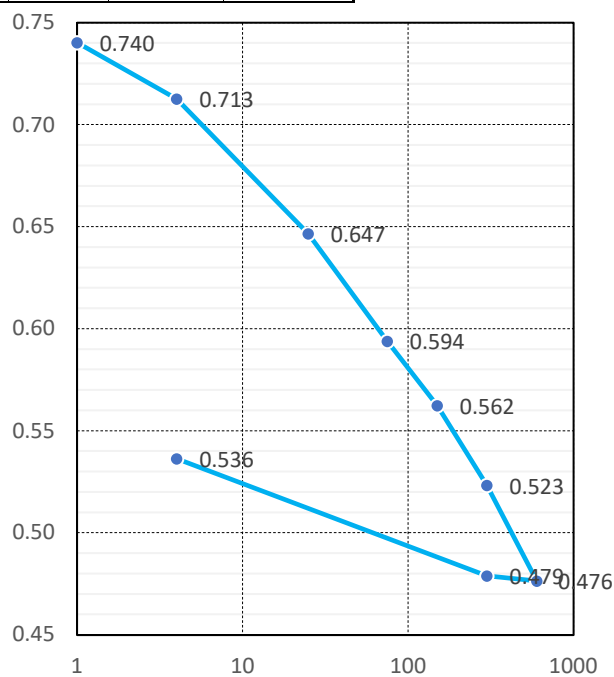
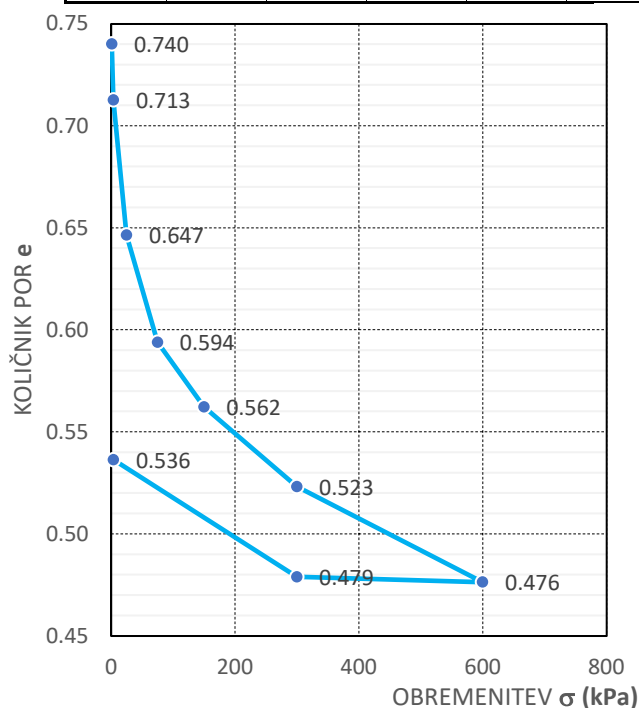
SONDA: **V-1**

GLOBINA: **21.4 - 21.7m**

OPIS VZORCA IN ZEMLJINE: **SREDNJE PLAST. GLINA (CIM)**

	$\sigma'_i$	$\sigma'_{i+1}$	$e_k$	$E_{oed}$	$mv$	$c_v$	$k$	$C_\alpha$
	(kPa)	(kPa)	(-)	(kPa)	(MPa <sup>-1</sup> )	(m <sup>2</sup> /s)	(m/s)	(-)
0	0	1	0.7402					
1	1	4	0.7127					
2	4	25	0.6465	540	1.852	4.9E-08	8.96E-10	1.12E-03
3	25	75	0.5939	1560	0.641	1.6E-07	1.01E-09	2.31E-03
4	75	150	0.5623	3780	0.265	1.5E-07	3.81E-10	1.08E-03
5	150	300	0.5232	5990	0.167	1.6E-07	2.65E-10	2.95E-03
6	300	600	0.4764	9760	0.102	1.5E-07	1.47E-10	4.48E-03
7	600	300	0.4789	174770	0.006			
8	300	4	0.5364	7620	0.131			
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								

$\sigma'_p$ (kPa)	75
OCR	
Cc	0.1427
Cr	
Cs	0.0276
$\lambda$	0.062
$\kappa$	0.012



DATUM ZAČETKA PREISKAVE: **4.3.2022**

PREISKAL: **M. FILIPIČ**

DATUM ZAKLJUČKA PREISKAVE: **13.3.2022**

PREGLEDAL: **M. PETERNEL, mag.inž. geotehnol.**



LABTEST d.o.o.  
Idrijska cesta 42, SI - 1360 VRHNIKA  
e-mail: info@labtest.si

**EDOMETRSKI PRESKUS S POSTOPNIM  
OBREMENJEVANJEM**

(SIST EN ISO 17892-5:2017)

NAROČNIK: **STABI d.o.o.**

LOKACIJA : **BARJANSKA CESTA LJUBLJANA**

SONDA: **V-2**

GLOBINA: **9.5 - 9.8m**

OPIS VZORCA IN ZEMLJINE: **NIZKO PLAST. GLINA (CIL)**

STANJE VZORCA: **v vrečki**

INTERNA OZNAKA VZORCA:

ORIENTACIJA: **vertikalna**

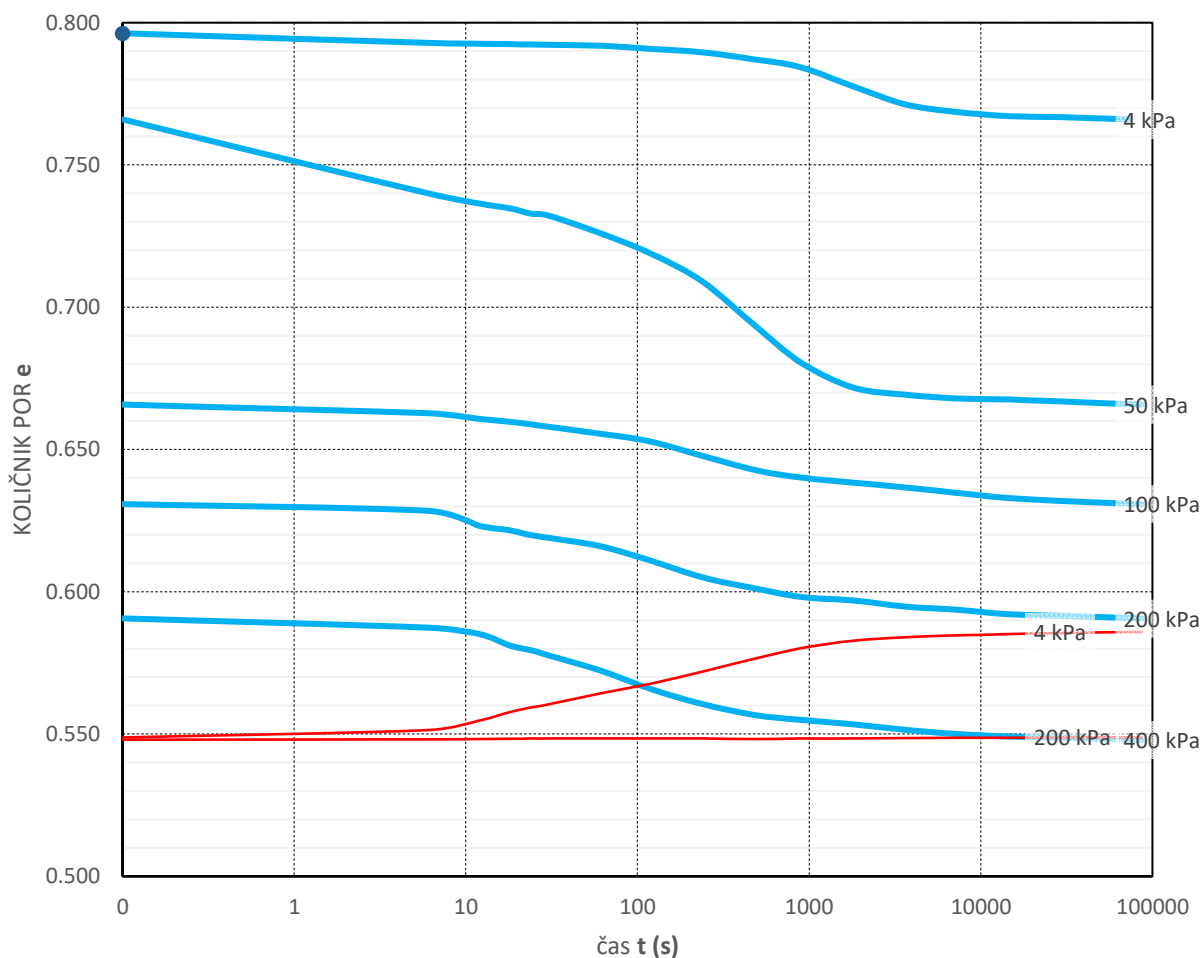
DATUM ODVZEMA VZORCA: **28.2.2022**

DATUM PREVZEMA VZ. V LAB.: **3.3.2022**

PREMER VZORCA $D$ :	<b>63.5</b> mm	ZAČETNA VIŠINA VZORCA $H_0$ :	<b>21.2</b> mm
VLAŽNOST PRED PREISKAVO $w_0$ :	<b>28.26</b> %	VLAŽNOST PO PREISKAVI $w_k$ :	<b>20.73</b> %
PREDPOSTAV. GOSTOTA ZRN $\rho_s$ :	<b>2.75</b> Mg/m <sup>3</sup>	ZAČETNA GOSTOTA VZORCA $\rho_0$ :	<b>1.965</b> Mg/m <sup>3</sup>
VIŠINA SUHE SNOVI $H_{ss}$ :	<b>11.80</b> mm	ZAČETNA SUHA GOSTOTA VZ $\rho_d$ :	<b>1.532</b> Mg/m <sup>3</sup>
ZAČETNA ZASIČENOST $Sr_0$ :	<b>97.7</b> %	KONČNA ZASIČENOST $Sr_k$ :	<b>100.0</b> %

OPOMBE: **VZOREC PREPLAVLJEN PRI 4 kPa**

APARAT: **6**



DATUM ZAČETKA PREISKAVE: **4.3.2022**

PREISKAL: **M. FILIPIČ**

DATUM ZAKLJUČKA PREISKAVE: **13.3.2022**

PREGLEDAL: **M. PERNEL**, mag.inž. geotehnol.

obrazec: 03-konsolidacija-003 / 1



LABTEST d.o.o.

Idrijska cesta 42, SI - 1360 VRHNIKA

e-mail: info@labtest.si

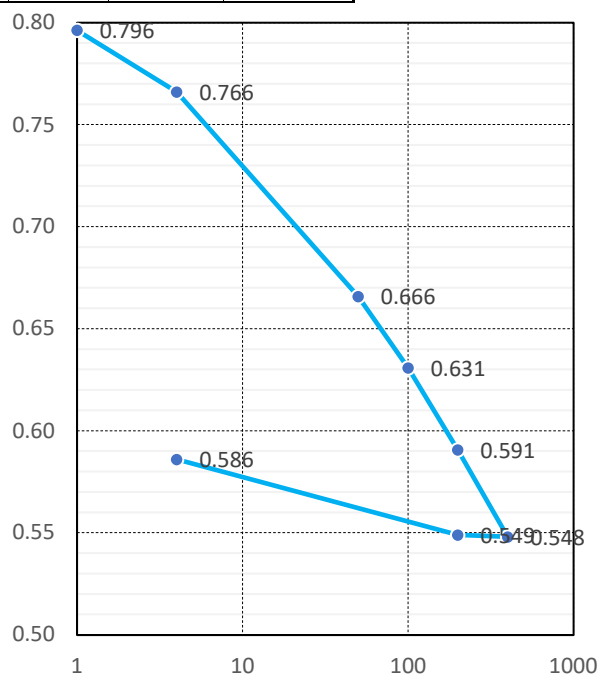
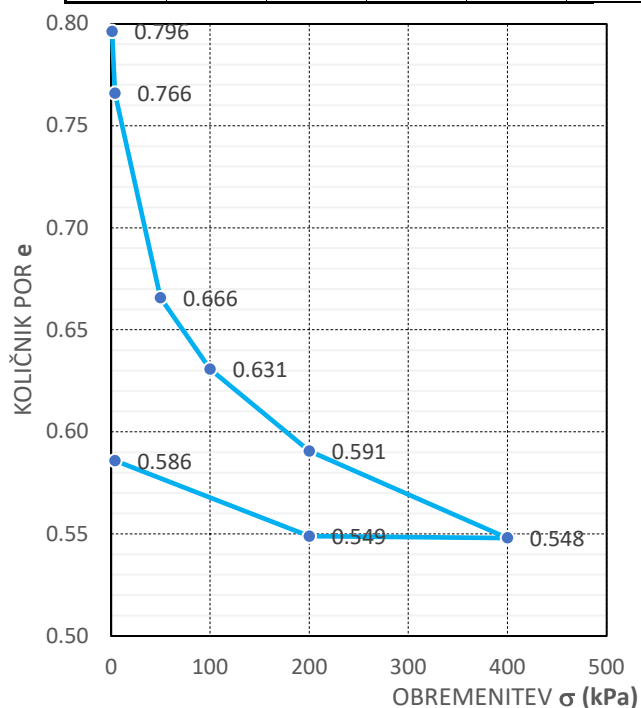
**EDOMETRSKI PRESKUS S POSTOPNIM  
OBREMENJEVANJEM**

(SIST EN ISO 17892-5:2017)

NAROČNIK: **STABI d.o.o.**LOKACIJA : **BARJANSKA CESTA LJUBLJANA**SONDA: **V-2**GLOBINA: **9.5 - 9.8m**OPIS VZORCA IN ZEMLJINE: **NIZKO PLAST. GLINA (CIL)**

	$\sigma'_i$	$\sigma'_{i+1}$	$e_k$	$E_{oed}$	$mv$	$c_v$	$k$	$C_\alpha$
	(kPa)		(-)	(kPa)	(MPa <sup>-1</sup> )	(m <sup>2</sup> /s)	(m/s)	(-)
0	0	1	0.7963					
1	1	4	0.7660					
2	4	50	0.6658	810	1.235	9.5E-08	1.15E-09	1.72E-03
3	50	100	0.6308	2380	0.420	9.1E-08	3.77E-10	1.24E-03
4	100	200	0.5907	4060	0.246	1.7E-07	4.21E-10	1.27E-03
5	200	400	0.5480	7460	0.134	1.9E-07	2.55E-10	1.20E-03
6	400	200	0.5489	365400	0.003			
7	200	4	0.5860	8180	0.122			
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								

$\sigma'_p$ (kPa)	50
OCR	
Cc	0.1416
Cr	
Cs	0.019
$\lambda$	0.0616
$\kappa$	0.0082

DATUM ZAČETKA PREISKAVE: **4.3.2022**PREISKAL: **M. FILIPIČ**DATUM ZAKLJUČKA PREISKAVE: **13.3.2022**PREGLEDAL: **M. PETERNEL, mag.inž. geotehnol.**

obrazec: 03-konsolidacija-003 / 2

	LABTEST d.o.o. Idrijska 42, 1360 SI - VRHNIKA e-mail: info@labtest.si	<b>PREISKAVA TOČKOVNEGA TRDNOSTNEGA INDEKSA)</b> (ASTM D5731 - 16)
---	---	---

NAROČNIK: **STABI. d.o.o.**

LOKACIJA : **Barjanska cesta v Ljubljani**

sonda	globina [m]	material	oblika preskušanca	plastovitost	premer (višina)		širina W	ekvivalentni premer D <sub>e</sub>	porušna sila P	korekc. fakt. na D=50mm F	indeks točkov. trdnosti I <sub>s50</sub>	faktor sc / I <sub>s50</sub> K	ocena enoos. tlačne trdnosti S <sub>c</sub>
					D	D'							
					[mm]	[mm]			[kN]		[MPa]		[MPa]

R - 1	1.2 - 2.4	EF pepel	i	/	73.0	60.0	93.2	88.9	1.92	1.30	0.31	6	1.89
			i	/	72.0	61.0	100.3	92.2	0.66	1.32	0.10	6	0.61
			i	/	82.0	70.0	90.8	93.8	0.78	1.33	0.12	6	0.71
			i	/	68.0	60.0	105.0	92.5	0.60	1.32	0.09	6	0.55
			i	/	61.0	58.0	85.5	80.5	0.70	1.24	0.13	6	0.80
			i	/	72.0	64.0	100.3	93.2	0.83	1.32	0.13	6	0.76
			i	/	65.0	54.0	85.0	80.3	0.79	1.24	0.15	6	0.91
			i	/	83.0	70.0	108.0	102.6	1.85	1.38	0.24	6	1.46

št. podatkov **n** : 8 8

povprečna vrednost **x** : 0.16 0.96

standardni odklon **s** : 0.08 0.47

minimalna vrednosti **x<sub>min.</sub>** : 0.09 0.55

maksimalna vrednosti **x<sub>max.</sub>** : 0.31 1.89

karakteristična vrednosti **x<sub>k</sub>** (95 % st. zaupanja) : 0.08 0.49

karakteristična vrednosti **x<sub>k</sub>** (90 % st. zaupanja) : 0.10 0.57

#### LEGENDA:

oblika preskušanca	<b>d</b>	valj - diametralna obremenitev
	<b>a</b>	valj - aksialna obremenitev
	<b>b</b>	kvader
	<b>i</b>	vzorec nepravilnih oblik
plastovitost	<b>p</b>	obremenitev pravokotno na plasti
	<b>v</b>	obremenitev vzporedno s plastmi
	<b>/</b>	poljubno; plastovitost ni izražena

DATUM PREISKAVE: **15.3.2022**

PREISKAL: **M. FILIPIČ**






PREGLEDAL: **M. PETERNEL**, mag.inž. geotehnol.



## **P.8 ANALIZA POSEDKOV TAL IN STABILNOSTI NASIPA**

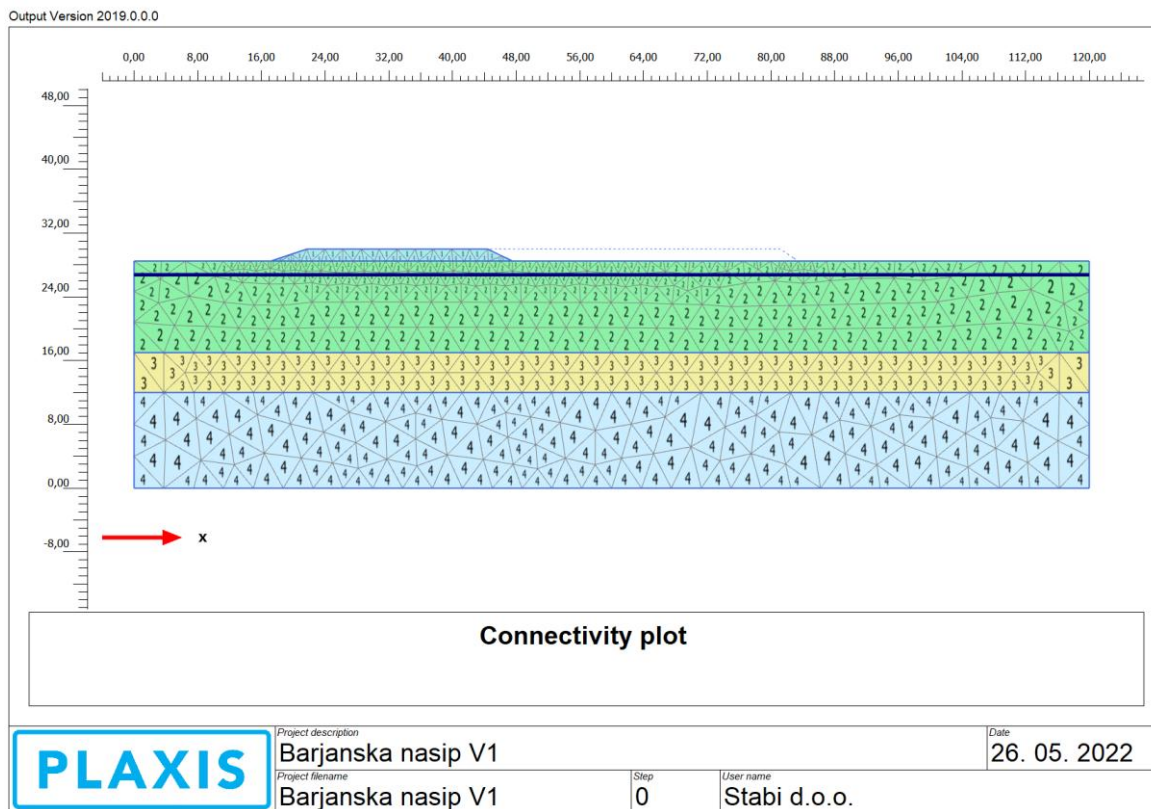
## ANALIZA NASIPA VIŠINE 1,5 m

Preglednica 1: Materialne karakteristike, Hardening soil model

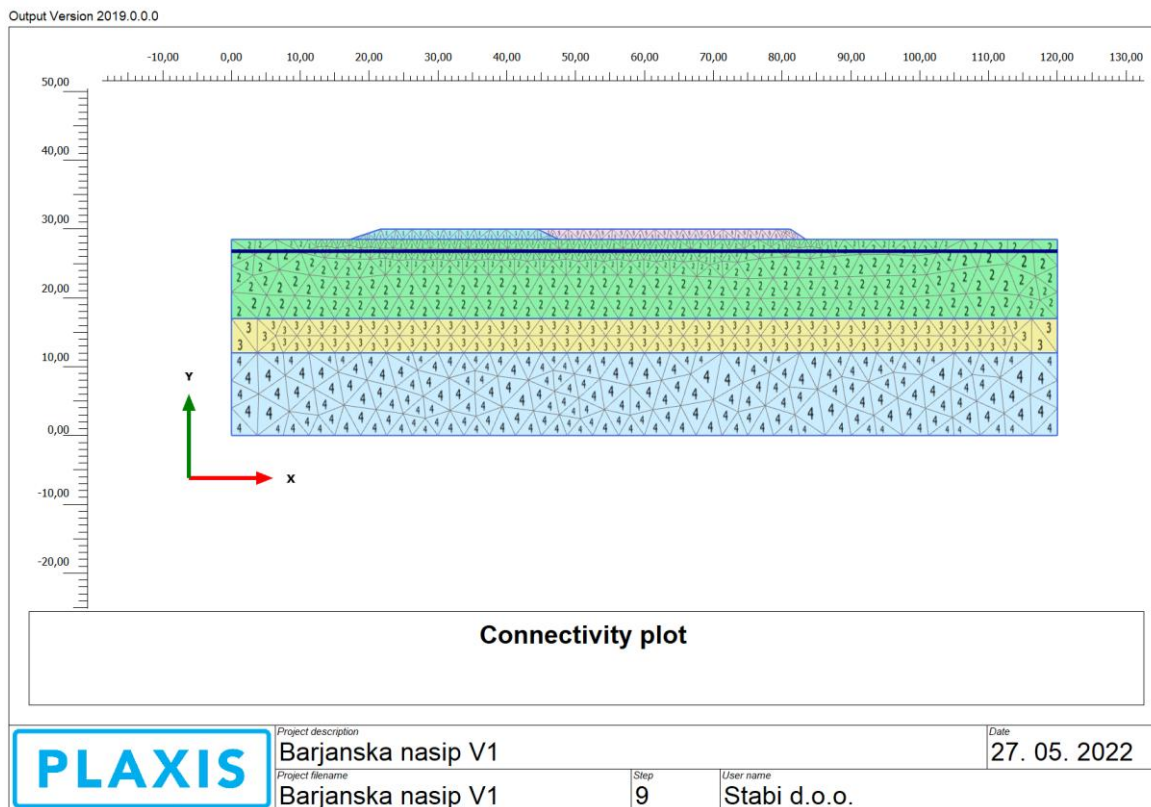
Identification		UN_obstoječi	Polzarica	Glina sg.k.	Prod	UN_nov
Identification number		1	2	3	4	5
Drainage type		Drained	Undrained (B)	Undrained (B)	Drained	Drained
Colour						
Comments						
$\gamma_{unsat}$	kN/m <sup>3</sup>	21,00	17,00	19,00	21,50	21,00
$\gamma_{sat}$	kN/m <sup>3</sup>	21,50	17,50	19,50	22,00	21,50
Dilatancy cut-off		No	No	No	No	No
$e_{int}$		0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
$e_{min}$		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
$e_{max}$		999,0	999,0	999,0	999,0	999,0
Rayleigh $\alpha$		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Rayleigh $\beta$		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
$E_{50}^{ref}$	kN/m <sup>2</sup>	19,00E3	1500	2000	50,00E3	30,00E3
$E_{ed50}^{ref}$	kN/m <sup>2</sup>	19,00E3	1500	2000	50,00E3	30,00E3
$E_{ur}^{ref}$	kN/m <sup>2</sup>	57,00E3	4500	6000	150,0E3	90,00E3
power (m)		0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
Use alternatives		No	No	No	No	No
$C_c$		0,01816	0,2300	0,1725	6,900E-3	0,01150
$C_s$		5,447E-3	0,06900	0,05175	2,070E-3	3,450E-3
$e_{int}$		0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
$C_{ref}$	kN/m <sup>2</sup>	0,5000	30,00	45,00	0,5000	0,5000
$\phi$ (phi)	°	32,00	0,000	0,000	38,00	37,00
$\psi$ (psi)	°	2,000	0,000	0,000	8,000	7,000
Set to default values		Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
$v_{ur}$		0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
$p_{ref}$	kN/m <sup>2</sup>	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
$K_0^{ic}$		0,4701	1,000	1,000	0,3843	0,3982
$C_{pic}$	kN/m <sup>2</sup> /m	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
$\gamma_{ref}$	m	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
$R_f$		0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
Tension cut-off		Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Tensile strength	kN/m <sup>2</sup>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Undrained behaviour		Standard	Standard	Standard	Standard	Standard
Skempton-B		0,9866	0,9866	0,9866	0,9866	0,9866
$v_u$		0,4950	0,4950	0,4950	0,4950	0,4950
$K_{w,ref} / n$	kN/m <sup>2</sup>	2,335E6	184,4E3	245,8E3	6,146E6	3,687E6
Stiffness		Standard	Standard	Standard	Standard	Standard
Strength		Rigid	Rigid	Rigid	Rigid	Rigid
$R_{inter}$		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Consider gap closure		Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
$\delta_{inter}$		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Cross permeability		Impermeable	Impermeable	Impermeable	Impermeable	Impermeable
Drainage conductivity, dk	m <sup>3</sup> /day/m	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

*Preglednica 2: Računske faze*

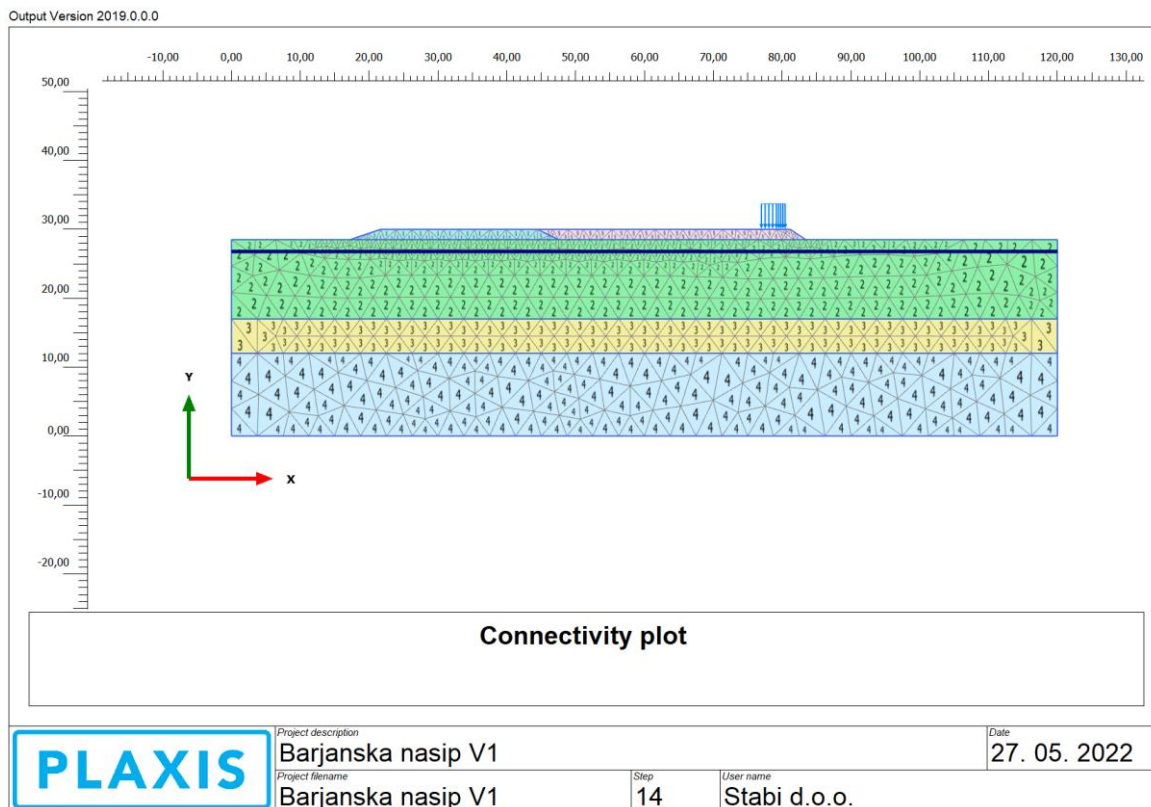
<b>Identification</b>	<b>Phase</b>	<b>Start from</b>	<b>Calculation type</b>	<b>Loading input</b>	<b>Pore pressure</b>	<b>Time step [day]</b>	<b>First step</b>	<b>Last step</b>
Initial phase [InitialPhase]	0	N/A	K0 procedure	N/A	Phreatic	0,000	0	0
Sedanje stanje [Phase_13]	13	0	Plastic	Staged construction	Phreatic	0,000	1	5
Koncno stanje [Phase_1]	1	13	Plastic	Staged construction	Phreatic	0,000	6	9
Prometna obtežba [Phase_14]	14	1	Plastic	Staged construction	Phreatic	0,000	10	14
Varnost [Phase_12]	12	14	Safety	Incremental multipliers	Use pressures from previous phase	0,000	15	114
Konsolidacija-hipni [Phase_2]	2	13	Consolidation	Staged construction	Phreatic	0,590	115	116
Konsolidacija 30 dni [Phase_3]	3	2	Consolidation	Staged construction	Phreatic	16,710	117	121
Konsolidacija 60 dni [Phase_4]	4	3	Consolidation	Staged construction	Phreatic	17,710	122	126
Konsolidacija 90 dni [Phase_5]	5	4	Consolidation	Staged construction	Phreatic	17,710	127	131
Konsolidacija-180 dni [Phase_11]	11	5	Consolidation	Staged construction	Phreatic	38,383	132	138
Konsolidacija 1 leto [Phase_6]	6	11	Consolidation	Staged construction	Phreatic	66,074	139	147
Konsolidacija 2 leti [Phase_7]	7	6	Consolidation	Staged construction	Phreatic	156,074	148	156
Konsolidacija 5 let [Phase_8]	8	7	Consolidation	Staged construction	Phreatic	256,836	157	167
Konsolidacija 10 let [Phase_9]	9	8	Consolidation	Staged construction	Phreatic	256,836	168	178
Konsolidacija 20 let [Phase_10]	10	9	Consolidation	Staged construction	Phreatic	1972,853	179	190



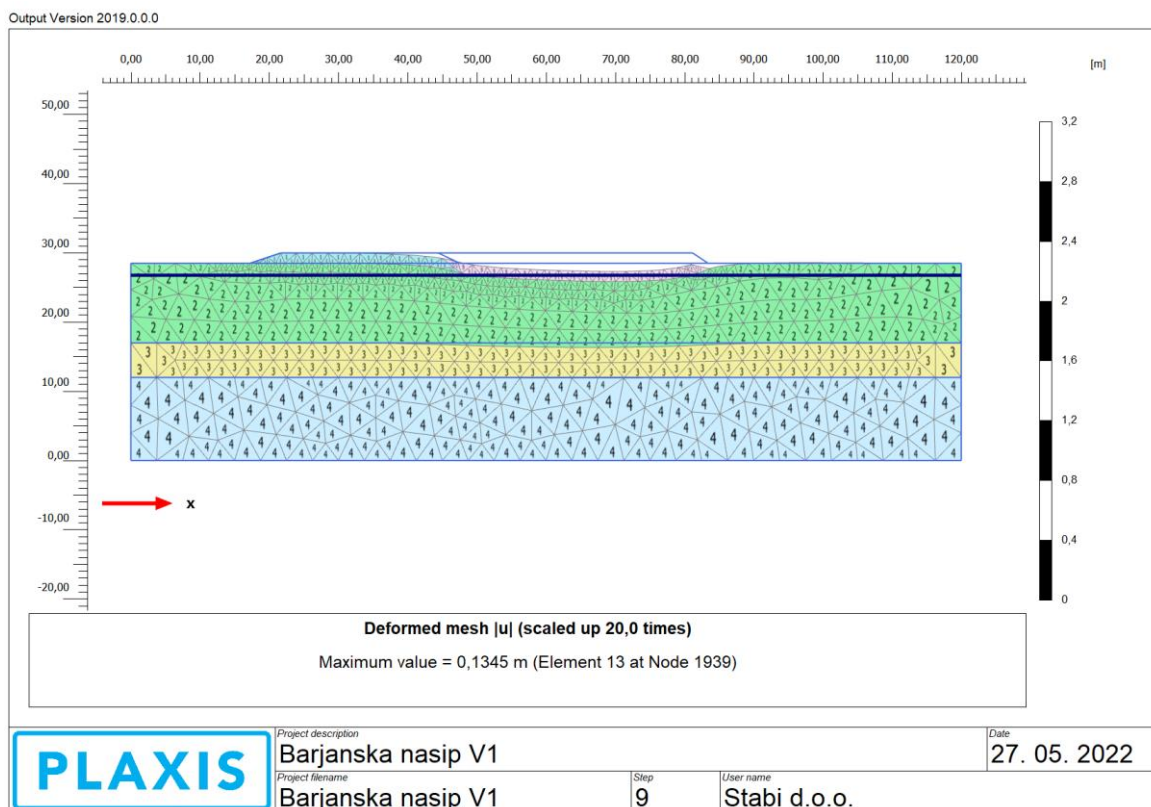
Slika 1: Računski model – obstoječe stanje



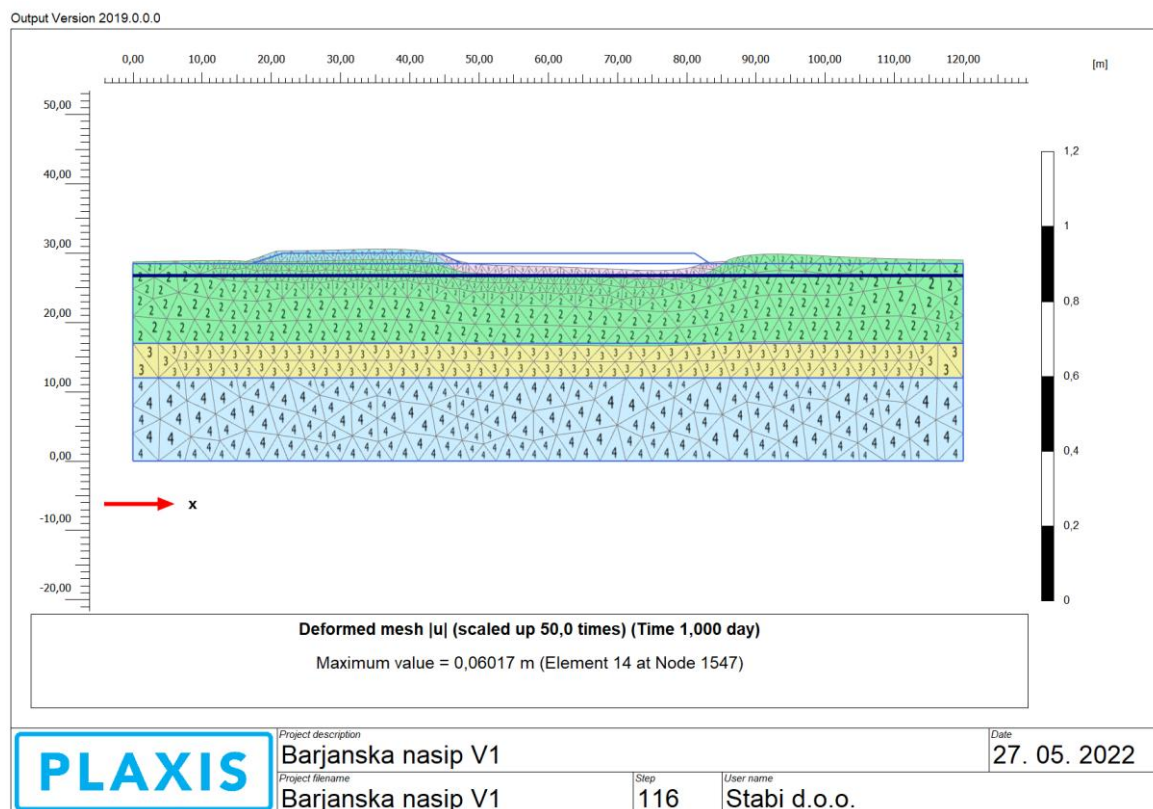
Slika 2: Računski model – končno stanje



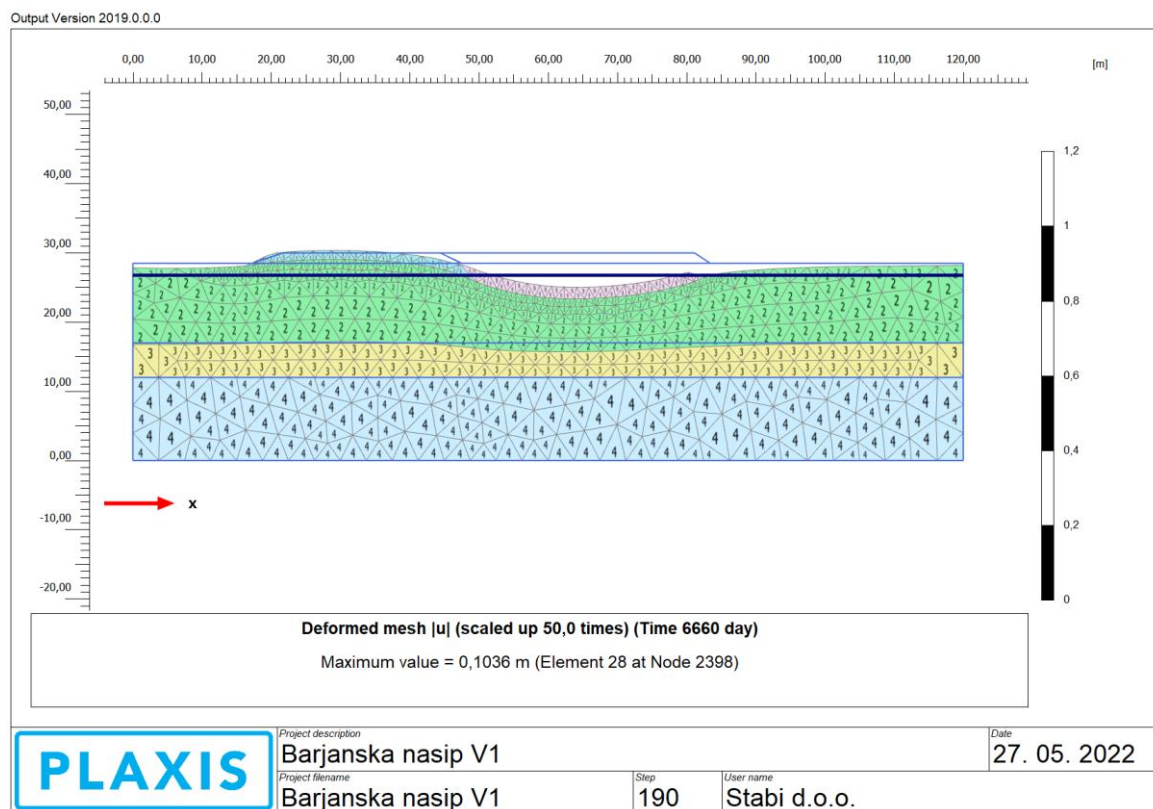
Slika 3: Računski model – končno stanje s prometno obtežbo (za račun varnosti)



Slika 4: Deformacijska mreža – končno stanje, skupni posedki



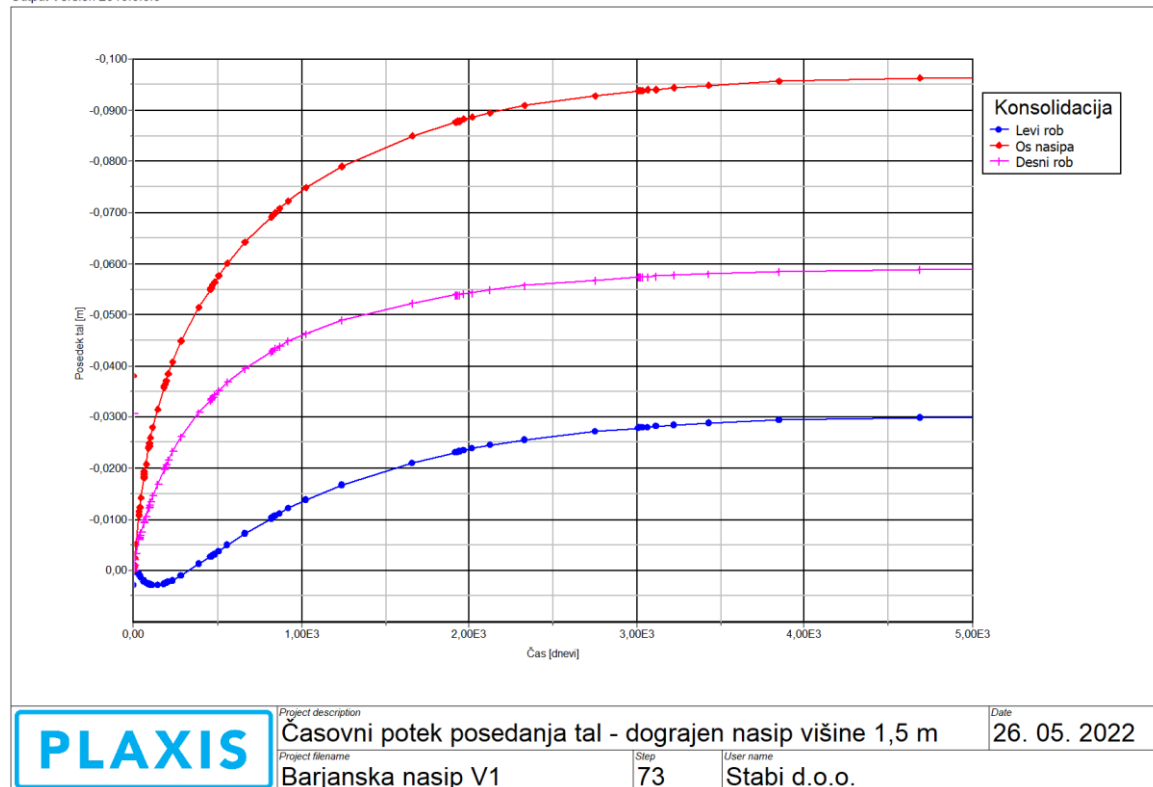
Slika 5: Deformacijska mreža – hipni posedki



Slika 6: Deformacijska mreža – konsolidacijski posedki

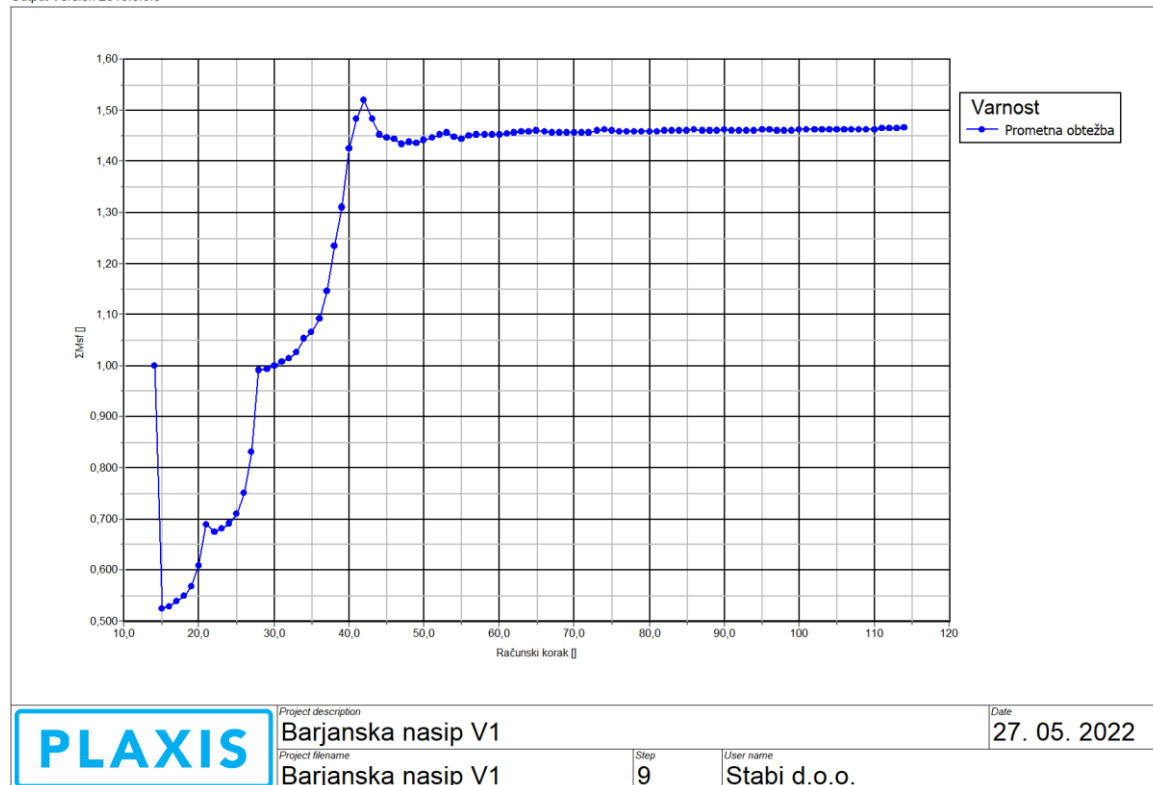


Output Version 2019.0.0.0



Slika 7: Časovni potek konsolidacijskih posedkov

Output Version 2019.0.0.0

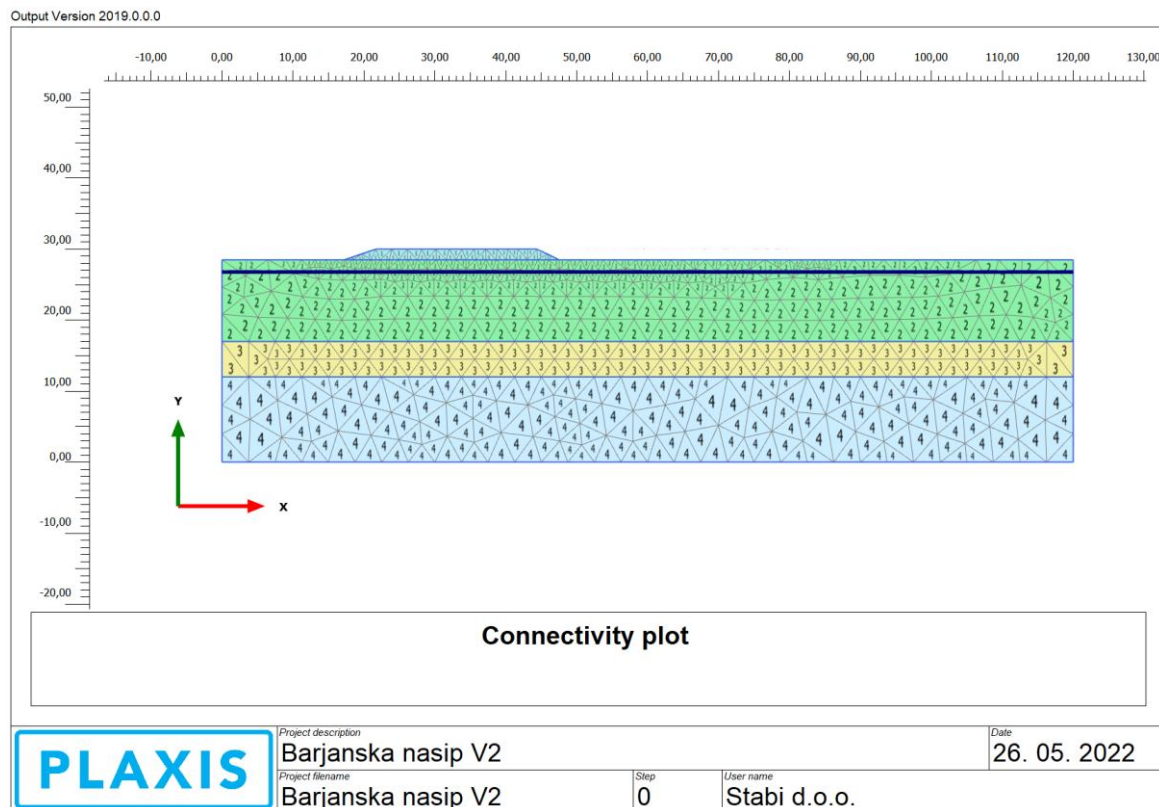


Slika 8: Računska varnost v končnem stanju

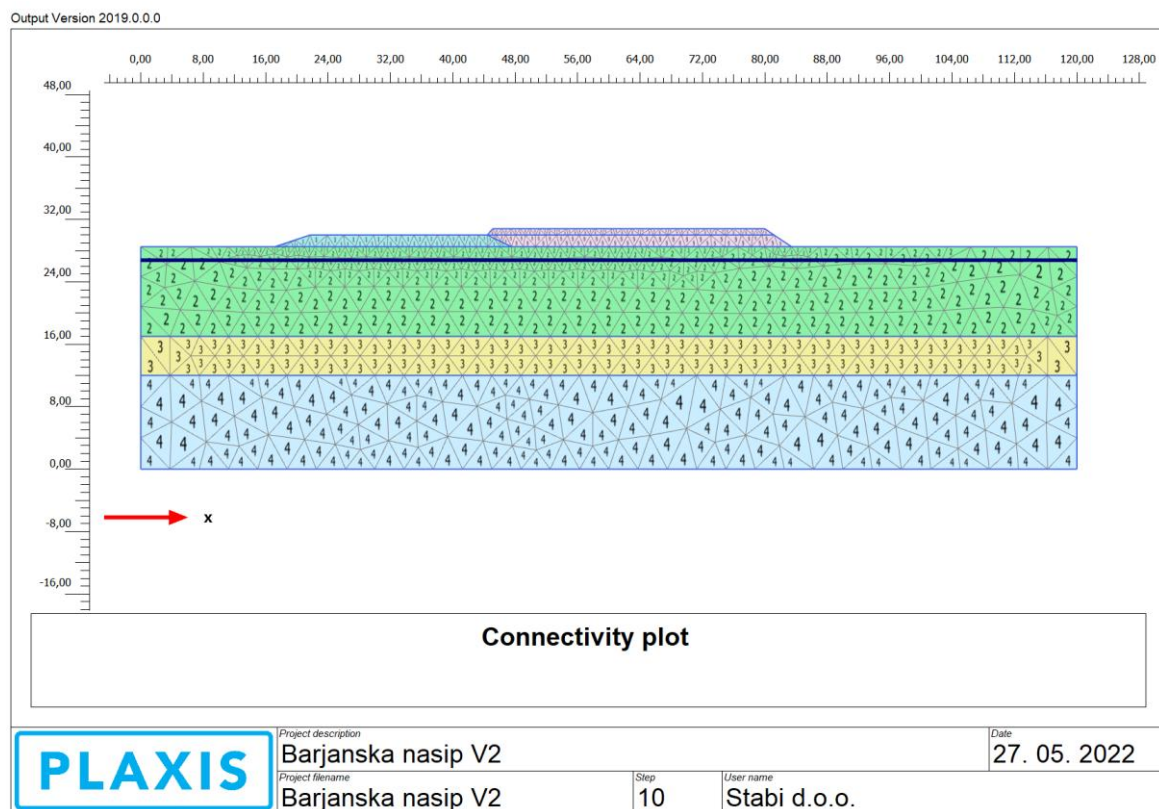
## ANALIZA NADVIŠANEGA NASIPA VIŠINE 2,3 m (1,5 m + 0,8 m)

Preglednica 3: Računske faze

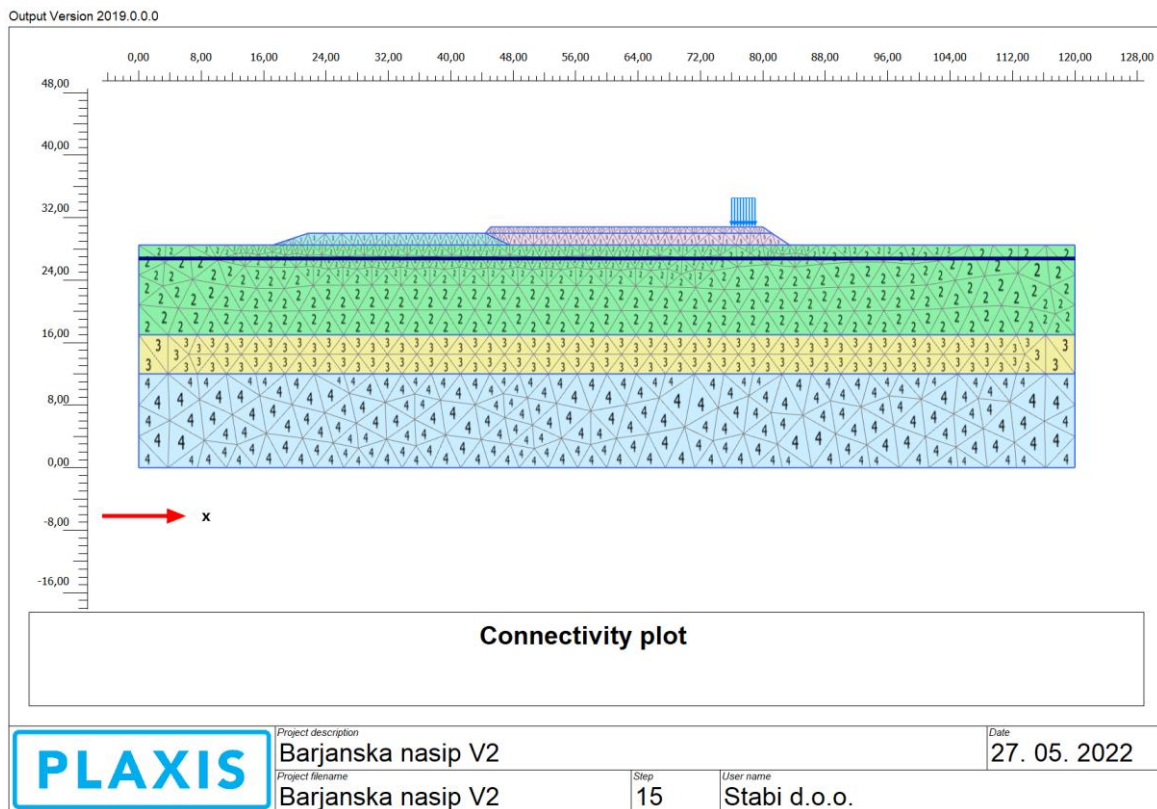
Identification	Phase	Start from	Calculation type	Loading input	Pore pressure	Time step [day]	First step	Last step
Initial phase [InitialPhase]	0	N/A	K0 procedure	N/A	Phreatic	0,000	0	0
Sedanje stanje [Phase_13]	13	0	Plastic	Staged construction	Phreatic	0,000	1	5
Končno stanje [Phase_1]	1	13	Plastic	Staged construction	Phreatic	0,000	6	10
Prometna obtežba [Phase_8]	8	1	Plastic	Staged construction	Phreatic	0,000	11	15
Varnost [Phase_12]	12	8	Safety	Incremental multipliers	Use pressures from previous phase	0,000	16	115
Konsolidacija-hipni [Phase_2]	2	13	Consolidation	Staged construction	Phreatic	0,181	116	121
Konsolidacija 30 dni [Phase_3]	3	2	Consolidation	Staged construction	Phreatic	16,710	122	126
Konsolidacija 60 dni [Phase_4]	4	3	Consolidation	Staged construction	Phreatic	17,710	127	131
Konsolidacija 90 dni [Phase_5]	5	4	Consolidation	Staged construction	Phreatic	17,710	132	136
Konsolidacija-180 dni [Phase_11]	11	5	Consolidation	Staged construction	Phreatic	38,383	137	143
Konsolidacija 1 leto [Phase_6]	6	11	Consolidation	Staged construction	Phreatic	75,946	144	151
Konsolidacija 2 leti [Phase_7]	7	6	Consolidation	Staged construction	Phreatic	156,074	152	160



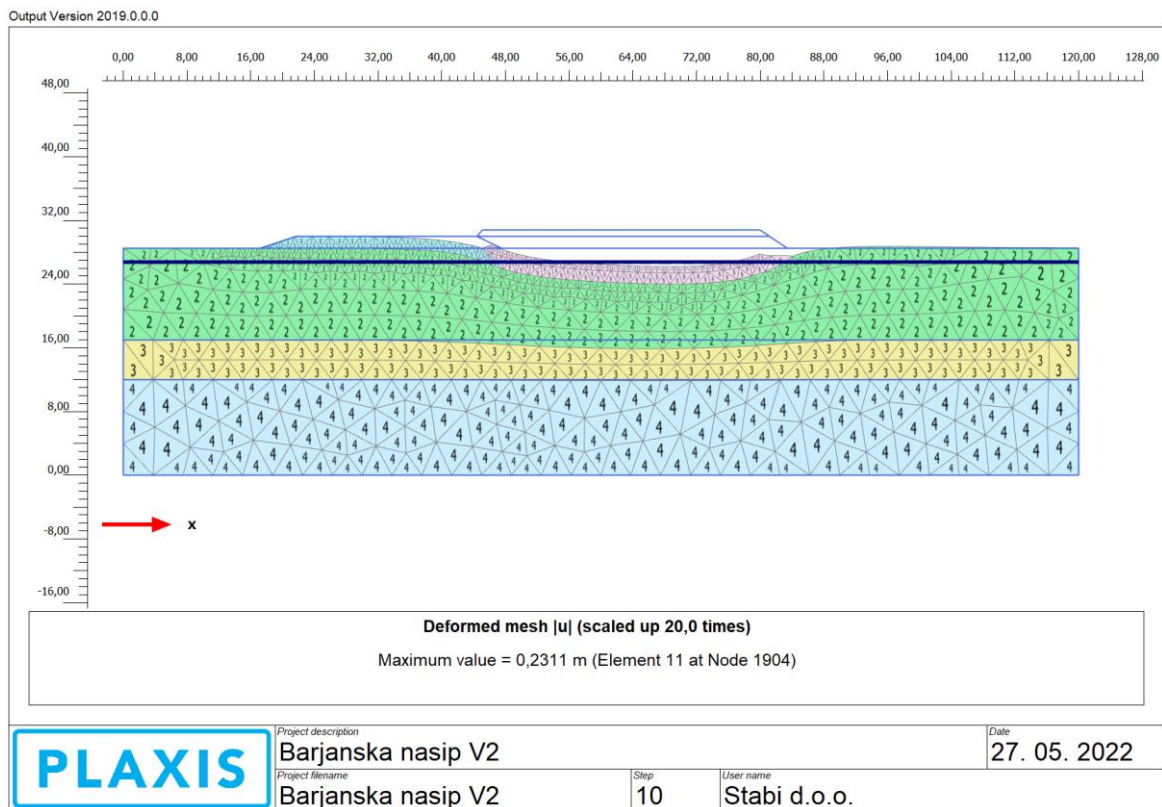
Slika 9: Računski model – obstoječe stanje



Slika 10: Računski model – končno stanje z nadvišanjem nasipa

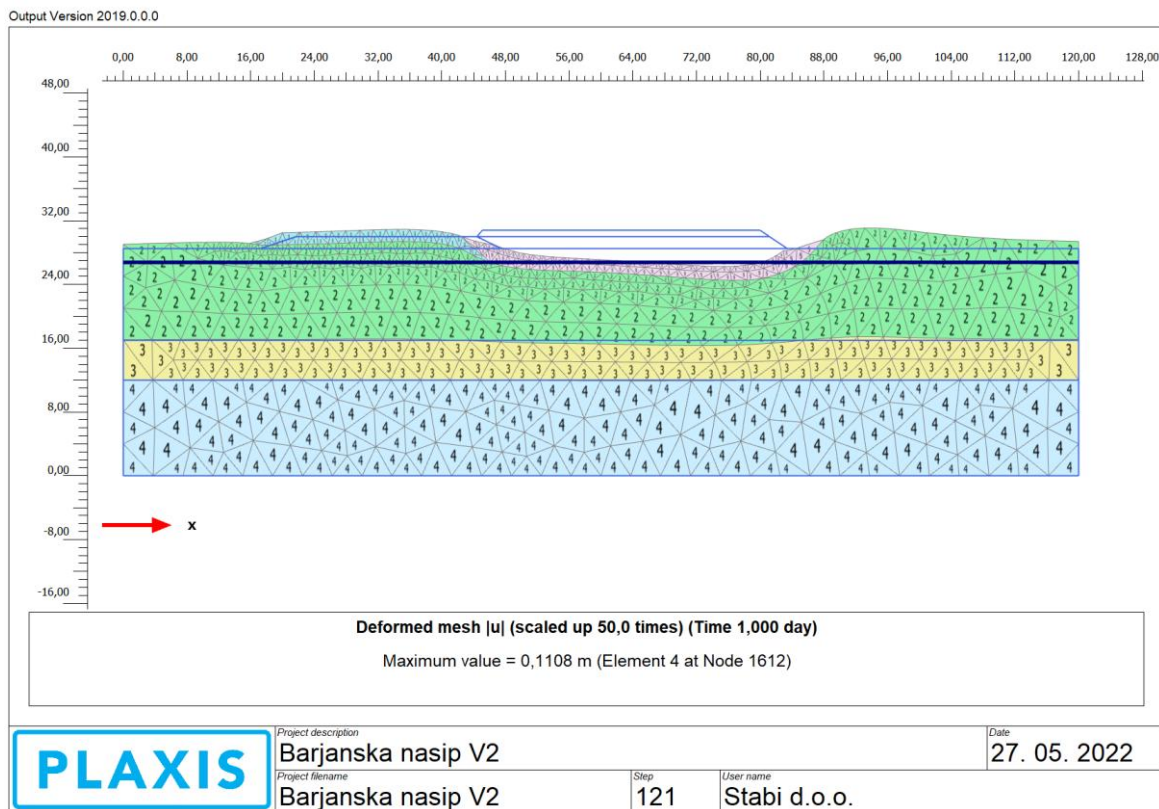


Slika 11: Računski model – končno stanje z nadvišanjem nasipa s prometno obtežbo (za račun varnosti)

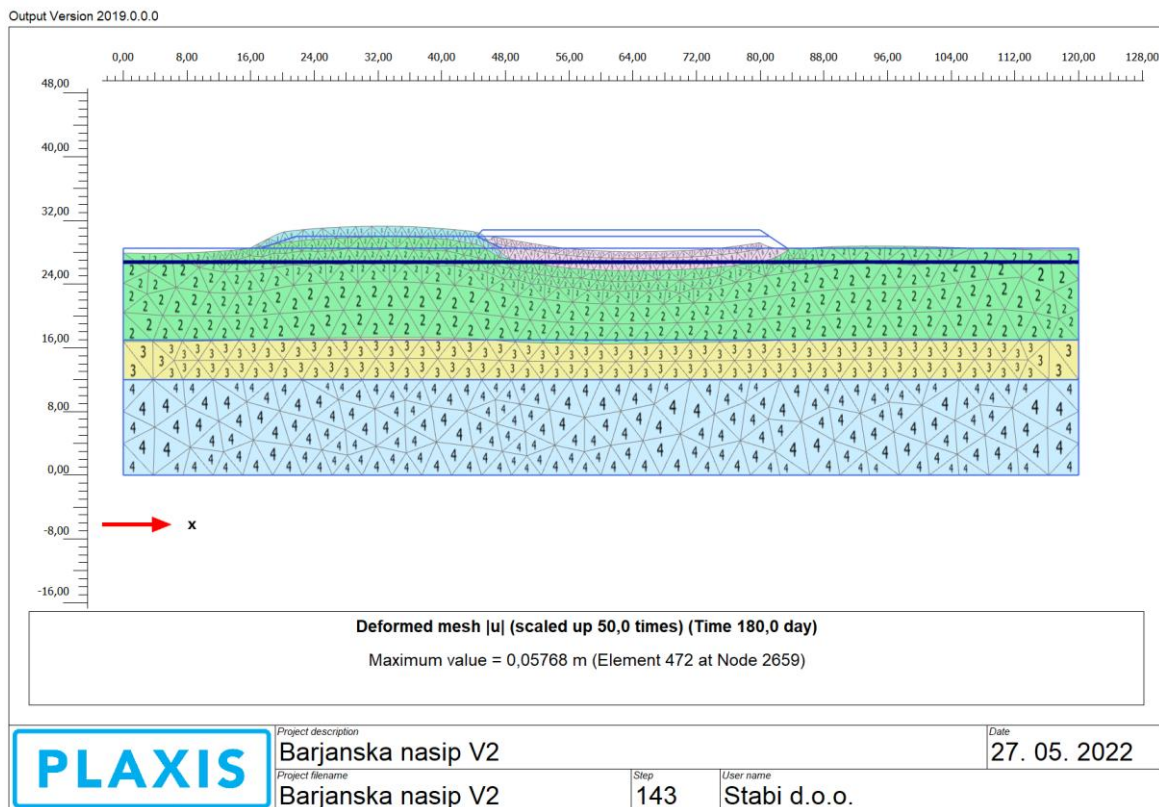


Slika 12: Deformacijska mreža – končno stanje pri nadvišanju nasipa, skupni posedki

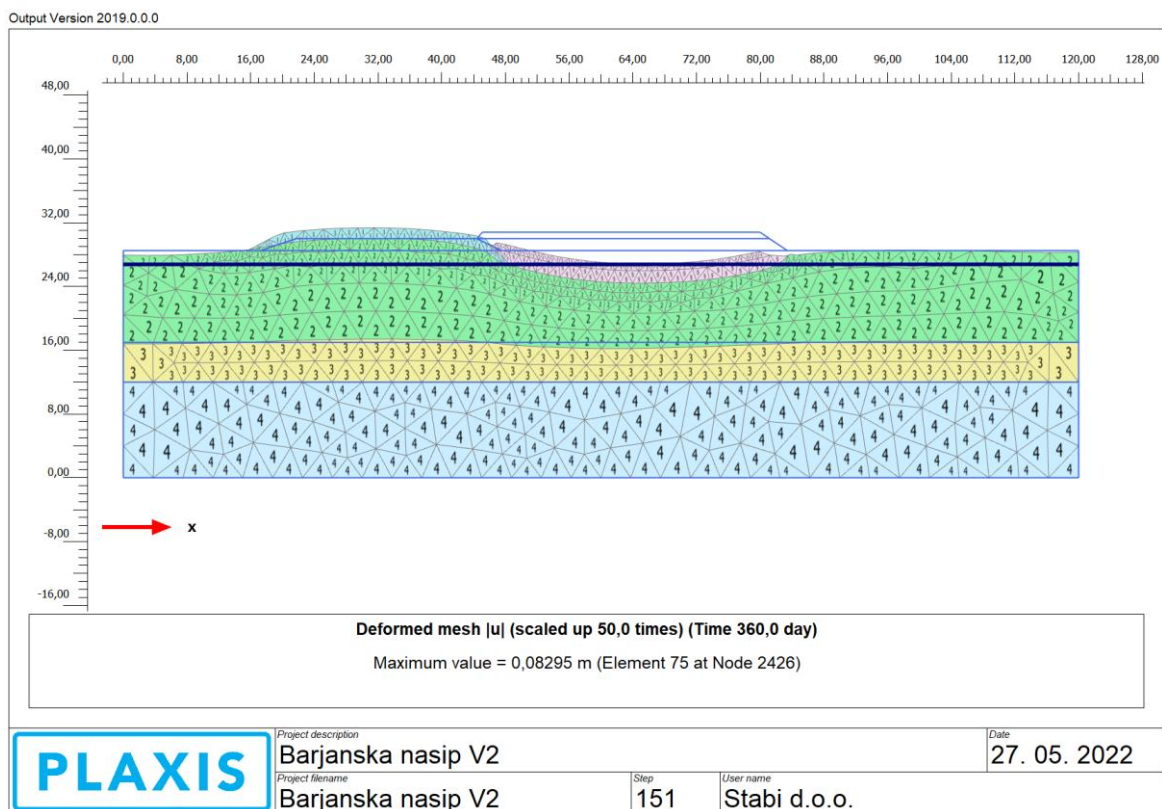




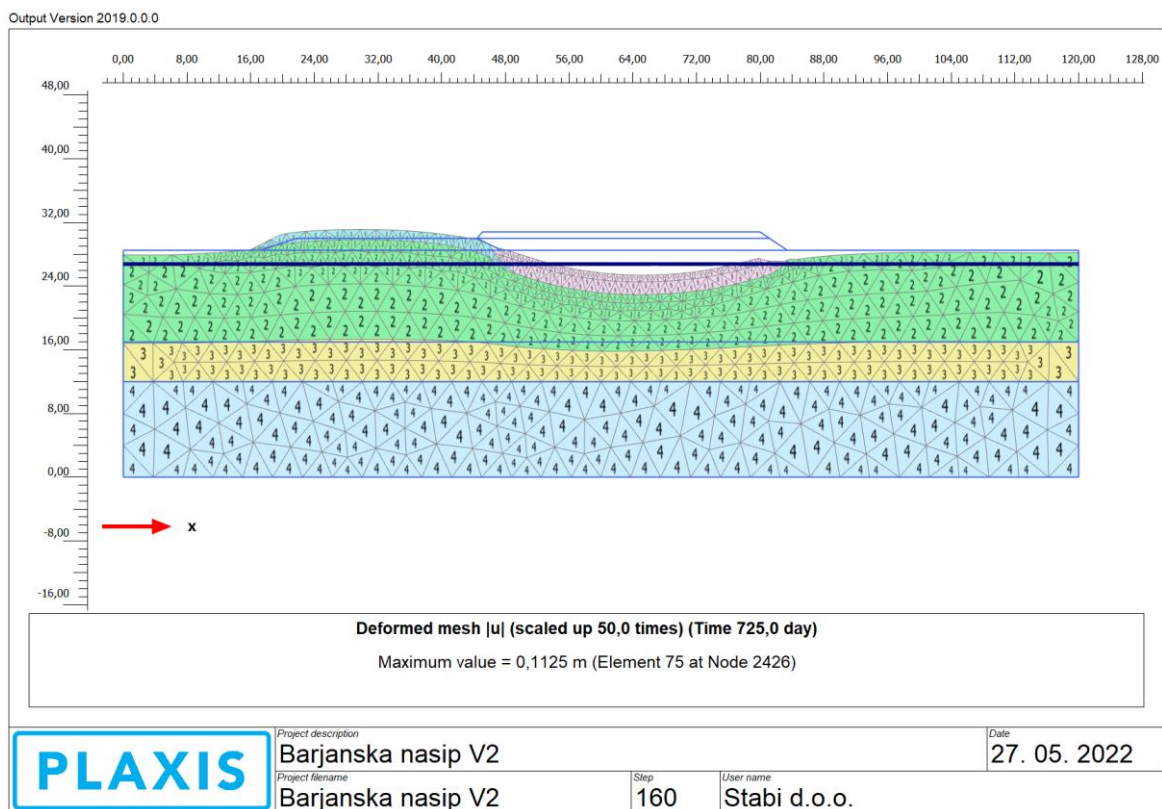
Slika 13: Deformacijska mreža – hipni posedki pri nadvišanju nasipa



Slika 14: Deformacijska mreža – konsolidacijski posedki pri nadvišanju nasipa po preteku pol leta



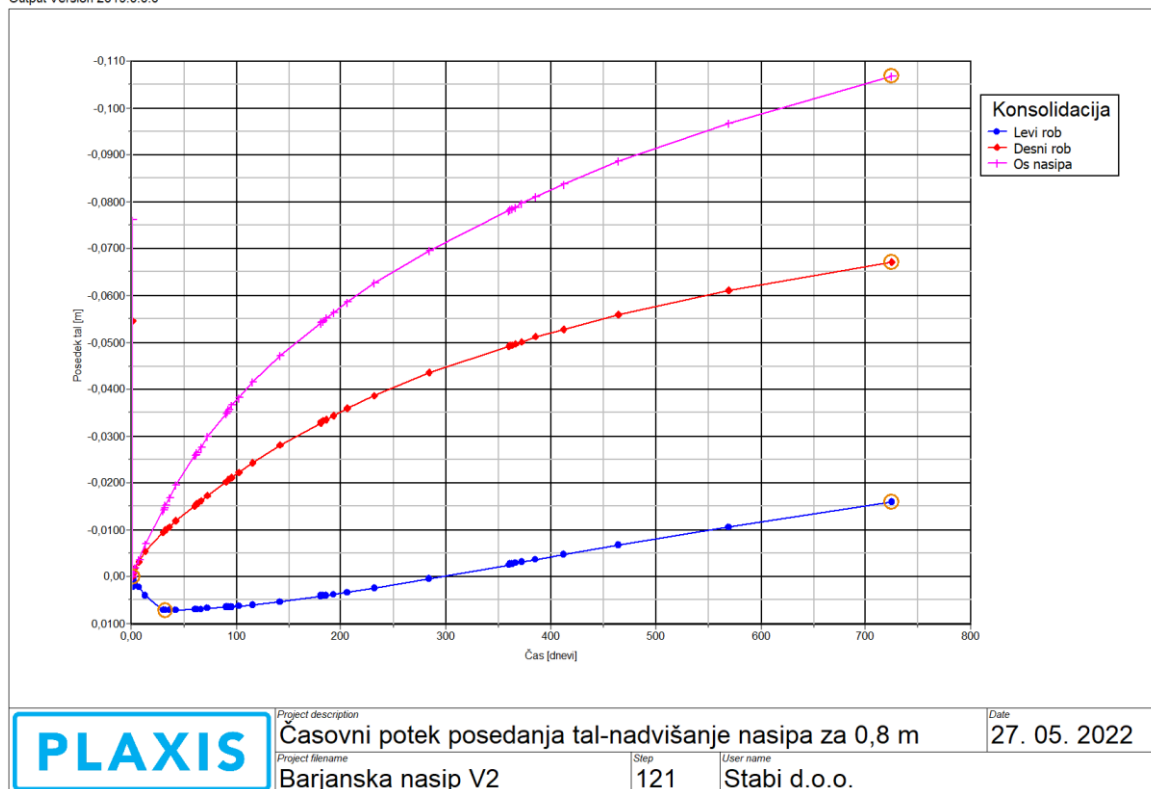
Slika 15: Deformacijska mreža – konsolidacijski posedki pri nadvišanju nasipa po preteku enega leta



Slika 16: Deformacijska mreža – konsolidacijski posedki pri nadvišanju nasipa po preteku dveh let

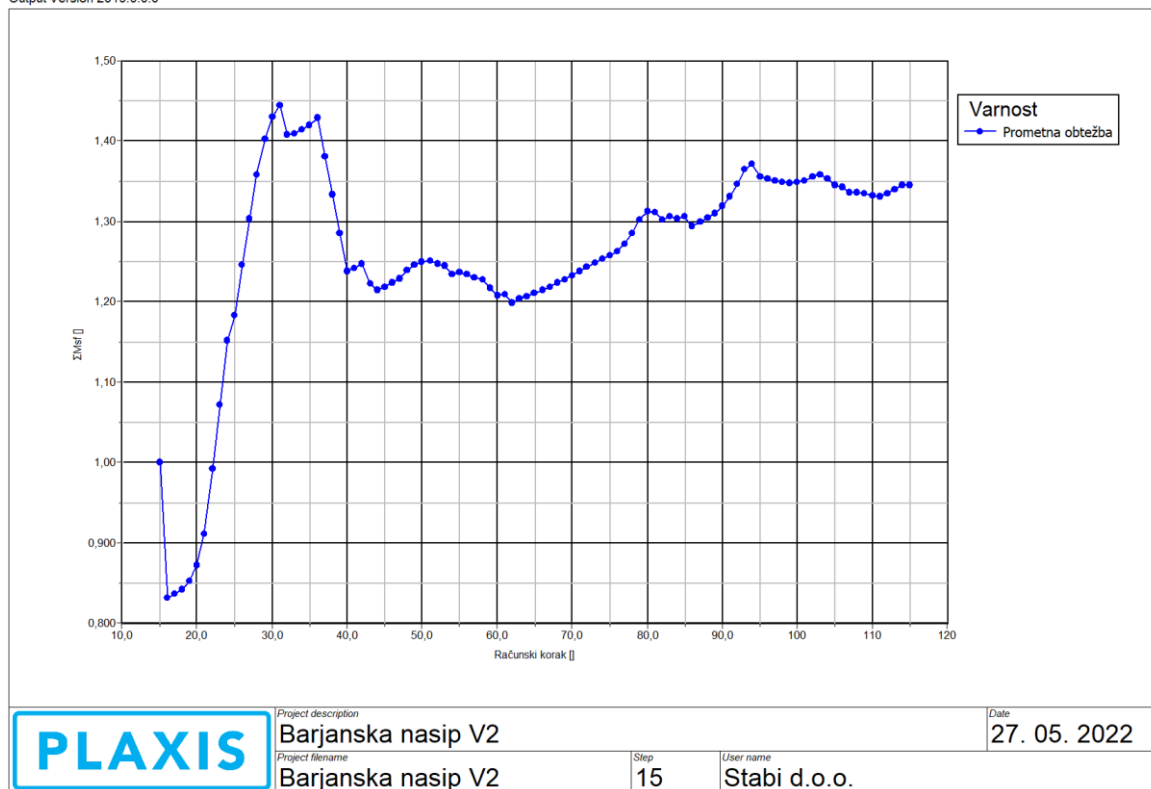


Output Version 2019.0.0.0



Slika 17: Časovni potek konsolidacijskih posedkov nadvišanega nasipa

Output Version 2019.0.0.0



Slika 18: Računska varnost nadvišanega nasipa

## **P.9 IZRAČUN NOSILNOST PILOTOV**

**PROJEKTNI ODPOR -**  
**NOGA PILOTA V NEKOHERENTNI ZEMLJINI**

**OBJEKT: BARJANSKA CESTA, MOST ČEZ MALI GRABEN**

**VTISNjeni BETONSKI PILOTI, NOGA V PRODNI ZEMLJINI**

**Krajne podpore**

**IZRAČUN**

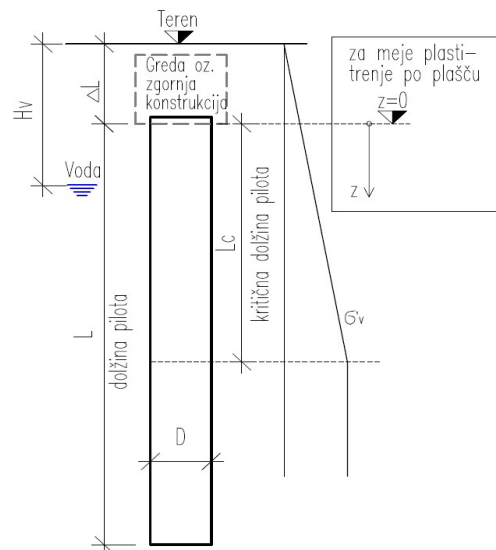
VNOS

VNOS

**ODPOR POD NOGO KOLA**

$\varphi$	35	strižni kot pod nogo pilota
$\gamma$	19	za račun vertikalne napetosti na koti noge pilota
$N_q$	45	faktor po Berezantzevu
$H_v$	1	globina podtalnice za račun vertikalne napetosti
$\Delta L$		vrh pilota - teren
$L_c$		kritična dolžina pilota

Piloti					Račun $\sigma'_v$		Odpor, noga	
D	L	$\Delta L$	$L_c$	$A_b$	$Z (L+\Delta L)$	$\sigma'_v$	$q_{b,k}$	$R_{b,k}$
m	m	m	m	m <sup>2</sup>	m	kPa	kPa	kN
0,60	22,00	1,00	12,00	0,283	13,0	127,0	5715,0	1615,9
0,70	22,00	1,00	14,00	0,385	15,0	145,0	6525,0	2511,1
0,80	22,00	1,00	16,00	0,503	17,0	163,0	7335,0	3687,0



**NEGATIVNO TRENJE**

D	$d_{neg}$	$c_{u,neg}$	$\alpha$	$A_{s,neg}$	$q_{s,neg,k}$	$R_{s,neg,k}$
m	m		m	m <sup>2</sup>	kPa	kN
0,60	12,00	30	1,0	22,619	30,0	678,6
0,70	12,00	30	1,0	26,389	30,0	791,7
0,80	12,00	30	1,0	30,159	30,0	904,8

**SKUPNI ODPOR PILOTA**

$\gamma_{R,c} =$	1,1							
$\gamma_M =$	1,3							
$\gamma_G =$	1,35							
Piloti		Karakteristične vrednosti odpora			Projektne vrednosti odpora			
D	L	$R_{b,k}$	$R_{s,k}$	$R_{s,neg,k}$	$R_{b,d}$	$R_{s,d}$	$R_{s,neg,d}$	$R_d$
m	m	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN
0,6	22,00	1615,9	0,0	678,6	<b>1130,0</b>	0,0	916,1	<b>213,9</b>
0,7	22,00	2511,1	0,0	791,7	<b>1756,0</b>	0,0	1068,8	<b>687,3</b>
0,8	22,00	3687,0	0,0	904,8	<b>2578,3</b>	0,0	1221,5	<b>1356,9</b>

## PROJEKTNI ODPOR -

### NOGA PILOTA V NEKOHERENTNI ZEMLJINI

OBJEKT: BARJANSKA CESTA, MOST ČEZ MALI GRABEN

UVRTANI BETONSKI PILOTI, NOGA V PRODNI ZEMLJINI

Krajne podpore

#### IZRAČUN

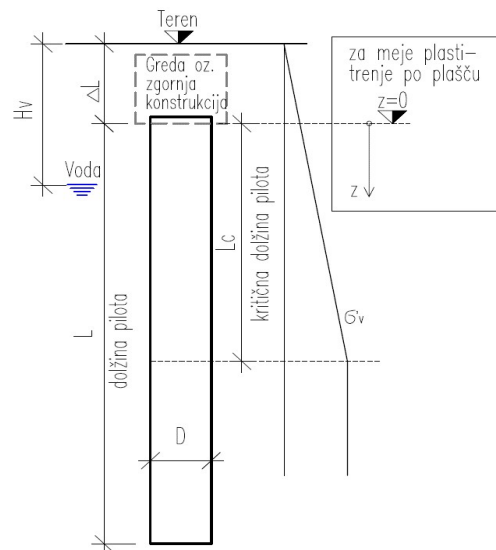
VNOS

VNOS

#### ODPOR POD NOGO KOLA

$\varphi$	35	strižni kot pod nogo pilota
$\gamma$	19	za račun vertikalne napetosti na koti noge pilota
$N_q$	45	faktor po Berezantzevu
Hv	1	globina podtalnice za račun vertikalne napetosti
$F_{uvrt}$	0,40	faktor uvrtni/vtisnjeni piloti
$\Delta L$	vrh pilota - teren	
Lc	kritična dolžina pilota	

Piloti					Račun $\sigma'_v$		Odpor, noga	
D	L	$\Delta L$	Lc	$A_b$	Z (L+ $\Delta L$ )	$\sigma'_v$	$q_{b,k}$	$R_{b,k}$
m	m	m	m	m <sup>2</sup>	m	kPa	kPa	kN
1,00	22,00	1,00	20,00	0,785	21,0	199,0	3582,0	2813,3
1,20	22,00	1,00	24,00	1,131	23,0	217,0	3906,0	4417,6
1,50	22,00	1,00	30,00	1,767	23,0	217,0	3906,0	6902,5



#### SKUPNI ODPOR PILOTA

$\gamma_{R,c}$	1,1
$\gamma_M$	1,3
$\gamma_G$	1,35

Piloti		Karakteristične vrednosti odpora			Projektne vrednosti odpora			
D	L	$R_{b,k}$	$R_{s,k}$	$R_{s,neg,k}$	$R_{b,d}$	$R_{s,d}$	$R_{s,neg,d}$	$R_d$
m	m	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN
1,0	22,00	2813,3	0,0	0,0	1967,3	0,0	0,0	1967,3
1,2	22,00	4417,6	0,0	0,0	3089,2	0,0	0,0	3089,2
1,5	22,00	6902,5	0,0	0,0	4826,9	0,0	0,0	4826,9

# PROJEKTI ODPOR -

## NOGA PILOTA V NEKOHERENTNI ZEMLJINI

### OBJEKT: BARJANSKA CESTA, MOST ČEZ MALI GRABEN

### VTISNJNI BETONSKI PILOTI, NOGA V PRODNI ZEMLJINI

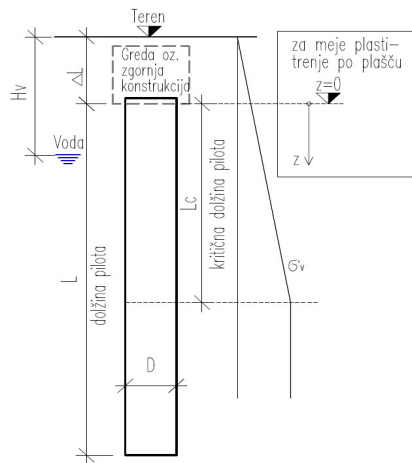
#### Vmesne podpore

#### IZRAČUN

#### ODPOR POD NOGO KOLA

$\varphi$	35	strižni kot pod nogo pilota
$\gamma$	19	za račun vertikalne napetosti na koti noge pilota
$N_q$	45	faktor po Berezantzevu
Hv	0	globina podtalnice za račun vertikalne napetosti
$\Delta L$		vrh pilota - teren
Lc		kritična dolžina pilota

VNOS
VNOS



Piloti					Račun $\sigma'_v$		Odpor, noga	
D	L	$\Delta L$	Lc	$A_b$	Z (L+ $\Delta L$ )	$\sigma'_v$	$q_{b,k}$	$R_{b,k}$
m	m	m	m	m <sup>2</sup>	m	kPa	kPa	kN
0,60	19,00	2,00	12,00	0,283	14,0	126,0	5670,0	1603,2
0,70	19,00	2,00	14,00	0,385	16,0	144,0	6480,0	2493,8
0,80	19,00	2,00	16,00	0,503	18,0	162,0	7290,0	3664,4

#### TRENJE PO PLAŠČU

D (m) = 0,60

Lc (m) = 12,0

$\Delta L$  (m) = 2,0

Plast	Z <sub>zgoraj</sub>	Z <sub>spodaj</sub>	beta metoda						alfa metoda		d <sub>i</sub>	$\sigma'_{v,i,spodaj}$	$\sigma'_{v,i,sredina}$	A <sub>si</sub>	q <sub>si,k</sub>	R <sub>si,k</sub>
			Y' <sub>i</sub>	φ <sub>i</sub>	δ <sub>i</sub>	K/K <sub>0</sub>	OCR	K <sub>0</sub>	c <sub>ui</sub>	α <sub>i</sub>						
m	m	m	kN/m <sup>3</sup>	°	°				kPa		m	kPa	kPa	m <sup>2</sup>	kPa	kN
nad vrhom pilota			9						napetost na koti z=0			18,0				
CH lg	0,0	10,0	8	25	25	1	1	0,577			10,0	98,0	58,0	18,850	15,6	294,4
CH tg	10,0	12,0	8,5	19	19	1,5	1	0,674			2,0	115,0	106,5	3,770	37,1	139,9
GP	12,0	14,0	11,5	35	27	1	1	0,426			2,0	115,0	115,0	3,770	25,0	94,2
CH tg	14,0	17,0	9	25	25	1,5	1	0,577			3,0	115,0	115,0	5,655	46,4	262,6
GP	17,0	19,0	11,5	35	27	1	1	0,426			2,0	115,0	115,0	3,770	25,0	94,2
SKUPAJ															885,2	

D (m) = 0,70

Lc (m) = 14,0

$\Delta L$  (m) = 2,0

Plast	Z <sub>zgoraj</sub>	Z <sub>spodaj</sub>	beta metoda						alfa metoda		d <sub>i</sub>	$\sigma'_{v,i,spodaj}$	$\sigma'_{v,i,sredina}$	A <sub>si</sub>	q <sub>si,k</sub>	R <sub>si,k</sub>
			Y' <sub>i</sub>	φ <sub>i</sub>	δ <sub>i</sub>	K/K <sub>0</sub>	OCR	K <sub>0</sub>	c <sub>ui</sub>	α <sub>i</sub>						
m	m	m	kN/m <sup>3</sup>	°	°				kPa		m	kPa	kPa	m <sup>2</sup>	kPa	kN
nad vrhom pilota			9						napetost na koti z=0			18,0				
CH lg	0,0	10,0	8	25	25	1	1	0,577			10,0	98,0	58,0	21,991	15,6	343,4
CH tg	10,0	12,0	8,5	19	19	1,5	1	0,674			2,0	115,0	106,5	4,398	37,1	163,2
GP	12,0	14,0	11,5	35	27	1	1	0,426			2,0	138,0	126,5	4,398	27,5	120,9
CH tg	14,0	17,0	9	25	25	1,5	1	0,577			3,0	138,0	138,0	6,597	55,7	367,7
GP	17,0	19,0	11,5	35	27	1	1	0,426			2,0	138,0	138,0	4,398	30,0	131,9
SKUPAJ															1127,0	

D (m) = 0,80

Lc (m) = 16,0

$\Delta L$  (m) = 2,0

Plast	Z <sub>zgoraj</sub>	Z <sub>spodaj</sub>	beta metoda						alfa metoda		d <sub>i</sub>	$\sigma'_{v,i,spodaj}$	$\sigma'_{v,i,sredina}$	A <sub>si</sub>	q <sub>si,k</sub>	R <sub>si,k</sub>
			Y' <sub>i</sub>	φ <sub>i</sub>	δ <sub>i</sub>	K/K <sub>0</sub>	OCR	K <sub>0</sub>	c <sub>ui</sub>	α <sub>i</sub>						
m	m	m	kN/m <sup>3</sup>	°	°				kPa		m	kPa	kPa	m <sup>2</sup>	kPa	kN
nad vrhom pilota			9						napetost na koti z=0			18,0				
CH lg	0,0	10,0	8	25	25	1	1	0,577			10,0	98,0	58,0	25,133	15,6	392,5
CH tg	10,0	12,0	8,5	19	19	1,5	1	0,674			2,0	115,0	106,5	5,027	37,1	186,5
GP	12,0	14,0	11,5	35	27	1	1	0,426			2,0	138,0	126,5	5,027	27,5	138,2
CH tg	14,0	17,0	9	25	25	1,5	1	0,577			3,0	156,0	147,0	7,540	59,4	447,6
GP	17,0	19,0	11,5	35	27	1	1	0,426			2,0	156,0	156,0	5,027	33,9	170,4
SKUPAJ															1335,1	

#### SKUPNI ODPOR PILOTA

Y<sub>R,c</sub> = 1,1

Y<sub>M</sub> = 1,3

Y<sub>G</sub> = 1,35

Piloti		Karakteristične vrednosti odpora			Projektne vrednosti odpora			
D	L	R <sub>b,k</sub>	R <sub>s,k</sub>	R <sub>s,neg,k</sub>	R <sub>b,d</sub>	R <sub>s,d</sub>	R <sub>s,neg,d</sub>	R <sub>d</sub>
m	m	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN
0,6	19,00	1603,2	885,2	0,0	1121,1	619,0	0,0	1740,1
0,7	19,00	2493,8	1127,0	0,0	1743,9	788,1	0,0	2532,0
0,8	19,00	3664,4	1335,1	0,0	2562,5	933,6	0,0	3496,1



**PROJEKTI ODPOR -**  
**NOGA PILOTA V NEKOHERENTNI ZEMLJINI**

**OBJEKT: BARJANSKA CESTA, MOST ČEZ MALI GRABEN**

**UVRTANI BETONSKI PILOTI, NOGA V PRODNI ZEMLJINI**

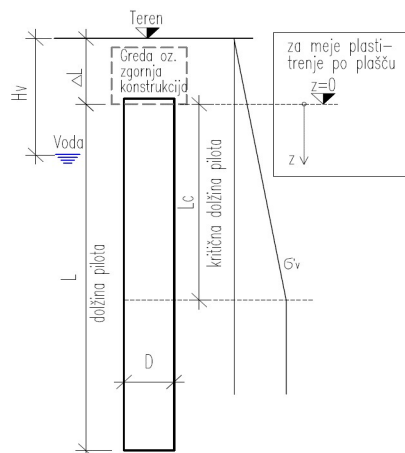
**Vmesne podpore**

**IZRAČUN**

VNOS
VNOS

**ODPOR POD NOGO KOLA**

$\varphi$	35	strižni kot pod nogo pilota
$\gamma$	19	za račun vertikalne napetosti na koti noge pilota
$N_q$	45	faktor po Berezantzevu
$H_v$	0	globina podtalnice za račun vertikalne napetosti
$F_{vrt}$	0,40	faktor uvrtni/vrtnjeni piloti
$\Delta L$		vrh pilota - teren
$L_c$		kritična dolžina pilota



Piloti					Račun $\sigma'_v$		Odpor, noga	
D	L	$\Delta L$	$L_c$	$A_b$	$Z(L+\Delta L)$	$\sigma'_v$	$q_{b,k}$	$R_{b,k}$
m	m	m	m	m <sup>2</sup>	m	kPa	kPa	kN
1,00	19,00	2,00	20,00	0,785	21,0	189,0	3402,0	2671,9
1,20	19,00	2,00	24,00	1,131	21,0	189,0	3402,0	3847,6
1,50	19,00	2,00	30,00	1,767	21,0	189,0	3402,0	6011,8

**TRENJE PO PLAŠČU**

D (m) = 1,00  
Lc (m) = 20,0  
 $\Delta L$  (m) = 2,0

Plast	$z_{zgoraj}$	$z_{spodaj}$	beta metoda						alfa metoda						$A_{si}$	$q_{si,k}$	$R_{si,k}$
			$\gamma'_i$	$\varphi_i$	$\delta_i$	$K/K_0$	OCR	$K_0$	$c_{ui}$	$\alpha_i$	$d_i$	$\sigma'_{v,i,spodaj}$	$\sigma'_{v,i,sredina}$				
	m	m	kN/m <sup>3</sup>	°	°				kPa		m	kPa	kPa		m <sup>2</sup>	kPa	kN
nad vrhom pilota			9											18,0			
CH lg	0,0	10,0	8	25	25	1	1	0,577			10,0	98,0	58,0	31,416	15,6	490,6	
CH tg	10,0	12,0	8,5	19	19	1	1	0,674			2,0	115,0	106,5	6,283	24,7	155,4	
GP	12,0	14,0	11,5	35	35	0,7	1	0,426			2,0	138,0	126,5	6,283	26,4	166,1	
CH tg	14,0	17,0	9	25	25	1	1	0,577			3,0	165,0	151,5	9,425	40,8	384,4	
GP	17,0	19,0	11,5	35	35	0,7	1	0,426			2,0	188,0	176,5	6,283	36,9	231,8	
<b>SKUPAJ</b>																<b>1428,3</b>	

D (m) = 1,20  
Lc (m) = 24,0  
 $\Delta L$  (m) = 2,0

Plast	$z_{zgoraj}$	$z_{spodaj}$	beta metoda						alfa metoda						$A_{si}$	$q_{si,k}$	$R_{si,k}$
			$\gamma'_i$	$\varphi_i$	$\delta_i$	$K/K_0$	OCR	$K_0$	$c_{ui}$	$\alpha_i$	$d_i$	$\sigma'_{v,i,spodaj}$	$\sigma'_{v,i,sredina}$				
	m	m	kN/m <sup>3</sup>	°	°				kPa		m	kPa	kPa		m <sup>2</sup>	kPa	kN
nad vrhom pilota			9											18,0			
CH lg	0,0	10,0	8	25	25	1	1	0,577			10,0	98,0	58,0	37,699	15,6	588,7	
CH tg	10,0	12,0	8,5	19	19	1	1	0,674			2,0	115,0	106,5	7,540	24,7	186,5	
GP	12,0	14,0	11,5	35	35	0,7	1	0,426			2,0	138,0	126,5	7,540	26,4	199,4	
CH tg	14,0	17,0	9	25	25	1	1	0,577			3,0	165,0	151,5	11,310	40,8	461,3	
GP	17,0	19,0	11,5	35	35	0,7	1	0,426			2,0	188,0	176,5	7,540	36,9	278,1	
<b>SKUPAJ</b>																<b>1714,0</b>	

D (m) = 1,50  
Lc (m) = 30,0  
 $\Delta L$  (m) = 2,0

Plast	$z_{zgoraj}$	$z_{spodaj}$	beta metoda						alfa metoda						$A_{si}$	$q_{si,k}$	$R_{si,k}$
			$\gamma'_i$	$\varphi_i$	$\delta_i$	$K/K_0$	OCR	$K_0$	$c_{ui}$	$\alpha_i$	$d_i$	$\sigma'_{v,i,spodaj}$	$\sigma'_{v,i,sredina}$				
	m	m	kN/m <sup>3</sup>	°	°				kPa		m	kPa	kPa		m <sup>2</sup>	kPa	kN
nad vrhom pilota			9											18,0			
CH lg	0,0	10,0	8	25	25	1	1	0,577			10,0	98,0	58,0	47,124	15,6	735,9	
CH tg	10,0	12,0	8,5	19	19	1	1	0,674			2,0	115,0	106,5	9,425	24,7	233,1	
GP	12,0	14,0	11,5	35	35	0,7	1	0,426			2,0	138,0	126,5	9,425	26,4	249,2	
CH tg	14,0	17,0	9	25	25	1	1	0,577			3,0	165,0	151,5	14,137	40,8	576,6	
GP	17,0	19,0	11,5	35	35	0,7	1	0,426			2,0	188,0	176,5	9,425	36,9	347,7	
<b>SKUPAJ</b>																<b>2142,5</b>	

**SKUPNI ODPOR PILOTA**

$\gamma_{R,c} = 1,1$								
$\gamma_M = 1,3$								
$\gamma_G = 1,35$								
Piloti		Karakteristične vrednosti odpora			Projektne vrednosti odpora			
D	L	$R_{b,k}$	$R_{s,k}$	$R_{s,neg,k}$	$R_{b,d}$	$R_{s,d}$	$R_{s,neg,d}$	$R_d$
m	m	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN
1,0	19,00	2671,9	1428,3	0,0	1868,5	998,8	0,0	2867,3
1,2	19,00	3847,6	1714,0	0,0	2690,6	1198,6	0,0	3889,2
1,5	19,00	6011,8	2142,5	0,0	4204,1	1498,2	0,0	5702,3

<b>7.5</b>	<b>RISBE</b>
------------	--------------