

GEOTEHNIČNO POROČILO O RAZISKAVAH TAL IN POGOJIH TEMELJENJA

Objekt: **REGENTOVA CENTER**
parc.št.: 1058/1, 1059/1, 1063/1 in 1089/1 vse k.o. 1738 Dravlje

Lokacija: **LJUBLJANA, DRAVLJE**

Naročnika: **ULTRALES INŽENIRING d.o.o.**
Cesta Ljubljanske brigade 9a, SI-1000 Ljubljana

IF INVEST d.o.o.
Prule 19, SI-1000 Ljubljana

Št. poročila: GEO059-01-2023 REGENTOVA CENTER

Datum: DECEMBER 2023

Obdelal:
G.STRNIŠA, univ.dipl.inž.grad.

Pregledal:
I.LESJAK, univ.dipl.inž.grad.

SLP d.o.o. LJUBLJANA
Direktor:
I.LESJAK, univ.dipl.inž.grad.

GORAZD STRNIŠA
univ. dipl. inž. grad.
IZS G-1623

IVAN LESJAK
univ. dipl. inž. grad.
IZS G-1625

SLP d.o.o. Ljubljana

VSEBINA

T.1	SPLOŠNO	3
T.1.2	Pregled opravljenih preiskav na vplivni okolici	3
T.1.3	Raziskovalna dela	3
T.1.3.1	Sondažno vrtanje	4
T.1.3.2	Geotehnične meritve	4
T.1.3.3	Statična konusna penetracija	5
T.1.4	Inženirsko-geološki pregled terena	6
T.2	GEOTEHNIČNE RAZMERE	7
T.2.1	Geotehnični pregled posameznih slojev	7
T.2.2	Hidrogeološke razmere	8
T.2.3	Seizmičnost terena	9
T.3	GEOTEHNIČNO PROJEKTIRANJE	10
T.3.1	Opis načrtovanega posega in konstrukcije	10
T.3.2	Uporabljeni standardi	11
T.3.3	Primernost lokacije	11
T.3.4	Geotehnični projektni izračuni	11
T.3.4.1	Nosilnost tal in posedki	11
T.3.4.2	Nosilnost pilotov	12
T.3.4.3	Predlog zaščite gradbene jame	12
T.4	GEOTEHNIČNI MONITORING	13
T.5	ZAKLJUČEK	13

Kazalo slik

Slika 1: Lokacija izvedenih raziskav	3
Slika 2: Sondažno vrtanje na lokaciji dne 04.10.2023	4
Slika 3: TGAS07 sistem za zajem podatkov pri izvajanju CPTu preiskave	5
Slika 4: Širša lokacija raziskav (Dravlje, severo-zahodni del Ljubljane)	6
Slika 5: Geološka karta lokacije (GEOZS ogk100.geo-zs.si)	6
Slika 6: Geotehnični presek A-A raziskane lokacije	8
Slika 7: Meritve upada pornih tlakov vode na globini 6 m	9
Slika 8: Področje 100 letnih in 500 letnih poplav	9
Slika 9: Zasnova predvidenega objekta - tloris	10
Slika 10: Zasnova predvidenega objekta - prerez	10

Kazalo tabel

Preglednica 1: Pregled izvedenih preiskav tal	3
Preglednica 2: Pregled izvedenih SPT preiskav s korekcijo	5
Preglednica 3: Tipična sestava in geotehnični opis tal	7
Preglednica 4: Nosilnosti pilotov	12


PRILOGE

1 SITUACIJA

2 GEOTEHNIČNI PRESEK

3 REZULTATI RAZISKAV

4 IZRAČUNI

	NAČRT: GEOTEHNIČNO POROČILO	ŠTEVILKA NAČRTA:
	OBJEKT: REGENTOVA CENTER	GEO059-01-2023 REGENTOVA CENTER

T.1 SPLOŠNO

Za potrebe projektiranja temeljenja stanovanjskih objektov »REGENTOVA CENTER«, parc.št.: 1058/1, 1059/1, 1063/1 in 1089/1 vse k.o. 1738 Dravlje (Ljubljana), so bile izvedene geotehnične raziskave tal z dvema sondažnima vrtnama in dvema statičnima konusnima penetracijama.

Namen preiskav je bil, da se ugotovi sestava tal in trdnostno-deformacijske karakteristike tal za geotehnične izračune in analize.



Slika 1: Lokacija izvedenih raziskav

T.1.2 Pregled opravljenih preiskav na vplivni okolici

Na lokaciji sta bili izvedeni dve sondažni vrtni do globine 20m in dve statični konusni penetraciji CPTu globine 18,6m in 19,8m.

T.1.3 Raziskovalna dela

V spodnji preglednici so prikazani osnovni podatki o izvedenih preiskavah tal.

Preglednica 1: Pregled izvedenih preiskav tal


Oznaka	Datum sondiranja	Globina sondiranja [m]	Opomba	Lokacija		
				NMV	x	y
V-1	04.10.2023	20.0	7x SPT, 1x VZR	308.29	459052.05	104487.29
V-2	05.10.2023	20.0	8x SPT, 2x VZR	307.83	459107.08	104455.61
CPTu-1	02.10.2023	18.6	2xDISS	308.43	459084.41	104501.86
CPTu-2	03.10.2023	19.8	2xDISS	308.06	459074.25	104442.27

LEGENDA:

SPT Standardni penetracijski test izveden v vrtni na določeni globini

VZR Odvzet vzorec za laboratorijske poskuse

DISS Disipacijski test

	NAČRT: GEOTEHNIČNO POROČILO	ŠTEVILKA NAČRTA:
	OBJEKT: REGENTOVA CENTER	GEO059-01-2023 REGENTOVA CENTER

Skupno je bilo izvedeno **40.0 m' vrtanja** in **15 kom SPT testov** med vrtanjem v vrtinah. V vrtini V-1 se je odvzel en vzorec v vrtini V-2 pa dva vzorca zemljine za analize v geomehanskem laboratoriju. Statični konusni penetraciji CPTu sta bili izvedeni do globine 18.6 m (CPTu-1) in 19.8 m (CPTu-2). Skupaj se je izvedlo **38.4 m' CPTu sondiranja**.

T.1.3.1 Sondažno vrtanje

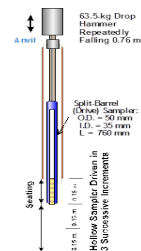
Vrtalna ekipa podjetja ROVS d.o.o., Ljubljana, je v dneh med 04.10.2023 in 05.10.2023, z vrtalno garnituro COMACCHIO GEO 305 izvedla dve (2) vrtini. Vrtanje je potekalo rotacijsko in zabijalno z enojnim jedernikom in s kontinuiranim jedrovanjem. Vrtina je bila med vrtanjem zacevljena do konca vrtanja. Na jedru vrtine smo opravili vizualno USCS klasifikacijo zemljine. Popis vrtin je izveden po USCS klasifikaciji. Fotografije jedra izvedenih vrtin so v prilogi tega poročila. Med vrtanjem vzorcev zemljin za potrebe izvedbe geomehanskih laboratorijskih preiskav smo odvzeli tri (3) vzorce zemljin za laboratorijske poskuse.

T.1.3.2 Geotehnične meritve

Pri izvedbi vrtin so se izvedle standardne penetracijske raziskave pri katerih se meri število udarcev za penetracijo drogova s konico 50mm štirikrat po 10 cm (lahko tudi trikrat po 15 cm). Prvih 10 cm so pred udarci, seštevek udarcev potrebnih za ostalih 30 cm pa predstavlja vrednost N oziroma N_{SPT} . Če je izvedeno več kot 60 udarcev in konica še vedno ni penetrirala za 30 cm je rezultat v centimetrih za 60 udarcev (penetrabilnost).

Rezultati SPT raziskav kažejo na trdnostne karakteristike zemljin po sledeči preglednici:


N	FI	M-PESEK	M-PROD	STANJE	
ud/ 30cm	stop.	MPa	MPa		
3	28	1	2	1	zelo rahlo
4	28.4	3	4	2	rahlo-zelo rahlo
10	30.3	7.5	15	3	rahlo
30	36.2	15	40	4	srednje gsto
50	40.9	30	65	5	gsto
80	42	50	80	6	zelo gsto



Oprema vrtalnega stroja za izvedbo SPT preiskav, ki ga je vrtalec uporabljal (GEO 305), zagotavlja koeficient prenosa energije v tla **k60=1,49**. Ta podatek smo uporabili pri določitvi materialnih karakteristik temeljnih tal kot je to prikazano v preglednici št. 2.



Slika 2: Sondažno vrtanje na lokaciji dne 04.10.2023

	NAČRT: GEOTEHNIČNO POROČILO	ŠTEVILKA NAČRTA:
	OBJEKT: REGENTOVA CENTER	GEO059-01-2023 REGENTOVA CENTER

Preglednica 2: Pregled izvedenih SPT preiskav s korekcijo

		$N_{160} = N \cdot k_{60} \cdot \kappa \cdot \lambda \cdot CN$						$N_{60} = N \cdot k_{60} \cdot \kappa \cdot \lambda$					
REGENTOVA-SPT		KOREKCIJA SPT , N merjen - N ₆₀											
		L	N _{merjen}	Lv	γ	σ'	CN	k ₆₀	λ	κ	N ₆₀	N ₁₆₀	Opis
V-1 308.29	2.5	3	7.0	19	47.5	1.45	1.49	0.82	0.8	3	4	4	CL
	5.0	3	7.0	19	95	1.03	1.49	0.92	0.8	3	3	3	SM/SC
	8.3	29	7.0	20	153	0.81	1.49	1.00	0.8	35	28	28	GC
	11.0	17	7.0	20	180	0.75	1.49	1.00	0.8	20	15	15	GC
	13.0	23	7.0	20	200	0.71	1.49	1.00	0.8	27	19	19	GM/GC
	15.5	30	7.0	20	225	0.67	1.49	1.00	0.8	36	24	24	GM/GC
	18.3	31	7.0	20	253	0.63	1.49	1.00	0.8	37	23	23	GM/GC
V-2 307.83	2.5	3	5.0	19	47.5	1.45	1.49	0.82	0.8	3	4	4	CL
	5.0	4	5.0	19	95	1.03	1.49	0.92	0.8	4	5	5	CL
	7.5	9	5.0	20	125	0.89	1.49	1.00	0.8	11	10	10	GC
	10.0	17	5.0	20	150	0.82	1.49	1.00	0.8	20	17	17	GC
	12.5	19	5.0	20	175	0.76	1.49	1.00	0.8	23	17	17	GM/GC
	15.0	25	5.0	20	200	0.71	1.49	1.00	0.8	30	21	21	GM/GC
	17.6	15	5.0	20	226	0.67	1.49	1.00	0.8	18	12	12	CL
	20.0	27	5.0	20	250	0.63	1.49	1.00	0.8	32	20	20	CL

T.1.3.3 Statična konusna penetracija


Izvedeni sta bili dve terenski meritvi sestave in lastnosti tal s statičnim konusnim penetrometrom (CPTu). Preiskavi s strojem tipa PAGANI TG 63-150 sta bili izvedeni na dostopni lokaciji na predvidenem območju izgradnje novega objekta v oktobru 2023.

Pri tem tipu preiskave se merilna sonda vtiska v tla s konstantno hitrostjo (2 cm/s), pri čemer se izvaja avtomatsko merjenje naslednjih mehanskih količin: odpora tal pod konico pri penetriranju, sile trenja ob sondi, porednega tlaka na konici sonde in naklona (inklinacije) sonde. Na podlagi izmerjenih parametrov tal se, s pomočjo empiričnih korelacij, določijo geomehanske karakteristike tal, ki so podlaga za nadaljnje geotehnično projektiranje. Preiskave so izvedene skladno s standardoma SIST EN 1997-2:2007 in SIST EN ISO 22467-1:2005. Kabinetsna obdelava merjenih vrednosti je bila izvedena s programsko opremo CPeT-IT (ver.2.3.1.9). 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>

Karakteristični profil in rezultat izvede CPTu preiskave je prikazan v prilogi 3.



Slika 3: TGAS07 sistem za zajem podatkov pri izvajanju CPTu preiskave

	NAČRT: GEOTEHNIČNO POROČILO	ŠTEVILKA NAČRTA:
	OBJEKT: REGENTOVA CENTER	GEO059-01-2023 REGENTOVA CENTER

T.1.4 Inženirsko-geološki pregled terena

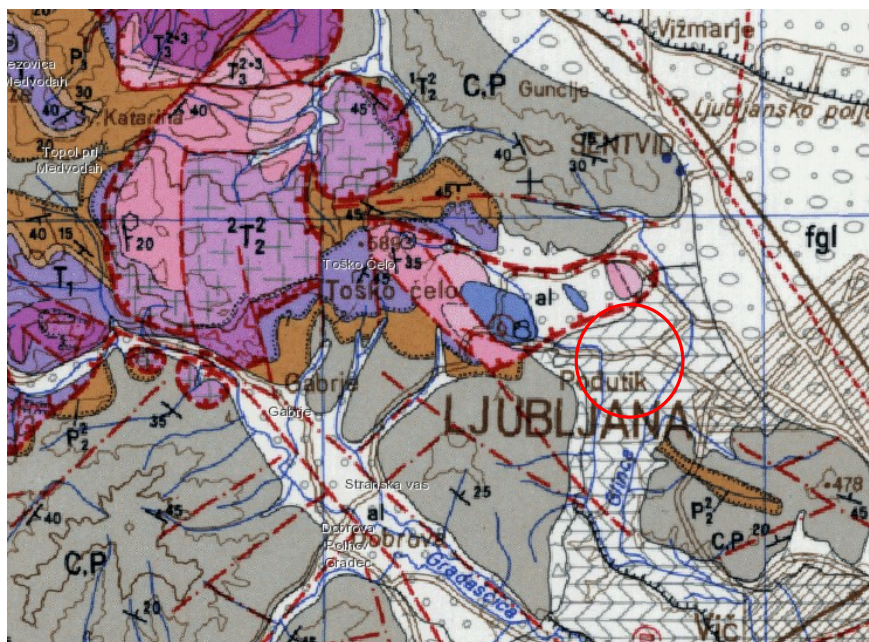
Lokacija se nahaja ob Regentovi cesti, v četrtini skupnosti Dravljje, v Ljubljani.




Slika 4: Širša lokacija raziskav (Dravljje, severo-zahodni del Ljubljane)

Območje gradnje je na ravnem terenu. Kota terena je na cca. +308.2 m NMV.

Območje Dravelj leži na področju Ljubljanskega polja, ki ga sestavljajo rečni sedimenti pleistocenske in holocenske starosti. Te sedimente tvorijo večinoma prodne in peščene zemljine z vložki zaglinjenega proda, glinasto meljastih slojev in konglomeratnim zasipom.



Slika 5: Geološka karta lokacije (GEOZS ogk100.geo-zs.si)

	NAČRT: GEOTEHNIČNO POROČILO	ŠTEVILKA NAČRTA:
	OBJEKT: REGENTOVA CENTER	GEO059-01-2023 REGENTOVA CENTER

T.2 GEOTEHNIČNE RAZMERE

T.2.1 Geotehnični pregled posameznih slojev


Na podlagi ugotovitev pri pregledu podatkov o sestavi in lastnosti tal, lahko temeljna tla na obravnavanem območju razdelimo v sledeče inženirsko geološko geomehanske enote:

- 1.) Pod humusom je cca. 1m debel sloj različnih, pretežno koherentnih zemljin, s koščki grušča in proda, v težko gnetnem do trdem konsistenčnem stanju. (HUMUS/ML)
- 2.) Do globine cca. 5m sledijo glinaste do glinasto meljaste zemljine v povprečju v srednje do lahko gnetnem konsistenčnem stanju. Na globini med 4,2m in 4,8m je registriran vložek srednje gostega meljastega peska. (CH/CL)
- 3.) Do globine cca. 9,5m (v vrtini V-1 pa do cca. 11m) je sloj zaglinjenega proda (glinenega polnila med 30% in 50%) s prodniki povprečne velikosti 2-3 cm do največje velikosti 10 cm (GC1). Na področju sond V-2 in CPTu-1 je sloj bolj stisljiv in manj nosilen (GC2).
- 4.) Sledi cca. 2m debel sloj srednje do težkognetne glin (v CPTu-2 je sloj debel cca. 4m), do globine 11m oz. 13.5m, mestoma so bili zaznani koščki permokarbonskega skrilavca. (CL)
- 5.) Do globine 19m (V-2 do globine 16m) sledi sloj zaglinjenega in zameljenega proda, mestoma grušča, s posameznimi koščki permokarbonskega skrilavca. (GC/GM)
- 6.) Do 20m sledi sloj peščeno – meljne glin težko gnetne konsistence. (CL)

Za nadaljnje računske analize lahko privzamemo geomehanske karakteristike tal za značilne sloje zemljin, kot je prikazano v preglednici 3.

Preglednica 3: Tipična sestava in geotehnični opis tal

Ozn.	Glob.	Opis sestave tal		γ	q_i	S_u	c'	φ'	M_v	$\frac{OC}{R}$	k
	(m)			kN/m ³	MPa		kPa	°	MPa		m/s
1	0-1	HUMUS /ML	Humus in sloj pretežno koherentnih zemljin s posameznimi prodniki.	19	1	60	2	26	8	>2	1E-8
2	1-5	CH/CL	Meljna glina, lahko do srednje gnetne konsistence.	19	1	50	2	25	6	>2	1E-9
3	5-9,5 (11)	GC1 / GC2	Zaglinjen prod, glinenega polnila med 30 in 50%.	19	10 / 2,5	0 / 50	0	33 / 29	30 / 20		1E-8
4	9,5-11 (13,5)	CL	Srednje plastična glina, srednje do težko gnetne konsistence	19	2	90	10	22	10	3	1E-9
5	11- (16) 19	GC/GM	Zaglinjen in zameljen prod, mestoma grušč in posam. kosi skrilavca.	20	5-8		0	33	30		1E-6
6	>(16) 19	CL	Peščeno meljasta glina, težko gnetne konsistence.	19	1,5	80	2	29	>15	>2	1E-9

	NAČRT: GEOTEHNIČNO POROČILO	ŠTEVILKA NAČRTA:
	OBJEKT: REGENTOVA CENTER	GEO059-01-2023 REGENTOVA CENTER

OCENA TRDNOSTNIH KARAKTERISTIK

NEKOHERENTNA ZEMLJINA

N	FI	M-S	M-G
ud/30cm	stop.	MPa	MPa
3	28	1	2
4	28	3	4
10	30	8	15
30	36	15	40
50	41	30	65
80	42	50	80

zelo rahlo
rahlo-zelo
rahlo
srednje g
gosto
zelo g

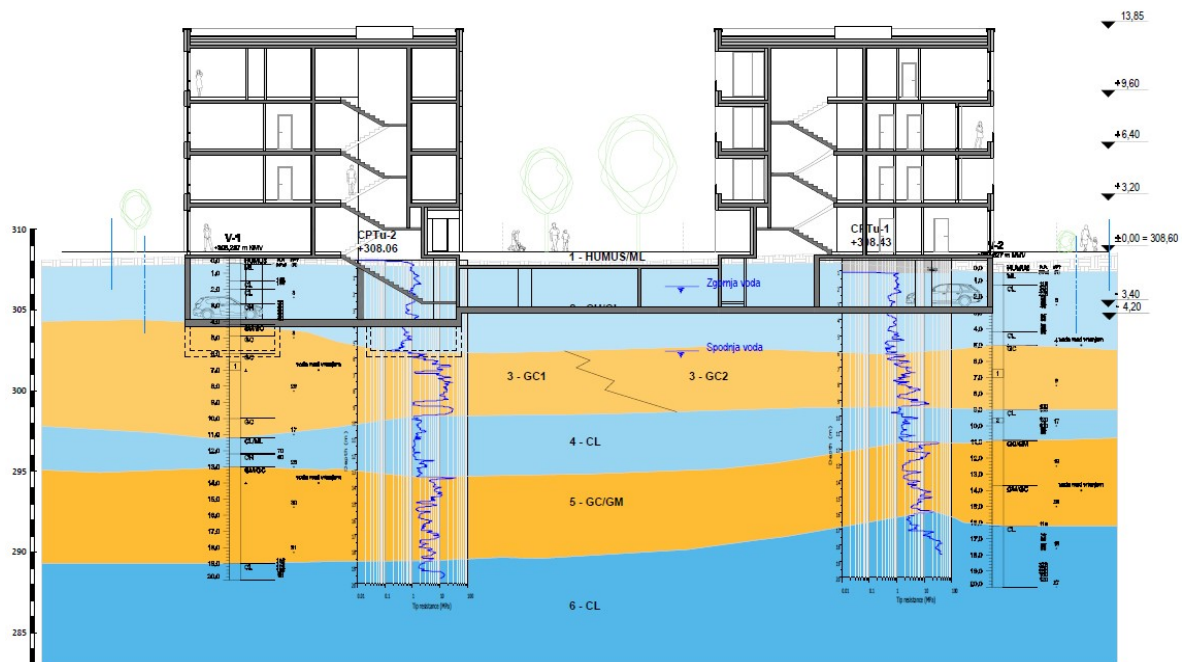
KOHERENTNA ZEMLJINA

N	qu	Mv
ud/30cm	kPa	MPa
1	10	0.4
2	25	0.5
4	50	1
8	100	2
15	200	5
30	400	20
50	600	40

židko
židko-lah. gnetno
lahko gnetno
srednje gnetno
težko gnetno
poltrdno
trdno

konsistenca zemljine	Indeks konsist. I_c	enoosna tlačna trdnost q_u (kPa)	nedrenirana strižna trdnost c_u (kPa)
židka do lahko gnetna	0	0	0
lahko gnetna	0,25	25	12,5
srednje gnetna	0,50	50	25,0
težko gnetna	0,75	100	50,0
poltrdna	1,00	200	100,0
	1,25	400	200,0


GEOTEHNIČNI PRESEK A-A

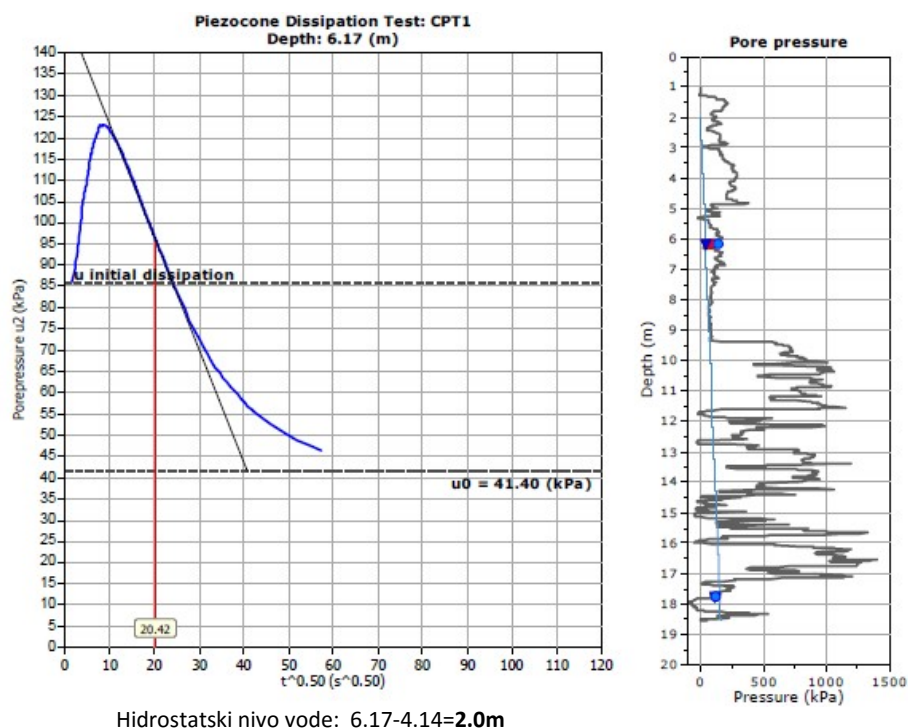


Slika 6: Geotehnični presek A-A raziskane lokacije

T.2.2 Hidrogeološke razmere

Talna voda je po nam dostopnih arhivskih podatkih na globini cca. 2m pod površjem (na koti +306,0 m NMV). To smo tudi ugotovili in potrdili z meritami tlakov vode pri izvedbi CPTu (slika spodaj in v prilogi). Lokacija objekta je delno na mestu, kjer so raščena tla poplavljen pri 100 in 500 letnih poplavih. (vir: Atlas okolja; <https://gis.arso.gov.si/atlasokolja>)

	NAČRT: GEOTEHNIČNO POROČILO	ŠTEVILKA NAČRTA:
	OBJEKT: REGENTOVA CENTER	GEO059-01-2023 REGENTOVA CENTER




Slika 7: Meritve upada pornih tlakov vode na globini 6 m



Slika 8: Področje 100 letnih in 500 letnih poplav

T.2.3 Seizmičnost terena

Glede na karto **Potresne nevarnosti Slovenije-projektni pospešek tal (2021)**, obravnavana lokacija gradnje sodi na območje s projektnim pospeškom tal $a_g = 0.275 \text{ g}$ za povratno dobo 475 let. Po SIST EN 1998-1:2006 tla uvrščamo v C.

	NAČRT: GEOTEHNIČNO POROČILO	ŠTEVILKA NAČRTA:
	OBJEKT: REGENTOVA CENTER	GEO059-01-2023 REGENTOVA CENTER

T.3 GEOTEHNIČNO PROJEKTIRANJE

T.3.1 Opis načrtovanega posega in konstrukcije

V tej fazi izdelave geotehničnega poročila smo prejeli predviden tloris, etažnost in predvidene višinske kote.

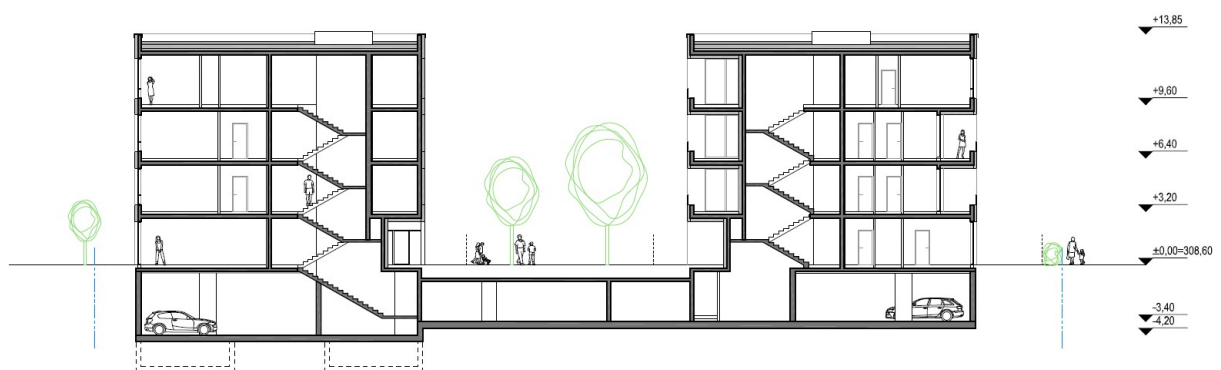
Na zemljišču je v načrtu gradnja 4 stanovanjskih objektov, ki imajo skupno klet. Predvideno bo imel objekt eno kletno in štiri nadzemne etaže (K+P+3). Za izračune privzamemo objekt kot AB konstrukcijo tlorisnih dimenzij: klet = 54*66m, objekt-1=20.5*18.0m, objekt-2=31.0*18.0m, obj.3 = 36*18m in obj.4 = 18*18m

Kora terena je trenutno cca. 308.2 m NMV ± 0.4 m.


Kota zunanje ureditve in kota ± 0.00 je predvidena na +308.6 m NMV.



Slika 9: Zasnova predvidenega objekta - tloris



Slika 10: Zasnova predvidenega objekta - prerez

	NAČRT: GEOTEHNIČNO POROČILO	ŠTEVILKA NAČRTA:
	OBJEKT: REGENTOVA CENTER	GEO059-01-2023 REGENTOVA CENTER

MSU/MSN obremenitve na temelje nam v tej fazi niso posredovane, zato smo jih za potrebe tega poročila ocenili.

MSU obremenitev objekta porazdeljeno po celotnem tlorisu kletne etaže ocenjujemo na vrednost 66 kPa, MSU obremenitev za posamezen objekt pa na 95 kPa. Dno temeljne plošče privzamemo na koti -3.4 m pod koto zunanje ureditve.

Razbremenitev tal zaradi izkopa za izvedbo kleti do dna AB plošče je cca 60 kPa ($3.4 \cdot 18 = 61,2$ kPa).

Prometno obremenitev na zunanjih površinah ocenjujemo na 5 do 10 kPa, kar se upošteva pri dimenzioniranju zgornjega ustroja povezanih površin.

T.3.2 Uporabljeni standardi

Geotehnični načrt je pripravljen skladno z evropskim standardom EUROCODE 7-1 za geotehnično projektiranje (SIST EN 1997 -1: 2005).

Pri interpretaciji in analizah so bili upoštevani sledeči pravilniki in standardi:

- Pravilnik o mehanski odpornosti in stabilnosti objektov, UL RS št. 101, 11.11.2005
- SIST EN 1990 EUROCODE 0 – Osnove projektiranja
- SIST EN 1997 EUROCODE 7 – Geotehnično projektiranje
- SIST EN 1998 EUROCODE 8 – Projektiranje potresno odpornih konstrukcij

T.3.3 Primernost lokacije

Lokacija je ob ustrezni izvedbi oz. temeljenju ustrezna za načrtovano gradnjo.

Objekt je z vidika temeljenja uvrščen v kategorijo 2.

T.3.4 Geotehnični projektni izračuni

Izvedeni so bili izračuni nosilnosti tal za plitvo temeljenje, posedanja in nosilnosti pilotov.

T.3.4.1 Nosilnost tal in posedki


Brez kakršnih koli izboljšav ali zamenjav tal je dopustna obremenitev tal pod temeljno ploščo $\sigma_{dop\ MSU} = 190$ kPa, projektna dopustna pa $\sigma_{proj\ MSN} = 290$ kPa, kar presega dejanske obremenitve objekta.

Obremenitve na temeljno ploščo so na območju garaže zaradi razbremenitve temeljnih tal z izkopom minimalne. Računski posedki posameznega objekta pri plitvem temeljenju s stalno dodatno MSU obremenitvijo 35 kPa (95 - 60) pa so do 4 cm.

Sestava tal je heterogena. Do globine najmanj 5m so koherentne zemljine dokaj stisljive. Nivo podzemne vode je cca. 2,0m pod površjem oz. na koti cca. 306,0 m NMV, kar je nad predvideno koto temeljenja.

V primeru plitvega temeljenja bi prišlo zaradi različnih dodatnih obremenitev in različne stisljivosti slojev po tlorisu objektov do diferenčnih posedkov ranga velikosti 4 cm.

Za zagotovitev enakomernega posedanja celotnega objekta ter zaradi potrebne trajne vodotesnosti vkopane kleti, se predlaga temeljenje objekta na pilotih v sloj 5 (GC/GM), saj je sloj 3 (GC) zelo heterogen.

	NAČRT: GEOTEHNIČNO POROČILO	ŠTEVILKA NAČRTA:
	OBJEKT: REGENTOVA CENTER	GEO059-01-2023 REGENTOVA CENTER

V nadaljevanju so podani izračuni nosilnosti pilotov in predlogi za izvedbo začasnega varovanja gradbene jame na področjih, kjer širok izkop ni možen.

T.3.4.2 Nosilnost pilotov

V nadaljevanju so tabelarično prikazani izračuni nosilnosti za različne tehnologije pilotiranja in različne premere 10 m dolgih pilotov do kote cca. +295,0 m NMV.

Preglednica 4: Nosilnosti pilotov

PREGLEDNICA NOSILNOSTI PILOTOV

$$f_s(\alpha_p=1) = 63 \text{ kPa}$$

$$s_t(\alpha_k=1) = 3.500 \text{ kPa}$$

REGENTOVA CENTER

Dolžina => 10 m Fk/p = 1,0 1,0

TIP	Ak	Obseg	ap	ap _k	N _{pl(u)}	N _{kon(u)}	Teža'	R _{uk}	R _{d_MSN}	R _{dop_MSU}
CFA60	0,283	1,885	0,80	0,80	950	792	42	1.699	1.103	850
CFA80	0,503	2,513	0,80	0,80	1.267	1.407	75	2.599	1.687	1.299
UVR60	0,283	1,885	0,70	0,70	831	693	42	1.482	962	741
UVR80	0,503	2,513	0,70	0,70	1.108	1.232	75	2.264	1.470	1.132

LEGENDA:


AB35, AB40	Prednapeti ali armirano betonski zabiti piloti dimenzij 25x25 cm oz 40x40 cm
C50, C42 cm	Armirano betonski centrifugirani zabiti piloti (krožni presek in votlivosredini preseka)
CFA60 CFA80	Continuous Flight auger - piloti vrtani na mestu s svedrom po tehnologiji CFA
UVR60, UVR80	Uvrtan pilot premera 60 cm (izveden z zaščitno kolono in izkopom)
R _{uk}	Mejna nosilnost pilota po zemljini - karakteristični mejni odpor
R _{d_MSN}	Projektna nosilnost pilota _MSN (R _{ul} timate u) _zem/1.54)
R _{dop_MSU}	Dopustna nosilnost pilota pri F>=2.0 _MSU

Objekt temeljen na betonskih pilotih izvedenih do nosilnega sloja, bi se posedel minimalno, v rangi do največ 1.5 cm. Posedki bi se razvili relativno hitro, 90% posedkov med gradnjo, ostalo pa v roku 1 leta po uporabi.

T.3.4.3 Predlog zaščite gradbene jame

Na delih, kjer širok izkop z nagibom 1:1 ni možen, je nujna izvedba začasne varovalne konstrukcije.

Predlagamo, da se za konstrukcijo začasnega varovanja uporabi vpete jeklene zagatnice ali armirano betonski vpeti piloti z vmesnimi Jet Grouting slopi.

	NAČRT: GEOTEHNIČNO POROČILO	ŠTEVILKA NAČRTA:
	OBJEKT: REGENTOVA CENTER	GEO059-01-2023 REGENTOVA CENTER

T.4 GEOTEHNIČNI MONITORING

Pred začetkom del se bližnji sosednji objekt »NOBL VILA« komisijsko pregleda in nanj vgradi posedalne reperje za kontrolo morebitnih pomikov med gradnjo.

Med izvedbo se objekt »REGENTOVA CENTER« čim prej opremi s posedalnimi reperji, ki se ob vgradnji in pred tehničnim pregledom posnamejo.

Koledar meritev in lokacije reperjev morajo biti definirane v načrtu PZI in načrtu vzdrževanja.

T.5 ZAKLJUČEK

Za potrebe projektiranja temeljenja stanovanjskih objektov »REGNETOVA CENTER«, parc.št.: 1058/1, 1059/1, 1063/1 in 1089/1 vse k.o. 1738 Dravlje, so bile izvedene geotehnične raziskave tal z dvema sondažnima vrtinama in dvema statičnima konusnima penetracijama.

Na podlagi ugotovitev pri pregledu podatkov o sestavi in lastnosti tal, lahko temeljna tla na obravnavanem območju razdelimo v sledeče inženirsko geološko geomehanske enote:


- 1.) Pod humusom je cca. 1m debel sloj različnih, pretežno koherentnih zemljin, s koščki grušča in proda, v težko gnetnem do trdem konsistenčnem stanju. (HUMUS/ML)
- 2.) Do globine cca. 5m sledijo glinaste do glinasto meljaste zemljine v povprečju v srednje do lahko gnetnem konsistenčnem stanju. Na globini med 4,2m in 4,8m je registriran vložek srednje gostega meljastega peska. (CH/CL)
- 3.) Do globine cca. 9,5m (v vrtini V-1 pa do cca. 11m) je sloj zaglinjenega proda (glinenega polnila med 30% in 50%) s prodniki povprečne velikosti 2-3 cm do največje velikosti 10 cm (GC1). Na področju sond V-2 in CPTu-1 je sloj bolj stisljiv in manj nosilen (GC2).
- 4.) Sledi cca. 2m debel sloj srednje do težkognetne gline (v CPTu-2 je sloj debel cca. 4m), do globine 11m oz. 13.5m, mestoma so bili zaznani koščki permokarbonskega skrilavca. (CL)
- 5.) Do globine 19m (V-2 do globine 16m) sledi sloj zaglinjenega in zameljenega proda, mestoma grušča, s posameznimi koščki permokarbonskega skrilavca. (GC/GM)
- 6.) Do 20m sledi sloj peščeno – meljne gline težko gnetne konsistence. (CL)

Brez kakršnih koli izboljšav ali zamenjav tal je dopustna obremenitev tal pod temeljno ploščo $\sigma_{dop\ MSU} = 190\ kPa$, projektna dopustna pa $\sigma_{proj\ MSN} = 290\ kPa$, kar presega dejanske obremenitve objekta.

Obremenitve na temeljno ploščo so na območju garaže zaradi razbremenitve temeljnih tal z izkopom minimalne. Računski posedki posameznega objekta pri plitvem temeljenju s stalno dodatno MSU obremenitvijo 35 kPa (95 - 60) pa so do 4 cm.

Sestava tal je heterogena. Do globine najmanj 5m so koherentne zemljine dokaj stisljive. Nivo podzemne vode je cca. 2,0m pod površjem oz. na koti cca. 306,0 m NMV, kar je nad predvideno koto temeljenja.

Za zagotovitev enakomernega posedanja celotnega objekta ter zaradi potrebne trajne vodotesnosti vkopane kleti, se predlaga temeljenje objekta na pilotih v sloj 5 (GC/GM), za konstrukcijo začasnega varovanja gradbene jame pa se uporabi vpete jeklene zagatnice ali armirano betonske vpete pilote z vmesnimi Jet Grouting slopi.

	NAČRT: GEOTEHNIČNO POROČILO	ŠTEVILKA NAČRTA:
	OBJEKT: REGENTOVA CENTER	GEO059-01-2023 REGENTOVA CENTER

Nosilnosti pilotov so podane v točki T.3.4.2.

Moduli reakcije tal (kh, kv) so podani v prilogi 4.

Za izvedbo pilotiranja in zaščito gradbene jame je potrebno izdelati ustrezna ločena načrta.

Ob izvedbi je potreben geotehnični nadzor.

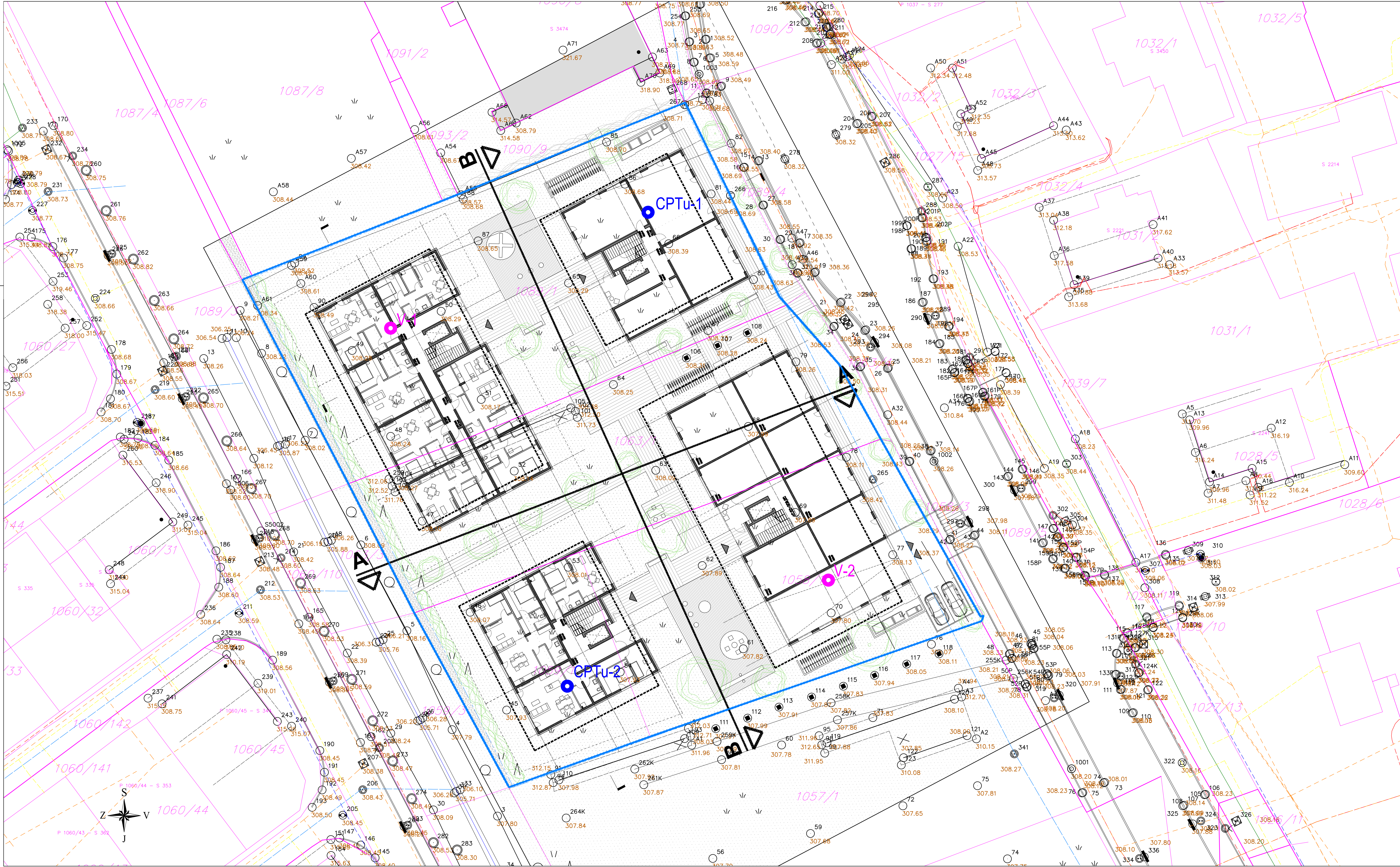


Obdelal:


Gorazd STRNIŠA, univ.dipl.inž.grad.

PRILOGA


1 SITUACIJA



LEGENDA:




Geotehnični presek



CPTu-1

Statična konusna penetracija




V-1

Raziskovalna vrtina

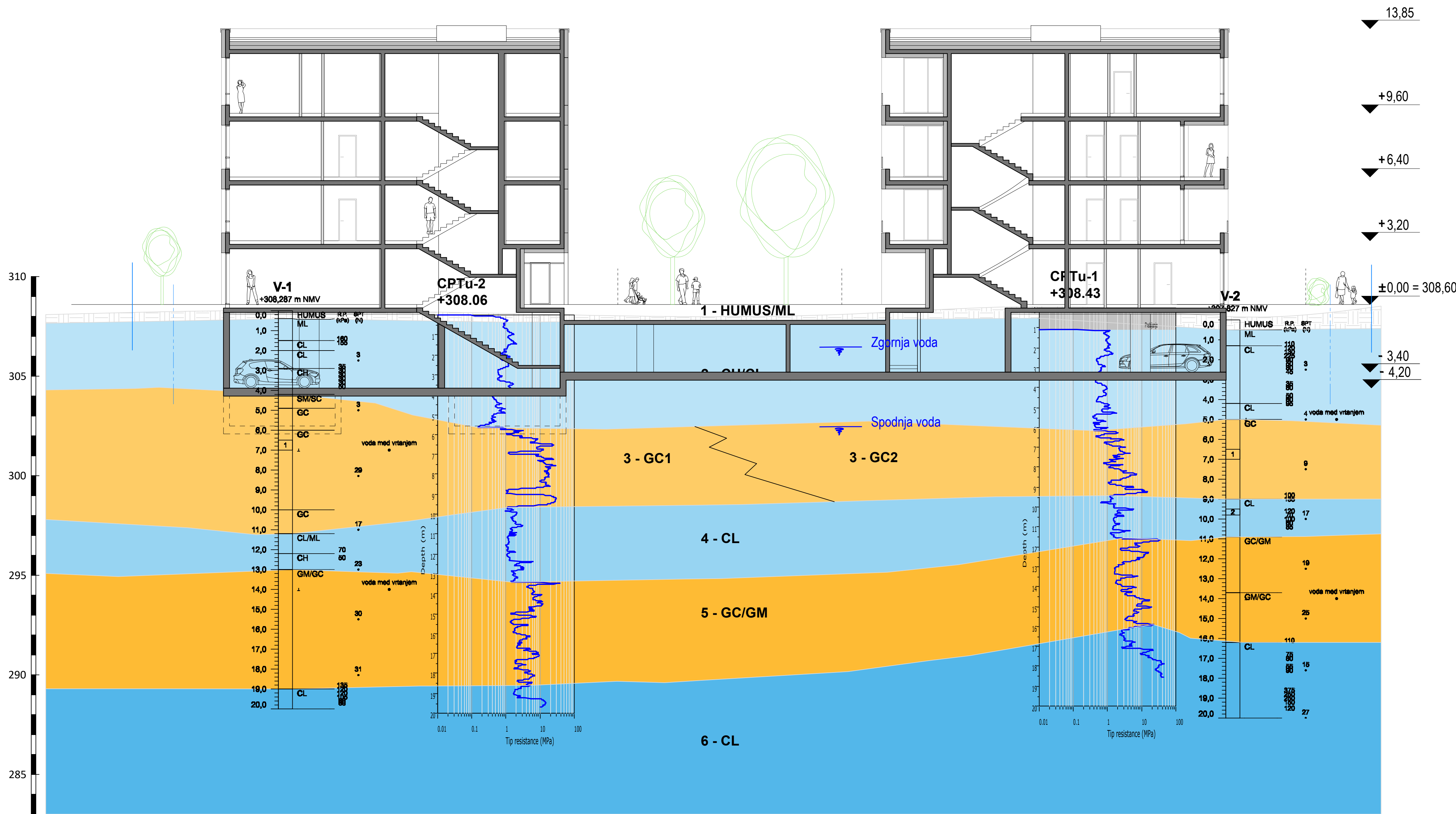
OPOMBA:
Situacija objektov je privzeta po posredovanih podatkih naročnika. Točne lokacije objektov je potrebno uskladiti z geodetskim načrtom.

± 0,00 = 308,60 m NMV

		SLP d.o.o. Ljubljana Ulica Gradnikove brigade 4, SI-1000 Ljubljana Tel.: +386 1 544 12 80; e-mail: contact@slp-pile.com		
SLP d.o.o. Ljubljana Specializirano podjetje za temeljenje objektov				
NAROČNIK	ULTRALES INŽENIRING d.o.o., Cesta Ljubljanske brigade 9a, SI-1000 Ljubljana			
OBJEKT/PROJEKT	IF INVEST d.o.o., Prule 19, SI-1000 Ljubljana			
NAČRT	GEOTEHNIČNO POROČILO			
RSBA	SITUACIJA			
ODG. VODJA PROJ.	Grega MERVILČ, univ.dipl.inž.arh.		A-1792	
ODG. PROJEKTANT	Gorazd STRNIŠA, univ.dipl.inž.gradb.		G-1623	
SODELAVEC	Klemen PETELIN, mag.inž.geotehnol.			
ŠT. PROJEKTA	FAZA	DGD	IDENTIF. ŠT.	
ŠT. NAČRTA	GE0059-01-2023	DATUM	DECEMBER 2023	MERILO 1:200
				ŠT. 18-2 1

PRILOGA
2 GEOTEHNIČNI PRESEK

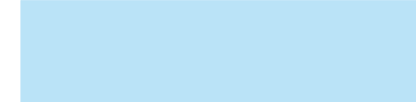
GEOTEHNIČNI PRESEK A-A



LEGENDA:



Humus



Meljna glina



Zaglinjen prod



Srednjeplastična glina



Zaglinjen in zameljen prod



Voda

OPOMBA:

Situacija objektov je privzeta po posredovanih podatkih naročnika. Točne lokacije objektov je potrebno uskladiti z geodetskim načrtom.

± 0,00 = 308,60 m NMV

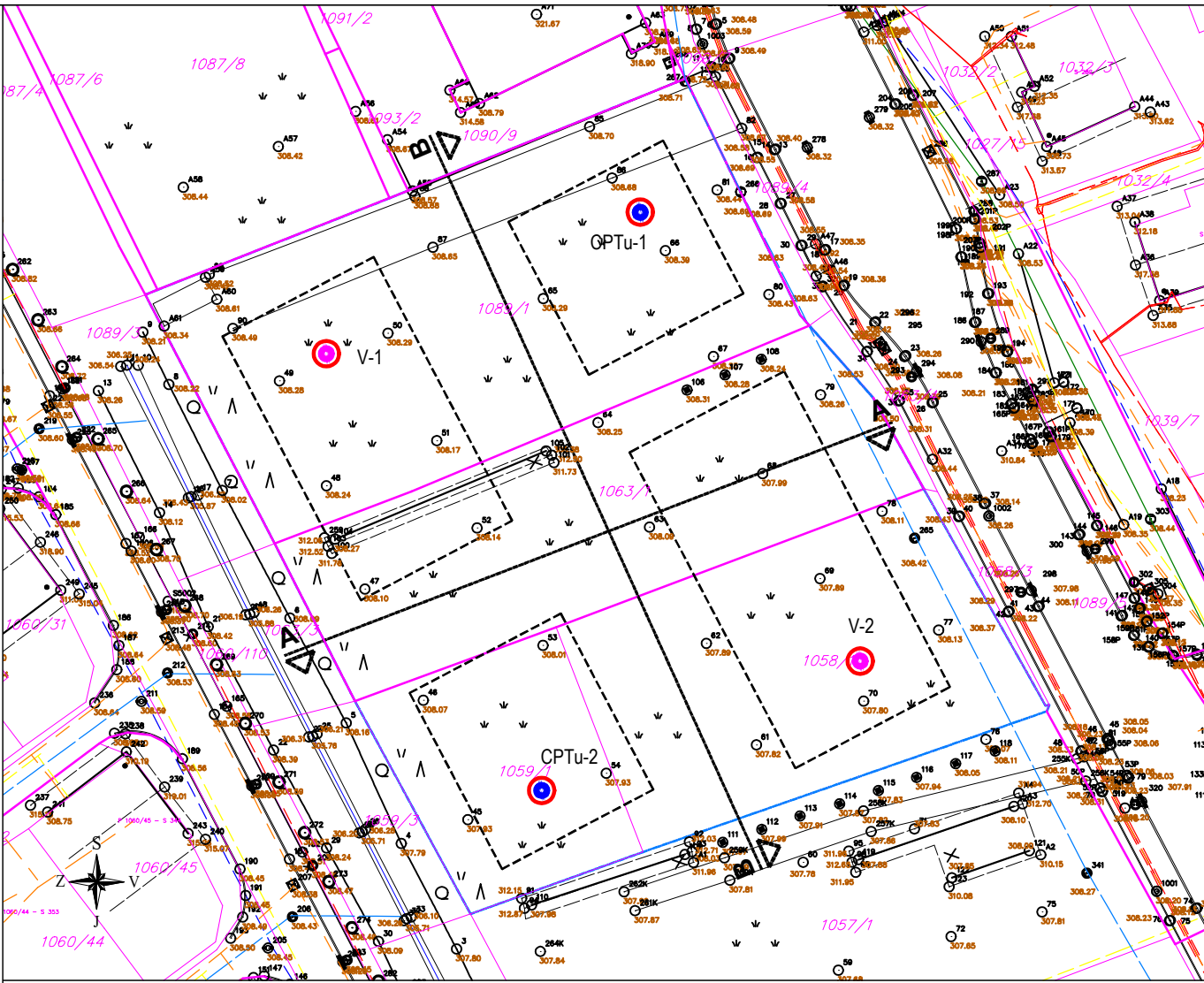
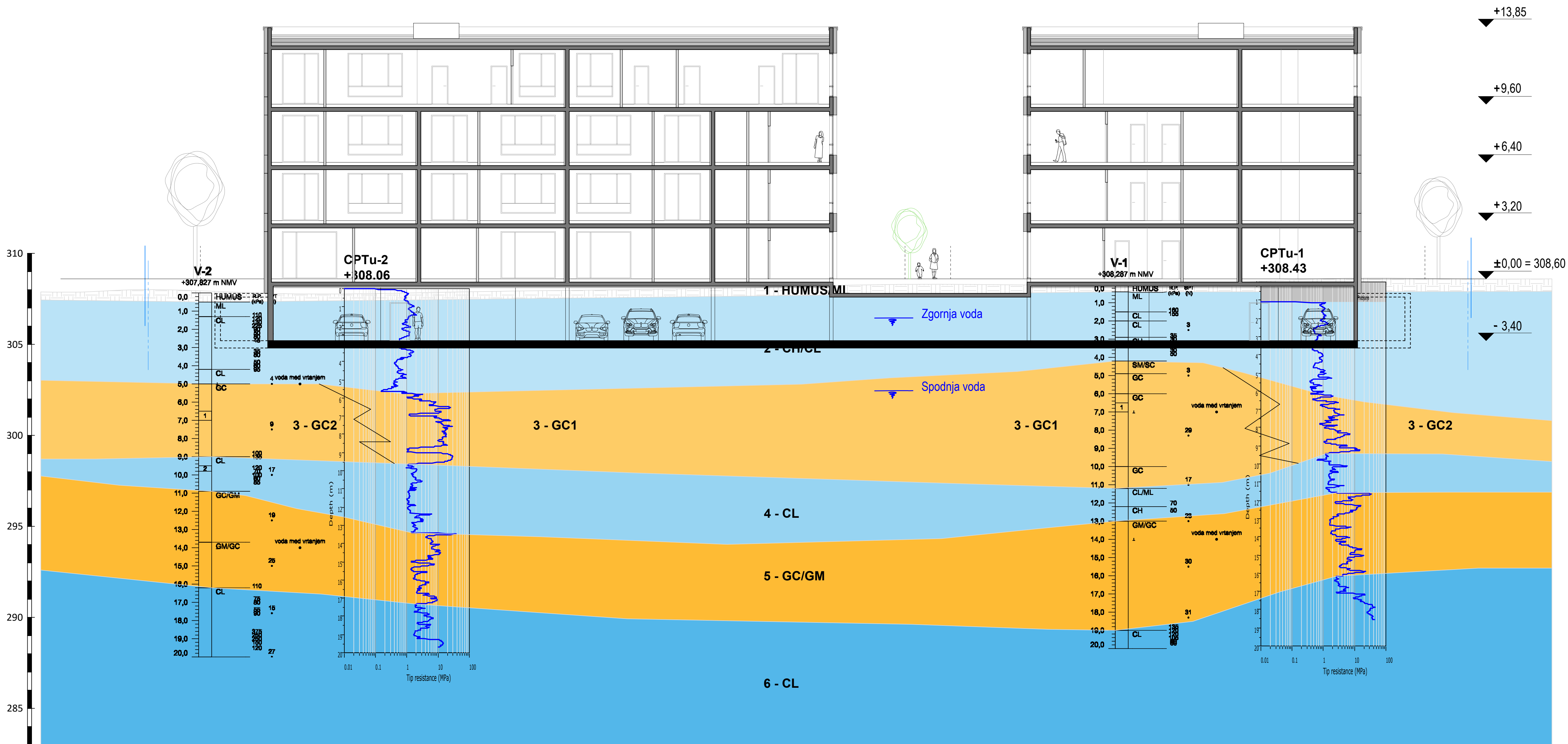


SLP d.o.o. Ljubljana
Specializirano podjetje za temeljenje objektov

SLP d.o.o. Ljubljana
Ulica Gradnikove brigade 4, SI-1000 Ljubljana
Tel.: +386 1 544 12 80; e-mail: contact@slp-pile.com

NAROČNIK	ULTRALES INŽENIRING d.o.o., Cesta Ljubljanske brigade 9a, SI-1000 Ljubljana		
IF INVEST d.o.o., Prule 19, SI-1000 Ljubljana			
OBJEKT/PROJEKT	REGENTOVA CENTER, parc.št. 1058/1, 1059/1 in 1063/1, k.o. 1738 Dravlje (Ljubljana)		
NAČRT	GEOTEHNIČNO POROČILO		
RISBA	PRESEK A-A		
ODG. VODJA PROJ.	Grega MERVIČ, univ.dipl.inž.arh.	A-1792	
ODG. PROJEKTANT	Gorazd STRNIŠA, univ.dipl.inž.gradb.	G-1623	
SODELAVEC	Klemen PETELIN, mag.inž.geotehnol.		
ST. PROJEKTA	FAZA	DGD	IDENTIF. ŠT.
ST. NAČRTA	GE0059-01-2023	DATUM	DECEMBER 2023
MERILO	1:125	ST.	134 2


GEOTEHNIČNI PRESEK B-B



- LEGENDA:
- Humus
 - Meljna glina
 - Zaglinjen prod
 - Srednjeplastična glina
 - Zaglinjen in zameljen prod
 - Voda

OPOMBA:
Situacija objektov je privzeta po posredovanih podatkih naročnika. Točne lokacije objektov je potrebno uskladiti z geodetskim načrtom.

± 0,00 = 308,60 m NMV

		SLP d.o.o. Ljubljana Ulica Gradnikove brigade 4, SI-1000 Ljubljana Tel.: +386 1 544 12 80; e-mail: contact@slp-pile.com	
		SLP d.o.o. Ljubljana Specializirano podjetje za temeljenje objektov	
NAROČNIK	ULTRALES INŽENIRING d.o.o., Cesta Ljubljanske brigade 9a, SI-1000 Ljubljana		
	IF INVEST d.o.o., Prule 19, SI-1000 Ljubljana		
OBJEKT/PROJEKT	REGENTOVA CENTER, parc.št. 1058/1, 1059/1 in 1063/1, k.o. 1738 Dravlje (Ljubljana)		
NAČRT	GEOTEHNIČNO POROČILO		
RISBA	PRESEK B-B		
ODG. VODJA PROJ.	Grega MERVIC, univ.dipl.inž.arh.		A-1792
ODG. PROJEKTANT	Gorazd STRNIŠA, univ.dipl.inž.gradb.		G-1623
SODELAVEC	Klemen PETELIN, mag.inž.geotehniol.		
ST. PROJEKTA	FAZA	DGD	IDENTIF. ST.
ST. NAČRTA	GEO059-01-2023	DATUM	DECEMBER 2023
		MERILO	1:125
		ST.	135
			3

PRILOGA

3 REZULTATI RAZISKAV

- *Vrtini: V-1 in V-2*
- *Statični konusni penetraciji: CPTu-1 in CPTu-2*
- *Laboratorijske preiskave*

PROJEKT: REGENTOVA

LOKACIJA: Ljubljana-Dravlje

GLOBALNA: 20 m

X: 459052,05

Y: 104487,29

Z: 308,287 m NMV

GLOBINA (m)	PROFIL	AC	LITOLOŠKI OPIS	NIVO VODE	VZORCI	R.P. (kPa)	KS (kPa)	SPT (N)	OPOMBE
0,0		HUMUS	Humus.						
1,0		ML	Peščen melj (ML/SM), težko gneten, posamezni koščki gruščja in prodnikov do 3 cm.			160			
2,0		CL	Nizkoplastična glina, svetlo rjave do sive barve, težko gnetne konsistence.			155			
3,0		CL	Glina s peskom, sive do svetlo rjave barve.					3	
4,0		CH	Visokoplastična glina, sive barve, lahko gnetne konsistence.			35			
5,0		SM/SC	Zaglinjen in zameljen pesek, sive do rjave barve.			30			
6,0		GC/SC	Zaglinjen prod in pesek, prodniki do 3cm; Od 5,9m do 6,0m je tanek sloj konglomerata			30			
7,0		GC	Zaglinjen prod, glinenega polnila manj kot 30%, sivo-rjave barve, prodniki povprečno 3-4cm, max do 8cm.	⊥	1				voda med vrtanjem ⊥
8,0								29	
9,0									
10,0		GC	Zaglinjen prod, glinenega polnila po vizualni oceni med 40-50%, sivo-rjave barve, prodniki povprečno 3-4cm, max do 8cm.					17	
11,0		CL/ML	Meljna glina s kosi permokarbonskega skrilavca črne barve.			70			
12,0		CH	Visokoplastična glina sivo-rjave barve, srednje gnetne konsistence.			50		23	
13,0		GM/GC	Zaglinjen in zameljen grušč in pesek, sivo-rjave barve, s koščki skrilavca črne barve, kosi gruščja do 7cm.	⊥					voda med vrtanjem ⊥
14,0								30	
15,0									
16,0									
17,0									
18,0								31	
19,0		CL	Nizkoplastična glina, sive do temno sive barve, srednje do težko gnetne			135			
20,0						120			
						120			
						105			
						80			
						80			

OPOMBE:

OBDELAL: Primož Lesjak

PREGLEDAL: Ivan Lesjak

K60: 1,49

P-7 1

Vrtina: V-1

Projekt: REGENTOVA
 Lokacija: Ljubljana-Dravljje
 Naročnik: ULTRALES d.o.o., IF INVEST d.o.o.
 Izvajalec vrtanja: ROVS d.o.o., Ljubljana

Datum: 4.10.2023

X: 459052,05
 Y: 104487,29
 Z: 308,29 mNMV
 K₆₀: 1,49

Od	Do	Δ	AC	Opis
0,0	0,4	0,40	HUMUS	Humus.
0,4	1,5	1,10	ML	Peščen melj (ML/SM), težko gneten, posamezni koščki grušča in prodnikov do 3 cm.
1,5	2,0	0,50	CL	Nizkoplastična glina, svetlo rjave do sive barve, težko gnetne konsistence.
2,0	2,9	0,90	CL	Glina s peskom, sive do svetlo rjave barve.
2,9	4,2	1,30	CH	Visokoplastična glina, sive barve, lahko gnetne konsistence.
4,2	4,9	0,70	SM/SC	Zaglinjen in zameljen pesek, sive do rjave barve.
4,9	6,0	1,10	GC	Zaglinjen prod, prodniki do 3cm; Od 5,9m do 6,0m je tanek sloj konglomerata
6,0	10,0	4,00	GC	Zaglinjen prod, glinenega polnila manj kot 30%, sivo-rjave barve, prodniki povprečno 3-4cm, max do 8cm.
10,0	11,2	1,20	GC	Zaglinjen prod, glinenega polnila po vizualni oceni med 40-50%, sivo-rjave barve, prodniki povprečno 3-4cm, max do 8cm.
11,2	12,2	1,00	CL/ML	Meljna glina s kosi permokarbonskega skrilavca črne barve.
12,2	13,0	0,80	CH	Visokoplastična glina sivo-rjave barve, srednje gnetne konsistence.
13,0	19,0	6,00	GM/GC	Zaglinjen in zameljen grušč in pesek, sivo-rjave barve, s koščki skrilavca črne barve, kosi grušča do 7cm.
19,0	20,0	1,00	CL	Nizkoplastična glina, sive do temno sive barve, srednje do težko gnetne konsistence.

VODA:

Voda v vrtini zaznana med vrtanjem na 7m in 14m globine.

PREISKAVE V VRTINI:

V vrtini so se izvedle SPT preiskave in ročni penetrometer.

VZORCI:

Vzorec zemljine v vrtini je bil odvzet na globini: 6.5m -7.0m.





PROJEKT: REGENTOVA

LOKACIJA: Ljubljana-Dravljje

GLOBINA: 20 m

X: 459107,08

Y: 104455,613

Z: 307,827 m NMV

GLOBINA (m)	PROFIL	AC	LITOLOŠKI OPIS	NIVO VODE	VZORCI	R.P. (kPa)	KS (kPa)	SPT (N)	OPOMBE
0,0		HUMUS	Humus in .						
1,0		ML	Peščen melj (ML/SM), težko gneten, rdeče rjave barve, posamezni koščki grušča in prodnikov do 3cm.			110 120 130 225			
2,0		CL	Nizkoplastična glina, svetlo rjave do sive barve, srednje do težko gnetna, mestoma lahko gnetne konsistence.			90 50 80 45		3 •	
3,0						35 80			
4,0		CL	Glina s peskom, sive do svetlo rjave barve.			50 60 95			
5,0		GC/SC	Zaglinjen prod in pesek, glinenega polinila manj kot 30%, prodniki povprečno 2-3cm, max do 10cm.	⊥	1			4 •	voda med vrtanjem ⊥
6,0									
7,0								9 •	
8,0									
9,0		CL	Srednje plastična glina, zelenkasto sive barve, srednje do težko gnetne konsistence.		2	100 135			
10,0						120 70 100 60 85		17 •	
11,0		GC/SC	Močno zaglinjen prod in pesek, prodniki povprečno 2-3cm, max do 10cm. Tanki vložki skrilavca, črne barve.						
12,0								19 •	
13,0									
14,0		GM/GC	Zaglinjen in zameljen grušč, prod in pesek, sive barve, s posameznimi koščki skrilavca črne barve, kosi proda do 7cm.	⊥				25 •	voda med vrtanjem ⊥
15,0									
16,0		CL	Peščeno-meljasta glina, sive barve, srednje do težko gnetna, od 18.9m težko gnetne do poltrdne konsistence.			110 75 80 55 90		15 •	
17,0									
18,0									
19,0						375 250 250 150 120		27 •	
20,0									

OPOMBE:

OBDELAL: Primož Lesjak

PREGLEDAL: Ivan Lesjak

K60: 1,49

P-11 1

Vrtina: V-2

Projekt: REGENTOVA
 Lokacija: Ljubljana-Dravljje
 Naročnik: ULTRALES d.o.o., IF INVEST d.o.o.
 Izvajalec vrtanja: ROVS d.o.o., Ljubljana

Datum: 5.10.2023

X: 459107,08
 Y: 104455,61
 Z: 307,83 mNMV
 K₆₀: 1,49

Od	Do	Δ	AC	Opis
0,0	0,5	0,5	HUMUS	Humus in .
0,5	1,3	0,8	ML	Peščen melj (ML/SM), težko gneten, rdeče rjave barve, posamezni koščki grušča in prodnikov do 3cm.
1,3	4,2	2,9	CL	Nizkoplastična glina, svetlo rjave do sive barve, srednje do težko gnetna, mestoma lahko gnetne konsistence.
4,2	5,0	0,8	CL	Glina s peskom, sive do svetlo rjave barve.
5,0	9,0	4	GC	Zaglinjen prod, glinenega polinila manj kot 30%, prodniki povprečno 2-3cm, max do 10cm.
9,0	10,9	1,9	CL	Srednje plastična glina, zelenkasto sive barve, srednje do težko gnetne konsistence.
10,9	13,7	2,8	GM/GC	Močno zaglinjen in rahlo zameljen, prodniki povprečno 2-3cm, max do 10cm. Tanki vložki skrilavca, črne barve.
13,7	16,2	2,5	GM/GC	Zaglinjen in zameljen grušč, prod in pesek, sive barve, s posameznimi koščki skrilavca črne barve, kosi proda do 7cm.
16,2	20,0	3,8	CL	Peščeno-meljasta glina, sive barve, srednje do težko gnetna, od 18.9m težko gnetne do poltrdne konsistence.

VODA:

Voda v vrtini zaznana med vrtanjem na 5m in 14m globine.

PREISKAVE V VRTINI:

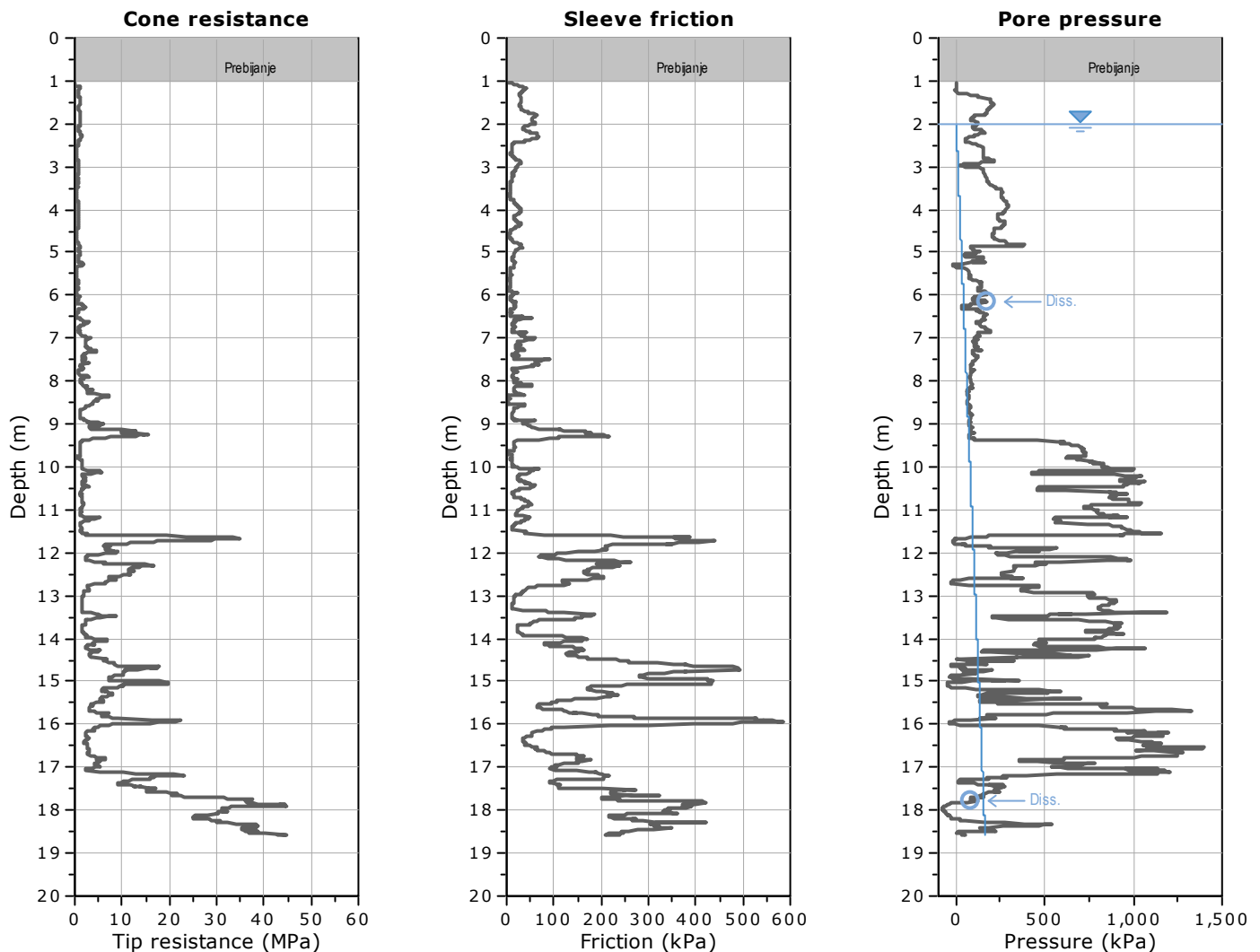
V vrtini so se izvedle SPT preiskave in ročni penetrometer.

VZORCI:

Vzorci v vrtini so bili odvzeti na globini: 6.5m -7.0m in 9.5m-9.8m.

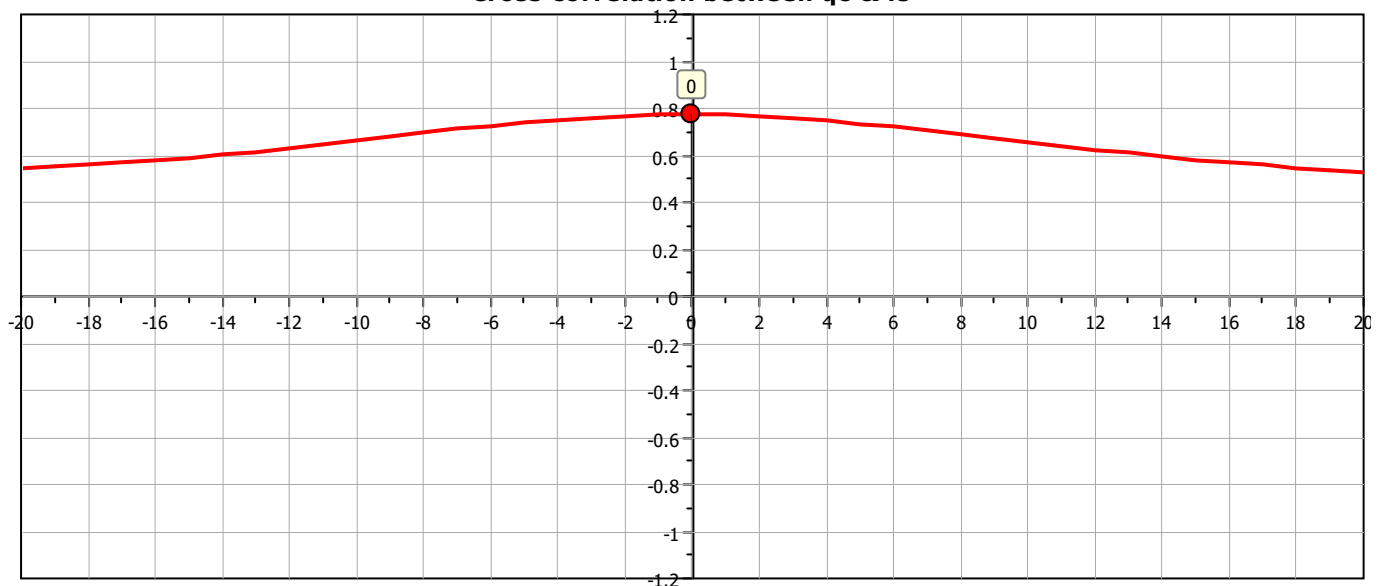


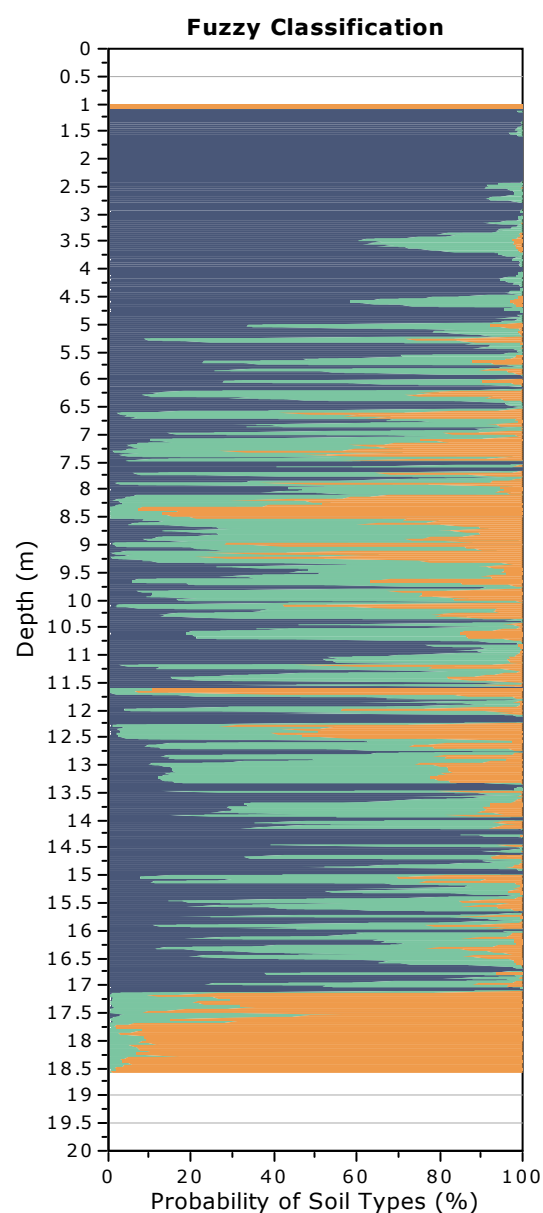
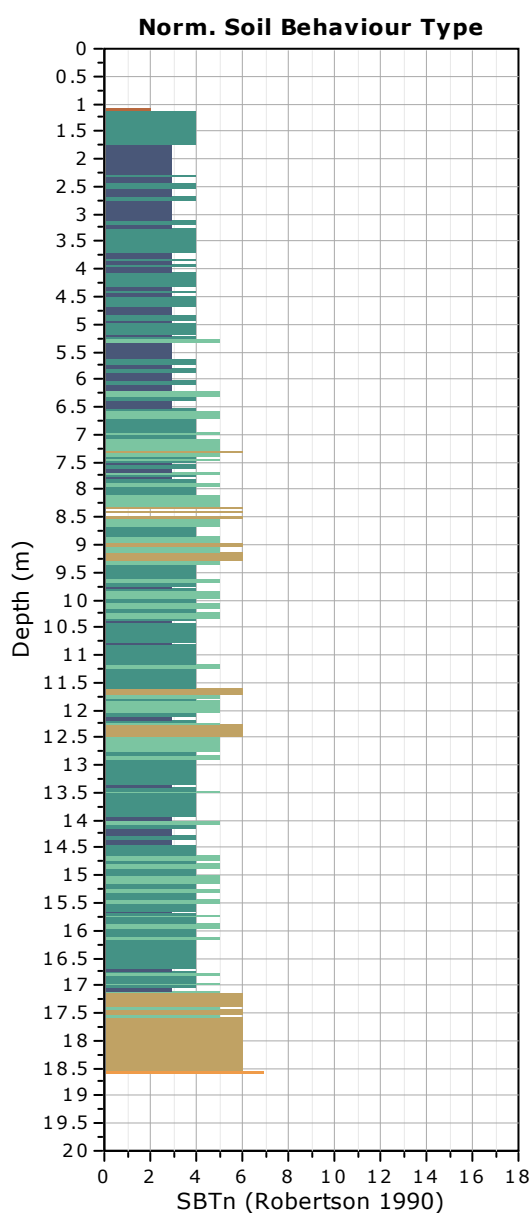




The plot below presents the cross correlation coefficient between the raw q_c and f_s values (as measured on the field). X axes presents the lag distance (one lag is the distance between two successive CPT measurements).

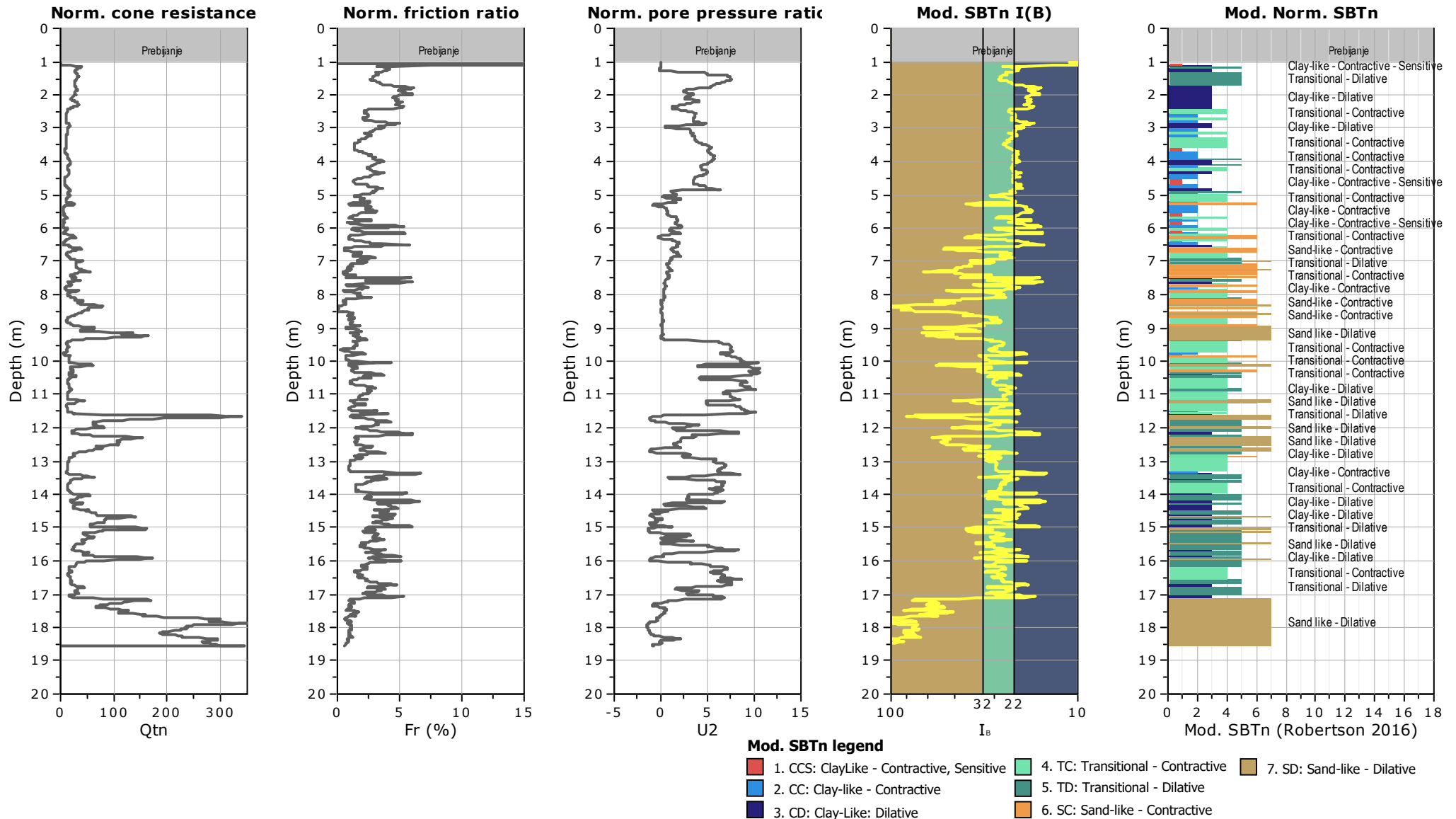
Cross correlation between q_c & f_s





Fuzzy classification legend

- Highly probable clayey soil
- Highly probable mixture soil
- Highly probable sandy soil





Dissipation Tests Results

Dissipation tests

Dissipation tests consists of stopping the piezocone penetration and observing porepressures (u) with elapsed time (t). The data are automatic recorded by the field computer and should take place until a minimum of 50% dissipation.

The porepressures are plotted as a function of square root of (t). The graphical technique suggested by Robertson and Campanella (1989), yields a value for t_{50} , which corresponds to the time for 50% consolidation.

The value of the coefficient of consolidation in the radial or horizontal direction c_h was then calculated by Houlsby and Teh's (1988) theory using the following equation:

$$c_h = \frac{T \times r^2 \times I_r^{0.5}}{t_{50}}$$

where:

T: time factor given by Houlsby and Teh's (1988) theory corresponding to the porepressure position

r: piezocone radius

I_r : stiffness index, equal to shear modulus G divided by the undrained strength of clay (S_u).

t_{50} : time corresponding to 50% consolidation

Permeability estimates based on dissipation test

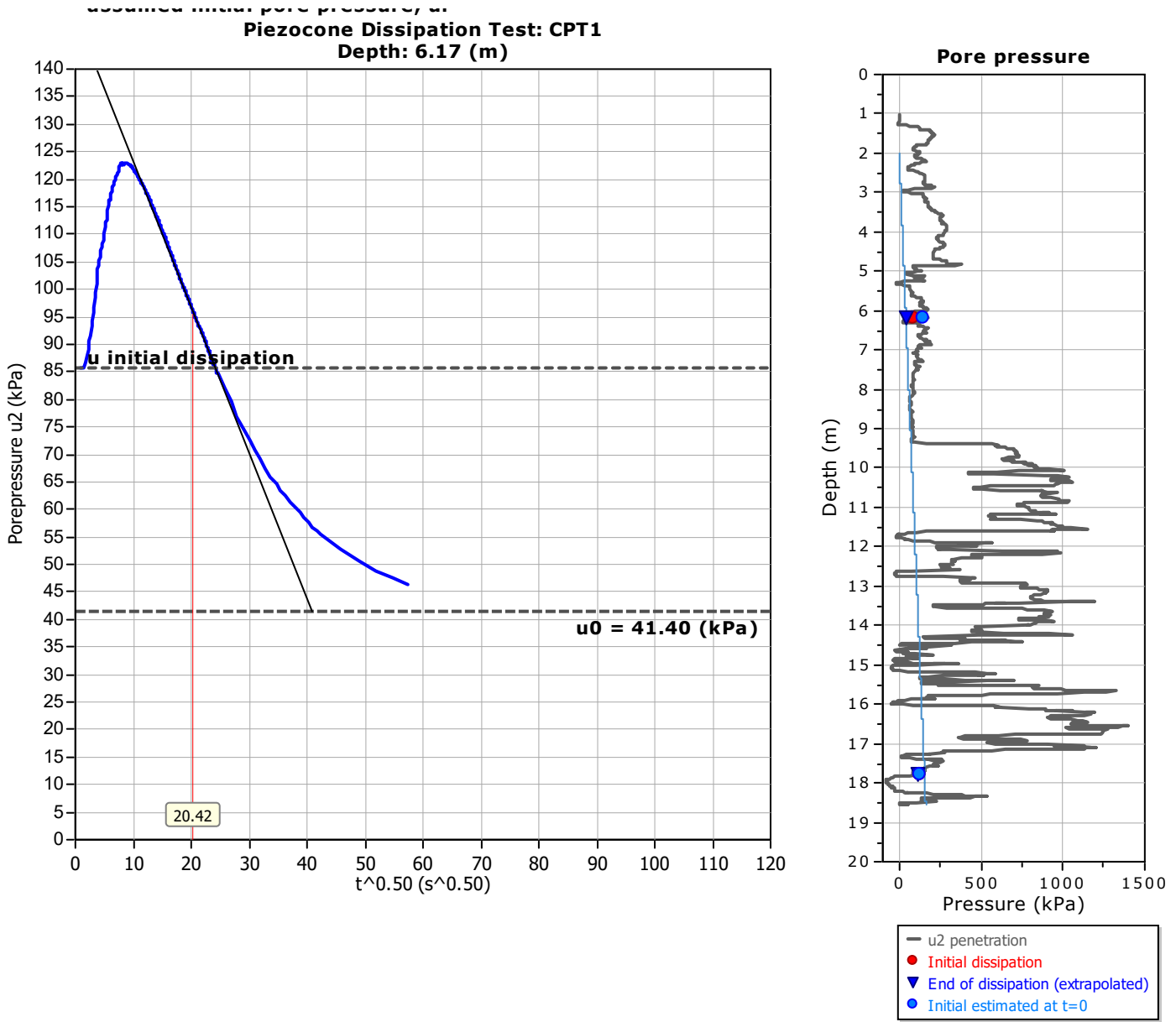
The dissipation of pore pressures during a CPTu dissipation test is controlled by the coefficient of consolidation in the horizontal direction (c_h) which is influenced by a combination of the soil permeability (k_h) and compressibility (M), as defined by the following:

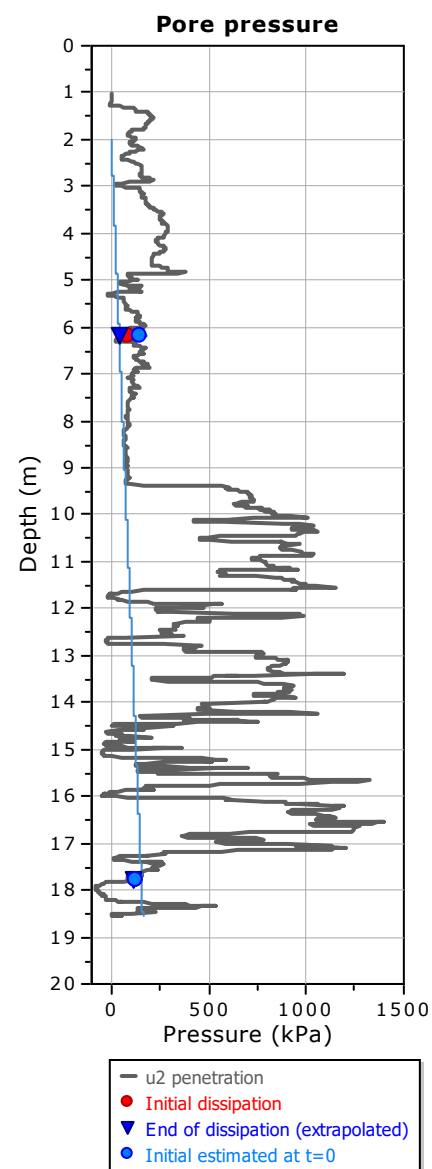
$$k_h = c_h \times \gamma_w / M$$

where: M is the 1-D constrained modulus and γ_w is the unit weight of water, in compatible units.

Tabular results

CPTU Borehole	Depth (m)	$(t_{50})^{0.50}$	t_{50} (s)	t_{50} (years)	G/ S_u	c_h (m^2/s)	c_h ($m^2/year$)	M (MPa)	k_h (m/s)
CPT1	6.17	20.4	417	1.32E-005	779.95	5.50E-006	173	2.49	2.16E-008
CPT1	17.78	3.0	9	2.92E-007	100.00	8.90E-005	2805	217.83	4.01E-009







SLP d.o.o
Geotechnical Engineers
Ulica Gradnikove brigade 4, 1000 Ljubljana
<https://www.slp-pile.com/>

CPT: CPT1

Total depth: 18.57 m, Date: 2. 10. 2023

Surface Elevation: 308.43 m

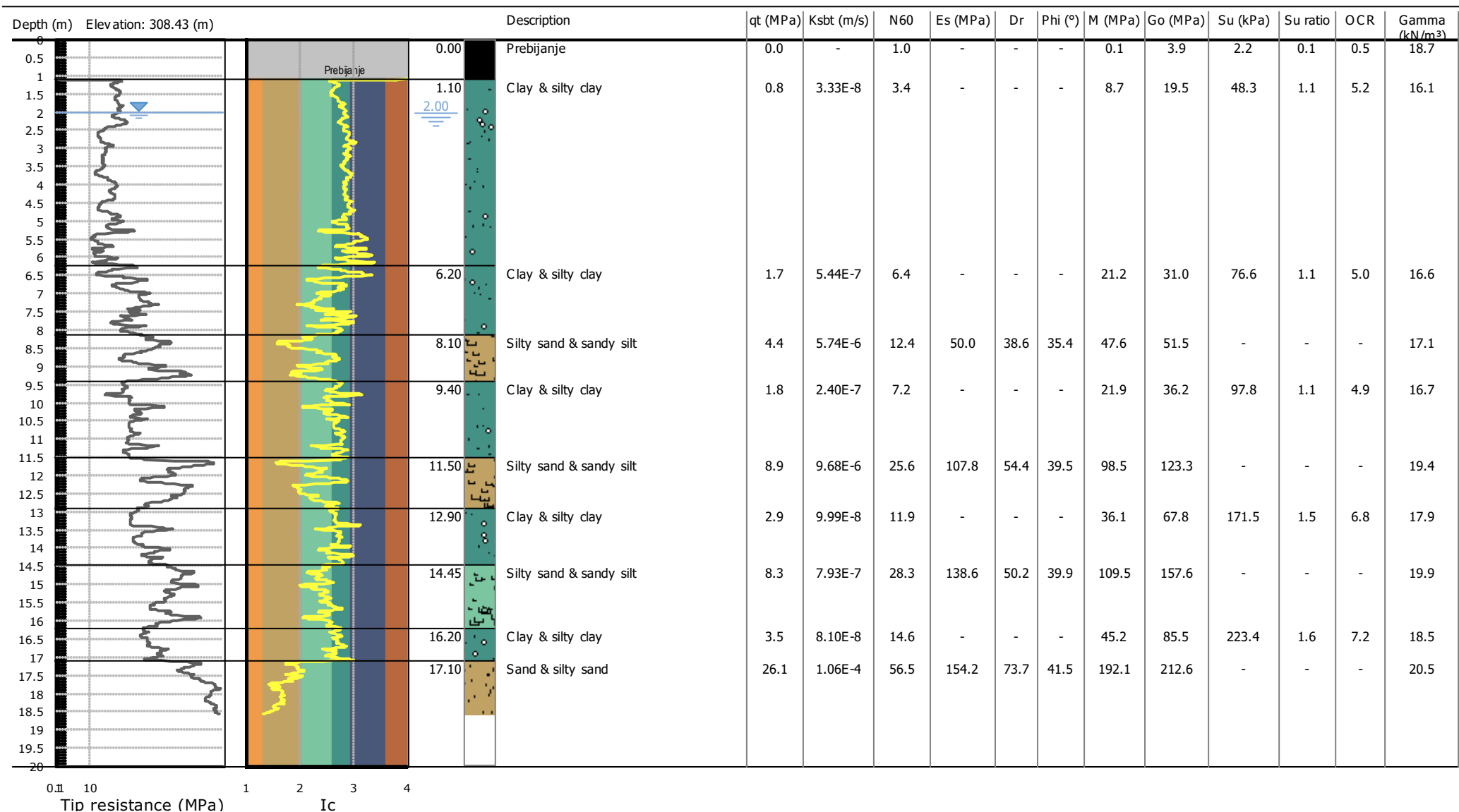
Coords: X:459084.41, Y:104501.86

Cone Type: MK1033

Cone Operator: Klemen Petelin & Primož Lesjak

Project: REGENTOVA CENTER

Location: Regentova cesta





SLP d.o.o

Geotechnical Engineers

Ulica Gradnikove brigade 4, 1000 Ljubljana

<https://www.slp-pile.com/>

Project: REGENTOVA CENTER

Location: Regentova cesta

CPT: CPT1

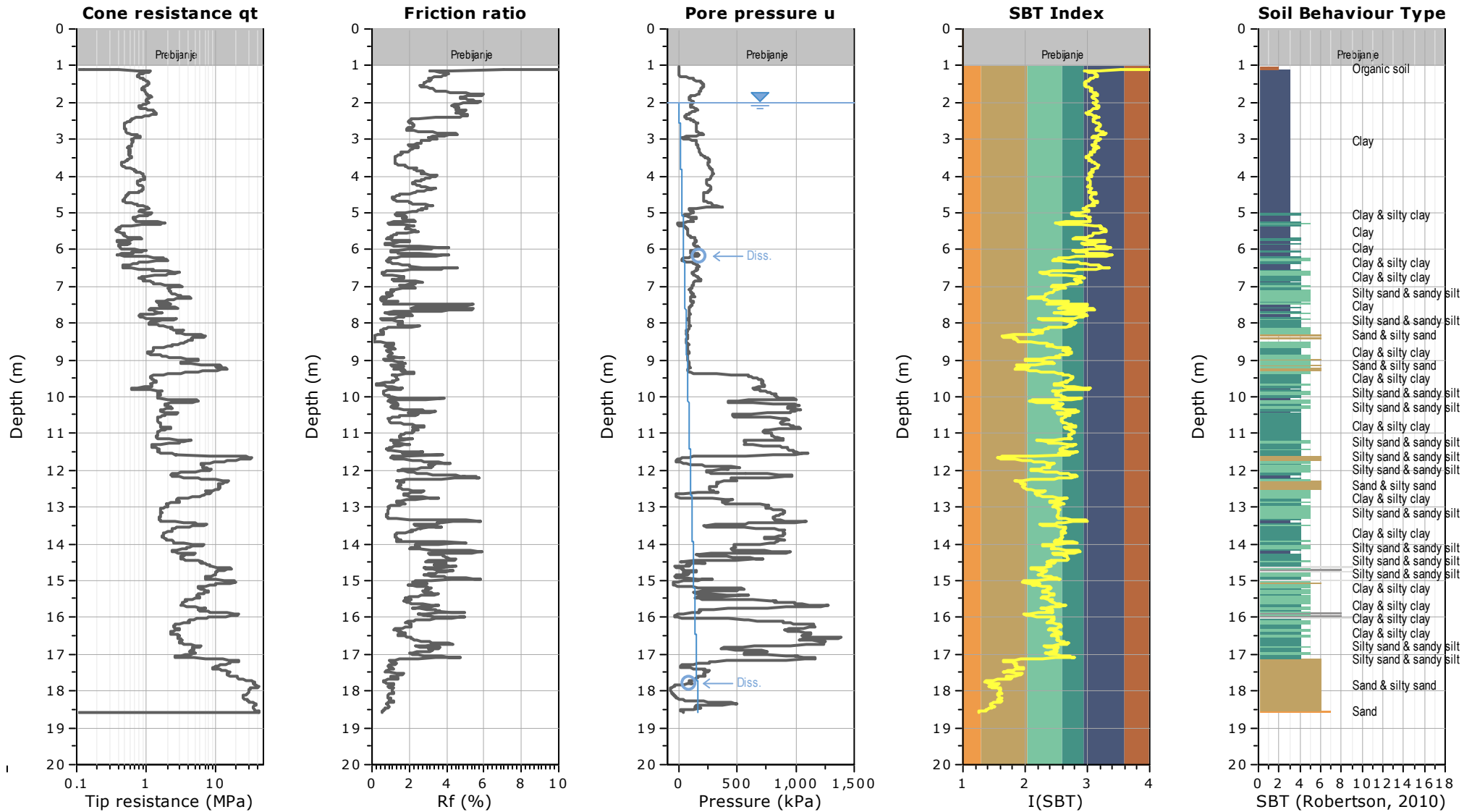
Total depth: 18.57 m, Date: 2. 10. 2023

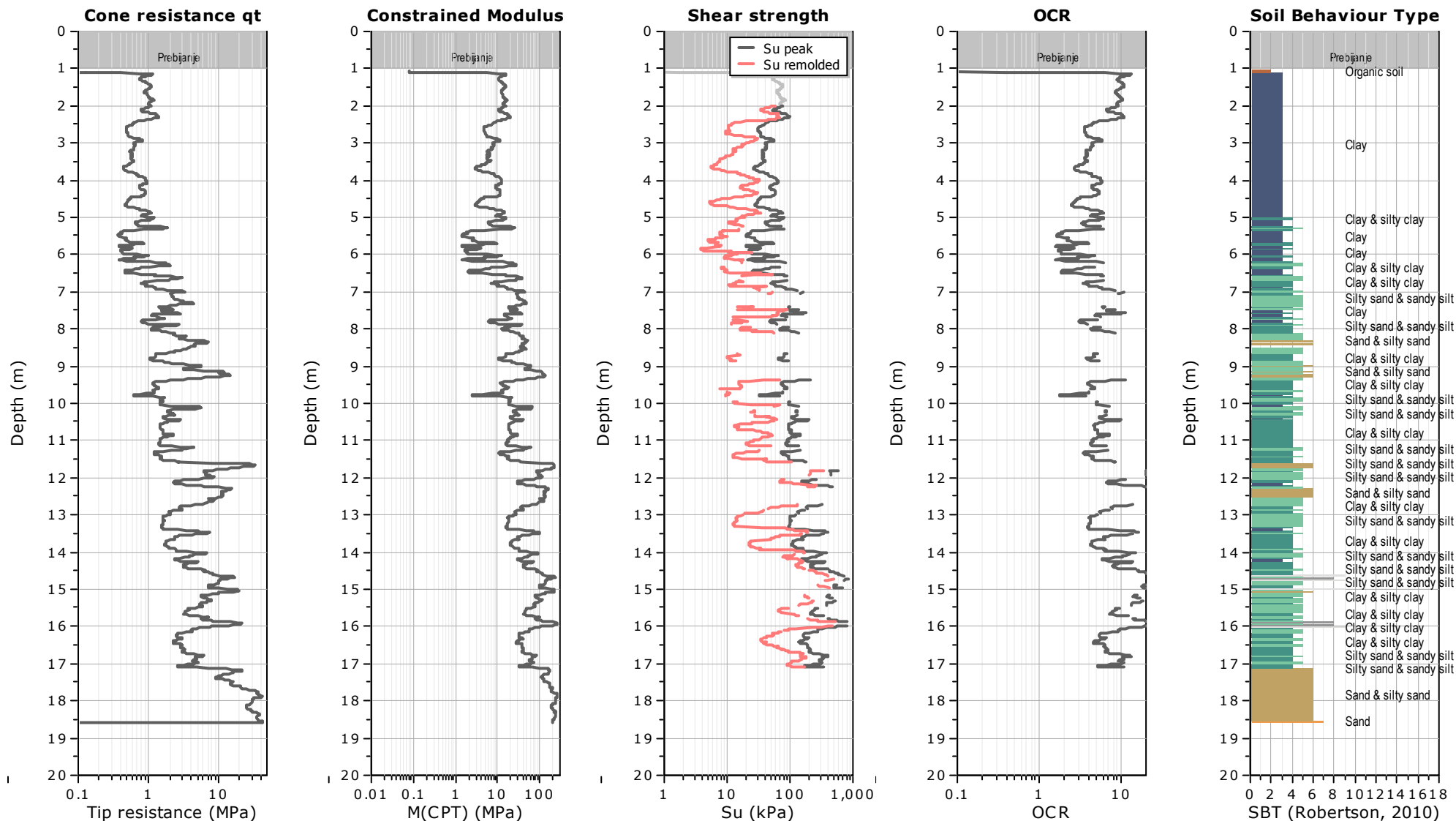
Surface Elevation: 308.43 m

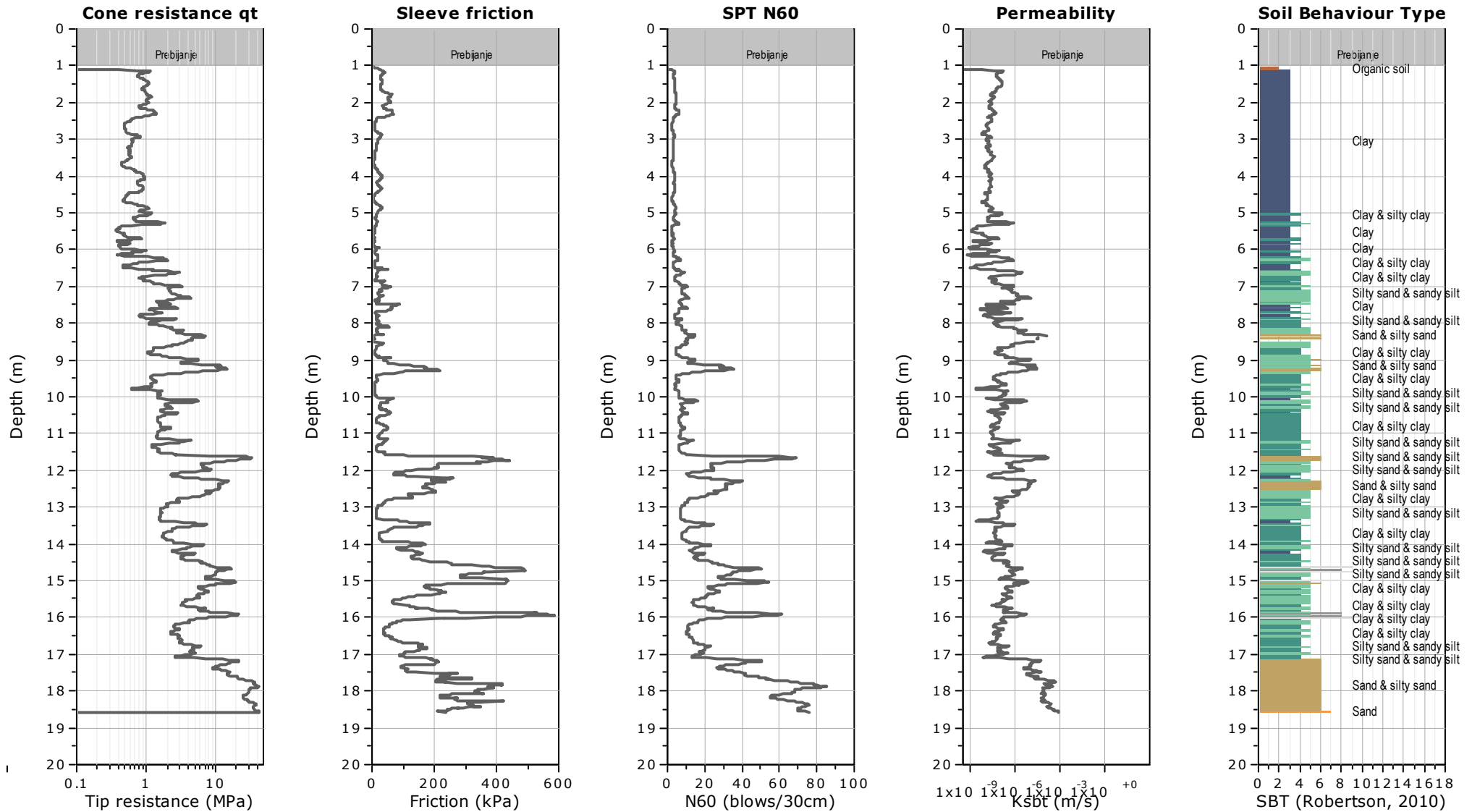
Coords: X:459084.41, Y:104501.86

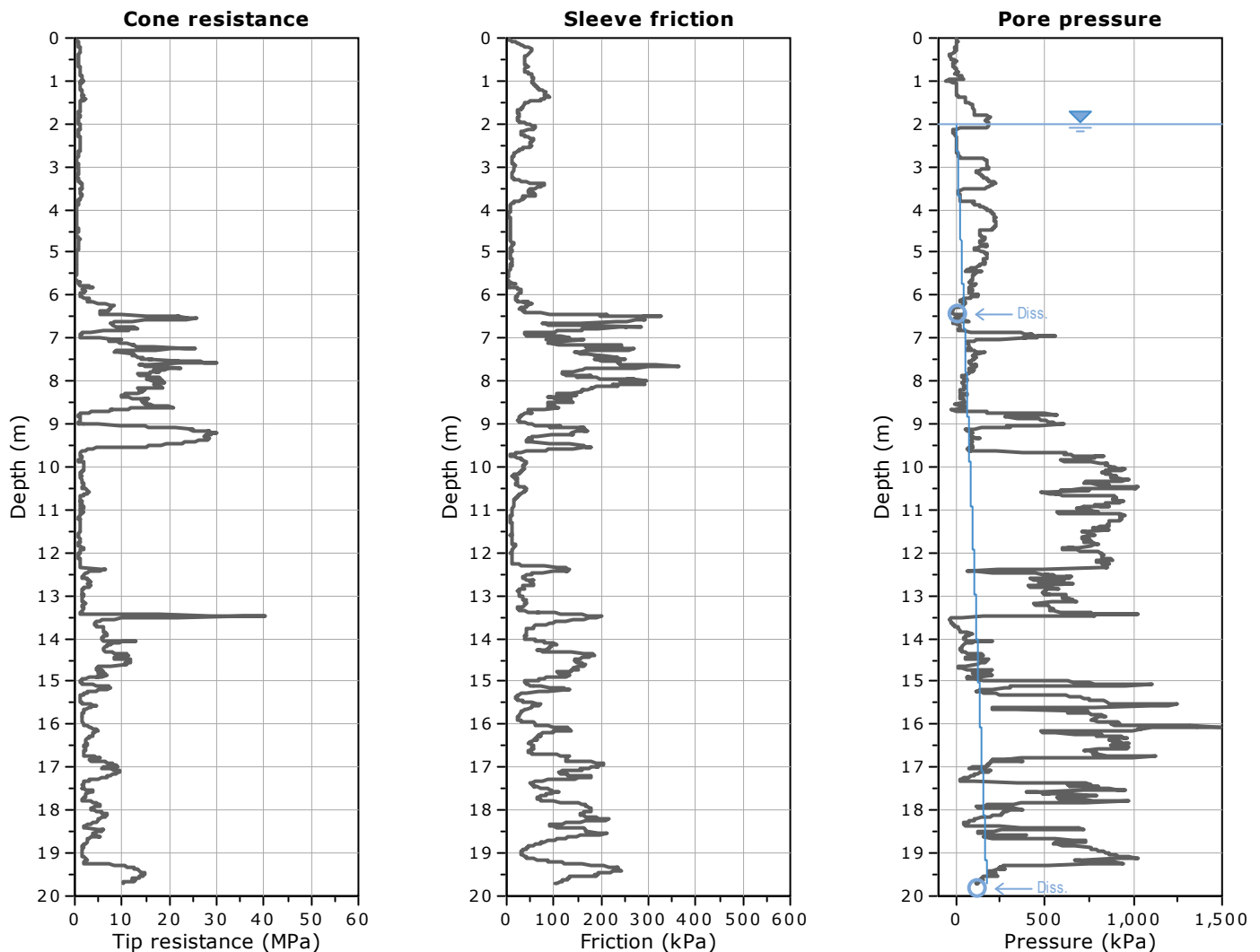
Cone Type: MK1033

Cone Operator: Klemen Petelin & Primož Lesjak



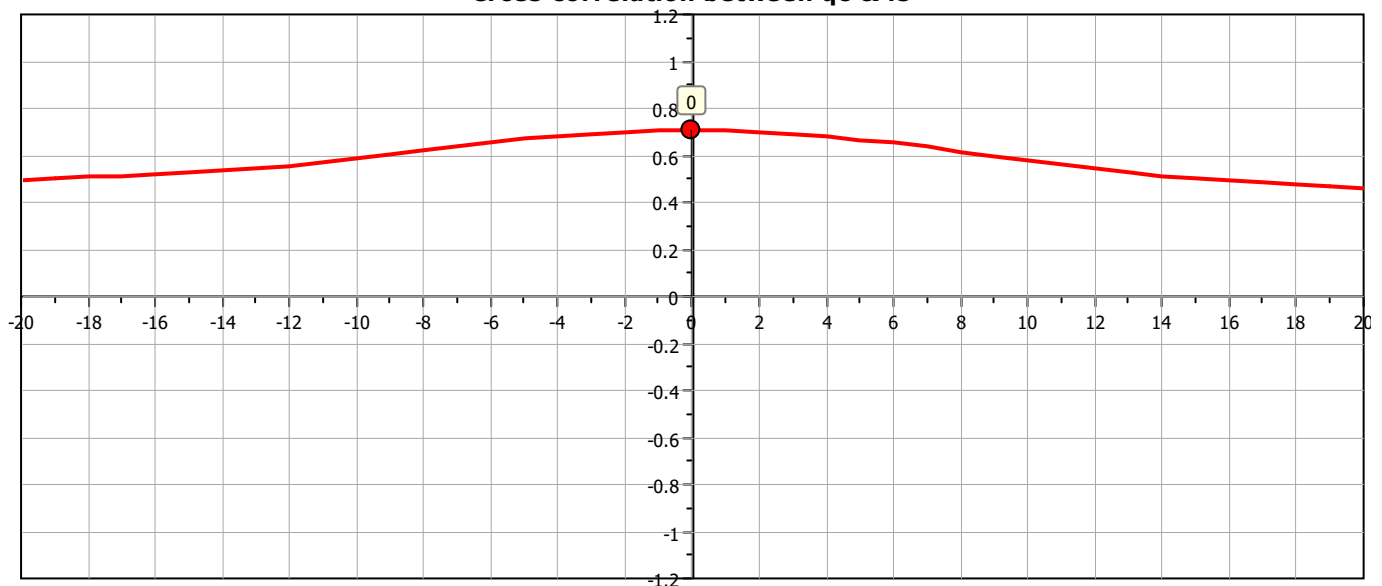


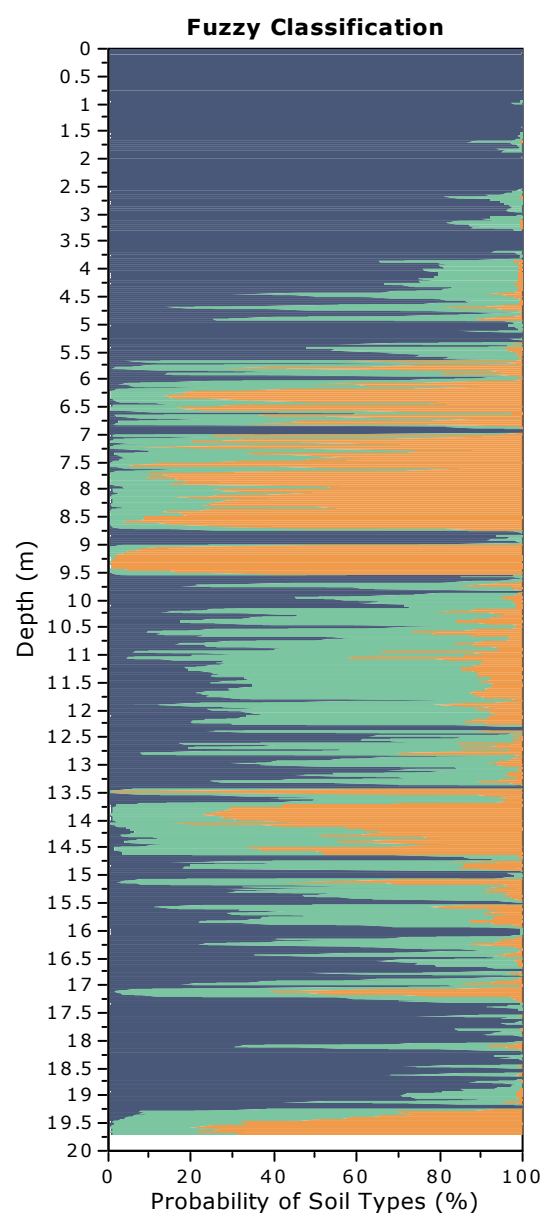
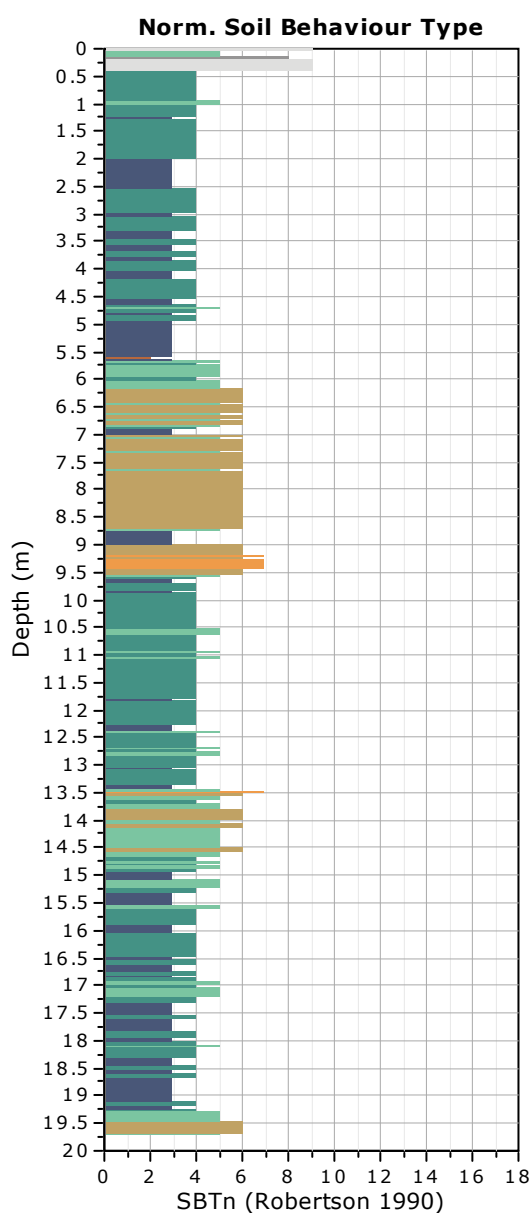




The plot below presents the cross correlation coefficient between the raw q_c and f_s values (as measured on the field). X axes presents the lag distance (one lag is the distance between two successive CPT measurements).

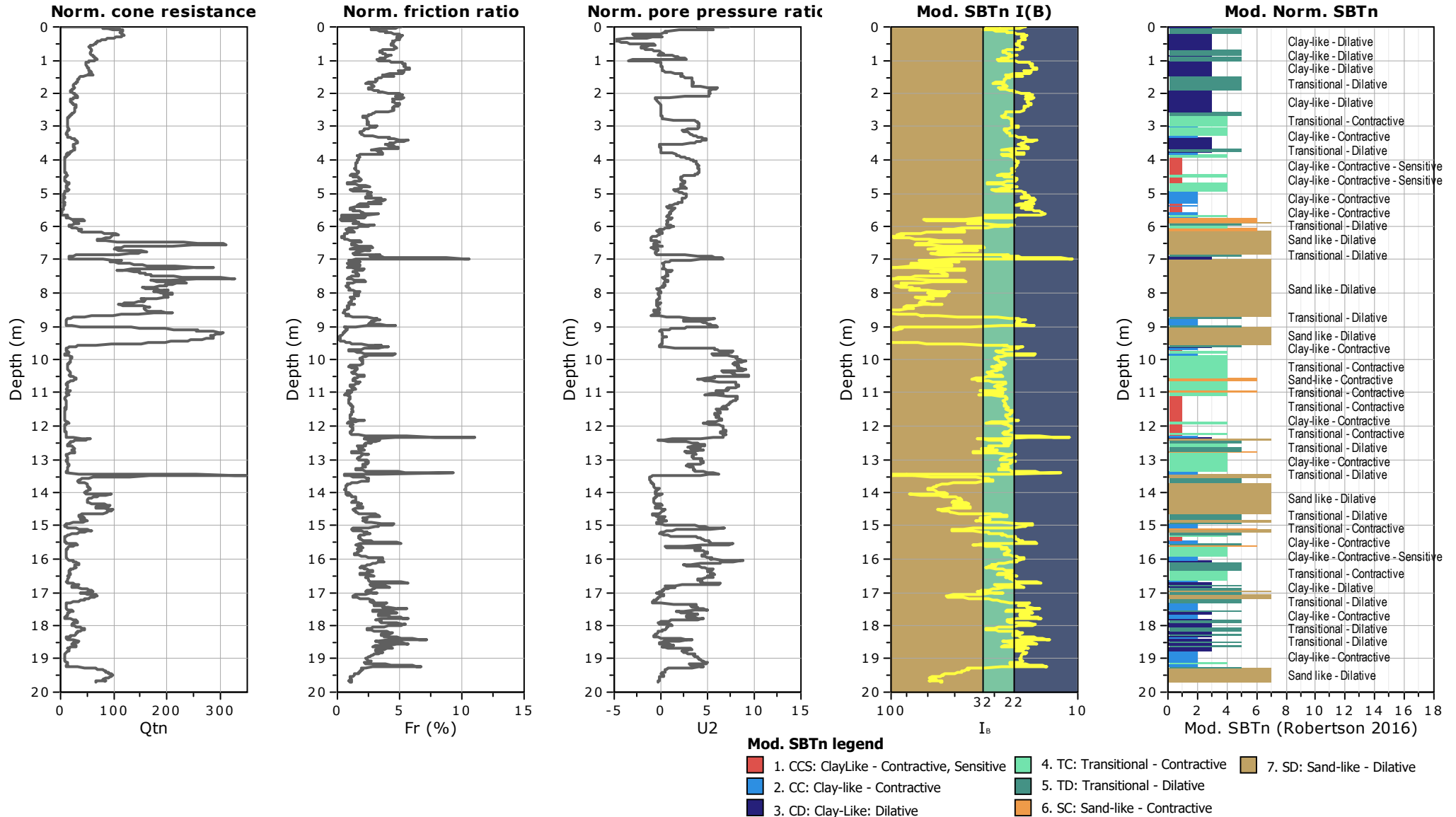
Cross correlation between q_c & f_s





Fuzzy classification legend

- Highly probable clayey soil
- Highly probable mixture soil
- Highly probable sandy soil





Dissipation Tests Results

Dissipation tests

Dissipation tests consists of stopping the piezocone penetration and observing porepressures (u) with elapsed time (t). The data are automatic recorded by the field computer and should take place until a minimum of 50% dissipation.

The porepressures are plotted as a function of square root of (t). The graphical technique suggested by Robertson and Campanella (1989), yields a value for t_{50} , which corresponds to the time for 50% consolidation.

The value of the coefficient of consolidation in the radial or horizontal direction c_h was then calculated by Houlsby and Teh's (1988) theory using the following equation:

$$c_h = \frac{T \times r^2 \times I_r^{0.5}}{t_{50}}$$

where:

T: time factor given by Houlsby and Teh's (1988) theory corresponding to the porepressure position

r: piezocone radius

I_r : stiffness index, equal to shear modulus G divided by the undrained strength of clay (S_u).

t_{50} : time corresponding to 50% consolidation

Permeability estimates based on dissipation test

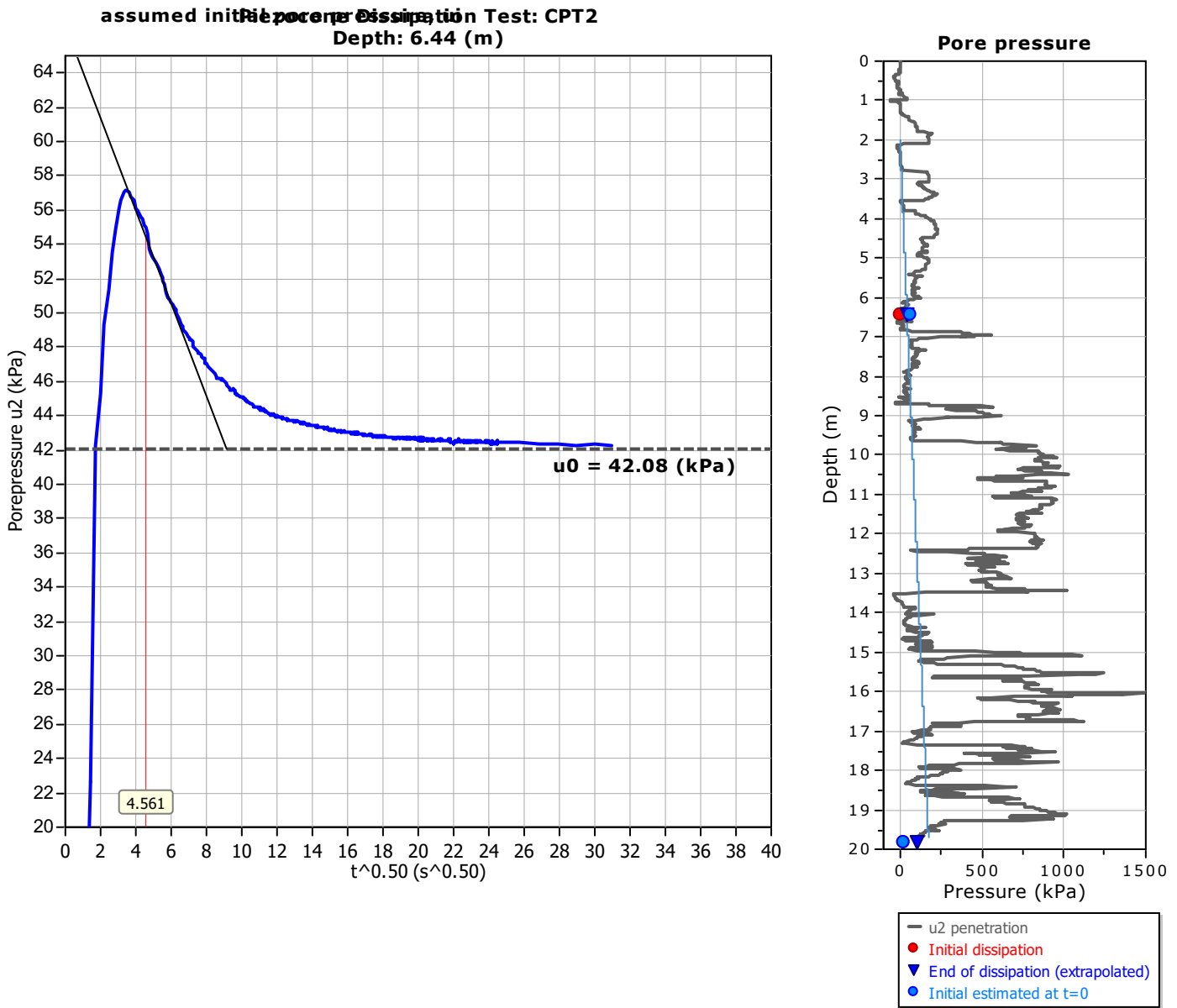
The dissipation of pore pressures during a CPTu dissipation test is controlled by the coefficient of consolidation in the horizontal direction (c_h) which is influenced by a combination of the soil permeability (k_h) and compressibility (M), as defined by the following:

$$k_h = c_h \times \gamma_w / M$$

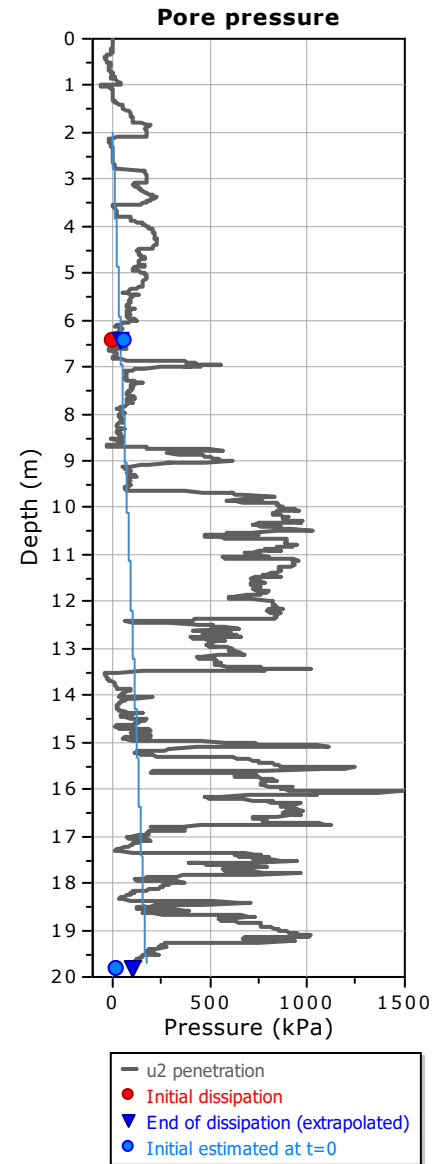
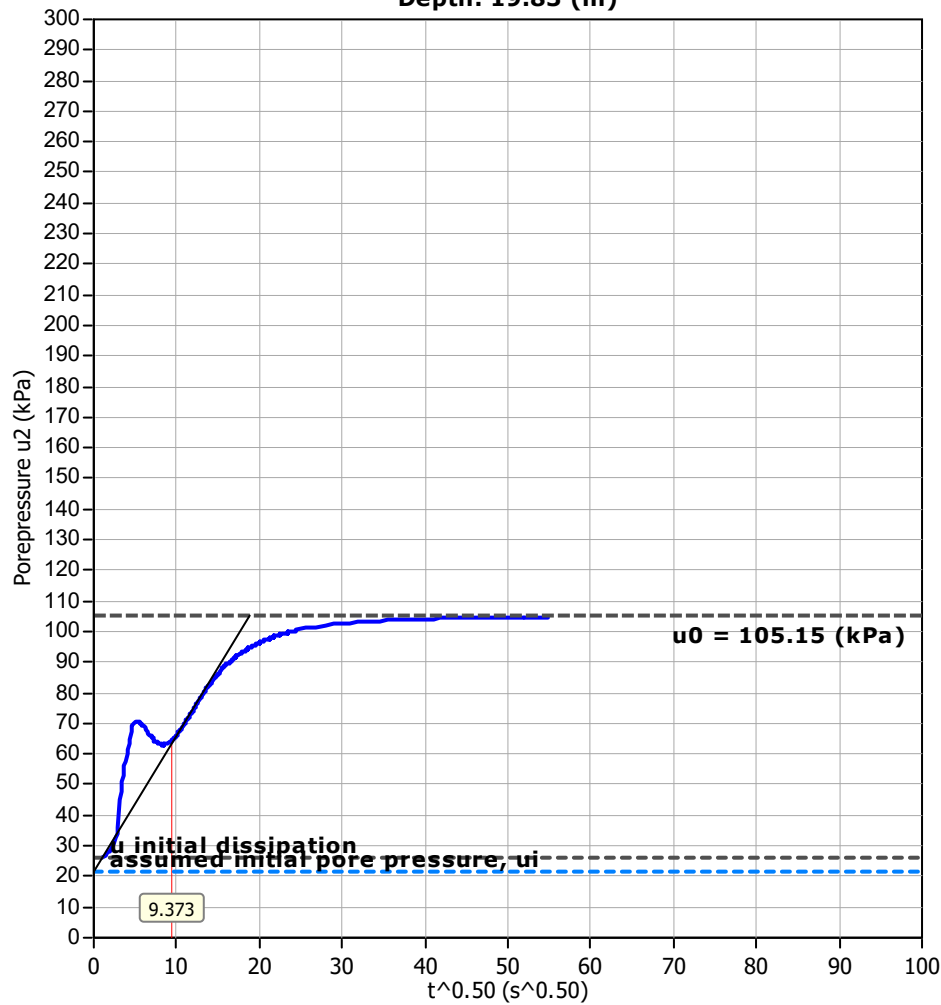
where: M is the 1-D constrained modulus and γ_w is the unit weight of water, in compatible units.

Tabular results

CPTU Borehole	Depth (m)	$(t_{50})^{0.50}$	t_{50} (s)	t_{50} (years)	G/ S_u	c_h (m^2/s)	c_h ($m^2/year$)	M (MPa)	k_h (m/s)
CPT2	6.44	4.6	21	6.60E-007	100.00	3.94E-005	1244	49.05	7.89E-009
CPT2	19.83	9.4	88	2.79E-006	100.00	9.34E-006	295	78.85	1.16E-009



Piezocene Dissipation Test: CPT2 Depth: 19.83 (m)





SLP d.o.o
Geotechnical Engineers
Ulica Gradnikove brigade 4, 1000 Ljubljana
<https://www.slp-pile.com/>

CPT: CPT2

Total depth: 19.71 m, Date: 3. 10. 2023

Surface Elevation: 308.06 m

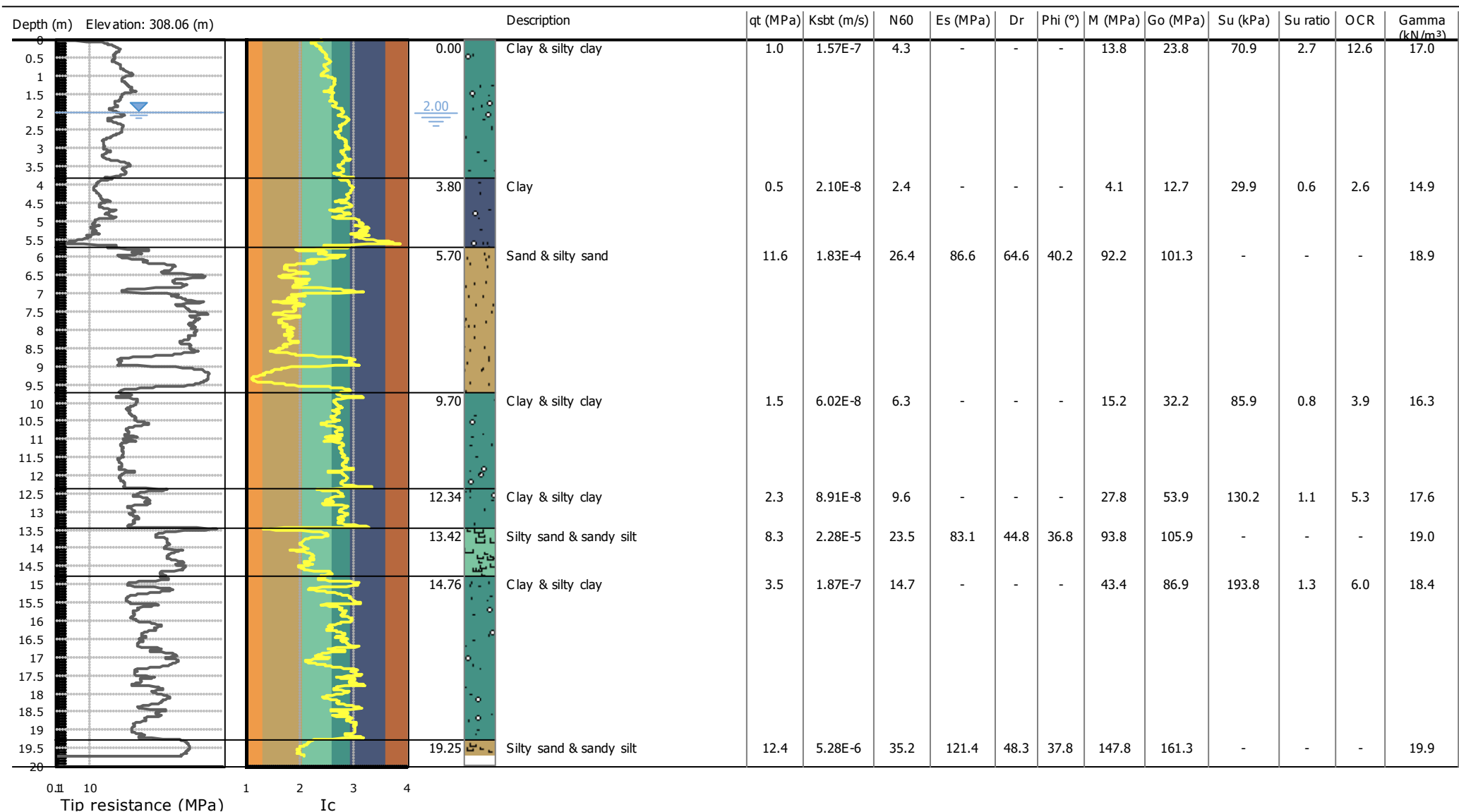
Coords: X:459074.25, Y:104442.27

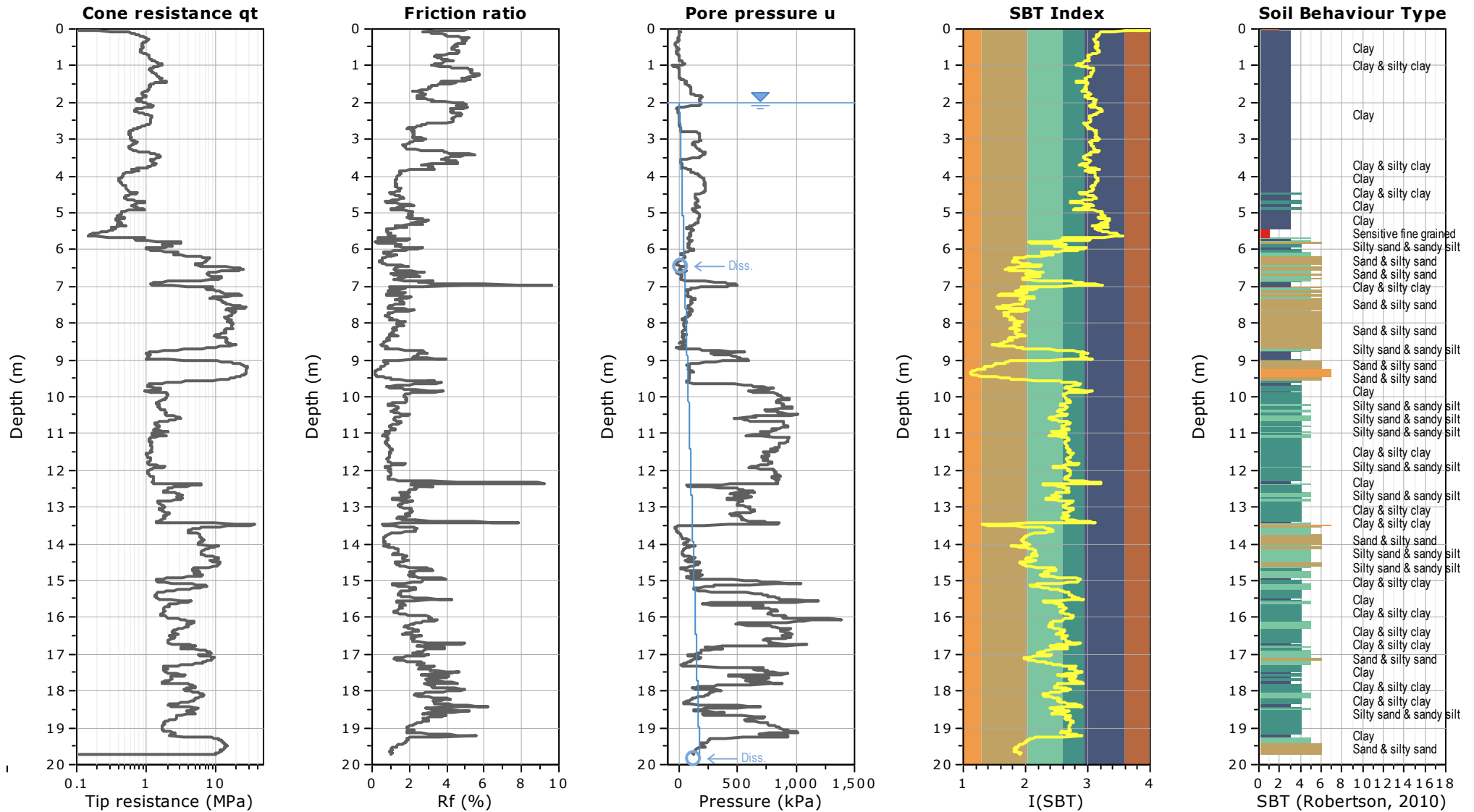
Cone Type: MK1033

Cone Operator: Klemen Petelin & Primož Lesjak

Project: REGENTOVA CENTER

Location: Regentova cesta







SLP d.o.o.

Geotechnical Engineers

Ulica Gradnikove brigade 4, 1000 Ljubljana

<https://www.slp-pile.com/>

Project: REGENTOVA CENTER

Location: Regentova cesta

CPT: CPT2

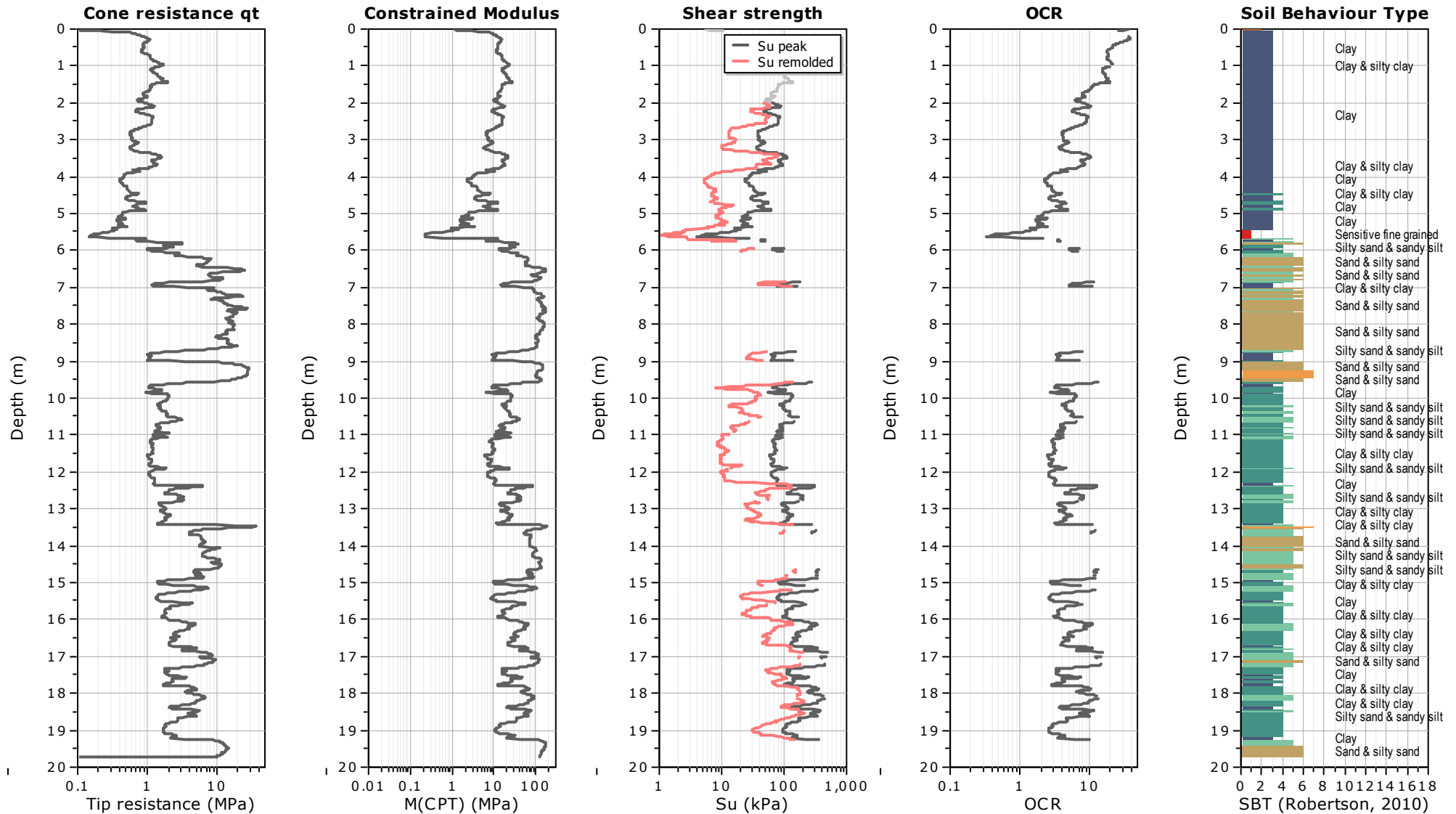
Total depth: 19.71 m, Date: 3. 10. 2023

Surface Elevation: 308.06 m

Coords: X:459074.25, Y:104442.27

Cone Type: MK1033

Cone Operator: Klemen Petelin & Primož Lesjak





SLP d.o.o.

Geotechnical Engineers

Ulica Gradnikove brigade 4, 1000 Ljubljana

<https://www.slp-pile.com/>

Project: REGENTOVA CENTER

Location: Regentova cesta

CPT: CPT2

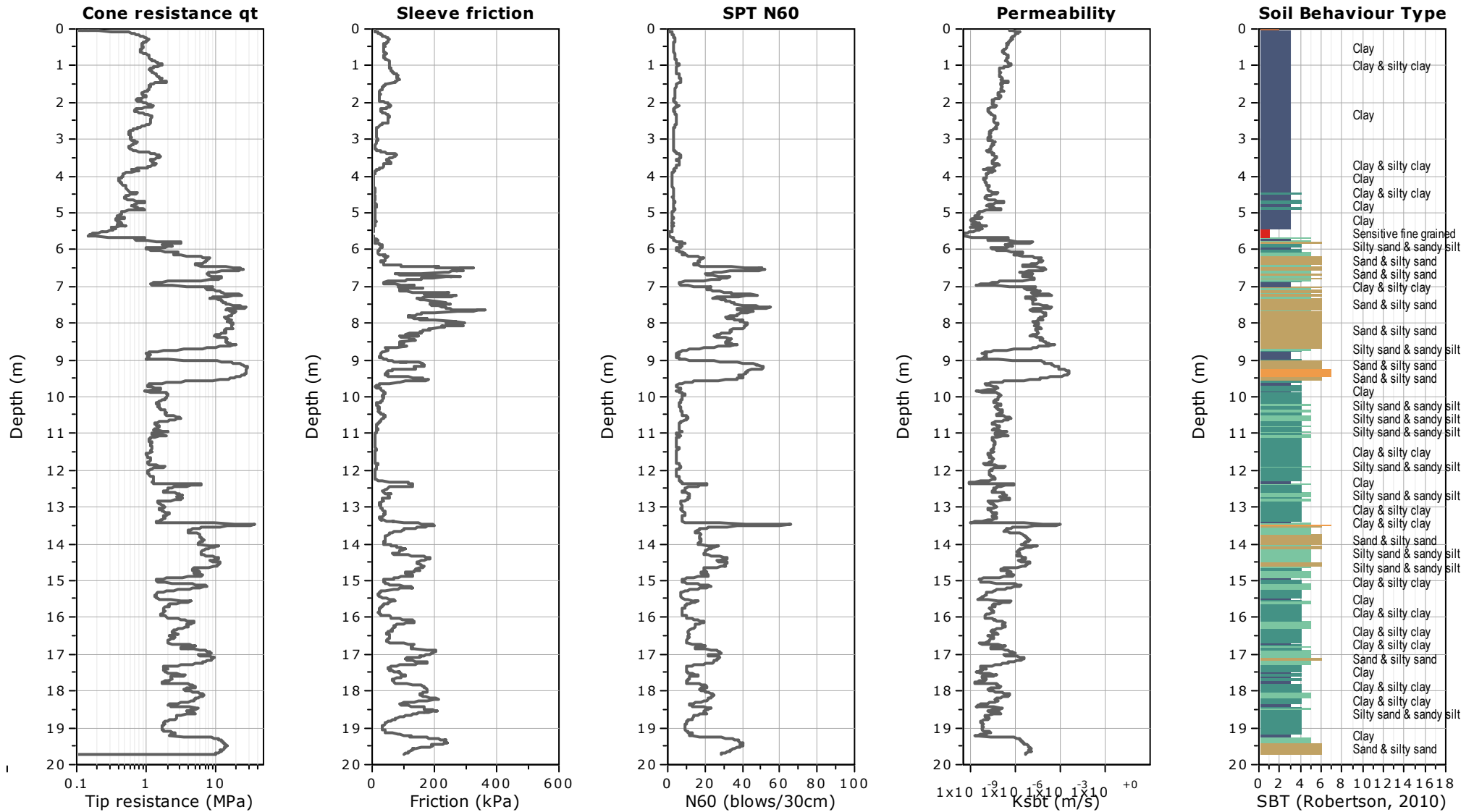
Total depth: 19.71 m, Date: 3. 10. 2023

Surface Elevation: 308.06 m

Coords: X:459074.25, Y:104442.27

Cone Type: MK1033

Cone Operator: Klemen Petelin & Primož Lesjak





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: 6. 11. 2023

Arh. št: P68-11-23

ELABORAT O GEOMEHANSKIH LABORATORIJSKIH PREISKAVAH VZORCEV Z LOKACIJE 'REGENTOVA, LJUBLJANA'

Naročnik:

SLP d.o.o.

Ulica Gradnikove brigade 4

1000 Ljubljana

Direktor:

Marjan Filipič

Izvedba preiskav: Marjan Filipič

Milan Žerjal, univ. dipl. inž. geol.

Priprava poročila: Marjan Filipič

VSEBINA

T.1	UVOD	3
T.2	UGOTAVLJANJE ZRNAVOSTNE SESTAVE.....	3
T.3	PREISKAVE NARAVNE VLAGE IN GOSTOTE	4
T.4	UGOTAVLJANJE MEJE ŽIDKOSTI IN MEJE PLASTIČNOSTI	4
T.5	UGOTAVLJANJE STRIŽNE TRDNOSTI.....	5
T.6	UGOTAVLJANJE STISLJIVOSTI.....	5
T.7	ZAKLJUČEK.....	6

PRILOGE

P.1	Zbirna preglednica izvedenih geomehanskih laboratorijskih preiskav
P.2 do P.5	Rezultati preiskav zrnivosti
P.6	Rezultat ugotavljanja meja židkosti in plastičnosti
P.7	Rezultat neposrednega strižnega preskusa
P.8 in P.9	Rezultat preiskave stisljivosti v edometru

T.1 Uvod

Od podjetja SLP d.o.o., smo v začetku oktobra 2023 dobili v raziskavo tri vzorce zemljin, ki so bili na lokaciji 'REGENTOVA' v Ljubljani odvzeti iz sondažnih vrtin. Dva nekoherentna vzorca sta bila v vrečah, kos koherentne zemljine pa je bil ovit v folijo in tako zaščiten pred izhlapevanjem vode. Na vzorcih je bila poleg oznake sonde označena tudi globina odvzema.



Slika 1: primer dostavljenega vzorca

Preiskave so bile izvedene skladno z naročnikovim programom preiskav . Z drugimi podatki ne razpolagamo.



Slika 2: Oprema na kateri smo izvajali preiskave

V nadaljevanju podajamo postopke in interpretacije meritev, ki so bile izvedene v drugi polovici oktobra 2023.

T.2 Ugotavljanje zrnastostne sestave

Zrnavostni sestav smo določili pri dveh vzorcih , poslužili smo se metode sejanja z izpiranjem (delno mokro sejanje) in suhega sejanja. 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 zrnivosti (USBR in HAZEN).



Slika 3: Vzorec iz V-1, globina 6.0 - 7.5m, pred preiskavo zrnivosti

Ugotovljeni deleži posameznih frakcij so razmeroma podobni, delež finih delcev pod 0.063mm je v obeh primerih ca. 25%. Atterbergovih mej iz veziva nismo posebej ugotavljali, a smo za kriterij glina ali melj upoštevali empirično relacijo deleža gline > 5%. Material tako uvrstimo v glinast gramoz (clGr).

T.3 Preiskave naravne vlage in gostote

Naravno vlažnost smo določili na koherentnem preskušancu, zemljino smo do konstantne mase izsušili pri 105°C, skladno s standardom SIST 17892-1:2015.

Gostoto smo 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.

Naravno vlago smo ugotovili v razponu med 27.47 in 29.99%.

Gostota v naravnem stanju je v razponu 1.97 – 2.00 Mg/m³, suha gostota pa 1.51-1.57 Mg/m³.

T.4 Ugotavljanje meje židkosti in meje plastičnosti

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

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

Preiskan vzorec se uvršča med srednje plastično glino zmerne do težko gnetne konsistence.

T.5 Ugotavljanje strižne trdnosti

Parametre strižne trdnosti za Mohr-Coulombov porušitveni kriterij smo določili v neposrednih strižnih aparatih.

Tri preskušance iz serije smo najprej konsolidirali pri različnih navpičnih obremenilnih stopnjah (100, 200 in 300 kPa). To nam je služilo tudi za določitev ustrezne strižne hitrosti, skladno s standardom SIST EN ISO 17892-10:2019, da je bilo omogočeno ustrezno dreniranje zemljine med preiskavo. V vseh primerih je bila strižna hitrost nastavljena na 0.01 mm/min.

Vsi preskušanci so bili analizirani v preplavljenem stanju.

Ugotovljen strižni kot je 20.8°, pripadajoča kohezija pa 10.8 kPa.

T.6 Ugotavljanje stisljivosti

V tem primeru smo poleg začetne na 4 kPa v dodatnih korakih izvedli še obremenilne stopnje do vertikalne napetosti 300 kPa. Na razbremenilnem delu smo se poleg končne poslužili le ene vmesne stopnje.

Poleg edometriških 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 ($C\alpha$, λ , κ), s pripombo za sekundarni del konsolidacije, da je obremenitev na posamezni stopnji trajala praviloma 24h.



Slika 4: Priprava vzorca iz V-2, globina 9.5-9.8m, za preiskavo stisljivosti

Rezultati so sicer podrobneje razvidni iz prilog, na končni stopnji pri obremenitvi 300 kPa ugotavljamo modul stisljivosti 9690 kPa.

T.7 Zaključek

Rezultati laboratorijskih preiskav, ki so podani v prilogah, 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).

Ročne zapise o preiskavah in drugo dodatno dokumentacijo (fotografije ipd.) hranimo v arhivu Labtest d.o.o.

PREGLEDNICA REZULTATOV GEOMEHANSKIH LABORATORIJSKIH PREISKAV

NAROČNIK: **SLP d.o.o.**

OBJEKT: **REGENTOVA, Ljubljana**

SONDA	INTERVAL GLOBINE	KLASIFIKACIJA TSG-211-002	USCS OZNAKA	OPIS	NARAVNA VLAGA	GOSTOTA	SUHA GOSTOTA	MEJA ŽIDKOSTI	MEJA PLASTIČNOSTI	INDEKS PLASTIČNOSTI	INDEKS KONSISTENCE	NEPOSREDNI STRIŽNI PRESKUS	STISLJIVOST V EDOMETRU (preplavljeno)				ZRNAVOST			ocena VDP		
					w ₀	ρ	ρ _d	w _L	w _P	I _P	I _c	c	φ	E _{oed}				< 0.063 mm	0.063 - 2 mm	2-63 mm	Hazen	USBR
														4-32 kPa	32 -100 kPa	100-200 kPa	200-300 kPa					
	[m]				[%]	[Mg/m³]	[Mg/m³]	[%]	[%]	[%]		[kPa]	[o]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[%]	[%]	[%]	[m/s]	[m/s]
V-1	6.5 - 7.0	clGr	GC	glinast gramoz (prod)														25.7	28.5	45.7	2.61E-08	1.05E-06
V-2	6.5 - 7.0	clGr	GC	glinast gramoz (prod)														24.9	27.3	47.7	1.96E-08	1.22E-06
V-2	9.5 - 9.8	CIM	CL	srednje plastična glina, zmerno do težko gnetna	27.47-29.99	1.97-2.00	1.51-1.57	39.8	23.1	16.7	0.74	10.9	20.8	2350	4140	7900	9690					



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: **SLP d.o.o.**

OBJEKT: **REGENTOVA, LJUBLJANA**

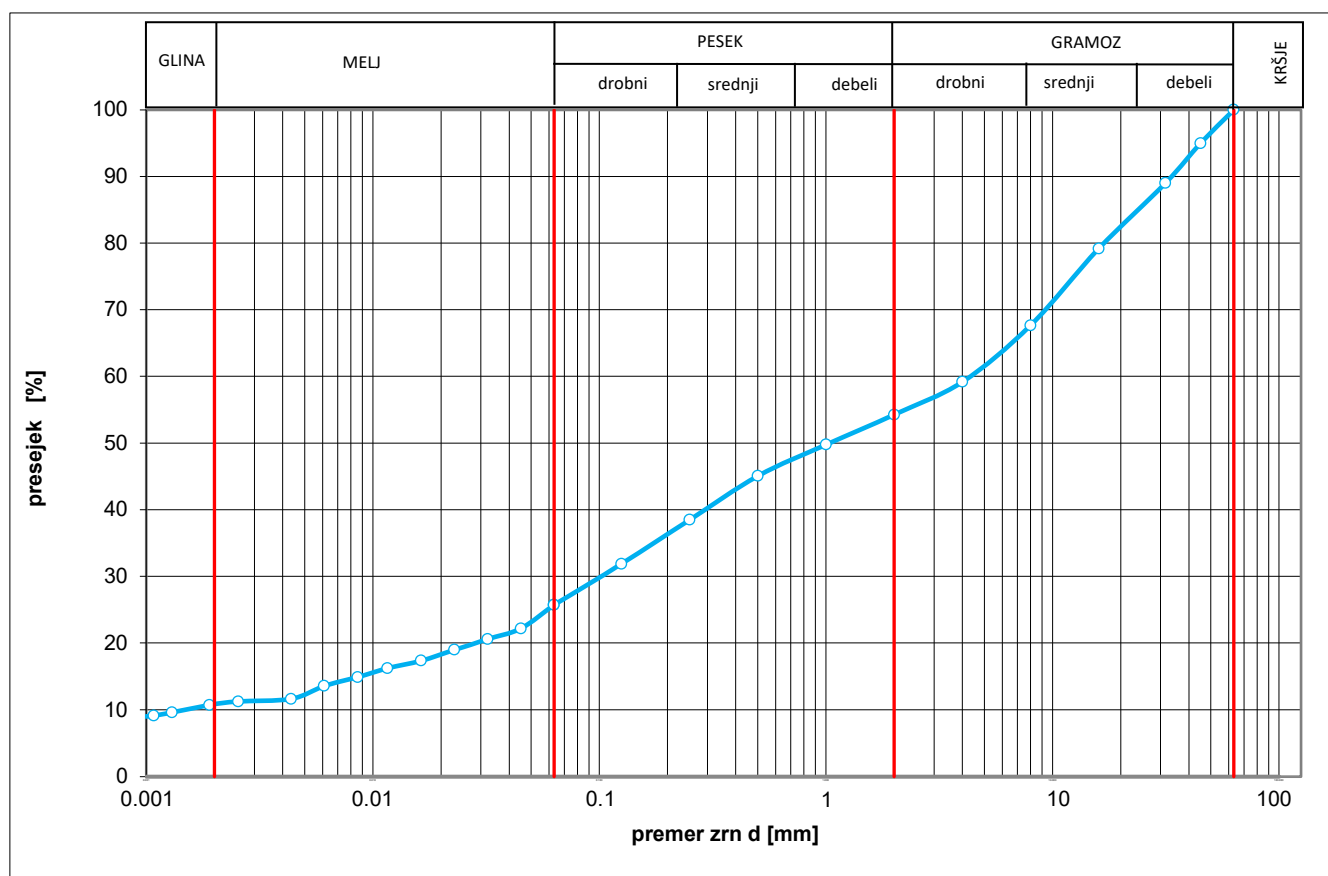
SONDA: **V-1**

GLOBINA: **6.5-7.0 m**

STANJE VZORCA: **v vrečki**

DATUM ODVZEMA VZORCA: **4.10.2023**

DATUM PREVZEMA VZORCA V LAB.: **5.10.2023**



$D_{10} = 0.002$ mm
 $D_{20} = 0.029$ mm
 $D_{30} = 0.101$ mm
 $D_{60} = 4.321$ mm

koeficient enakomernosti C_u : **2880.67**
koeficient ukrivljenosti C_c : **1.57**

delci 2 - 63 mm: **45.7%**
delci 0.063 - 2 mm: **28.5%**
% zrn pod 0.063 mm: **25.7%**

klasifikacija: **glinast gramoz, cIGr (GC)**
ocena VDP iz zrnivosti [m/s]: Hazen **2.61E-08**
USBR **1.05E-06**

DATUM ZAČETKA PREISKAVE: **18.10.2023**

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

DATUM ZAKLJUČKA PREISKAVE: **2.11.2023**

obrazec: 08-zrnavost-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: SLP d.o.o.

OBJEKT: REGENTOVA, LJUBLJANA

SONDA: V-1

GLOBINA: 6.5-7.0 m



DATUM ZAČETKA PREISKAVE: 18.10.2023

PREISKAL: M. ŽERJAL, univ. dipl. inž. geol.

DATUM ZAKLJUČKA PREISKAVE: 2.11.2023

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: SLP d.o.o.

OBJEKT: REGENTOVA, LJUBLJANA

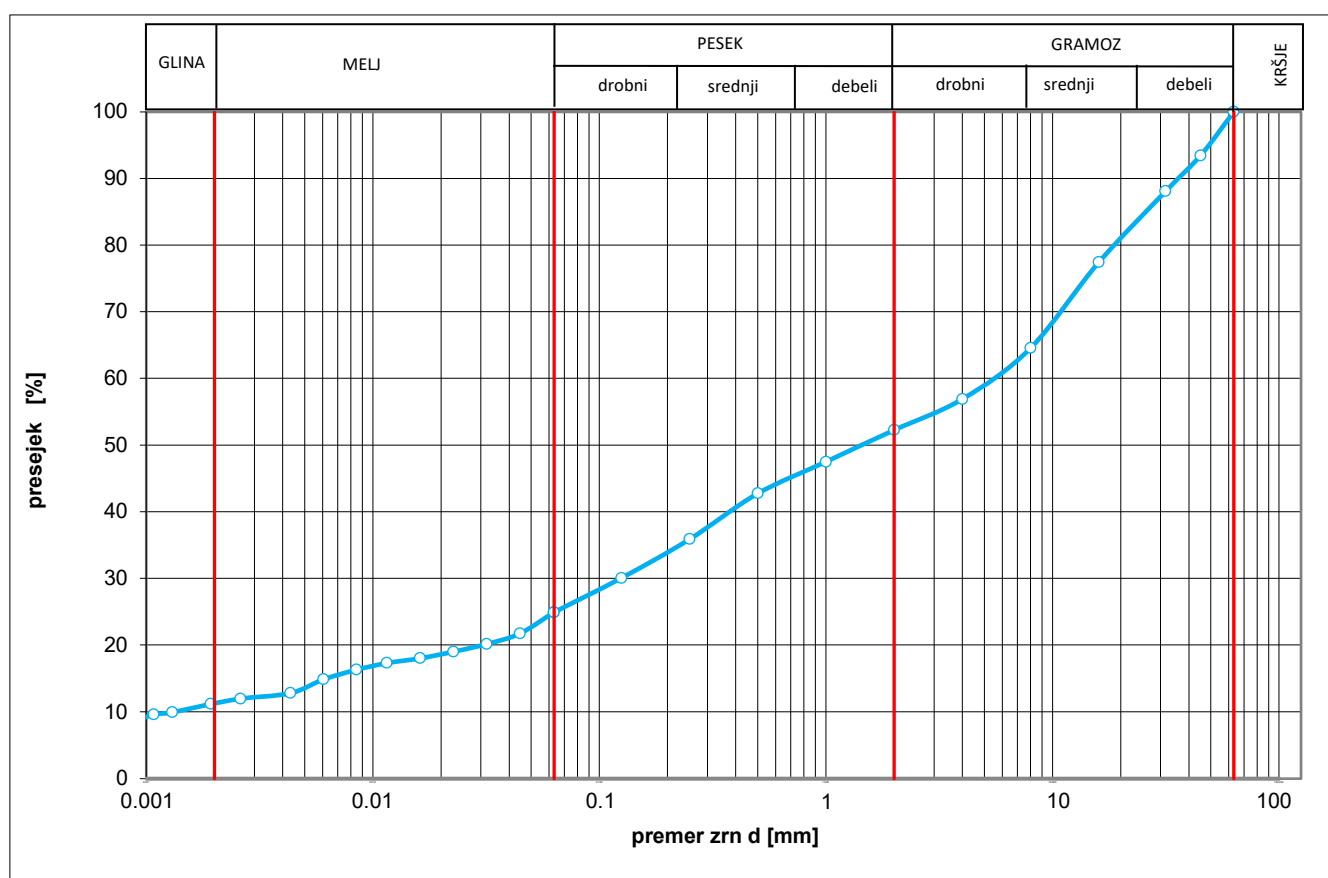
SONDA: V-2

GLOBINA: 6.5-7.0 m

STANJE VZORCA: v vrečki

DATUM ODVZEMA VZORCA: 5.10.2023

DATUM PREVZEMA VZORCA V LAB.: 5.10.2023



D_{10} = 0.001 mm
 D_{20} = 0.031 mm
 D_{30} = 0.125 mm
 D_{60} = 5.550 mm

koeficient enakomernosti C_u : 4269.23
koeficient ukrivljenosti C_c : 2.17

delci 2 - 63 mm: 47.7%
delci 0.063 - 2 mm: 27.3%
% zrn pod 0.063 mm: 24.9%

klasifikacija: glinast gramoz, cIGr (GC)
ocena VDP iz zrnivosti [m/s]: Hazen 1.96E-08
USBR 1.22E-06

DATUM ZAČETKA PREISKAVE: 18.10.2023

PREISKAL: M. ŽERJAL, univ. dipl. inž. geol.

DATUM ZAKLJUČKA PREISKAVE: 2.11.2023

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: SLP d.o.o.

OBJEKT: REGENTOVA, LJUBLJANA

SONDA: V-2

GLOBINA: 6.5-7.0 m



DATUM ZAČETKA PREISKAVE: 18.10.2023

PREISKAL: M. ŽERJAL, univ. dipl. inž. geol.

DATUM ZAKLJUČKA PREISKAVE: 2.11.2023

obrazec: 08-zrn timer-002 / 1



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: **SLP d.o.o.**

LOKACIJA : **REGENTOVA, LJUBLJANA**

SONDA: **V-2**

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

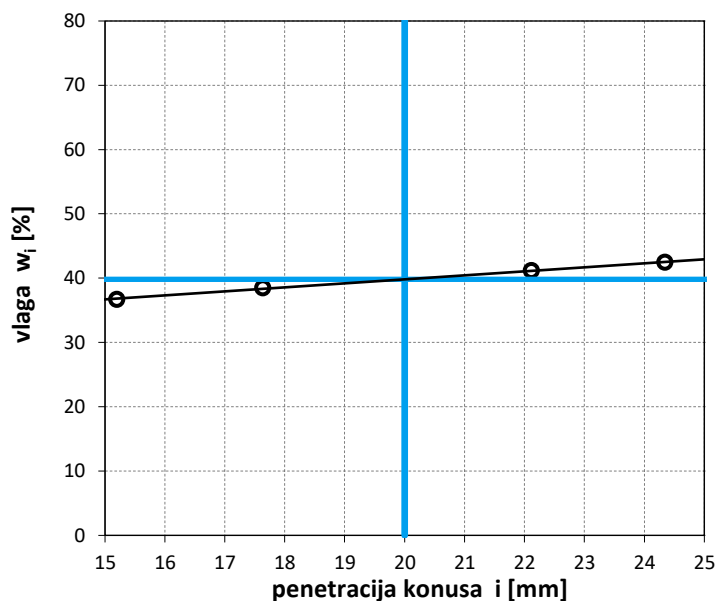
DATUM ODVZEMA VZORCA: **5.10.2023**

OPOMBA:

GLOBINA: **9.5-9.8m**

STANJE VZORCA: **v FOLIJI**

DATUM PREVZEMA VZ. V LAB.: **5.10.2023**



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 : **27.5** [%]

meja židkosti w_L : **39.8** [%]

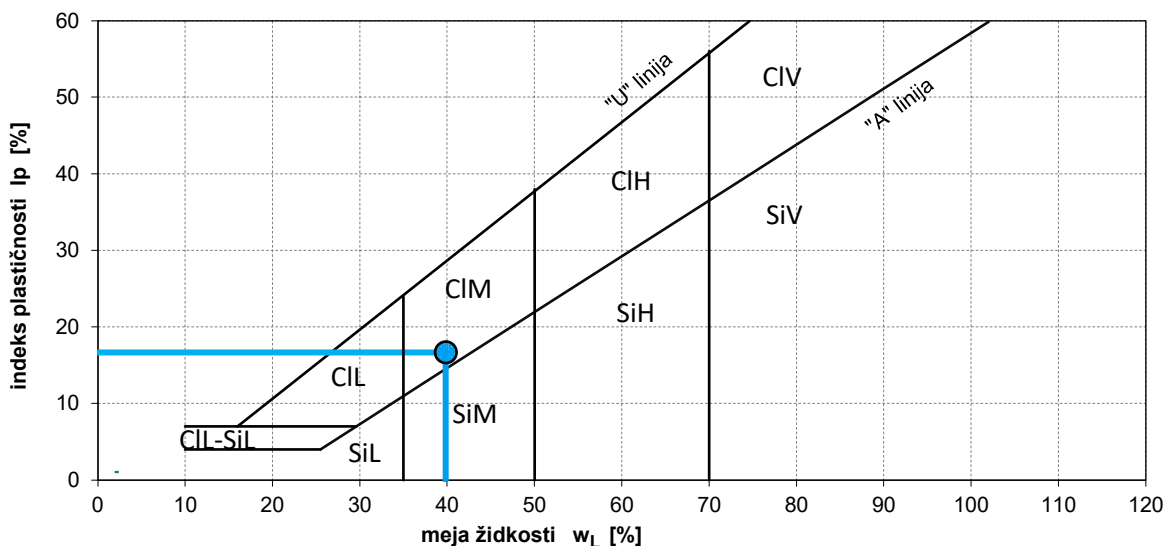
meja plastičnosti w_p : **23.1** [%]

indeks plastičnosti I_p : **16.7** [%]

indeks konsistence I_c : **0.74**

indeks tečenja I_L : **0.26**

DIAGRAM PLASTIČNOSTI



0	0.25	0.5	0.75	1	1.25	
židko	lahko gn.	srednje gn.	zmerno gn.	težko gn.	poltrdno	trdno

KONSISTENČNO STANJE / indeks konsistence I_c .

op: meja med poltrdno in trdno kons. ocenjena iz I_c in ni določena iz meje krčenja

klasifikacija zemljine po:

CIM zg. kons TSPI PG.05.200:2021
CL USCS

DATUM ZAČETKA PREISKAVE: **23.10.2023**

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

DATUM ZAKLJUČKA PREISKAVE: **26.10.2023**

obrazec: 02-konsistenca-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: SLP d.o.o.

LOKACIJA: REGENTOVA, LJUBLJANA

SONDA: V-2

GLOBINA: 9.5-9.8m

OPIS VZORCA IN ZEMLJINE: SREDNJE PLASTIČNA GLINA

STANJE VZORCA: v vrečki

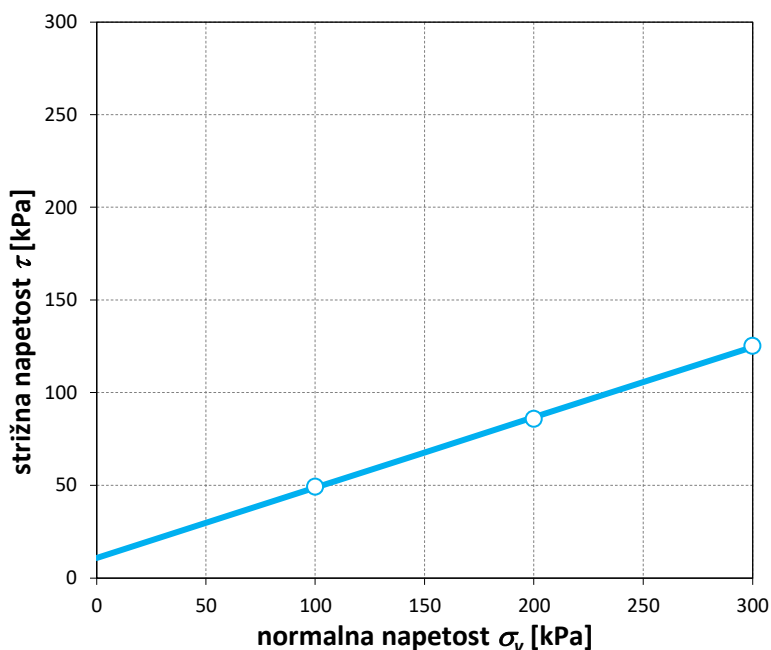
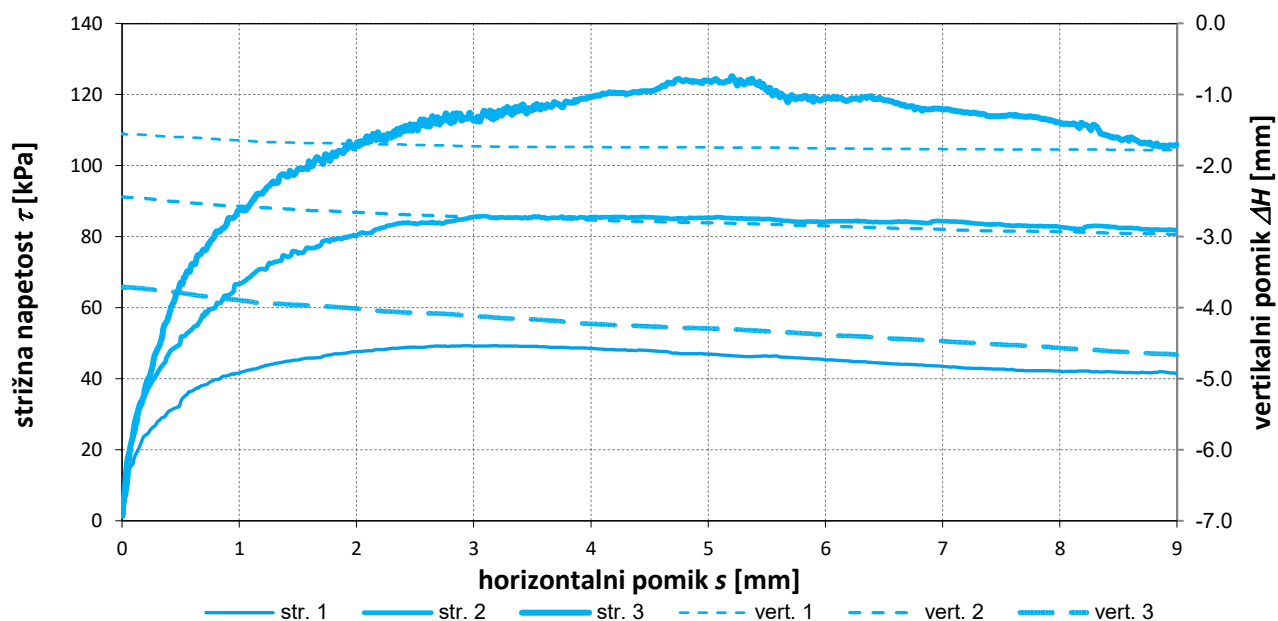
DATUM ODVZEMA VZORCA: 5.10.2023

DATUM PREVZEMA VZ. V LAB.: 5.10.2023

OPOMBA: PREPLAVLJENO IN KONSOLIDIRANO

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
σ_v [kPa]:	100	200	300	
w_0 [%]:	27.47			
w_k [%]:	30.23	29.64	30.99	
m_0 [g]:	150.3	149.8	150.9	
ρ_s - predpost. [Mg/m ³]:	2.75	2.75	2.75	
ρ_0 [Mg/m ³]:	1.99	1.98	2.00	
ρ_{0d} [Mg/m ³]:	1.56	1.55	1.57	
e_0 :	0.763	0.769	0.756	
Sr_0 [%]:	99.0	98.2	99.9	
$U \tau_{max}$ [mm]:	-1.74	-2.75	-4.19	
τ_{max} [kPa]:	49.3	85.8	125.2	

$$\phi = 20.8 [^\circ]$$

$$c = 10.9 \text{ [kPa]}$$

DATUM ZAČETKA PREISKAVE: 17.10.2023

PREISKAL: M. FILIPIČ

DATUM ZAKLJUČKA PREISKAVE: 20.10.2023

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: **SLP d.o.o.**

LOKACIJA : **REGENTOVA, LJUBLJANA**

SONDA: **V-2**

OPIS VZORCA IN ZEMLJINE: **SREDNJE PLAST. GLINA**

INTERNA OZNAKA VZORCA:

DATUM ODVZEMA VZORCA: **5.10.2023**

GLOBINA: **9.5-9.8 m**

STANJE VZ.: **intakten**

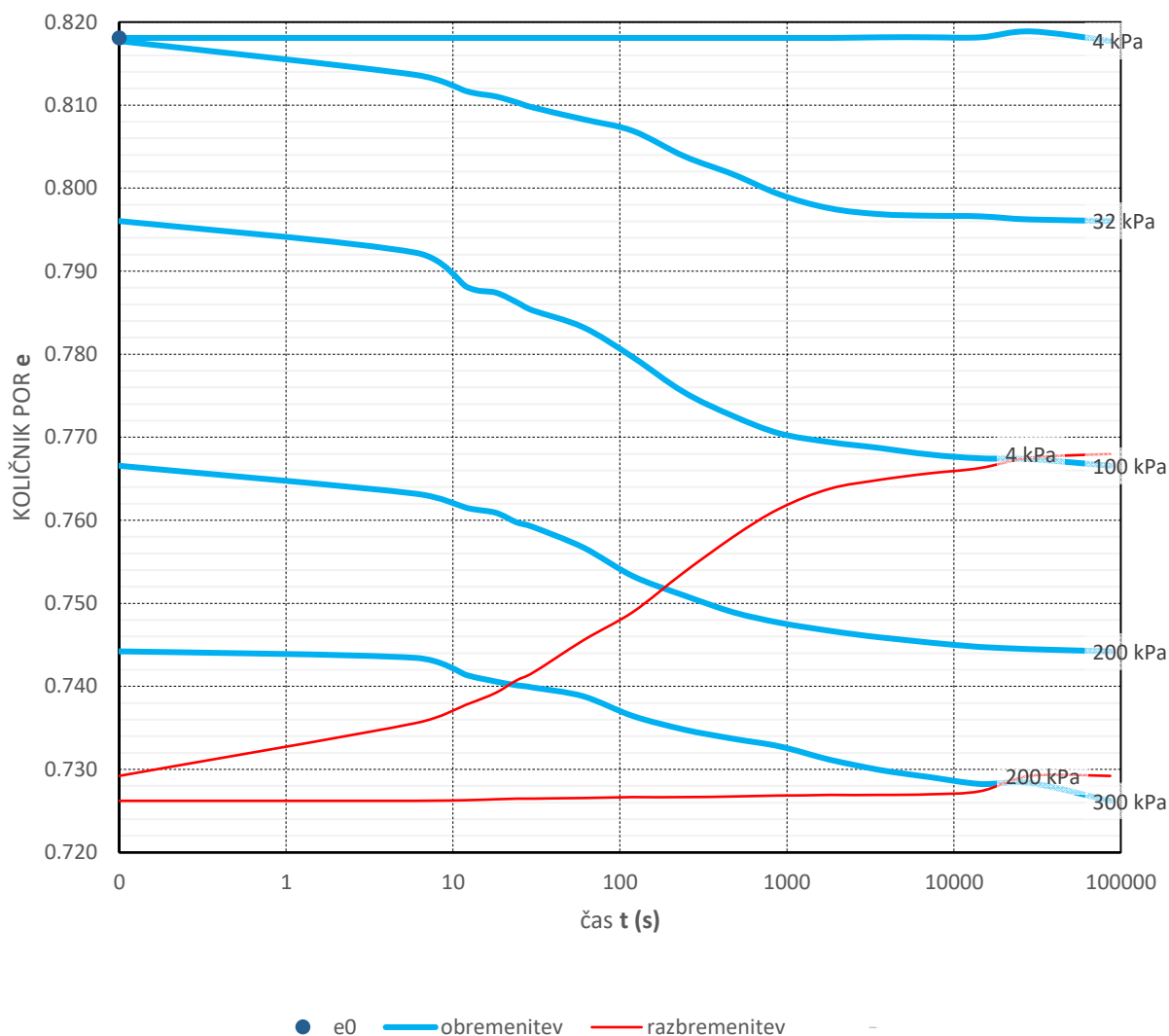
ORIENTACIJA: **vertikalna**

DATUM PREVZEMA VZ. V LAB.: **5.10.2023**

PREMER VZORCA D :	63.5 mm	ZAČETNA VIŠINA VZORCA H_0 :	20.5 mm
VLAŽNOST PRED PREISKAVO w_0 :	29.99 %	VLAŽNOST PO PREISKAVI w_k :	28.51 %
PREDPOSTAV. GOSTOTA ZRN ρ_s :	2.75 Mg/m ³	ZAČETNA GOSTOTA VZORCA ρ_0 :	1.968 Mg/m ³
VIŠINA SUHE SNOVI H_{ss} :	11.28 mm	ZAČETNA SUHA GOSTOTA VZ ρ_d :	1.514 Mg/m ³
ZAČETNA ZASIČENOST Sr_0 :	100.0 %	KONČNA ZASIČENOST Sr_k :	100.0 %

OPOMBE: **VZOREC PREPLAVLJEN PRI 4 kPa**

APARAT: **3**



DATUM ZAČETKA PREISKAVE: **29.9.2023**

PREISKAL: **M. FILIPIČ**

DATUM ZAKLJUČKA PREISKAVE: **9.10.2023**



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: **SLP d.o.o.**

LOKACIJA : **REGENTOVA, LJUBLJANA**

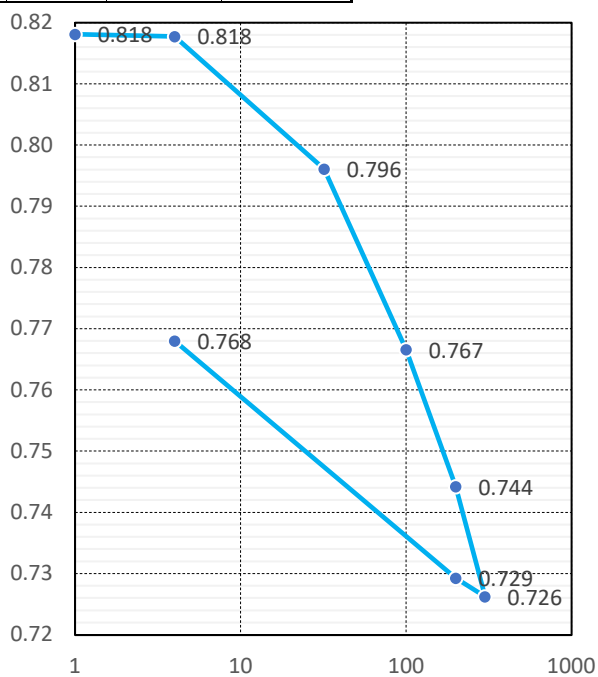
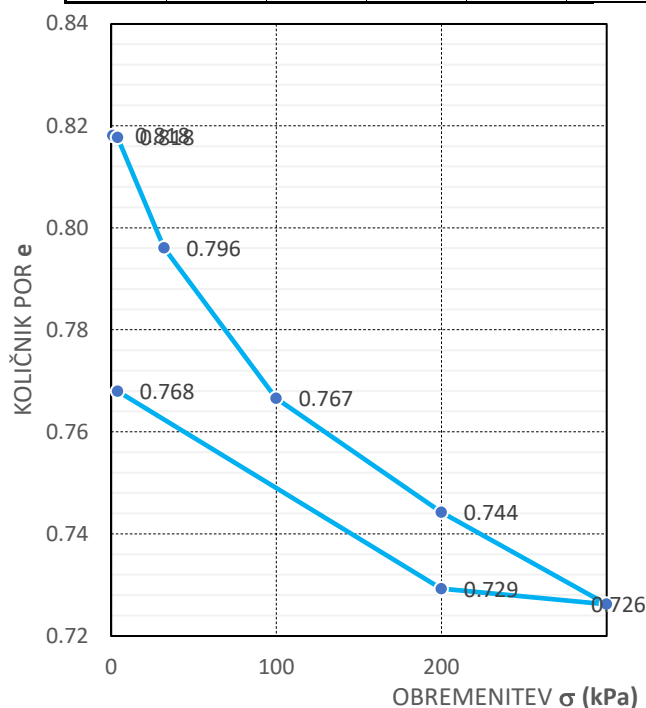
SONDA: **V-2**

GLOBINA: **9.5-9.8 m**

OPIS VZORCA IN ZEMLJINE: **SREDNJE PLAST. GLINA**

	σ'_i	σ'_{i+1}	e_k	E_{oed}	mv	c_v	k	C_α
	(kPa)		(-)	(kPa)	(MPa ⁻¹)	(m ² /s)	(m/s)	(-)
0	0	1	0.818					
1	1	4	0.818					
2	4	32	0.796	2350	0.426	2.0E-07	8.45E-10	3.94E-04
3	32	100	0.767	4140	0.242	2.5E-07	5.81E-10	6.00E-04
4	100	200	0.744	7900	0.127	1.9E-07	2.37E-10	5.07E-04
5	200	300	0.726	9690	0.103	9.3E-08	9.46E-11	1.02E-03
6	300	200	0.729	57250	0.017			
7	200	4	0.768	8750	0.114			
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								

σ'_p (kPa)	65
OCR	
Cc	0.1022
Cr	
Cs	0.0223
λ	0.0445
κ	0.0097



DATUM ZAČETKA PREISKAVE: **29.9.2023**

PREISKAL: **M. FILIPIČ**

DATUM ZAKLJUČKA PREISKAVE: **9.10.2023**

PRILOGA

4 IZRAČUNI

- *Dopustne obremenitve plitvega temeljenja*
- *Ocene posedkov*
- *Nosilnosti pilotov*

REGENTOVA CENTER

NOSILNOST TAL EC7

Širina temelja	B =	54,0	m
Dolžina temelja	L =	66,0	m
Globina temelja	d =	3,4	m
Prostorninska teža	γ_{soil} =	19,0	kN/m ³
Kohezija	c (cu) =	50,0	kPa
Kot notranjega trenja	φ =		°

EC 7

Enote: m, kN, kPa

H =	0,0
V =	1,0
eB =	1,00
θ =	0,0

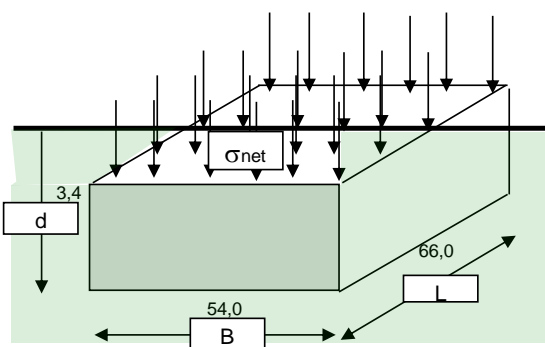
PP3	JUS
40,0	25,0
0,0	0,0

Koeficienti	Nc =	5,14
	Nq =	1,00
	N γ =	1,00
	Sc =	1,00
	Sq =	1,00
	S γ =	0,75
	ic =	1,00
	iq =	1,00
	iy =	1,00
	m =	1,45

PP3	JUS
5,14	5,14
1,00	1,00
0,00	0,00

$$R/A' = c' N_c b_c s_c i_c + q' N_q b_q s_q i_q + 0,5 \gamma' B' N_{\gamma} b_{\gamma} s_{\gamma} i_{\gamma}$$

Rezultat

 Porušna nosilnost tal $q_u =$ **644** kPa


Parcialni faktorji

	PP2
$\gamma_{-G} =$	1,35
$\gamma_{-Q} =$	1,50

PP3	JUS
1,35	1,00
1,50	1,00

$\gamma_{-\varphi} =$	1,00
$\gamma_{-c} =$	1,00
$\gamma_{-cu} =$	1,00
$\gamma_{-Rv} =$	1,40

1,25	1,50
1,25	2,00
1,40	2,00
1,40	1,00

Projektna nosilnost (ULS/MSN)

	PP2	
Projektna $\sigma_d = q_u / (\gamma_{-RV})$ EC7 $\sigma_d (PP2/3) =$	460	kPa

PP3	
248	kPa

Dopustna obremenitev tal za

SLS/MSU	$\sigma_{dop} (MSU) =$	129	kPa	$F_{lump} =$	5,0
SLS/MSU	$\sigma_{dop} (MSU) =$	193	kPa	$F_{\varphi} =$	1,5
ULS/MSN	$\sigma_{dop} (MSN) =$	290	kPa		

Račun posedkov - posamezen objekt

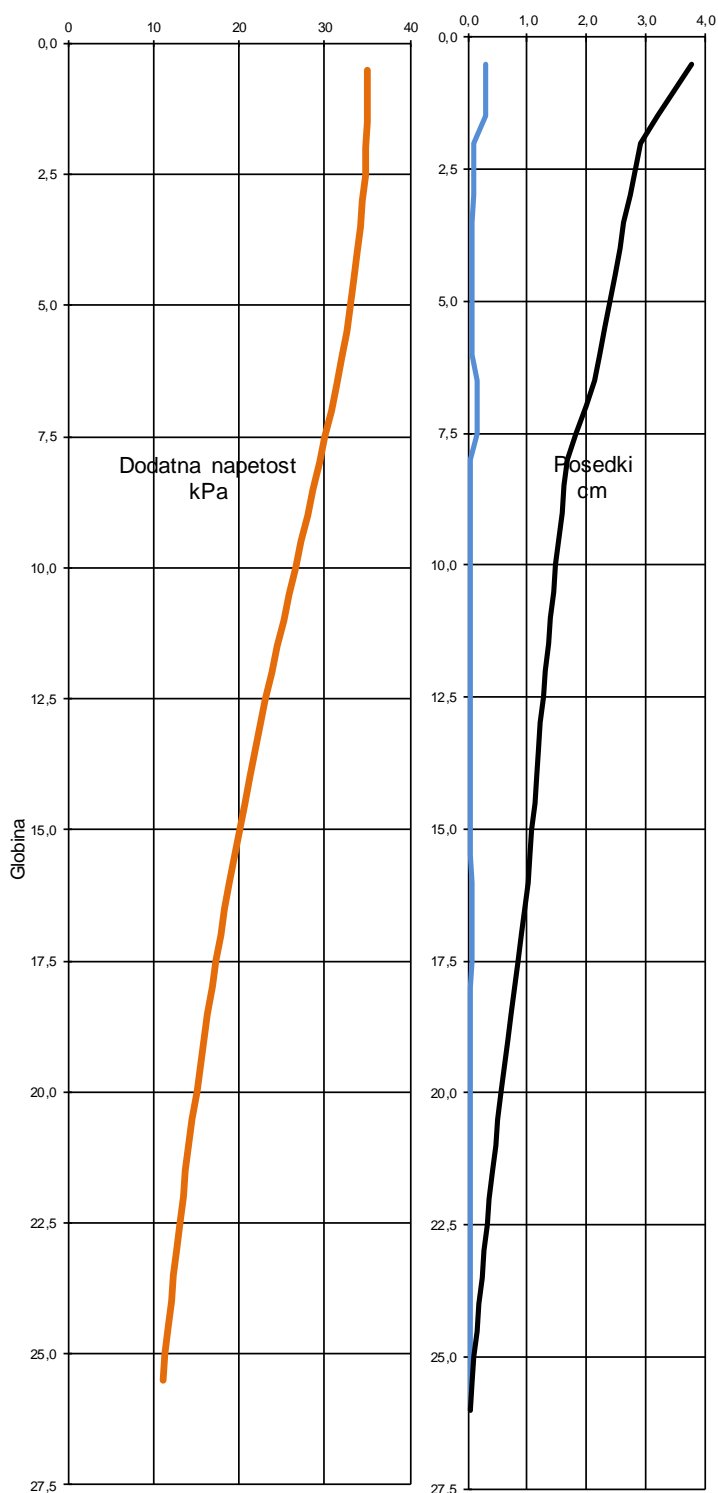
Objekt : REGENTOVA CENTER

B 18,0 m
L 36,0 m
del_gl= 0,5 m
gl_max= 26,0 m

q = 35,0 kPa
qkon = 11 kPa 31%
F= 22,68 MN 630 kN/m'
3,8 cm - 2,8 cm cm

=> K stalna = 1 MN/m²
K hipna = 6 MN/m³
=> % h(nas) = 2,16% - 1,62%

Dod.nap	Glob	integ	Eod	Pos-sl	Pos
kPa	m	kPam	MPa	cm	cm
35	0,5	17	6	0,292	3,78
35	1,0	17	6,0	0,292	3,49
35	1,5	17	6,0	0,291	3,20
35	2,0	17	20,0	0,087	2,91
35	2,5	17	20,0	0,087	2,82
34	3,0	17	20,0	0,086	2,73
34	3,5	17	20,0	0,086	2,65
34	4,0	17	20,0	0,085	2,56
33	4,5	17	20,0	0,084	2,47
33	5,0	17	20,0	0,083	2,39
33	5,5	16	20,0	0,082	2,31
32	6,0	16	20,0	0,081	2,23
31	6,5	16	10,0	0,158	2,15
31	7,0	16	10,0	0,155	1,99
30	7,5	15	10,0	0,152	1,83
29	8,0	15	30,0	0,050	1,68
29	8,5	15	30,0	0,048	1,63
28	9,0	14	30,0	0,047	1,58
27	9,5	14	30,0	0,046	1,53
27	10,0	13	30,0	0,045	1,49
26	10,5	13	30,0	0,044	1,44
25	11,0	13	30,0	0,043	1,40
24	11,5	12	30,0	0,041	1,36
24	12,0	12	30,0	0,040	1,32
23	12,5	12	30,0	0,039	1,28
22	13,0	11	30,0	0,038	1,24
22	13,5	11	30,0	0,037	1,20
21	14,0	11	30,0	0,036	1,16
21	14,5	10	30,0	0,035	1,13
20	15,0	10	30,0	0,034	1,09
19	15,5	10	30,0	0,033	1,06
19	16,0	10	15,0	0,064	1,02
18	16,5	9	15,0	0,062	0,96
18	17,0	9	15,0	0,060	0,90
17	17,5	9	15,0	0,059	0,84
17	18,0	9	15,0	0,057	0,78
16	18,5	8	15,0	0,055	0,72
16	19,0	8	15,0	0,054	0,67
15	19,5	8	15,0	0,052	0,61
15	20,0	8	15,0	0,051	0,56
15	20,5	7	15,0	0,049	0,51
14	21,0	7	15,0	0,048	0,46
14	21,5	7	15,0	0,047	0,41
13	22,0	7	15,0	0,045	0,37
13	22,5	7	15,0	0,044	0,32
13	23,0	6	15,0	0,043	0,28
12	23,5	6	15,0	0,042	0,23
12	24,0	6	15,0	0,041	0,19
12	24,5	6	15,0	0,040	0,15
11	25,0	6	15,0	0,038	0,11
11	25,5	6	15,0	0,037	0,07
11	26,0	5	15,0	0,036	0,04



ANNEX B4

REGENTOVA CENTER

Dravlje, Ljubljana

NOSILNOST PILOTOV IZ CPT

Mejna nosilnost konice pilota

$$N_{\max_kon} = 0.5 \cdot a_p \cdot b \cdot s \cdot ((Q_{cI} + Q_{cII})/2 + Q_{cIII})$$

$$N_{\max_kon} \leq 15 \text{ MPa}$$

Podatki: $Q_{cI} = 5$ 4D pod konico - povprečje
 $Q_{cII} = 5$ Qc avg 7 MPa minimalno 4D pod konico
 $Q_{cIII} = 2$ 8D nad konico
 $a_p = 0,70$ tip pilota
 $s = 1$ faktor oblike konice
 $b = 1$ faktor oblike konice
 $a/b = 1$ razmerje stranic pilota

$$S_{N_{\max_kon}} = 2,45 \text{ MPa} \Rightarrow 2,45 \text{ MPa}$$

Pilot 60 cm

$$A_{kon} = 0,2827 \text{ m}^2$$

$$N_{kon} = 693 \text{ kN}$$

$$F_{konice} = 1$$

$$N_{kon_ (F)} = 692,7 \text{ kN}$$

2 1= KVADRATNI, 2=OKROGEL

$$\text{površina konice pilota} \quad \text{Obseg plašča} = 1,88$$

mejna - porušna obremenitve pilota

varnostni koeficient

$$\text{povprečen mejni odpor konice pilota} = 2.450 \text{ kPa}$$

Mejna nosilnost pilota po plašču

Dolžina pilota v tleh do globine	del m	Obseg (m)	Qc (MPa)	Qc_kor (MPa)	ap	as	z/d	Fs_mej (kPa)	Fs_mej (MN)	ED%
2,0	2	1,88	1,00	1	0,7	0,035	3	24,50	0,092	40%
6,0	4	1,88	2,50	2,5	0,7	0,035	10	61,25	0,462	50%
8,0	2	1,88	2,00	2	0,7	0,035	13	49,00	0,185	60%
10,0	2	1,88	5,00	5	0,7	0,007	17	24,50	0,092	60%
Mejna obremenitev pilota po plašču =									0,831	52%

10

$$F_{\text{plašča}} = 1$$

$$N_{\text{plašč (F)}} = 831 \text{ kN}$$

varnostni koeficient - plašč

$$\text{povprečni mejni odpor po plašču} : 44 \text{ kPa}$$

$$N_{\text{mej}} = 1524 \text{ kN}$$

$$N(F) = 1524 \text{ kN}$$

mejna - porušna obremenitev pilota

dopustna obremenitev pilota

$$\text{teža pilota} = 42 \text{ kN}$$

$$N(F) = 1482 \text{ kN}$$

<z odšteto tezo pilota pod vodo

$$\text{Mejna nosilnost} = 1.482 \text{ kN}$$

$$F_{cd} (\text{projektni odpor}) = 1.482 / 1,54 = 962 \text{ kN}$$

$$F_d (\text{dopustna obremenitev za nefaktorirane obremenitve}) : 741 \text{ kN}$$

PREGLEDNICA NOSILNOSTI PILOTOV

$f_s(\alpha_p=1) = 63 \text{ kPa}$

$st(\alpha_k=1) = 3.500 \text{ kPa}$

REGENTOVA CENTER

Dolžina =>

10 m

$F_k/p =$

1,0 1,0

TIP	Ak	Obseg	ap	ap _k	N _{pl(u)}	N _{kon(u)}	Teža'	R _{uk}	R _{d_MSN}	R _{dop_MSU}
CFA60	0,283	1,885	0,80	0,80	950	792	42	1.699	1.103	850
CFA80	0,503	2,513	0,80	0,80	1.267	1.407	75	2.599	1.687	1.299
UVR60	0,283	1,885	0,70	0,70	831	693	42	1.482	962	741
UVR80	0,503	2,513	0,70	0,70	1.108	1.232	75	2.264	1.470	1.132

LEGENDA:

AB35, AB40 Prednapeti ali armirano betonski zabiti piloti dimenzij 25x25 cm oz 40x40 cm
 C50, C42 cm Armirano betonski centrifugirani zabiti piloti (krožni presek in votlivosredini preseka)
 CFA60 CFA80 Continuous Flight auger - piloti vrtani na mestu s svedrom po tehnologiji CFA
 UVR60, UVR80 Uvrtan pilot premera 60 cm (izveden z zaščitno kolono in izkopom)
 R_{uk} Mejna nosilnost pilota po zemljini - karakteristični mejni odpor
 R_{d_MSN} Projektna nosilnost pilota_MSN (R_{uk} timate u)_{zem}/1.54)
 R_{dop_MSU} Dopustna nosilnost pilota pri F>=2.0 _ MSU

Horizontalni moduli reakcije tal - k _h			
Premer pilota (m)		0,6	0,8
Sloj (GG)	Modul M _v (Mpa)	k _h (MN/m ³)	
2-CH/CL	6,0	14	10
3-GC	15,0	35	26
4-CL	10,0	23	17
5-GC/GM	30,0	70	52

Modul reakcija tal kv	
TIP	kv (MN/m ³)
CFA60	167
CFA80	125
UVR60	167
UVR80	125