

GEOTEHNIČNO POROČILO

O RAZISKAVAH TAL IN POGOJIH TEMELJENJA

Objekt: **PRENOVA PARKIRIŠČA V KRAJINSKEM PARKU STRUNJAN**
parc.št.: 2114/3, 2143/2 in 2143/3 vse k.o. 2631 Portorož

Lokacija: **STRUNJAN**

Naročnika: **KRANJINSKI PARK STRUNJAN**
Strunjan 152, SI-6320 Porotorož

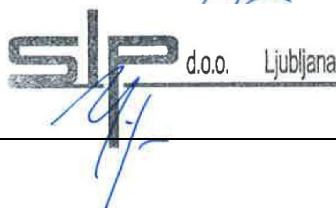
Št. poročila: GEO044-01-2025 PRENOVA PARKIRIŠČA STRUNJAN
Datum: SEPTEMBER 2025

Obdelali:
K.PETELIN, mag.inž.geotehnol.
G.STRNIŠA, univ.dipl.inž.grad.
I.LESJAK, univ.dipl.inž.grad.

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

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

IVAN LESJAK
univ. dipl. inž. grad.
IZS G 4635

 SLP d.o.o. Ljubljana

	NAČRT: GEOTEHNIČNO POROČILO	ŠTEVILKA NAČRTA:
	OBJEKT: PARKIRIŠČE STRUNJAN	GEO044-01-2025 PRENOVA PARKIRIŠČA STRUNJAN

VSEBINA

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

Kazalo slik

Slika 1: Lokacija parkirišča in lokacije sondažnih izkopov ter statičnih konusnih penetracij	3
Slika 2: Lokacija obnove lokalnega dovoza (levo) in parkirišča (desno)	4
Slika 3: Lokacija sondažnih jaškov na parceli, SJ-2 (leva slika) in SJ-3 (desna slika)	5
Slika 4: Geološka karta ožje lokacije v Strunjanu-Pacug (https://ogk100.geo-zs.si/)	5
Slika 5: TGAS07 sistem za zajem podatkov pri izvajanju CPTu preiskave	6
Slika 6: Geotehnični presek B-B raziskane lokacije	7
Slika 7: Področje 10 letnih, 100 letnih in 500 letnih poplav	8
Slika 8: Karta potresne nevarnosti	8

Kazalo tabel

Preglednica 1: Pregled izvedenih preiskav tal	4
Preglednica 2: Tipična sestava in geotehnični opis tal	7
Preglednica 3: Varnost dviga konstrukcije v različnih fazah	9

PRILOGE

1 SITUACIJA

2 GEOTEHNIČNI PRESEK

3 REZULTATI RAZISKAV

4 IZRAČUNI IN OCENE

	NAČRT: GEOTEHNIČNO POROČILO	ŠTEVILKA NAČRTA:
	OBJEKT: PARKIRIŠČE STRUNJAN	GEO044-01-2025 PRENOVA PARKIRIŠČA STRUNJAN

T.1 SPLOŠNO

Po naročilu investitorja "Krajinski park Strunjan", smo za potrebe načrtovanja prenove parkirišča v Strunjanu izvedli geotehnično-geološki ogled terena in sondažne raziskave tal z namenom, da se ugotovi sestava in trdnostno-deformacijske karakteristike tal za geotehnične izračune in analize zaradi posega v prostor.

Predvidena prenova se bo izvajala na parcelnih št: 2143/11, 2143/2, 2143/3, 7727/3 in 2114/3 k.o. 2631 Portorož, v kraju Strunjan, v občini Piran.



Slika 1: Lokacija parkirišča in lokacije sondažnih izkopov ter statičnih konusnih penetracij

Za potrebe izdelave tega geotehničnega poročila smo imeli na razpolago naslednjo IDZ tehnično dokumentacijo (AMBIENT d.o.o., Ljubljana, št. projekta: 1132, dopolnitev september 2025):

- geodetski posnetek z vrisano lokacijo ureditve,
- tloris in karakteristične prereze iz načrta arhitekture in
- tehnično poročilo z opisom izvedbe zunanje ureditve.

Investitor želi obnoviti dosedanje dovozne poti in parkirišče ter ga preurediti v parkovno parkirno površino s podobo stare mediteranske renesančne oblike, obenem pa ohraniti dostopnost in park prijazen za promet. Parkirišče je na severu omejeno z lokalno dovozno cesto na jugu pa z zalivom Stružje. Površina obravnavanega območja znaša cca 13.150 m².

Geološko-geotehnični elaborat smo izdelali skladno s SIST EN 1997:1-2005 in SIST EN 1997:2-2007 ter skladno z drugimi veljavnimi predpisi in standardi iz obravnavanega področja.

T.1.2 Pregled opravljenih preiskav na vplivni okolici

Na lokaciji so bili izvedeni trije sondažni razkopi do globine 2.8 m in dve statični konusni penetraciji CPTu do globine 5.5 m in 5.0 m.

	NAČRT: GEOTEHNIČNO POROČILO	ŠTEVILKA NAČRTA:
	OBJEKT: PARKIRIŠČE STRUNJAN	GEO044-01-2025 PRENOVA PARKIRIŠČA STRUNJAN

T.1.3 Raziskovalna dela

V spodnji preglednici so prikazani osnovni podatki o izvedeni preiskavi tal.

Preglednica 1: Pregled izvedenih preiskav tal

Oznaka	Datum sondiranja	Globina sondiranja [m]	Opomba	Lokacija		
				NMV	x	y
SJ-1	09.09.2025	2.8	V dnu izkopa meljna glina	1.86	390810.38	44456.69
SJ-2	09.09.2025	2.5	V dnu izkopa meljna glina	2.02	390890.90	44504.94
SJ-3	09.09.2025	2.5	V dnu izkopa meljna glina	1.72	390913.53	44485.85
CPTu-1	12.09.2025	5.0	Dvig stroja	1.86	390810.38	44456.69
CPTu-2	12.09.2025	5.6	Dvig stroja	2.02	390890.90	44504.94

OPOMBA:

Potek flišne plasti se razlikuje za približno 0.5 m.

T.1.3.1 Inženirsko-geološki pregled terena

Območje se nahaja na relativno ravnem območju severno od zaliva Stružje v Strunjanu. Na obravnavani lokaciji je možno na osnovi ogleda in fotografij s parcele ugotoviti, da je teren na lokaciji v ravnini oz. v zelo rahlem nagibu.

Kota terena na lokaciji je od +1.5 m NMV do +2.0 m NMV.

Teren je na lokaciji trenutno prekrit z nasipom v debelini cca.2 m

Skladno z Geološko karto Slovenije, hribinsko podlago na obravnavanem območju gradijo eocenske flišne plasti. Fliš predstavlja menjavo plasti klastičnih kamnin zelo različnih granulacij, od glinovcev in laporovcev do peščenjakov in kalkarenitev. Flišne plasti prekriva od nekaj decimetrov do 1 m debela plast preperine.

Strunjan se nahaja na območju aluvialnega nanosa, kjer morski sedimenti in meljna glina segajo od globine 0.5 m do približno 4 m.

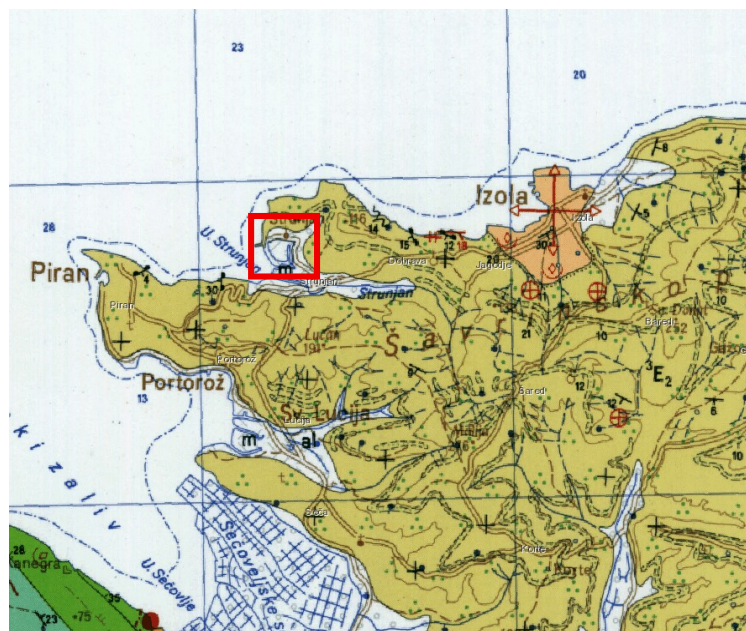


Slika 2: Lokacija obnove lokalnega dovoza (levo) in parkirišča (desno)

	NAČRT: GEOTEHNIČNO POROČILO	ŠTEVILKA NAČRTA:
	OBJEKT: PARKIRIŠČE STRUNJAN	GEO044-01-2025 PRENOVA PARKIRIŠČA STRUNJAN



Slika 3: Lokacija sondažnih jaškov na parceli, SJ-2 (leva slika) in SJ-3 (desna slika)



Slika 4: Geološka karta ožje lokacije v Strunjanu-Pacug (<https://logk100.geo-zs.si/>)

T.1.3.2 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 prenove zunanje ureditve v septembru 2025.

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.

	NAČRT: GEOTEHNIČNO POROČILO	ŠTEVILKA NAČRTA:
	OBJEKT: PARKIRIŠČE STRUNJAN	GEO044-01-2025 PRENOVA PARKIRIŠČA STRUNJAN

Preiskave so izvedene skladno s standardoma SIST EN 1997-2:2007 in SIST EN ISO 22467-1:2005. Kabinetna 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 5: TGAS07 sistem za zajem podatkov pri izvajanju CPTu preiskave

T.2 GEOTEHNIČNE RAZMERE

T.2.1 Geotehnični pregled posameznih slojev

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

- 1.) Prvi sloj predstavlja cca. 2 m debel umetni nasip, ki je na vrhu mestoma sestavljen iz travnate ruše ter pretežno iz drobljenca in se nadaljuje v peščeno meljno glino, pomešano s kosi preperlega peščenjaka, kosi betona, zdrobljeno opeko in kosi armature. (HUMUS/NASIP)
- 2.) Do globine cca. 3.5 m sledi konsolidirana meljna glina v povprečju srednje do težko gnetnem konsistenčnem stanju, sive barve. (ML/CL), mestoma se pojavi zameljen in zaglinjen pesek (SM/SC).
- 3.) Glini sledi do globine cca. 4.5 m sloj stisljivih morskih sedimentov in meljne gline v lahko gnetnem konsistenčnem stanju. (MH/CH)
- 4.) Podorskimi sedimenti je cca. 1 m debel sloj preperine flišnega peščenjaka. (PREPERINA)
- 5.) Globina kompaktnega flišnega peščenjaka se nahaja na globinah med 5.0 m in 5.5 m od površja tal (HRIBINA).

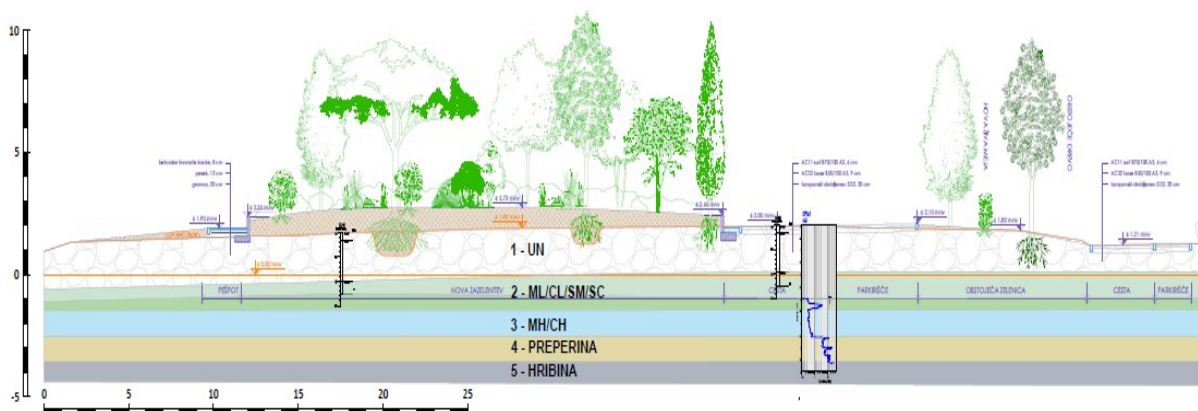
Za nadaljnje računske analize lahko privzamemo geomehanske karakteristike tal za značilne sloje zemljin, kot je prikazano v preglednici 2.

	NAČRT: GEOTEHNIČNO POROČILO	ŠTEVILKA NAČRTA:
	OBJEKT: PARKIRIŠČE STRUNJAN	GEO044-01-2025 PRENOVA PARKIRIŠČA STRUNJAN

Preglednica 2: Tipična sestava in geotehnični opis tal (model tal)

Ozn.	Glob. (m)	Opis sestave tal		γ kN/m ³	qt MPa	Su	ϕ' °	Mv MPa	OCR	k m/s
1	0 - 2	NASIP	Nasip iz drobljenca, preperelega peščenjaka in kosi betona	19	/	/	30	20 - 30	/	1E-4
2	2 – 3.5	ML/CL SM/SC	Konsolidirana meljna glina srednje do težko gnetne konsistence s sloji zameljenega peska.	18	0.5 – 2 (1)	30-50	25	15 – 20 (17)	>2	1E-9
3	3.5 – 4.5	MH/CH	Morski sedimenti – meljna glina lahko gnetne konsistence	17	0.5 - 1	20	21	1 – 3 (2)	2	1E-9
4	4.5 – 5	PREPERINA	Preperela hribina peščenjaka	20	7 - 10	/	35	50 – 70 (60)	/	1E-9
5	>5	HRIBINA	Kompakten flišni peščenjak	21	>30	/	>40	>100	/	1E-9

PRESEK B-B



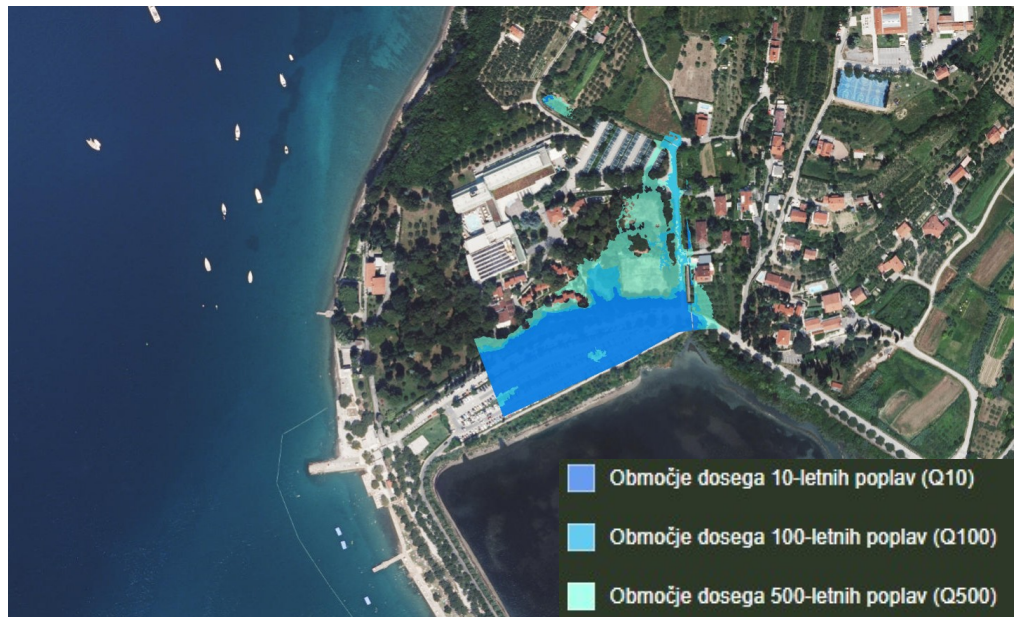
Slika 6: Geotehnični presek B-B raziskane lokacije

T.2.2 Hidrogeološke razmere

Talna voda je bila med izvedbo sondažnih jaškov opažena na globini cca. 1.6 m pod površjem oz. v višini morske gladine (na koti +0,0 m NMV). Ob močnem deževju se talna voda lahko dvigne skoraj do površja.

Lokacija objekta se nahaja na mestu, kjer so raščena tla poplavljenja pri 10, 100 in 500 letnih poplavih. (Slika 7, vir: Atlas okolja; <https://gis.arso.gov.si/atlasokolja>).

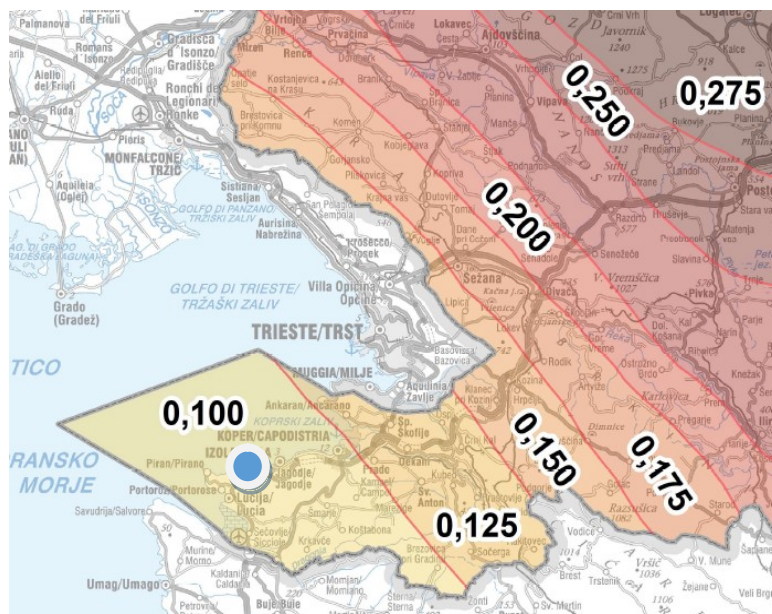
	NAČRT: GEOTEHNIČNO POROČILO	ŠTEVILKA NAČRTA:
	OBJEKT: PARKIRIŠČE STRUNJAN	GEO044-01-2025 PRENOVA PARKIRIŠČA STRUNJAN



Slika 7: Področje 10 letnih, 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 $a_g = 0.100$ g za povrtano dobo 475 let. Po **SIST EN 1998-1:2006** tla uvrščamo v tip **A**.



Slika 8: Karta potresne nevarnosti

	NAČRT: GEOTEHNIČNO POROČILO	ŠTEVILKA NAČRTA:
	OBJEKT: PARKIRIŠČE STRUNJAN	GEO044-01-2025 PRENOVA PARKIRIŠČA STRUNJAN

T.3 GEOTEHNIČNO PROJEKTIRANJE

T.3.1 Opis načrtovanega posega in konstrukcije

Osnovne podatke o projektu oz. ureditvi parkirišča smo dobili od projektanta (faza IDZ).

Na obravnavanem področju se bodo zgradile sledeče večje in manjše gradbene konstrukcije:

- AB oporni zidovi visoki do največ 50 cm z 90 cm širokimi temelji.
- Dva vodohrama (podzemna bazena) s predvideno tlorisno dimenzijo cca 15 x 5 m, vrhom talne plošče na koti -4 m pod površino terena, za katera je predviden cca 4. 5 m globok izkop.
- Ureditev oz. razširitev obstoječe ceste in parkirišč

Višina dodatnega nasipa (humus) zaradi zasaditev dreves je do največ 1 m.

Izvedeli smo preliminarne izračune delovanja vzgona na vodohram, kjer so bile upoštevane sledeče variante:

- izveden vodohram z vodo med gradnjo
- izveden vodohram brez vode med gradnjo
- vodohram med gradnjo brez vode

V prilogi je izračun varnosti na vzgon v različnih fazah izvedbe in obratovanja. Pregledno so rezultati predstavljeni v spodnji preglednici 3.

Preglednica 3: Varnost dviga konstrukcije v različnih fazah

FAZE DEL	Varnost	
	brez kril	s krili
Izveden bazen z vodo	>1.5	>1.5
Izveden bazen brez vode	<1	>1.5
Bazen med gradnjo brez vode	<1	>1.5

Kot je razvidno iz zgornje preglednice je izvedba brez kril neustrezna, za podane dimenzije in globino vodohrama.

Krila imajo dva pozitivna učinka. Prvič povečajo površino konstrukcije in ob minimalnem povečanju teže je pritisk pod ploščo manjši. Drug pozitiven učinek pa je ta, da se v primeru delovanja vzgona aktivira teža zemljine (potopljena) nad krili in prepreči dvig objekta, če so krila ustrezno velika.

Če bi torej hoteli izvesti objekt brez kril, ga bi bilo potrebno pilotirati (kratki natezni piloti), predvsem zaradi nevarnosti dviga.

Dimenzije vodohrama še niso dokončne in se lahko še spremenijo, za kar bo potrebno izračune ponoviti.

	NAČRT: GEOTEHNIČNO POROČILO	ŠTEVILKA NAČRTA:
	OBJEKT: PARKIRIŠČE STRUNJAN	GEO044-01-2025 PRENOVA PARKIRIŠČA STRUNJAN

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 in posedkov ter ocena zaščite gradbene jame.

T.3.4.1 Nosilnost tal in posedki

Oporni zidovi-plitvo temeljenje

Dopustna obremenitev tal na nivoju temelja zidu (-0.8m) v sloju 1 (NASIP), brez kakršne koli izboljšave tal je $\sigma_{dop\ MSU} = 80\text{ kPa}$, projektna dopustna pa $\sigma_{proj\ MSN} = 110\text{ kPa}$, kar presega dejanske obremenitve pod temeljem opornega zidu.

Posedki pod zidovi so minimalni (<1 cm) in se bodo izvršili že med gradnjo.

Zaradi dodatnega nasipa v višini do 1m (humus za zasaditev dreves) bodo računski posedki tal do največ 1.5 cm, ki se bodo prav tako izvršili že med gradnjo. Dodatni nasip ne bo bistveno povečal posedke opornih zidov.

Vodohram-plitvo temeljenje

Dopustna obremenitev tal na nivoju talne plošče (-4 m) v sloju 3 (MH/CH), brez kakršne koli izboljšave tal je $\sigma_{dop\ MSU} = 100\text{ kPa}$, projektna dopustna pa $\sigma_{proj\ MSN} = 150\text{ kPa}$, kar presega dejanske obremenitve pod temeljno ploščo, ki je po oceni 70 kPa (teža bazena-beton je cca 40 kPa in teža cca 3 m višine vode je 30 kPa).

Posedkov pod talno ploščo ne bo, ker je razbremenitev zaradi izkopa večja kot obremenitev od objekta.

V primeru temeljenja talne plošče globlje za 0.5 m na sloju 4 (PREPERINA) posedkov praktično ne bo, dopustna obremenitev tal pa bo še večja.

Za izračun talne plošče naj se upošteva modul reakcije tal $k_v = 7\text{ MN/m}^3$ (70 kPa / 0.01m).

T.3.4.2 Zaščita gradbene jame

Začasen odprt izkop globine cca 4.5 m v kampadah z naklonom brežin 1:2 bi bil sicer možen, vendar bi bil velik problem črpanje talne vode in vpliv na okolico.

	NAČRT: GEOTEHNIČNO POROČILO	ŠTEVILKA NAČRTA:
	OBJEKT: PARKIRIŠČE STRUNJAN	GEO044-01-2025 PRENOVA PARKIRIŠČA STRUNJAN

Zato je potrebno zaščito gradbene jame izvesti z jeklenimi zagatnicami, dolžine 6 m, katerih dno sega skozi flišno preperino do kompaktnega fliša. Če bodo zagatnice ustrezno stikovane, bo po izkopu dotok vode v gradbeno jamo minimalen. Ob večjih nalivih bo potrebno črpanje iz gradbene jame.

Ker ni mogoče izvesti dovolj globokoga vpetja zagatnic je potrebo zagatnice ustrezno razpirati.

Za izvedbo varovanja izkopa gradbene jame je potrebno izdelati PZI načrt.

T.4 GEOTEHNIČNI MONITORING

Po izvedbi opornih zidov in nasipov med njimi, se nekaj opornih zidov, kjer so najvišji dodatni nasipi, opremi s posedalnim reperji, ki se jih takoj posname in nato še vsaj dvakrat letno v obdobju enega leta.

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

T.5 ZAKLJUČEK

Za potrebe geotehničnega projektiranja na projektu »PRENOVA PARKIRIŠČA V KRAJINSKEM PARKU STRUNJAN«, parc.št.: 2114/3, 2143/2 in 2143/3 vse k.o. 2631 Portorož, so bile izvedene geotehnične raziskave tal s tremi sondažnimi razkopi in dvema statičnima konusnima penetracijama CPTu.

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. Prvi sloj predstavlja cca. 2 m debel umetni nasip, ki je na vrhu mestoma sestavljen iz travnate ruše ter pretežno iz drobljenca in se nadaljuje v peščeno meljno glino, pomešano s kosi preperelega peščenjaka, kosi betona, zdrobljeno opeko in kosi armature. (HUMUS/NASIP)
2. Do globine cca. 3.5 m sledi konsolidirana meljna glina v povprečju srednje do težko gnetnem konsistenčnem stanju, sive barve. (ML/CL)
3. Glini sledi do globine cca. 4.5 m sloj stisljivih morskih sedimentov in meljne glin v lahko gnetnem konsistenčnem stanju. (MH/CH)
4. Podorskimi sedimenti je cca. 1 m debel sloj preperine flišnega peščenjaka. (PREPERINA)
5. Globina kompaktnega flišnega peščenjaka se nahaja na globinah med 5.0 in 5.5 m od površja tal (HRIBINA).

Sestava tal je heterogena. Od globine 2 m do najmanj 5 m so koherentne zemljine dokaj stisljive.

Nivo podzemne vode je na koti morja.

Kota dna temeljev opornih zidov je cca +1.0 m nad koto morja, kota dna talne plošče vodohrama pa je predvidoma cca -2.5 m pod koto morja.

	NAČRT: GEOTEHNIČNO POROČILO	ŠTEVILKA NAČRTA:
	OBJEKT: PARKIRIŠČE STRUNJAN	GEO044-01-2025 PRENOVA PARKIRIŠČA STRUNJAN

Oporni zidovi in vodohrama se lahko temeljijo plitvo.

Temeljenje vodohrama predlagamo na talni AB plošči s krili in zaščito gradbene jame z zagatnicami (L=6 m) z razpiranjem. Glede na končne dimenzije vodohrama je v fazi PZI potrebno izvesti izračun vzgona in določiti dimenzije kril.

Ker so bile preiskave tal izvedene samo na eni lokaciji vodohrama do pričetka flišne hribine (SJ-1 in CPTu-1), je potrebno na drugi lokaciji vodohrama, ko bo dokočno poznana pozicija, izvesti še dodaten sondažni izkop in dinamično penetracijo (DPSH) za določitev globine pričetka flišne hribine.

Za izvedbo zaščite gradbene jame je potrebno izdelati ustrezen PZI načrt.

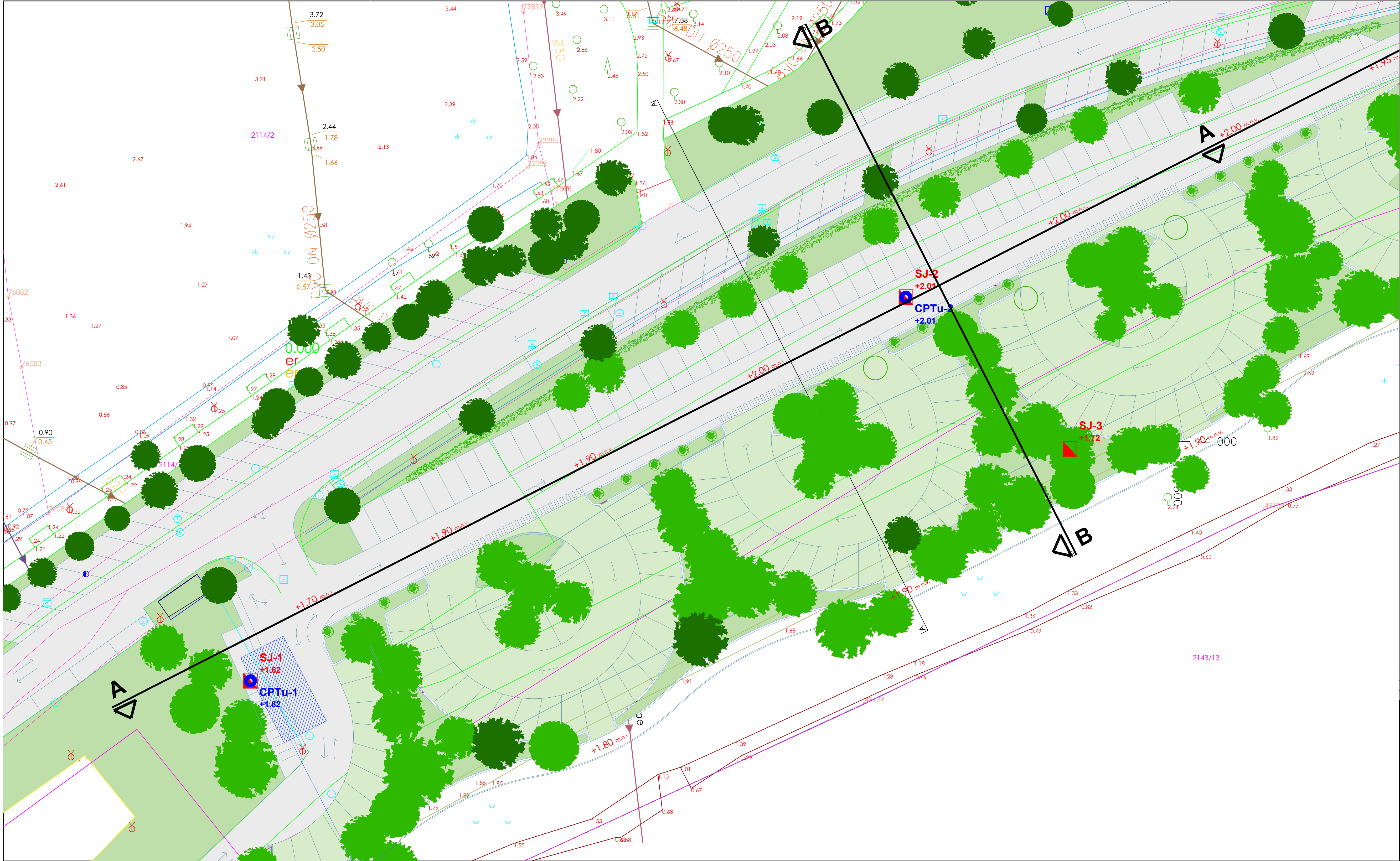
Ob izvedbi temeljenja in varovanja izkopa gradbene jame je potreben geotehnični nadzor.

Obdelal:

Ivan LESJAK, univ.dipl.inž.grad.

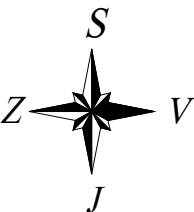
PRILOGA

1 SITUACIJA



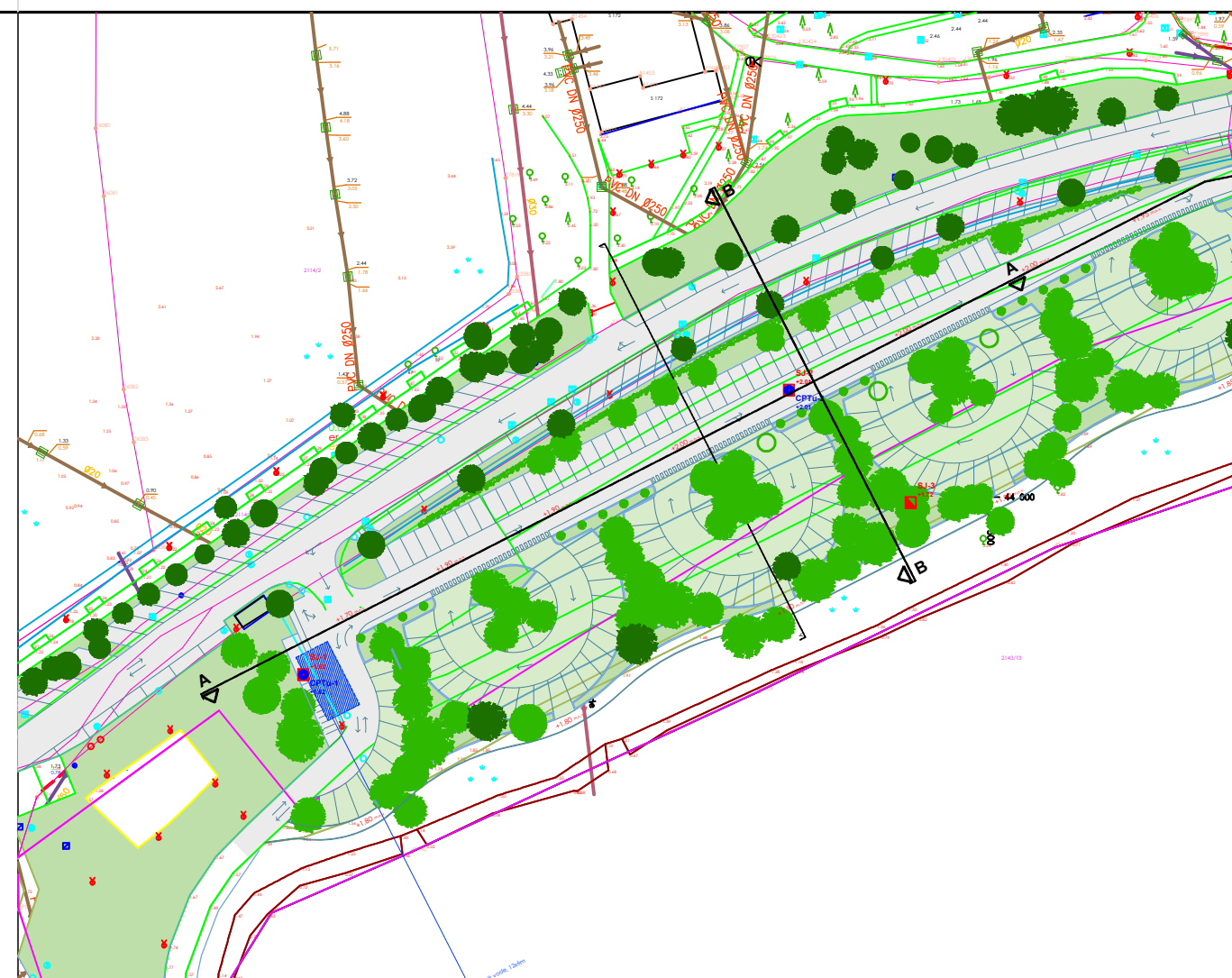
LEGENDA:

-  - Sondažni jašek
-  - Statična konusna penetracija



SPREMEMBA:		DATUM:	PODPIS:		
					
Načrt:		Izdavalec:			
Geotehnično poročilo		SLP d.o.o. Ljubljana Specializirano podjetje za temeljenje objektov			
Objekt/Lokacija:		Ulica Gradnikove brigade 4 SI-1000 Ljubljana Tel: +386 01 544 12 80 e-mail: contact@slp-pile.com			
Prenova parkirišča Strunjan					
Risba:		NAZIV:	IME IN PRIIMEK:	PODPIS:	
SITUACIJA		ODGOVORNI VOĐJA PROJEKTA:	Marija Magdalena KREGAR univ.dipl.inž.arh.	ZAPS A - 0206	
Številka projekta:		ODGOVORNI PROJEKTANT:	Ivan LESJAK univ.dipl.inž.gradb.	G-1625	
1132		SOĐELAVEC PROJEKTANT:	Klemen PETELIN mag.inž.geotehnoł.		
Številka načrta:		Datum:	Faza projekta:	Merilo:	
GEO044-01-2025		OKTOBER 2025	DGD	1:250	
				Št. Lista:	
				P2 G.1	

PRILOGA
2 GEOTEHNIČNI PRESEK

[illegible]

- - Sondažni jašek
- - Statična konusna penetracija

SPREMEMBA:		DATUM:	PODPIS:
Načrt: Geotehnično poročilo Objekt/lokacija: Prenova parkirišča Strunjan Izdavalec: SLP d.o.o. Ljubljana Specializirano podjetje za temeljenje objektov Ulica Gradnikove brigade 4 SI-1000 Ljubljana Tel: +386 01 544 12 80 e-mail: contact@slp-pile.com 			
Risba:	NAZIV:	IME IN PRIIMEK:	PODPIS:
PRESEK A-A IN B-B	ODGOVORNI VODJA PROJEKTA:	Marija Magdalena KREGAR univ.dipl.inž.arh.	ZAPS A - 0206
Številka projekta:	ODGOVORNI PROJEKTANT:	Ivan LESJAK univ.dipl.inž.gradb.	G-1625
1132	SODELAVEČ PROJEKTANT:	Klemen PETELJIN mag.inž.geotehinol.	
Številka načrta:	Datum:	Faza projekta:	Merilo:
GEO044-01-2025	OKTOBER 2025	DGD	1:125
			p4
			G.2

PRILOGA

3 REZULTATI RAZISKAV

- *Sondažni razkopi: SJ-1, SJ-2 in SJ-3*
- *Statični konusni penetraciji: CPTu-1 in CPTu-2*

Sondažni jašek SJ-1

Projekt: UREDITEV PARKIRIŠČA
 Lokacija: KRAJINSKI PARK STRUNJAN
 Naročnik: JZ Krajinski park Strunjan
 Izvajalec izkopa: SLP d.o.o. LJUBLJANA, Ljubljana

Datum: 09/09/2025

X: 390810,380

Y: 44456,685

Z: 1,82

mNMV

Od	Do	Δ	AC	Opis
0,0	0,2	0,2	HUMUS	Travna ruša in humus.
0,2	0,8	0,6	NASIP	Umetni nasip iz peščene meljne glin, večjih kosov preperlega peščenjaka, kosi betona-robniki, preperel flišni lapor.
0,8	2,5	1,7	ML/CL	Peščena meljna glina, tž.gn.k., rjave barve; RP (2.0m)=120-130 kPa;
2,5	2,8	0,3	MH/CH	Morski sedimenti-meljna glina, lgn.k., temno sive in sive barve; manjši dotok vode; RP (2.6m)=30-40 kPa;

VODA:

Manjši dotok ujete vode v dnu izkopa.

PREISKAVE V IZKOPU:

V jašku se je izvedla meritev z Ročnim penetrometrom.

VZORCI:

Vzorci v izkopu niso bili odvzeti.

OPOMBA: Izkop je bil v sredini zacevljen s PVC cevjo DN100mm L=3m za izvedbo CPTu iz HIAB kamiona



Sondažni jašek SJ-2

Projekt: UREDITEV PARKIRIŠČA
 Lokacija: KRAJINSKI PARK STRUNJAN
 Naročnik: JZ Krajinski park Strunjan
 Izvajalec izkopa: SLP d.o.o. LJUBLJANA, Ljubljana

Datum: 09/09/2025

X: 390892,901

Y: 44504,942

Z: 2,02

mNMV

Od	Do	Δ	AC	Opis
0,0	0,3	0,3	NASIP	Nasip iz drobljenca
0,3	1,9	1,6	NASIP	Umetni nasip iz peščene meljne gline s kosi preperelega peščenjaka (>30 cm), kosi betona, zdrobljene opeke in kosi armature.
1,9	2,5	0,6	ML/CL	Morski sedimenti-meljna glina, sr.gn.k., sive barve; manjši dotok vode; RP (2.4m)=60-80 kPa;

VODA:

Manjši dotok ujete talne vode v dnu izkopa.

PREISKAVE V IZKOPU:

V jašku se je izvedla meritev z Ročnim penetrometrom.

VZORCI:

Vzorci v izkopu niso bili odvzeti.

OPOMBA: Izkop je bil v sredini zacevljen s PVC cevjo DN100mm L=3m za izvedbo CPTu iz HIAB kamiona



Sondažni jašek SJ-3

Projekt: UREDITEV PARKIRIŠČA
 Lokacija: KRAJINSKI PARK STRUNJAN
 Naročnik: JZ Krajinski park Strunjan
 Izvajalec izkopa: SLP d.o.o. LJUBLJANA, Ljubljana

Datum: 09/09/2025

X: 390913,526

Y: 44485,846

Z: 1,72

mNMV

Od	Do	Δ	AC	Opis
0,0	0,3	0,3	NASIP	Nasip iz drobljenca
0,3	2,0	1,7	NASIP	Umetni nasip iz peščene meljne gline s kosi preperelega peščenjaka (>30 cm), kosi betona, zdrobljene opeke in kosi armature.
2,0	2,5	0,5	ML/CL	Morski sedimenti-meljna glina, sr.gn.k., sive barve; manjši dotok vode; RP (2.4m)=60-80 kPa;

VODA:

Dno izkopa je bila suha.

PREISKAVE V IZKOPU:

V jašku se je izvedla meritev z Ročnim penetrometrom.

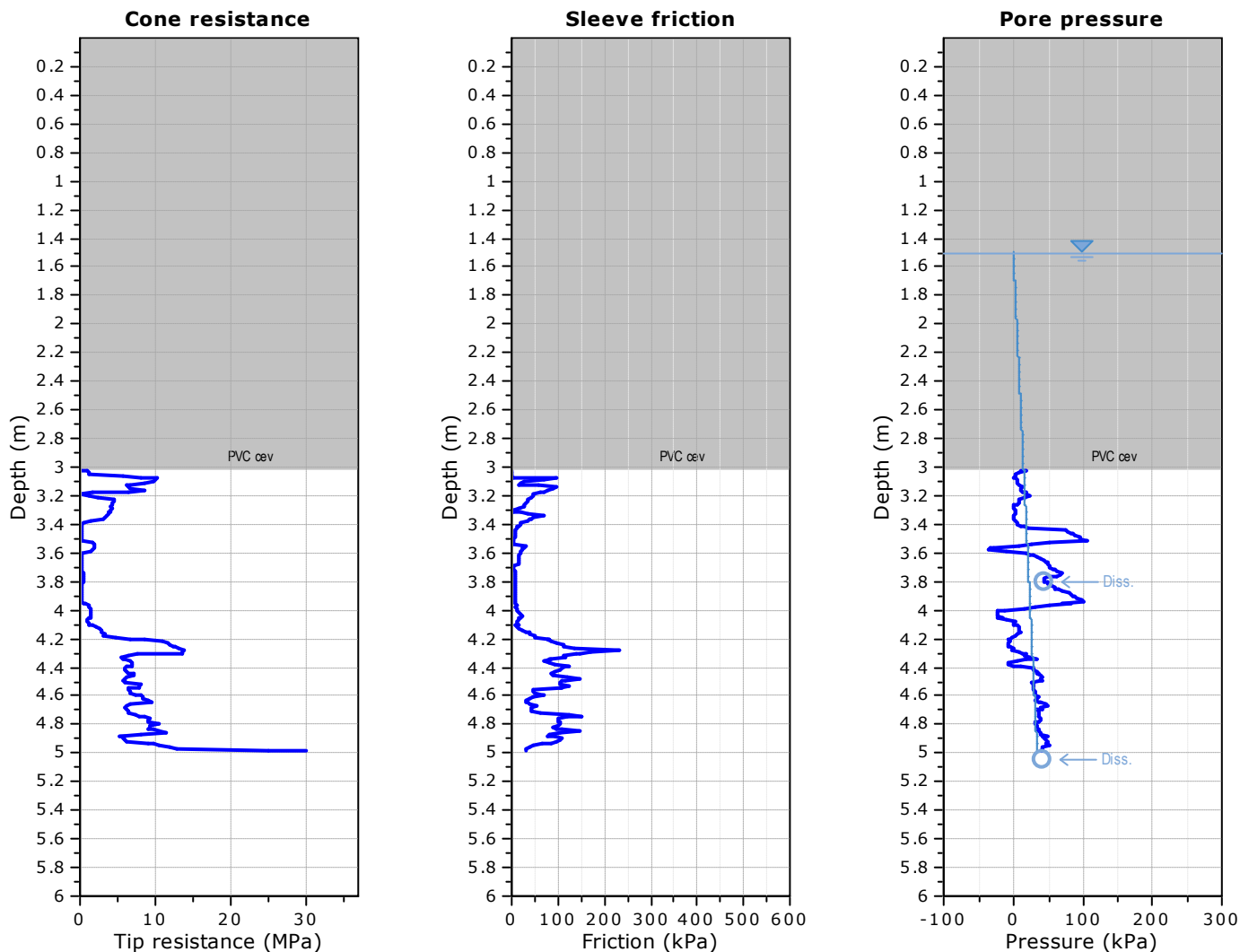
VZORCI:

Vzorci v izkopu niso bili odvzeti.



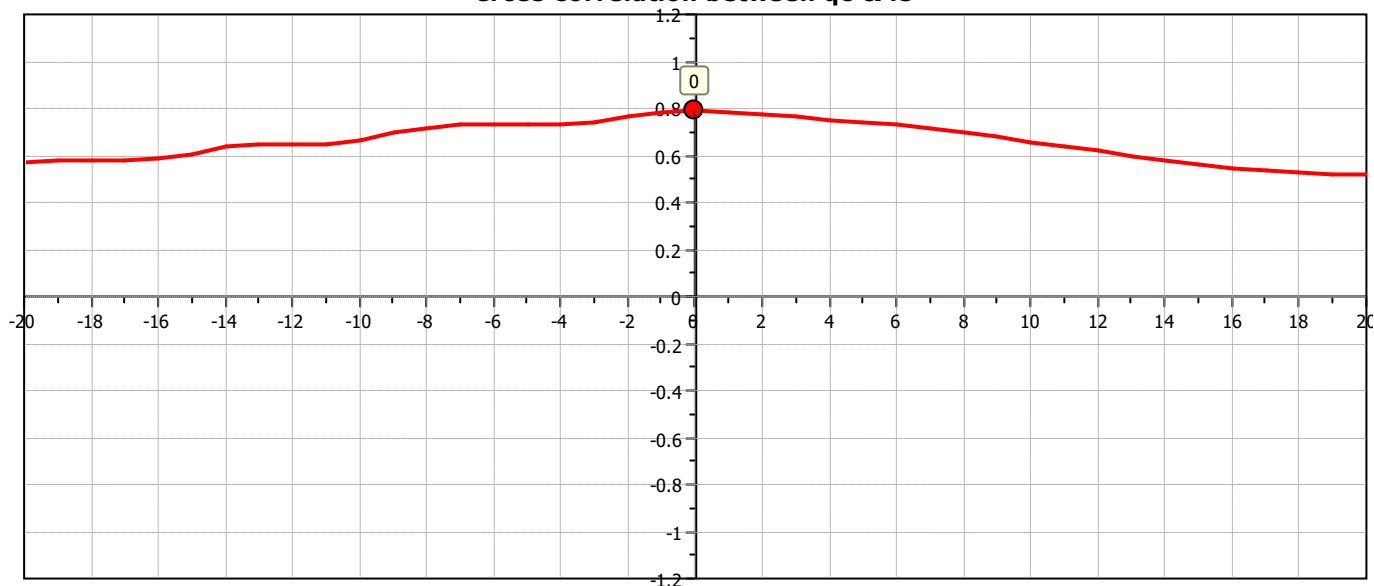
Project: PARKIRIŠČE STRUNJAN

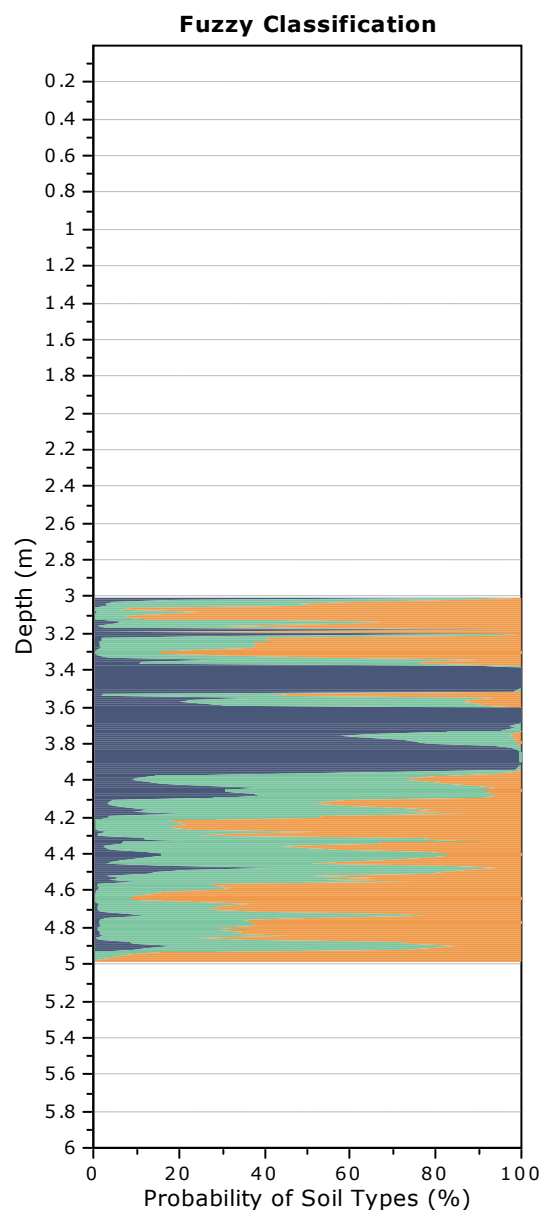
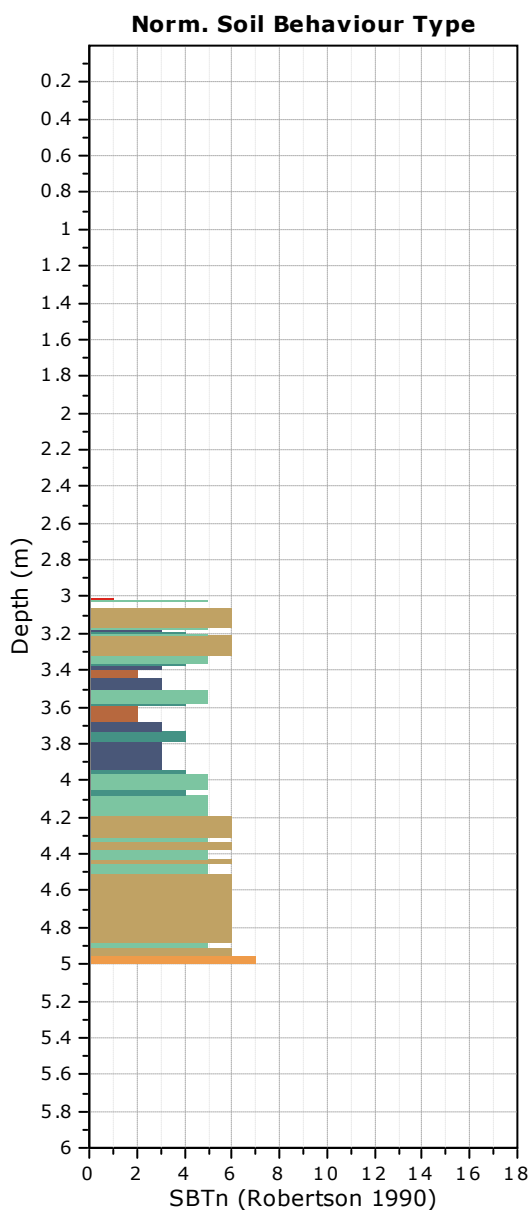
Location: STRUNJAN



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).

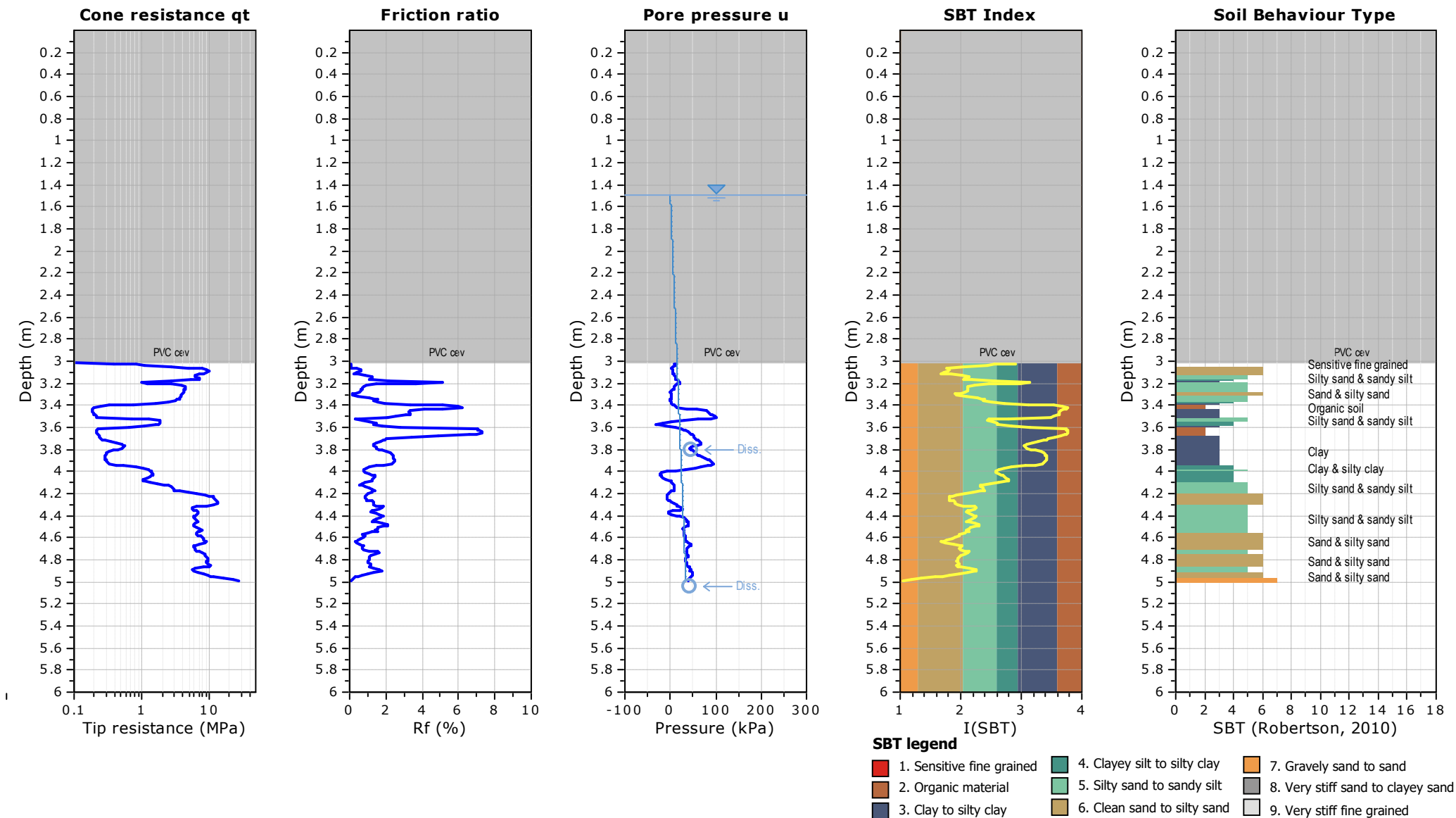
Cross correlation between q_c & f_s





Fuzzy classification legend

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

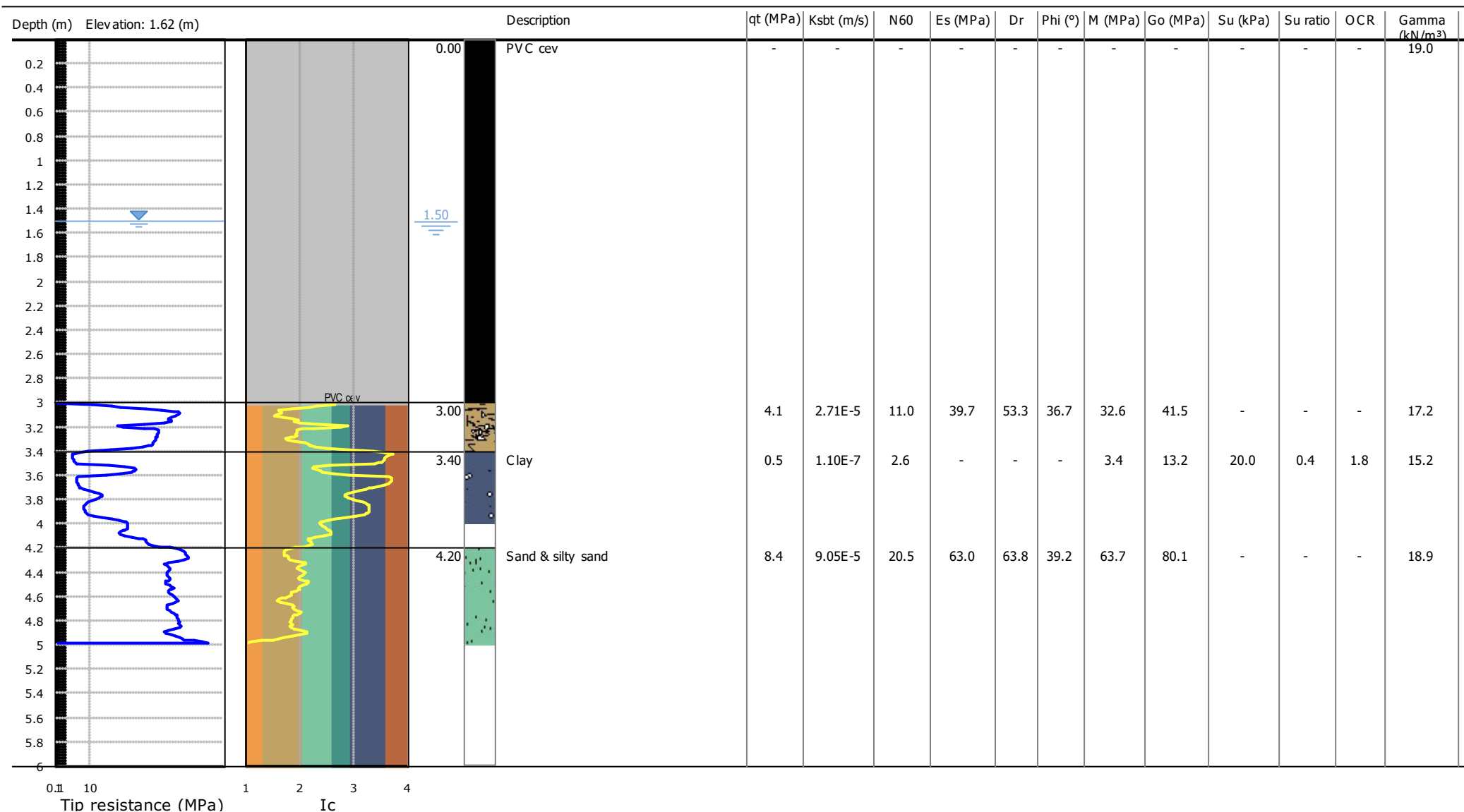


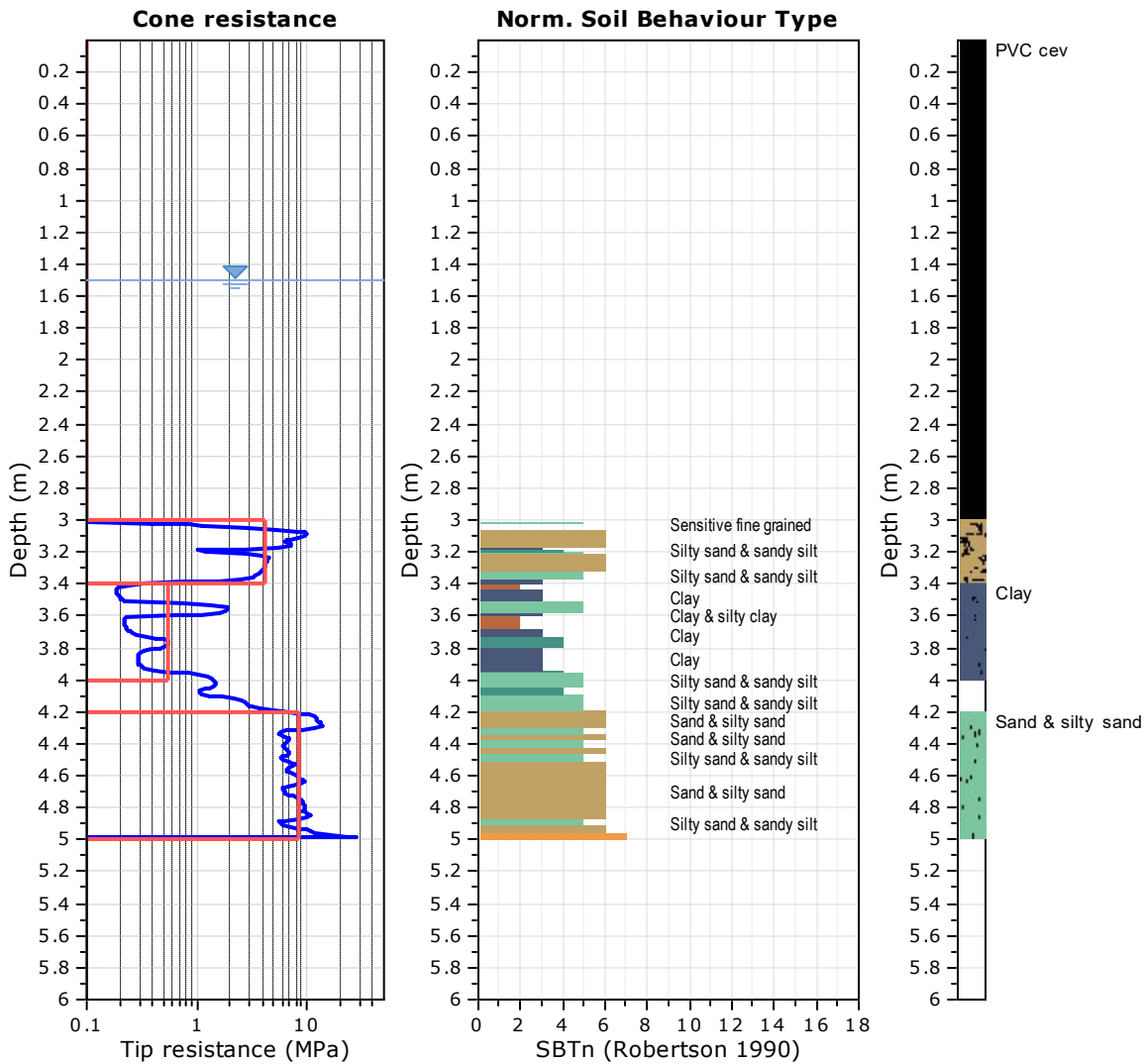
Project: PARKIRIŠČE STRUNJAN

Location: STRUNJAN

Cone Type: MKJ367

Cone Operator: Miha Peternel & Jure Peternel





Tabular results

::: Layer No: 1 :::

Code: 1 **Start depth:** 0.00 (m), **End depth:** 3.00 (m)

Description: PVC cev

Basic results

Total cone resistance: 0.00 ±0.00 MPa

Sleeve friction: -9876.00 ±0.00 kPa

Ic: 0.00 ±0.00

σ_v' : 24.89 ±12.39 kPa

SBT_n: 0

SBT description: N/A

Schneider zone: N/A

Schneider desc.: N/A

Estimation results

Permeability: 0.00E+00 ±0.00E+00 m/s

N₆₀: 0.00 ±0.00 blows

Es: 0.00 ±0.00 MPa

Dr (%): 0.00 ±0.00

φ (degrees): 0.00 ±0.00 °

Unit weight: 19.00 ±0.00 kN/m³

Constrained Mod.: 0.00 ±0.00 MPa

Go: 0.00 ±0.00 MPa

Su: 0.00 ±0.00 kPa

Su ratio: 0.00 ±0.00

O.C.R.: 0.00 ±0.00

::: Layer No: 2 :::**Code:** 2 **Start depth:** 3.00 (m), **End depth:** 3.40 (m)**Description:** N/A**Basic results**

Total cone resistance: 4.12 ±2.72 MPa

Sleeve friction: -447.98 ±2161.72 kPa

Ic: 1.97 ±0.60

 σ_v' : 43.73 ±0.92 kPaSBT_n: 5

SBTn description: Silty sand & sandy silt

Schneider zone: Zone 2

Schneider desc.: Essentially drained sands

Estimation results

Permeability: 2.71E-05 ±4.53E-05 m/s

N₆₀: 10.97 ±5.18 blows

Es: 39.71 ±10.77 MPa

Dr (%): 53.34 ±7.95

 ϕ (degrees): 36.73 ±1.86 °Unit weight: 17.21 ±1.48 kN/m³

Constrained Mod.: 32.63 ±18.74 MPa

Go: 41.47 ±17.58 MPa

Su: 0.00 ±0.00 kPa

Su ratio: 0.00 ±0.00

O.C.R.: 0.00 ±0.00

::: Layer No: 3 :::**Code:** 3 **Start depth:** 3.40 (m), **End depth:** 4.00 (m)**Description:** Clay**Basic results**

Total cone resistance: 0.54 ±0.50 MPa

Sleeve friction: 10.05 ±5.91 kPa

Ic: 3.14 ±0.45

 σ_v' : 46.83 ±0.95 kPaSBT_n: 3

SBTn description: Clay

Schneider zone: Zone 3

Schneider desc.: Transitional soils

Estimation results

Permeability: 1.10E-07 ±2.72E-07 m/s

N₆₀: 2.57 ±1.43 blows

Es: 0.00 ±0.00 MPa

Dr (%): 0.00 ±0.00

 ϕ (degrees): 0.00 ±0.00 °Unit weight: 15.17 ±0.68 kN/m³

Constrained Mod.: 3.35 ±4.23 MPa

Go: 13.25 ±5.57 MPa

Su: 20.02 ±15.67 kPa

Su ratio: 0.40 ±0.25

O.C.R.: 1.85 ±1.14

::: Layer No: 4 :::**Code:** 4 **Start depth:** 4.20 (m), **End depth:** 5.00 (m)**Description:** Sand & silty sand**Basic results**

Total cone resistance: 8.43 ±2.82 MPa

Sleeve friction: 90.73 ±36.76 kPa

Ic: 1.88 ±0.19

 σ_v' : 53.39 ±2.06 kPaSBT_n: 6

SBTn description: Sand & silty sand

Schneider zone: Zone 2

Schneider desc.: Essentially drained sands

Estimation results

Permeability: 9.05E-05 ±4.49E-04 m/s

N₆₀: 20.54 ±4.31 blows

Es: 63.00 ±10.16 MPa

Dr (%): 63.83 ±6.10

 ϕ (degrees): 39.18 ±1.25 °Unit weight: 18.88 ±0.50 kN/m³

Constrained Mod.: 63.70 ±16.10 MPa

Go: 80.08 ±14.93 MPa

Su: 0.00 ±0.00 kPa

Su ratio: 0.00 ±0.00

O.C.R.: 0.00 ±0.00

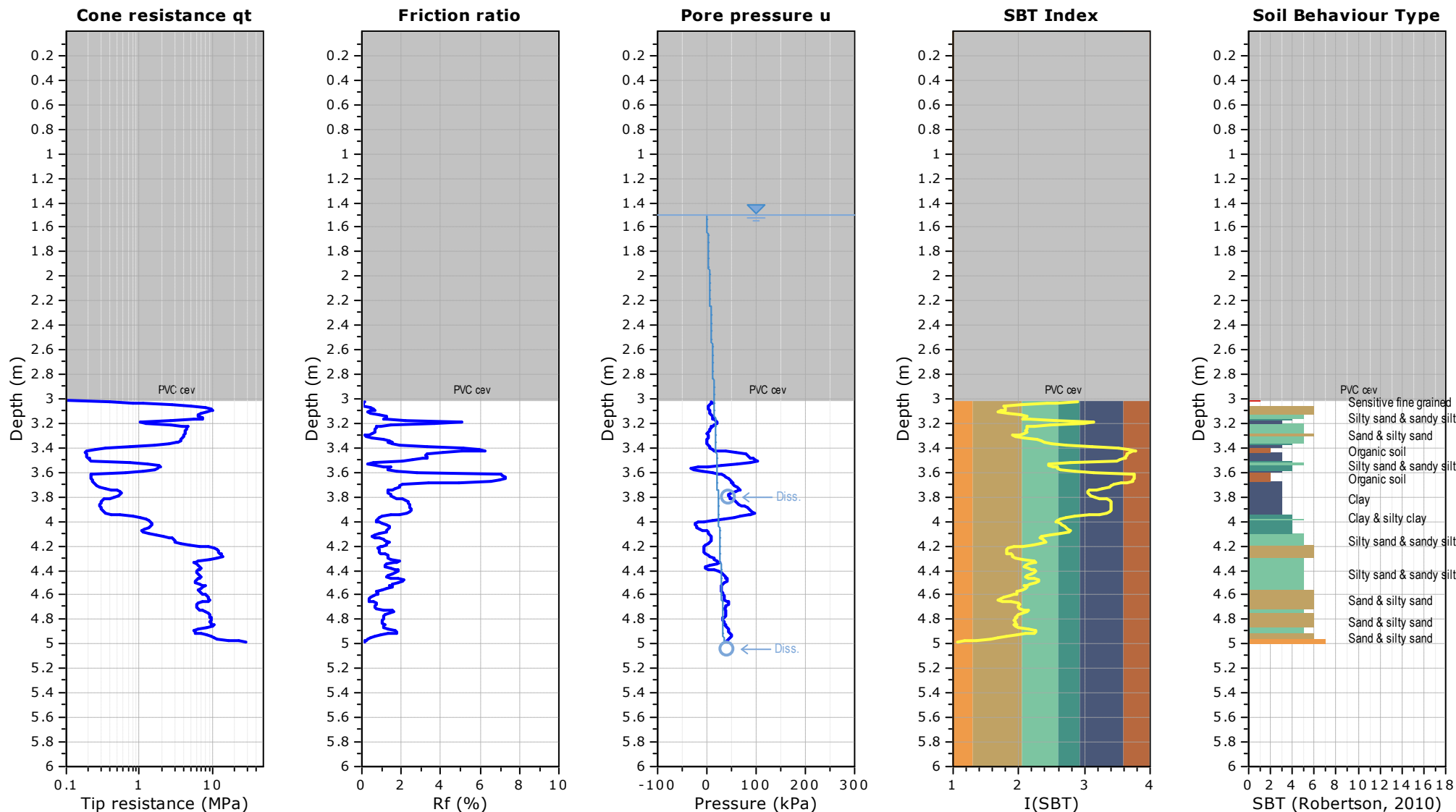
Project: PARKIRIŠČE STRUNJAN

Location: STRUNJAN

Summary table of mean values

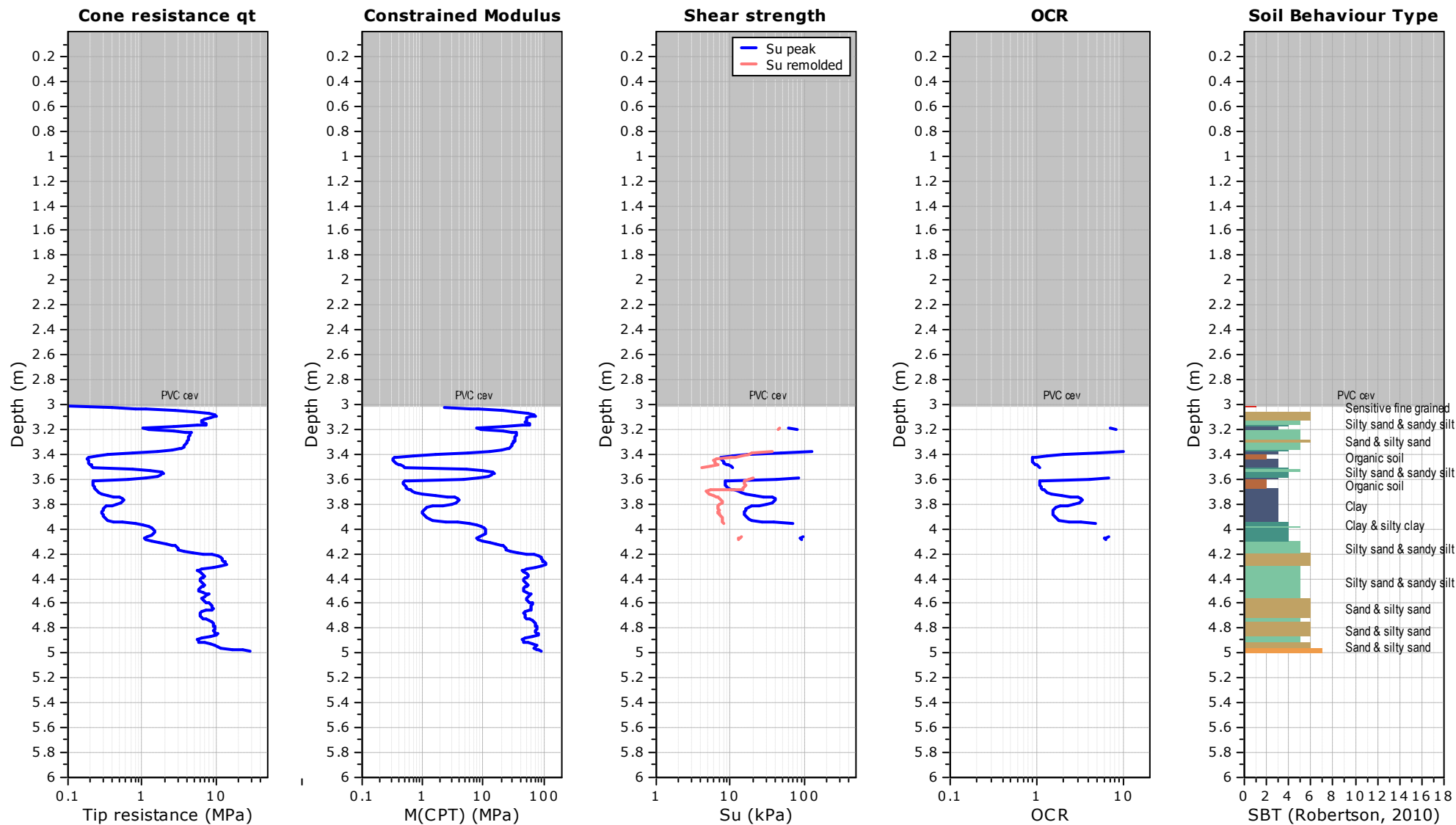
From depth To depth (m)	Thickness (m)	Permeability (m/s)	SPT _{N60} (blows/30cm)	E _s (MPa)	D _r (%)	Friction angle	Constrained modulus, M (MPa)	Shear modulus, G ₀ (MPa)	Undrained strength, S _u (kPa)	Undrained strength ratio	OCR	Unit weight (kN/m ³)
0.00	3.00	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.0
3.00		(±0.00E+00)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)
3.00	0.40	2.71E-05	11.0	39.7	53.3	36.7	32.6	41.5	0.0	0.0	0.0	17.2
3.40		(±4.53E-05)	(±5.2)	(±10.8)	(±8.0)	(±1.9)	(±18.7)	(±17.6)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±1.5)
3.40	0.60	1.10E-07	2.6	0.0	0.0	0.0	3.4	13.2	20.0	0.4	1.8	15.2
4.00		(±2.72E-07)	(±1.4)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±4.2)	(±5.6)	(±15.7)	(±0.2)	(±1.1)	(±0.7)
4.20	0.80	9.05E-05	20.5	63.0	63.8	39.2	63.7	80.1	0.0	0.0	0.0	18.9
5.00		(±4.49E-04)	(±4.3)	(±10.2)	(±6.1)	(±1.3)	(±16.1)	(±14.9)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.5)

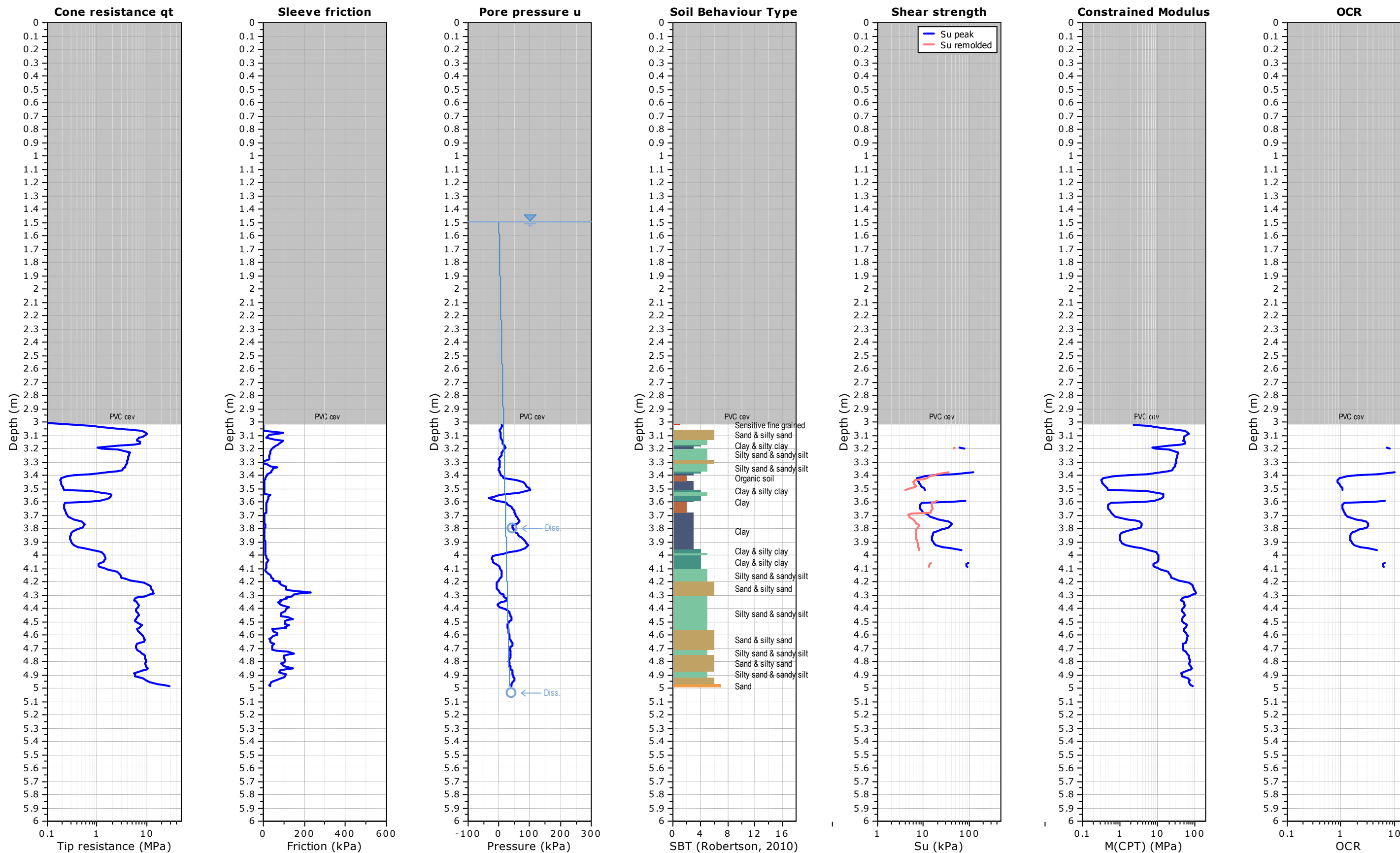
Depth values presented in this table are measured from free ground surface



Project: PARKIRIŠČE STRUNJAN

Location: STRUNJAN





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/m³) ::

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

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_{SPT} (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, ψ ::

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

:: Drained Friction Angle, ϕ (°) ::

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

(applicable only to SBT_n: 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_n: 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_n: 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_n: 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_n: 1, 2, 3, 4 and 9 or $I_c > I_{c_cutoff}$)

:: Peak Friction Angle, ϕ' (°) ::

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

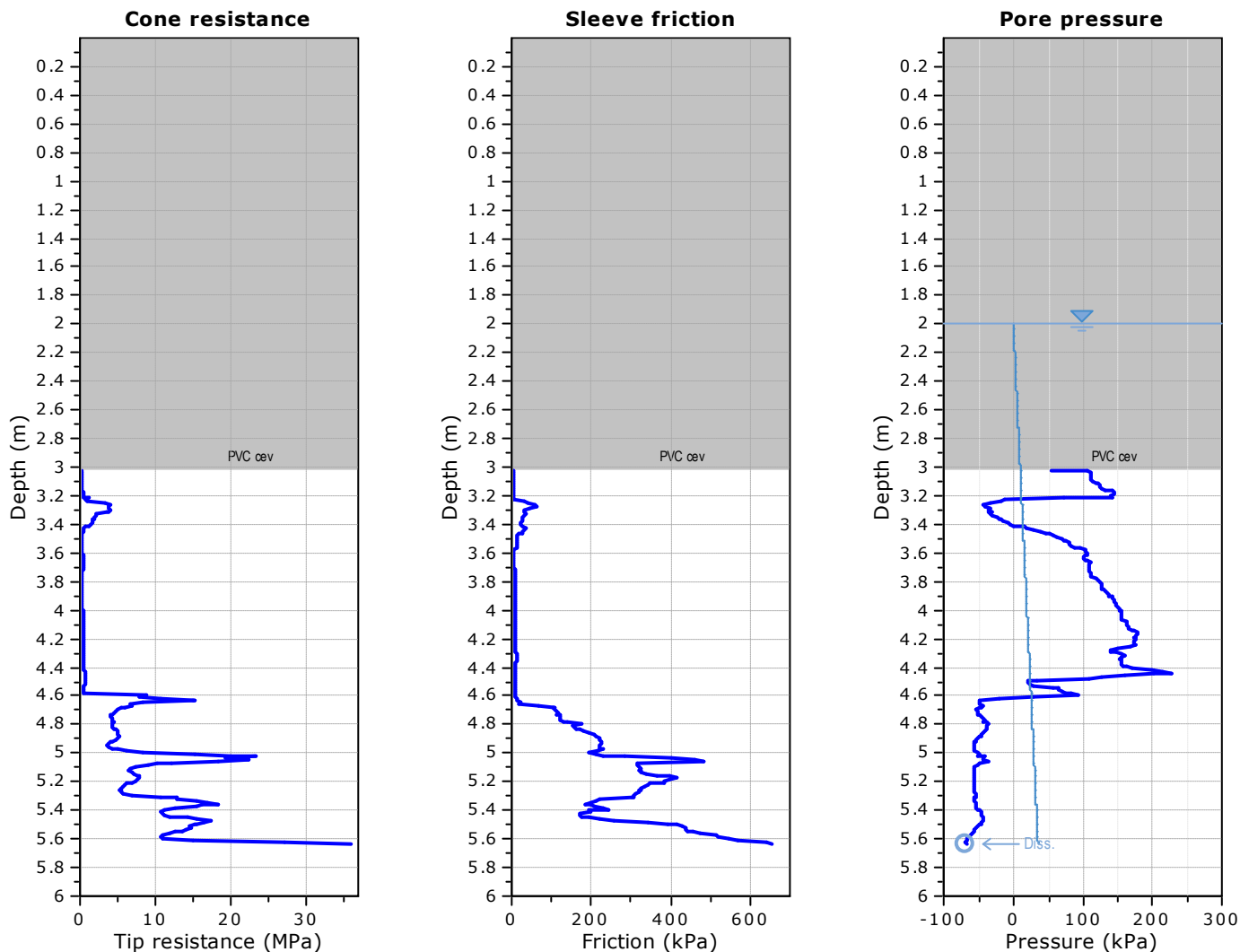
(applicable for $0.10 < B_q < 1.00$)

References

- Robertson, P.K., Cabal K.L., Guide to Cone Penetration Testing for Geotechnical Engineering, Gregg Drilling & Testing, Inc., 5th Edition, November 2012
- Robertson, P.K., Interpretation of Cone Penetration Tests - a unified approach., Can. Geotech. J. 46(11): 1337–1355 (2009)
- N Barounis, J Philpot, Estimation of in-situ water content, void ratio, dry unit weight and porosity using CPT for saturated sands, Proc. 20th NZGS Geotechnical Symposium

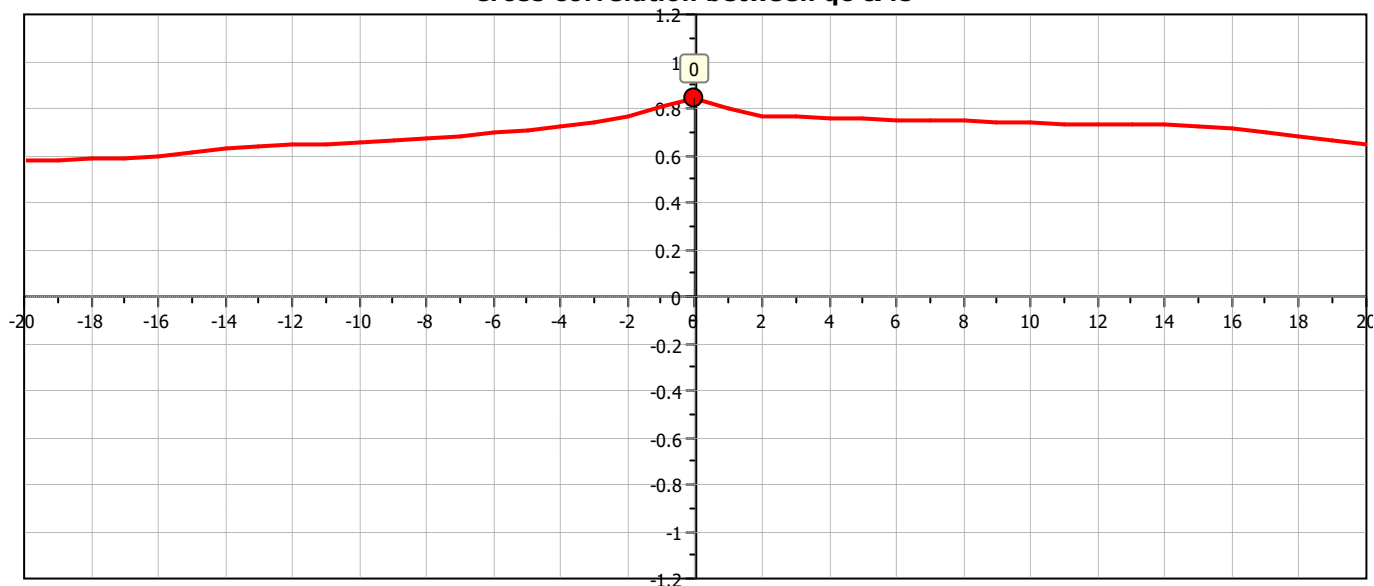
Project: PARKIRIŠČE STRUNJAN

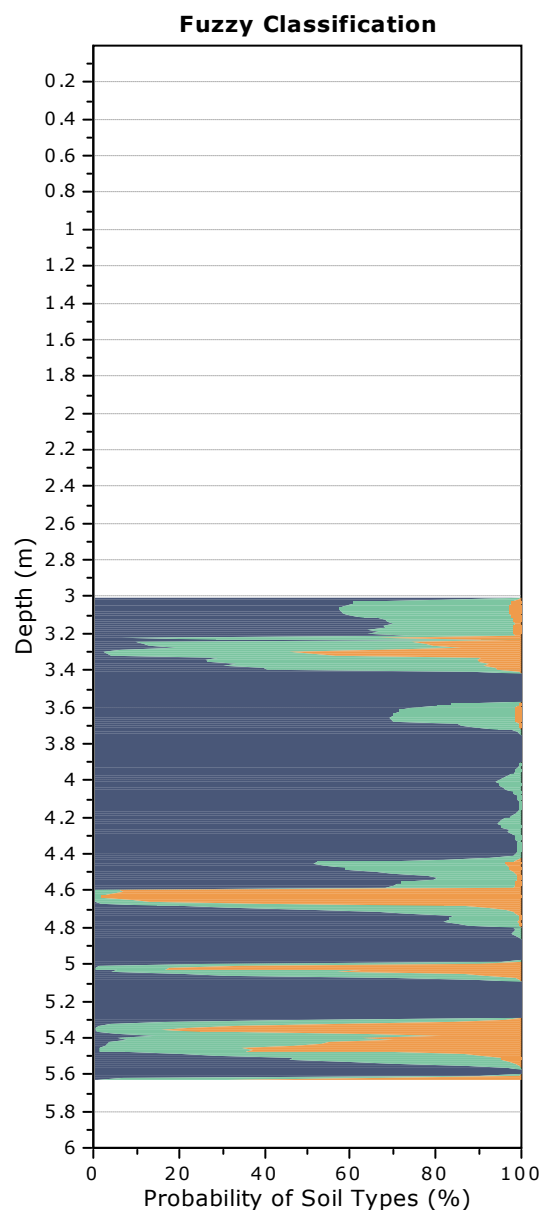
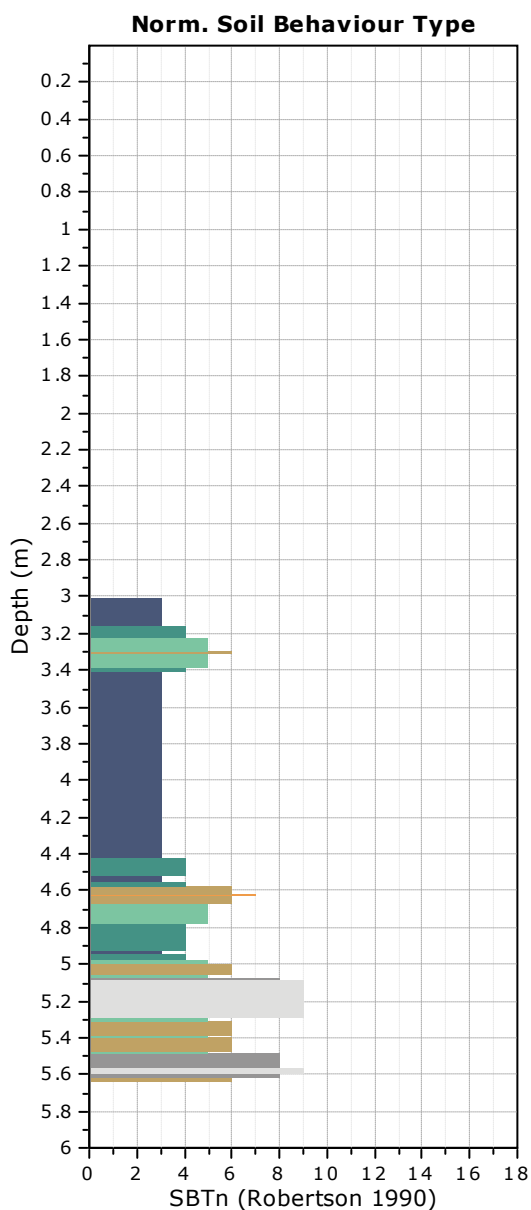
Location: STRUNJAN



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).

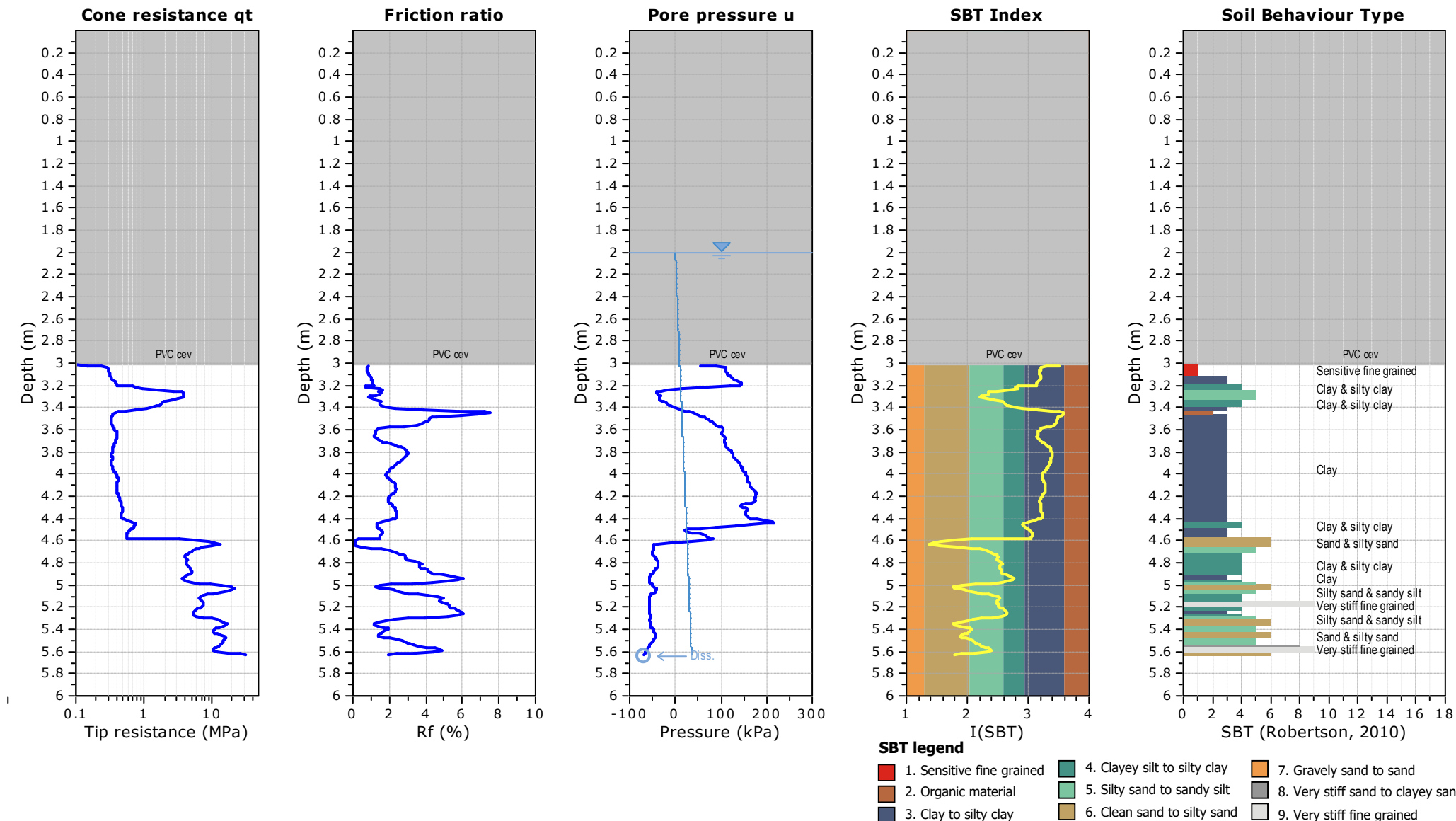
Cross correlation between q_c & f_s





Fuzzy classification legend

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

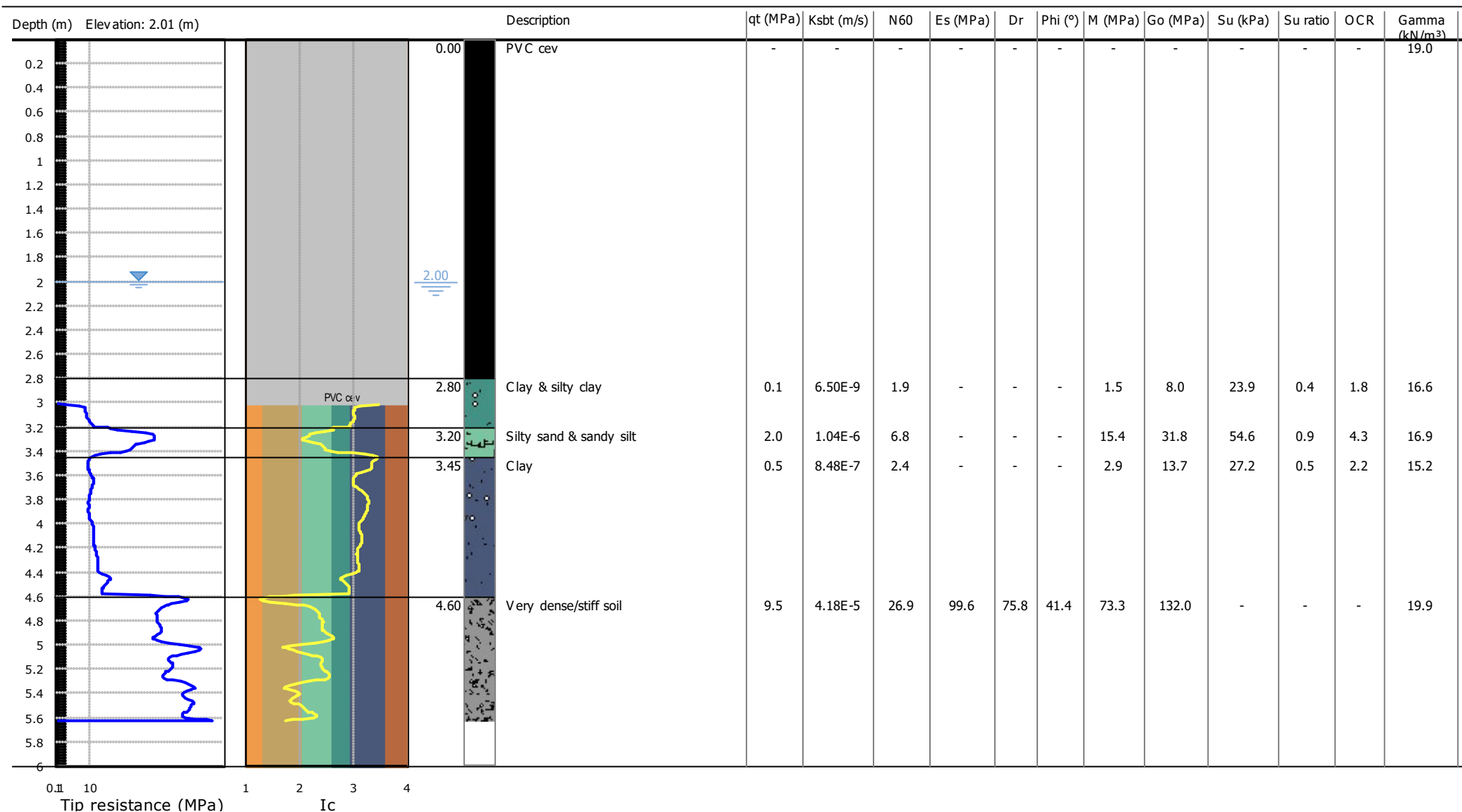


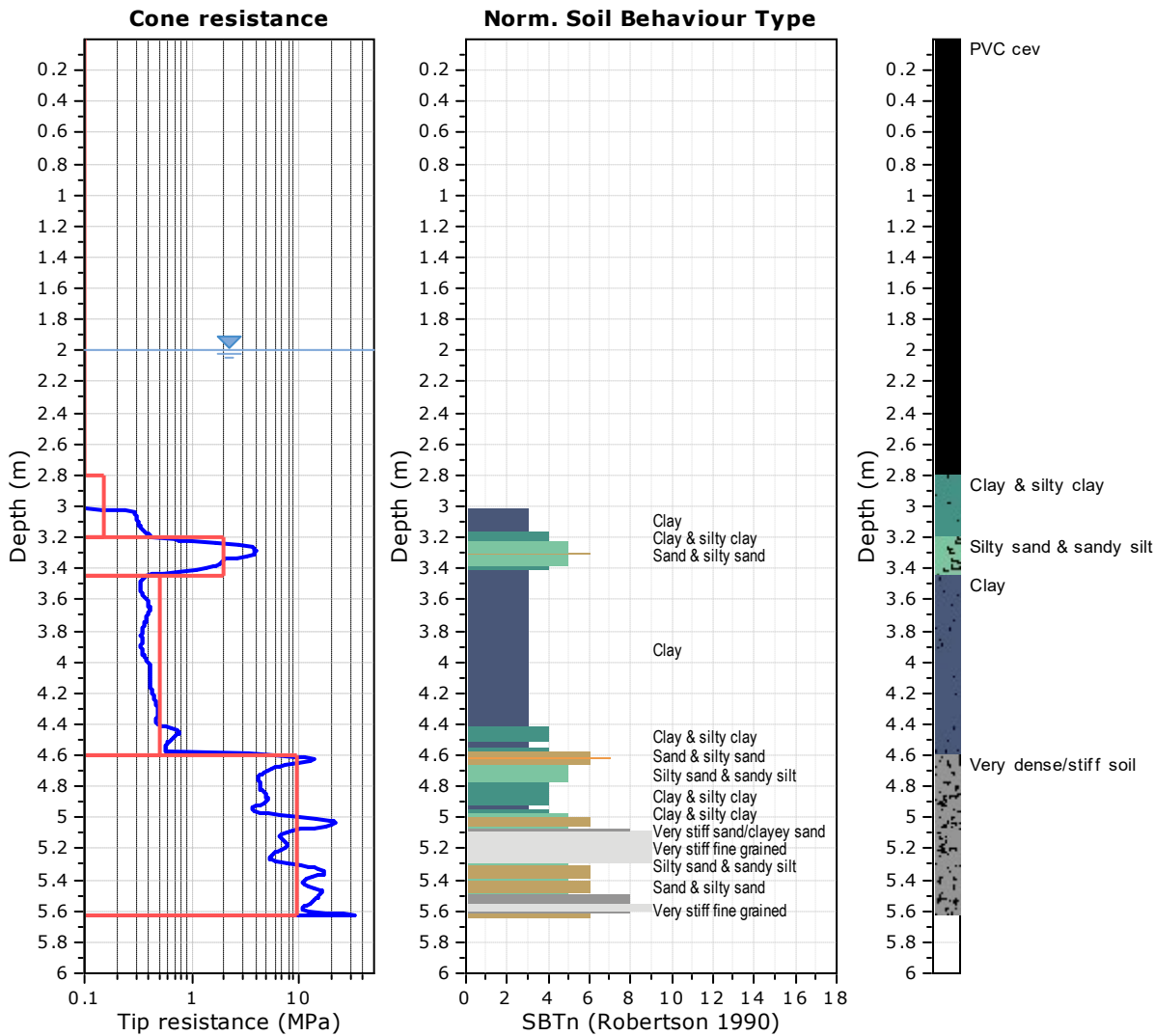
Project: PARKIRIŠČE STRUNJAN

Location: STRUNJAN

Cone Type: MKJ367

Cone Operator: Miha Peternel & Jure Peternel





Tabular results

::: Layer No: 1 :::

Code: 1 **Start depth:** 0.00 (m), **End depth:** 2.80 (m)

Description: PVC cev

Basic results

Total cone resistance: 0.00 ±0.00 MPa

Sleeve friction: -9876.00 ±0.00 kPa

Ic: 0.00 ±0.00

σ_v' : 25.56 ±13.87 kPa

SBT_n: 0

SBT description: N/A

Schneider zone: N/A

Schneider desc.: N/A

Estimation results

Permeability: 0.00E+00 ±0.00E+00 m/s

N₆₀: 0.00 ±0.00 blows

Es: 0.00 ±0.00 MPa

Dr (%): 0.00 ±0.00

φ (degrees): 0.00 ±0.00 °

Unit weight: 19.00 ±0.00 kN/m³

Constrained Mod.: 0.00 ±0.00 MPa

Go: 0.00 ±0.00 MPa

Su: 0.00 ±0.00 kPa

Su ratio: 0.00 ±0.00

O.C.R.: 0.00 ±0.00

::: Layer No: 2 :::**Code:** 2 **Start depth:** 2.80 (m), **End depth:** 3.20 (m)**Description:** Clay & silty clay**Basic results**

Total cone resistance: 0.15 ±0.17 MPa
 Sleeve friction: -5297.90 ±4987.48 kPa
 Ic: 1.40 ±1.53
 σ_v' : 46.94 ±0.83 kPa
 SBT_n: 1
 SBTn description: Sensitive fine grained
 Schneider zone: Zone 1a
 Schneider desc.: Silts and low Ir clays

Estimation results

Permeability: 6.50E-09 ±2.39E-09 m/s
 N_{60} : 1.89 ±0.32 blows
 Es: 0.00 ±0.00 MPa
 Dr (%): 0.00 ±0.00
 ϕ (degrees): 0.00 ±0.00 °
 Unit weight: 16.65 ±2.57 kN/m³

Constrained Mod.: 1.50 ±0.55 MPa
 Go: 7.96 ±1.22 MPa
 Su: 23.94 ±5.00 kPa
 Su ratio: 0.39 ±0.08
 O.C.R.: 1.81 ±0.39

::: Layer No: 3 :::**Code:** 3 **Start depth:** 3.20 (m), **End depth:** 3.45 (m)**Description:** Silty sand & sandy silt**Basic results**

Total cone resistance: 1.99 ±1.27 MPa
 Sleeve friction: 30.25 ±15.28 kPa
 Ic: 2.52 ±0.39
 σ_v' : 48.95 ±0.57 kPa
 SBT_n: 4
 SBTn description: Clay & silty clay
 Schneider zone: Zone 3
 Schneider desc.: Transitional soils

Estimation results

Permeability: 1.04E-06 ±1.49E-06 m/s
 N_{60} : 6.77 ±3.25 blows
 Es: 0.00 ±0.00 MPa
 Dr (%): 0.00 ±0.00
 ϕ (degrees): 0.00 ±0.00 °
 Unit weight: 16.89 ±1.00 kN/m³

Constrained Mod.: 15.39 ±10.19 MPa
 Go: 31.84 ±12.35 MPa
 Su: 54.57 ±29.40 kPa
 Su ratio: 0.93 ±0.41
 O.C.R.: 4.31 ±1.91

::: Layer No: 4 :::**Code:** 4 **Start depth:** 3.45 (m), **End depth:** 4.60 (m)**Description:** Clay**Basic results**

Total cone resistance: 0.50 ±0.57 MPa
 Sleeve friction: 9.53 ±3.39 kPa
 Ic: 3.10 ±0.23
 σ_v' : 52.90 ±1.79 kPa
 SBT_n: 3
 SBTn description: Clay
 Schneider zone: Zone 1a
 Schneider desc.: Silts and low Ir clays

Estimation results

Permeability: 8.48E-07 ±8.00E-06 m/s
 N_{60} : 2.43 ±1.18 blows
 Es: 0.00 ±0.00 MPa
 Dr (%): 0.00 ±0.00
 ϕ (degrees): 0.00 ±0.00 °
 Unit weight: 15.21 ±0.38 kN/m³

Constrained Mod.: 2.92 ±4.34 MPa
 Go: 13.67 ±3.14 MPa
 Su: 27.23 ±9.35 kPa
 Su ratio: 0.48 ±0.11
 O.C.R.: 2.21 ±0.52

::: Layer No: 5 :::**Code:** 5 **Start depth:** 4.60 (m), **End depth:** 5.63 (m)**Description:** Very dense/stiff soil**Basic results**

Total cone resistance: 9.48 ±5.02 MPa
 Sleeve friction: 260.87 ±136.36 kPa
 Ic: 2.17 ±0.32
 σ_v' : 61.03 ±3.09 kPa
 SBT_n: 5
 SBTn description: Silty sand & sandy silt
 Schneider zone: Zone 3
 Schneider desc.: Transitional soils

Estimation results

Permeability: 4.18E-05 ±1.65E-04 m/s
 N_{60} : 26.91 ±10.81 blows
 Es: 99.59 ±37.87 MPa
 Dr (%): 75.76 ±12.11
 ϕ (degrees): 41.43 ±2.31 °
 Unit weight: 19.94 ±1.02 kN/m³

Constrained Mod.: 73.33 ±39.88 MPa
 Go: 132.01 ±48.57 MPa
 Su: 0.00 ±0.00 kPa
 Su ratio: 0.00 ±0.00
 O.C.R.: 0.00 ±0.00

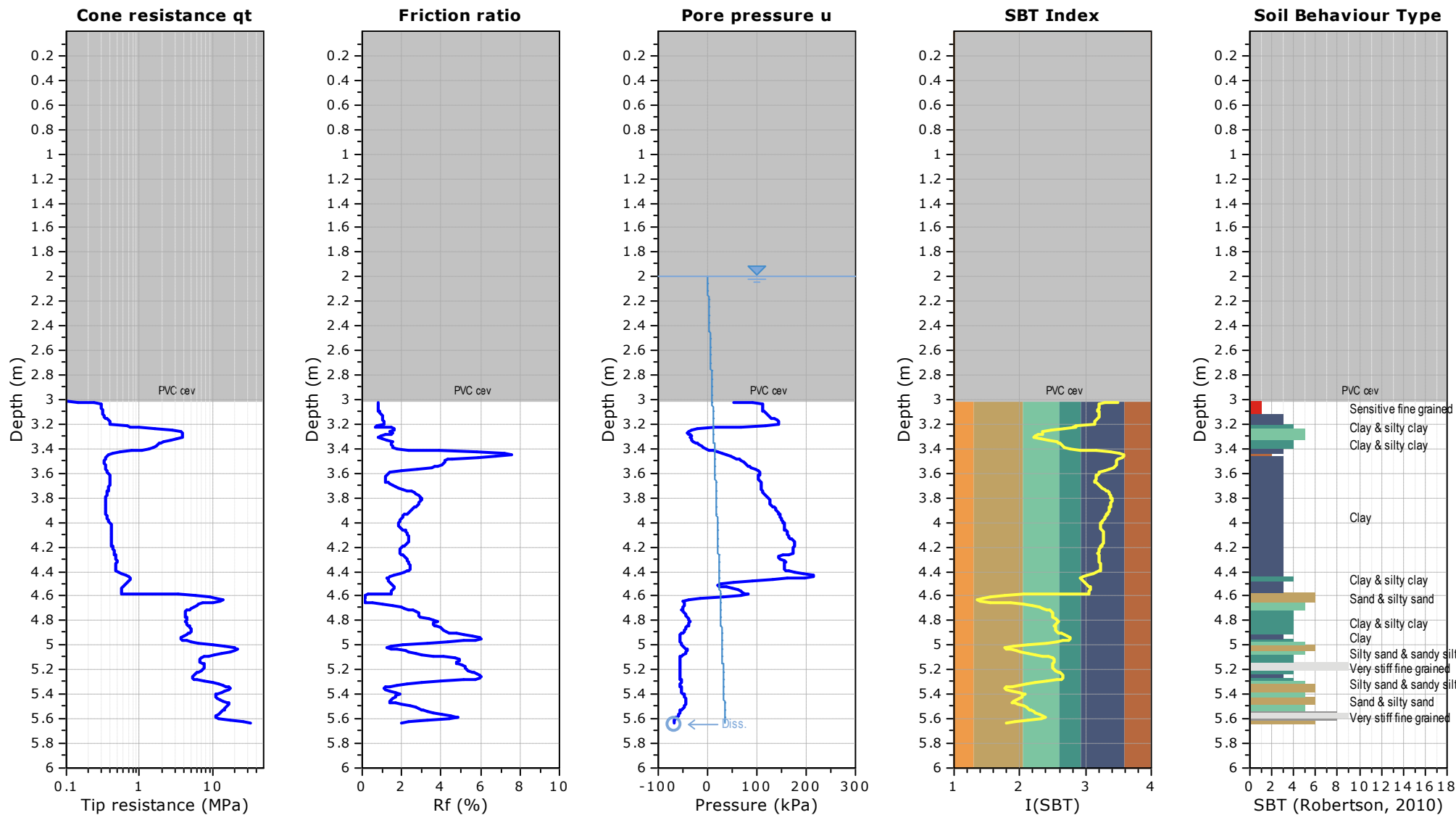
Project: PARKIRIŠČE STRUNJAN

Location: STRUNJAN

Summary table of mean values

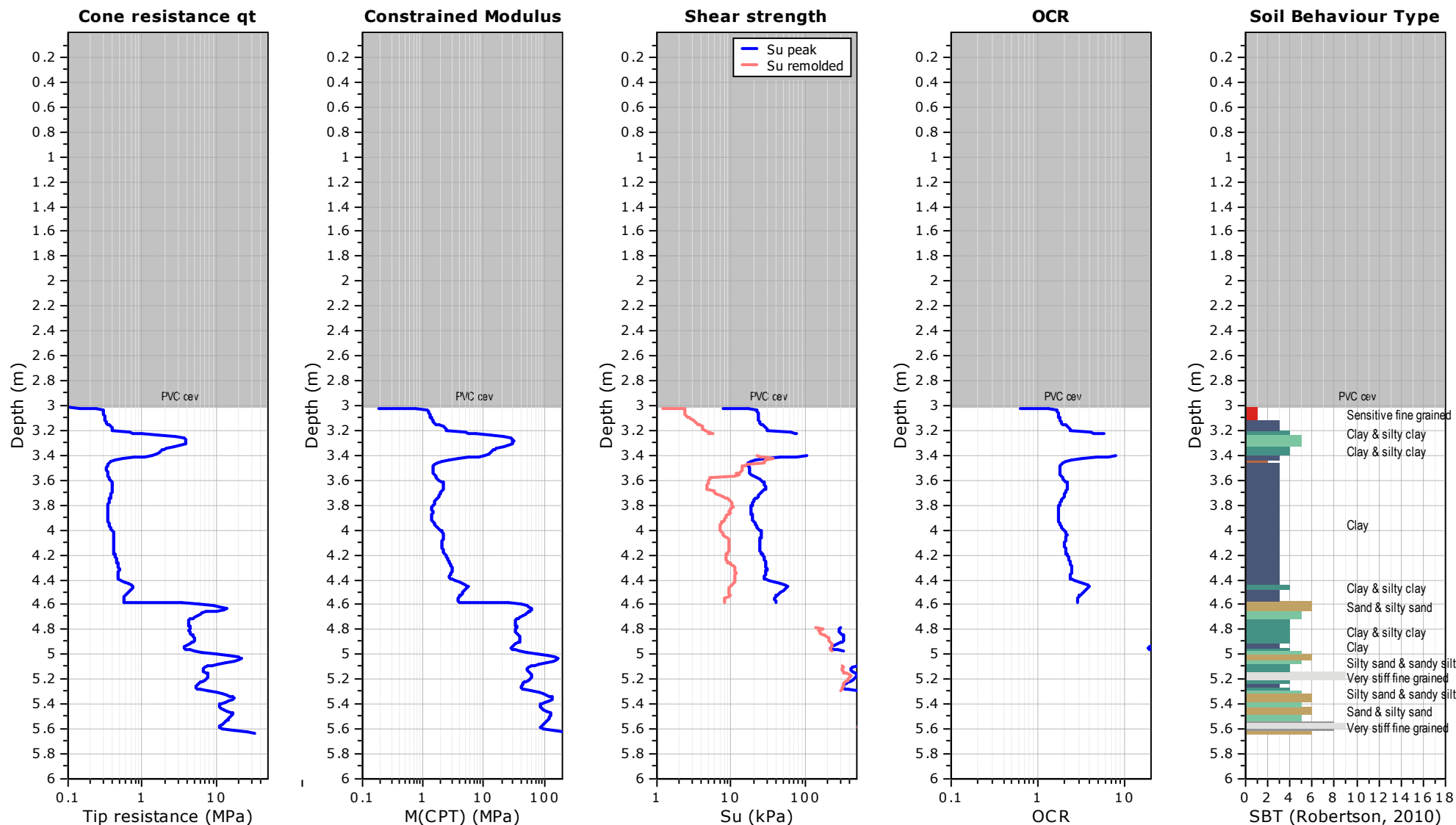
From depth To depth (m)	Thickness (m)	Permeability (m/s)	SPT _{N60} (blows/30cm)	E _s (MPa)	D _r (%)	Friction angle	Constrained modulus, M (MPa)	Shear modulus, G ₀ (MPa)	Undrained strength, S _u (kPa)	Undrained strength ratio	OCR	Unit weight (kN/m ³)
0.00	2.80	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.0
2.80		(±0.00E+00)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)
2.80	0.40	6.50E-09	1.9	0.0	0.0	0.0	1.5	8.0	23.9	0.4	1.8	16.6
3.20		(±2.39E-09)	(±0.3)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.6)	(±1.2)	(±5.0)	(±0.1)	(±0.4)	(±2.6)
3.20	0.25	1.04E-06	6.8	0.0	0.0	0.0	15.4	31.8	54.6	0.9	4.3	16.9
3.45		(±1.49E-06)	(±3.3)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±10.2)	(±12.4)	(±29.4)	(±0.4)	(±1.9)	(±1.0)
3.45	1.15	8.48E-07	2.4	0.0	0.0	0.0	2.9	13.7	27.2	0.5	2.2	15.2
4.60		(±8.00E-06)	(±1.2)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±4.3)	(±3.1)	(±9.4)	(±0.1)	(±0.5)	(±0.4)
4.60	1.03	4.18E-05	26.9	99.6	75.8	41.4	73.3	132.0	0.0	0.0	0.0	19.9
5.63		(±1.65E-04)	(±10.8)	(±37.9)	(±12.1)	(±2.3)	(±39.9)	(±48.6)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±1.0)

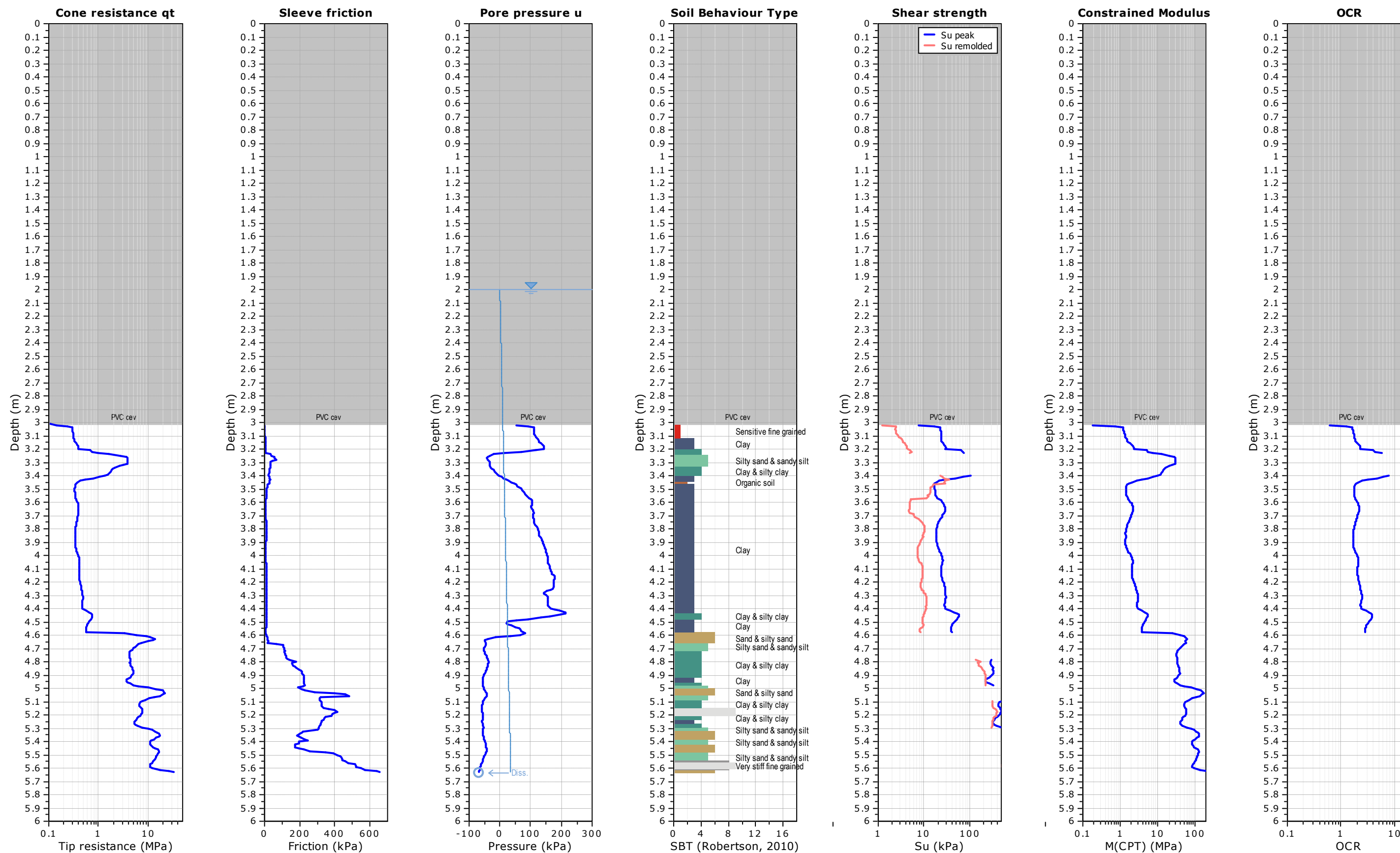
Depth values presented in this table are measured from free ground surface



Project: PARKIRIŠČE STRUNJAN

Location: STRUNJAN





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/m³) ::

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

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_{SPT} (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, ψ ::

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

:: Drained Friction Angle, ϕ (°) ::

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

(applicable only to $SBT_n: 5, 6, 7$ 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 $SBT_n: 1, 2, 3, 4$ 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 $SBT_n: 1, 2, 3, 4$ 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 $SBT_n: 1, 2, 3, 4$ and 9 or $I_c > I_{c_cutoff}$)

:: Soil Sensitivity, S_t ::

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

(applicable only to $SBT_n: 1, 2, 3, 4$ and 9 or $I_c > I_{c_cutoff}$)

:: Peak Friction Angle, ϕ' (°) ::

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

(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., 5th Edition, November 2012
- Robertson, P.K., Interpretation of Cone Penetration Tests - a unified approach., Can. Geotech. J. 46(11): 1337–1355 (2009)
- N Barounis, J Philpot, Estimation of in-situ water content, void ratio, dry unit weight and porosity using CPT for saturated sands, Proc. 20th NZGS Geotechnical Symposium

PRILOGA

4 IZRAČUNI IN OCENE

- *Dopustne obremenitve plitvega temeljenja*
- *Ocene posedkov*
- *Preliminarni izračun vzgona vodohrama*
- *Stabilnost varovanja izkopa z jeklenimi zagatnicami*

KP STRUNJAN-UREDITEV, Strunjan OPORNI ZID h=1m

NOSILNOST TAL EC7

Širina temelja	B =	1,0	m
Dolžina temelja	L =	10,0	m
Globina temelja	d =	0,8	m
Prostorninska teža	γ_{soil} =	9,0	kN/m ³
Kohezija	c (cu) =	0,0	kPa
Kot notranjega trenja	φ =	30,0	°

EC 7

Enote: m, kN, kPa

H =	0,0
V =	1,0
eB =	1,00
θ =	0,0

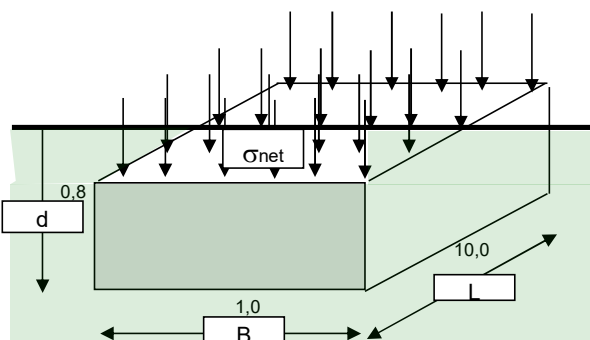
PP3	JUS
0,0	0,0
24,8	21,1

Koeficienti	Nc =	30,14
	Nq =	18,40
	N γ =	20,09
	Sc =	1,05
	Sq =	1,05
	S γ =	0,97
	ic =	1,00
	iq =	1,00
	iy =	1,00
	m =	1,09

PP3	JUS
20,42	15,87
10,43	7,11
8,71	4,70

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

Rezultat

 Porušna nosilnost tal $q_u =$ **220** kPa


Parcialni faktorji

	PP2
γ_{-G} =	1,35
γ_{-Q} =	1,50
$\gamma_{-\varphi}$ =	1,00
γ_{-c} =	1,00
γ_{-cu} =	1,00
γ_{-Rv} =	1,40

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

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 $\sigma_d (PP2/3) =$	157

PP3
117

Dopustna obremenitev tal za

SLS/MSU	σ_{dop} (MSU) =	44	kPa	$F_{lump} =$	5,0
SLS/MSU	σ_{dop} (MSU) =	72	kPa	$F_{-\varphi} =$	1,5
ULS/MSN	σ_{dop} (MSN) =	108	kPa		

KP STRUNJAN-UREDITEV, Strunjan VODOHRAM

NOSILNOST TAL EC7

Širina temelja	B =	5,0	m
Dolžina temelja	L =	15,0	m
Globina temelja	d =	4,0	m
Prostorninska teža	γ_{soil} =	9,0	kN/m ³
Kohezija	c (cu) =	25,0	kPa
Kot notranjega trenja	φ =	0,0	°

EC 7

Enote: m, kN, kPa

H =	0,0
V =	1,0
eB =	1,00
θ =	0,0

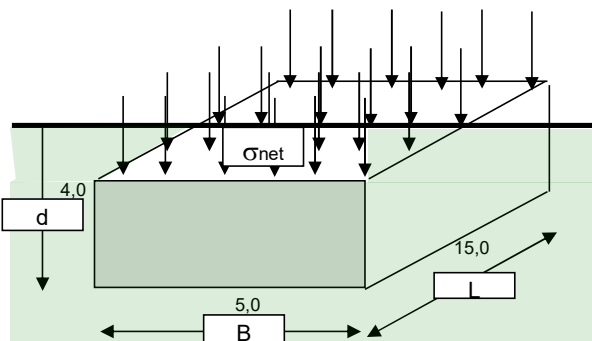
PP3	JUS
20,0	12,5
0,0	0,0

Koeficienti	Nc =	5,14
	Nq =	1,00
	N γ =	1,00
	Sc =	1,00
	Sq =	1,00
	S γ =	0,90
	ic =	1,00
	iq =	1,00
	iy =	1,00
	m =	1,25

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 $q_u =$ **149** kPa


Parcialni faktorji

	PP2
γ_{G_1} =	1,35
γ_{Q_1} =	1,50
γ_{φ} =	1,00
γ_c =	1,00
γ_{cu} =	1,00
γ_{Rv} =	1,40

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

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 $\sigma_d (PP2/3) =$	106

PP3
128

Dopustna obremenitev tal za

SLS/MSU	$\sigma_{dop} (MSU) =$	30	kPa	$F_{lump} =$	5,0
SLS/MSU	$\sigma_{dop} (MSU) =$	100	kPa	$F_\varphi =$	1,5
ULS/MSN	$\sigma_{dop} (MSN) =$	150	kPa		

Račun posedkov objekta - nasip 1m MAX

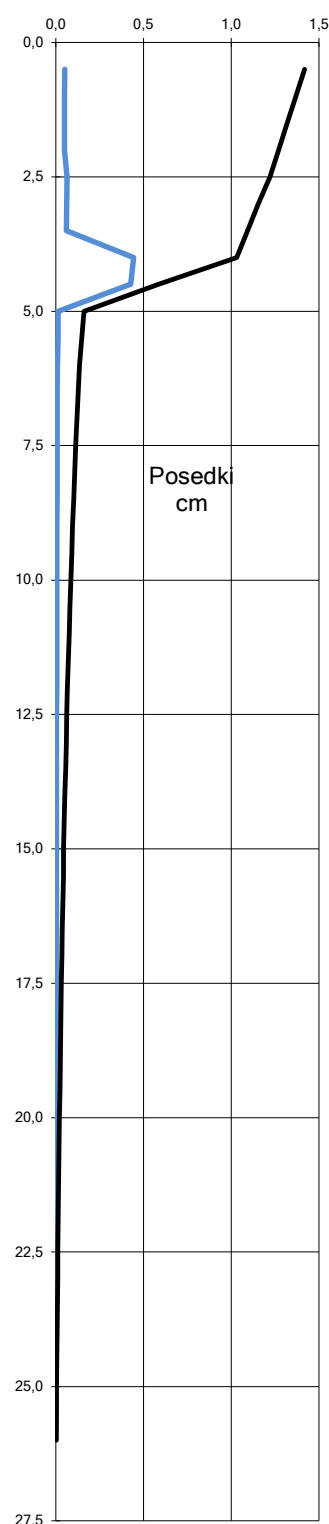
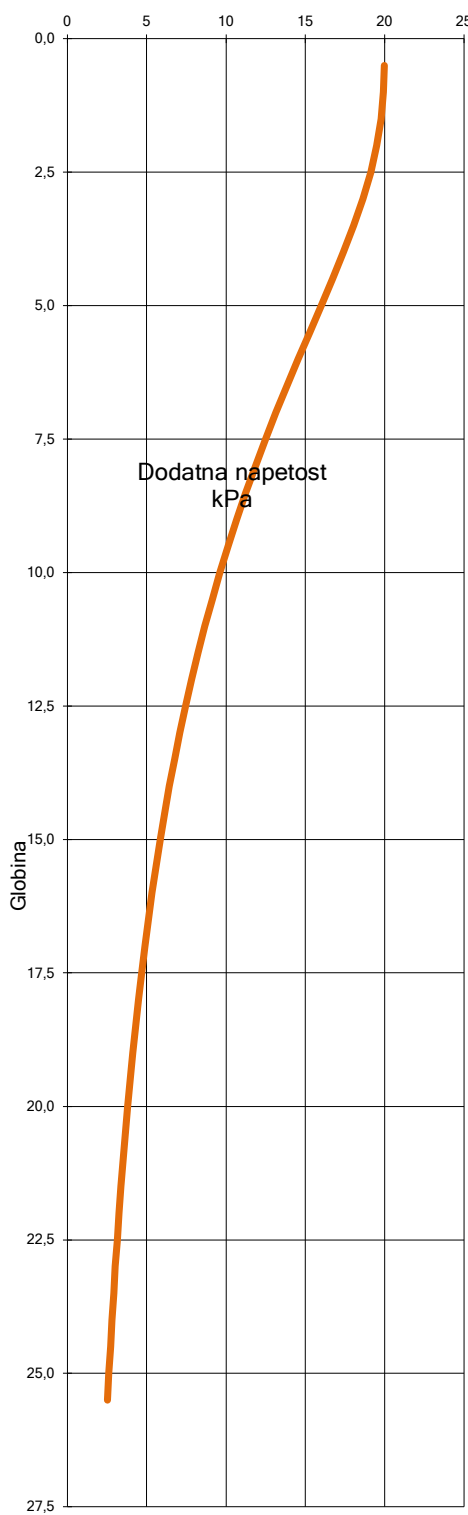
Objekt : KP STRUNJAN

B 10,0 m
L 20,0 m
del_gl= 0,5 m
gl_max= 26,0 m

q = 20,0 kPa
qkon = 2 kPa 12%
F= 4,00 MN = 200 KN/m'
1,4 cm - 1,1 cm cm

=> K stalna = 2 MN/m2
K hipna = 9 MN/m3
=> % h(nas) = 1,42% - 1,06%

Dod.nap	Glob	integ	Eod	Pos-sl	Pos
kPa	m	kPam	MPa	cm	cm
20	0,5	10	20	0,050	1,42
20	1,0	10	20	0,050	1,37
20	1,5	10	20	0,050	1,32
20	2,0	10	20	0,049	1,27
19	2,5	10	15	0,064	1,22
19	3,0	9	15	0,063	1,16
18	3,5	9	15	0,061	1,09
17	4,0	9	2,0	0,443	1,03
17	4,5	9	2,0	0,426	0,59
16	5,0	8	60,0	0,014	0,16
15	5,5	8	60,0	0,013	0,15
15	6,0	7	100,0	0,007	0,13
14	6,5	7	100,0	0,007	0,13
13	7,0	7	100,0	0,007	0,12
12	7,5	6	100,0	0,006	0,11
12	8,0	6	100,0	0,006	0,11
11	8,5	6	100,0	0,006	0,10
11	9,0	5	100,0	0,005	0,10
10	9,5	5	100,0	0,005	0,09
10	10,0	5	100,0	0,005	0,08
9	10,5	5	100,0	0,005	0,08
9	11,0	4	100,0	0,004	0,08
8	11,5	4	100,0	0,004	0,07
8	12,0	4	100,0	0,004	0,07
7	12,5	4	100,0	0,004	0,06
7	13,0	4	100,0	0,004	0,06
7	13,5	3	100,0	0,003	0,05
6	14,0	3	100,0	0,003	0,05
6	14,5	3	100,0	0,003	0,05
6	15,0	3	100,0	0,003	0,05
6	15,5	3	100,0	0,003	0,04
5	16,0	3	100,0	0,003	0,04
5	16,5	3	100,0	0,003	0,04
5	17,0	2	100,0	0,002	0,03
5	17,5	2	100,0	0,002	0,03
4	18,0	2	100,0	0,002	0,03
4	18,5	2	100,0	0,002	0,03
4	19,0	2	100,0	0,002	0,02
4	19,5	2	100,0	0,002	0,02
4	20,0	2	100,0	0,002	0,02
4	20,5	2	100,0	0,002	0,02
4	21,0	2	100,0	0,002	0,02
3	21,5	2	100,0	0,002	0,01
3	22,0	2	100,0	0,002	0,01
3	22,5	2	100,0	0,002	0,01
3	23,0	2	100,0	0,002	0,01
3	23,5	1	100,0	0,001	0,01
3	24,0	1	100,0	0,001	0,01
3	24,5	1	100,0	0,001	0,01
3	25,0	1	100,0	0,001	0,00
3	25,5	1	100,0	0,001	0,00
2	26,0	1	100,0	0,001	0,00



Račun posedkov pod OZ h=1m

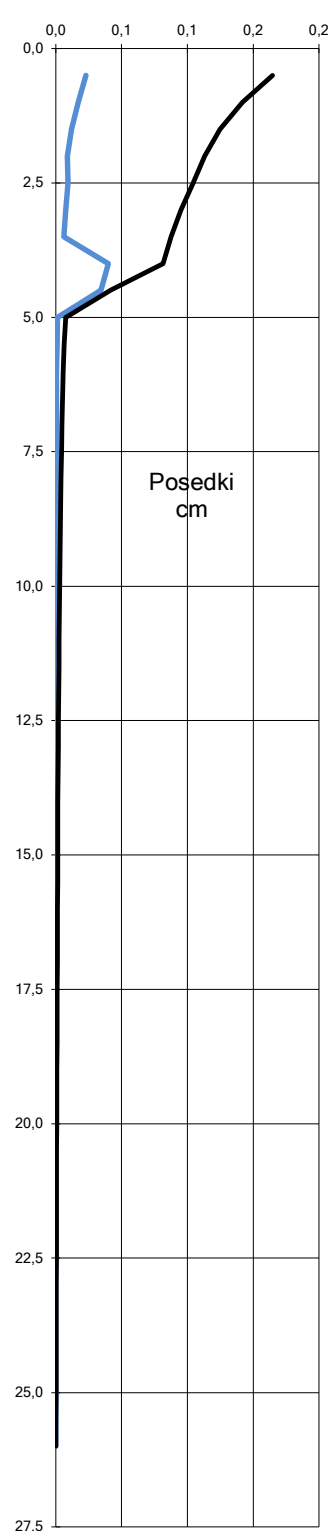
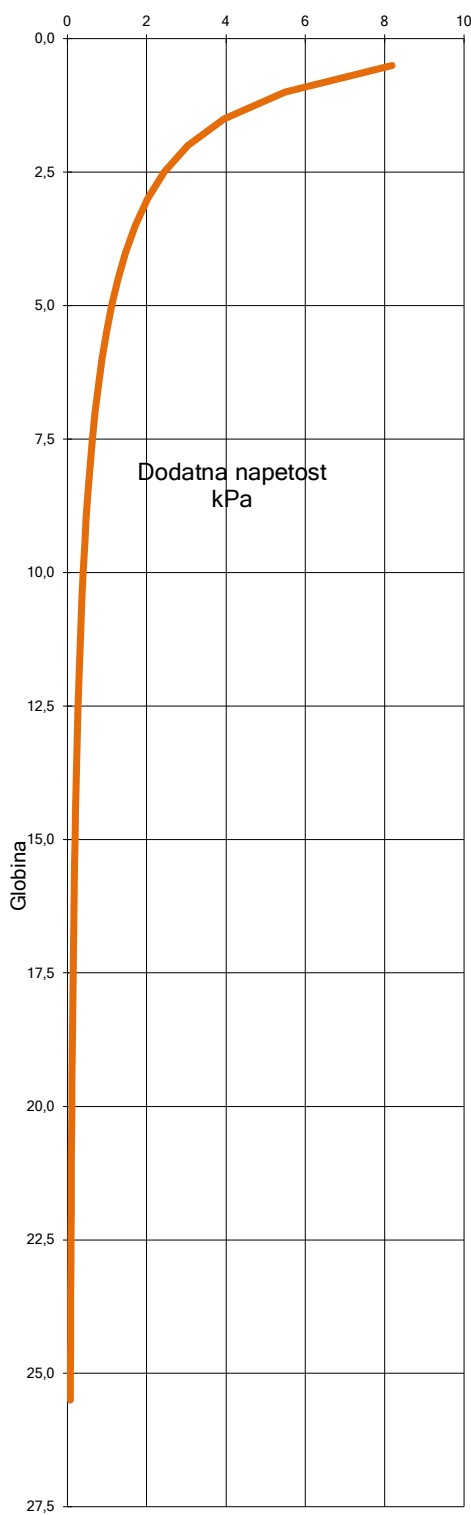
Objekt : KP STRUNJAN

B 1,0 m
L 10,0 m
del_gl= 0,5 m
gl_max= 26,0 m

q = 10,0 kPa
qkon = 0 kPa 1%
F= 0,10 MN = 10 kN/m'
0,2 cm - 0,1 cm cm

=> K stalna = 8 MN/m²
K hipna = 41 MN/m³
=> % h(nas) = 0,33% - 0,25%

Dod.nap	Glob	integ	Eod	Pos-sl	Pos
kPa	m	kPam	MPa	cm	cm
8	0,5	5	20	0,023	0,16
5	1,0	3	20	0,017	0,14
4	1,5	2	20	0,012	0,12
3	2,0	2	20	0,009	0,11
2	2,5	1	15	0,009	0,10
2	3,0	1	15	0,007	0,10
2	3,5	1	15	0,006	0,09
1	4,0	1	2,0	0,040	0,08
1	4,5	1	2,0	0,034	0,04
1	5,0	1	60,0	0,001	0,01
1	5,5	1	60,0	0,001	0,01
1	6,0	0	100,0	0,000	0,01
1	6,5	0	100,0	0,000	0,01
1	7,0	0	100,0	0,000	0,00
1	7,5	0	100,0	0,000	0,00
1	8,0	0	100,0	0,000	0,00
1	8,5	0	100,0	0,000	0,00
0	9,0	0	100,0	0,000	0,00
0	9,5	0	100,0	0,000	0,00
0	10,0	0	100,0	0,000	0,00
0	10,5	0	100,0	0,000	0,00
0	11,0	0	100,0	0,000	0,00
0	11,5	0	100,0	0,000	0,00
0	12,0	0	100,0	0,000	0,00
0	12,5	0	100,0	0,000	0,00
0	13,0	0	100,0	0,000	0,00
0	13,5	0	100,0	0,000	0,00
0	14,0	0	100,0	0,000	0,00
0	14,5	0	100,0	0,000	0,00
0	15,0	0	100,0	0,000	0,00
0	15,5	0	100,0	0,000	0,00
0	16,0	0	100,0	0,000	0,00
0	16,5	0	100,0	0,000	0,00
0	17,0	0	100,0	0,000	0,00
0	17,5	0	100,0	0,000	0,00
0	18,0	0	100,0	0,000	0,00
0	18,5	0	100,0	0,000	0,00
0	19,0	0	100,0	0,000	0,00
0	19,5	0	100,0	0,000	0,00
0	20,0	0	100,0	0,000	0,00
0	20,5	0	100,0	0,000	0,00
0	21,0	0	100,0	0,000	0,00
0	21,5	0	100,0	0,000	0,00
0	22,0	0	100,0	0,000	0,00
0	22,5	0	100,0	0,000	0,00
0	23,0	0	100,0	0,000	0,00
0	23,5	0	100,0	0,000	0,00
0	24,0	0	100,0	0,000	0,00
0	24,5	0	100,0	0,000	0,00
0	25,0	0	100,0	0,000	0,00
0	25,5	0	100,0	0,000	0,00
0	26,0	0	100,0	0,000	0,00



Dimenzije VODOHRAMA - KP Strunjan

Dolžina	L	15,0 m	300,0 m ³
Širina	B	5,0 m	
Globina	G	4,5 m	
Višina sten	V	4,0 m	
Obod		40,0 m	32,0 krila m ²
Teža sten		1.200,0 kN	
Teža plošč		1.125,0 kN	
Teža asfalta in nasipa		472,5 kN	
A - Teža bazena beton (2x plošča)		2.797,5 kN	
B - Teža bazena beton (1x plošča)		1.762,5 kN	

Teža vode		1.900,8 kN
Teža vode skupaj		1.900,8 kN
Ocena trenja	su =	10,0 kPa
T - Ocena trenja zemljina - stena Ftrenja =		1.600,0 kN
C - Teža bazena (A) in vode		4.698,3 kN

Volumen konstrukcije pod vodo	300,0 m ³
V - Vzgon če pride voda do vrha	3.000,0 kN

Končan bazen z vodo - dvig obodne vode do vrha

1 C - V	1.698,3	1,57 OK
C-V+T	3.298,3	2,10 OK

Končan bazen brez vode - dvig obodne vode do vrha

2 A-V	-202,5	0,93 ??
3 A-V+T	1.397,5	1,47 OK

Nekončan bazen brez vode - obodna voda se dvigne le do polovice

4 B-V/2	odkopen	262,5	1,18 ??
5 B+T-V/2	zakopan	1.862,5	2,93 OK

S krili

L 0,8 m

	Dodatna teža kril	192 kN
	Dodatna teža zemljine	1.075 kN
K - Krila	Skupaj dodatna teža na bazen	1.267 kN

Končan bazen z vodo - dvig obodne vode do vrha

1 C+K-V	2.965,5	1,99 OK
C-V+T+K	4.565,5	2,52 OK

Končan bazen brez vode - dvig obodne vode do vrha

2 A+K-V	1.064,7	1,35 OK
3 A+K-V+T	2.664,7	1,89 OK

Nekončan bazen brez vode - obodna voda se dvigne le do polovice

3 B+K-V/2	1.529,7	2,02 OK
4 B+K+T-V/2	3.129,7	3,09 OK

Nekončan bazen brez vode - obodna voda se dvigne do vrha

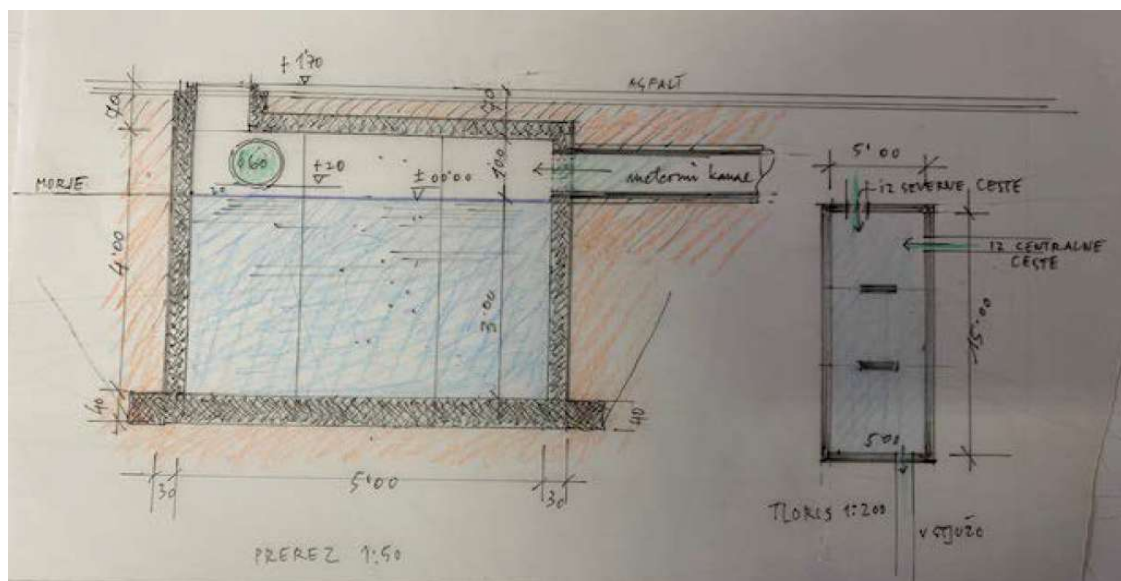
5 B+K+T-V	1.629,7	1,82 OK
-----------	---------	---------

F(MSU)	2.797,5 kN	
sig(MSU)	37,3 kPa	Obremenitev objekta
	45,0 kPa	Razbremenitev-izkop
	-7,7 kPa	NI dodatne obremenitve set=0 !

FAZE DEL	Varnost	
	brez kril	s krili
Izveden bazen z vodo	>1.5	>1.5
Izveden bazen brez vode	<1	>1.5
Bazen med gradnjo brez vode	<1	>1.5

Obremenitev tal

A	75 m ²
F	2.798 kN
σ _{tal}	37,3 kPa



VODOHRAM STRUNJAN

Sheet pile wall

Larssen 604 n

Calculation basis:

Active ep according to: DIN 4085

Equivalent ep coefficient k_{ah} [-] = 0.200

Passive ep according to: Streck

Section length automatic and degree of fixity from 1.000

Req. section length = 6.46

Req. embedment depth = 2.16

η (passive) = 1.50

Sum V < 0 (not met)/ η = 0.62

Soil	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c(a) [kN/m ²]	c(p) [kN/m ²]	δ/ϕ active	δ/ϕ passive	Designation
	19.0	19.0	30.0	1.0	1.0	0.667	-0.667	NASIP
	18.0	8.0	25.0	1.0	1.0	0.667	-0.667	MH CH
	17.0	7.0	21.0	1.0	1.0	0.667	-0.667	ML CL
	19.0	9.0	35.0	50.0	10.0	0.667	-0.667	PREPERINA
	21.0	21.0	45.0	100.0	0.0	0.667	-0.667	HRIBINA

6

4

2

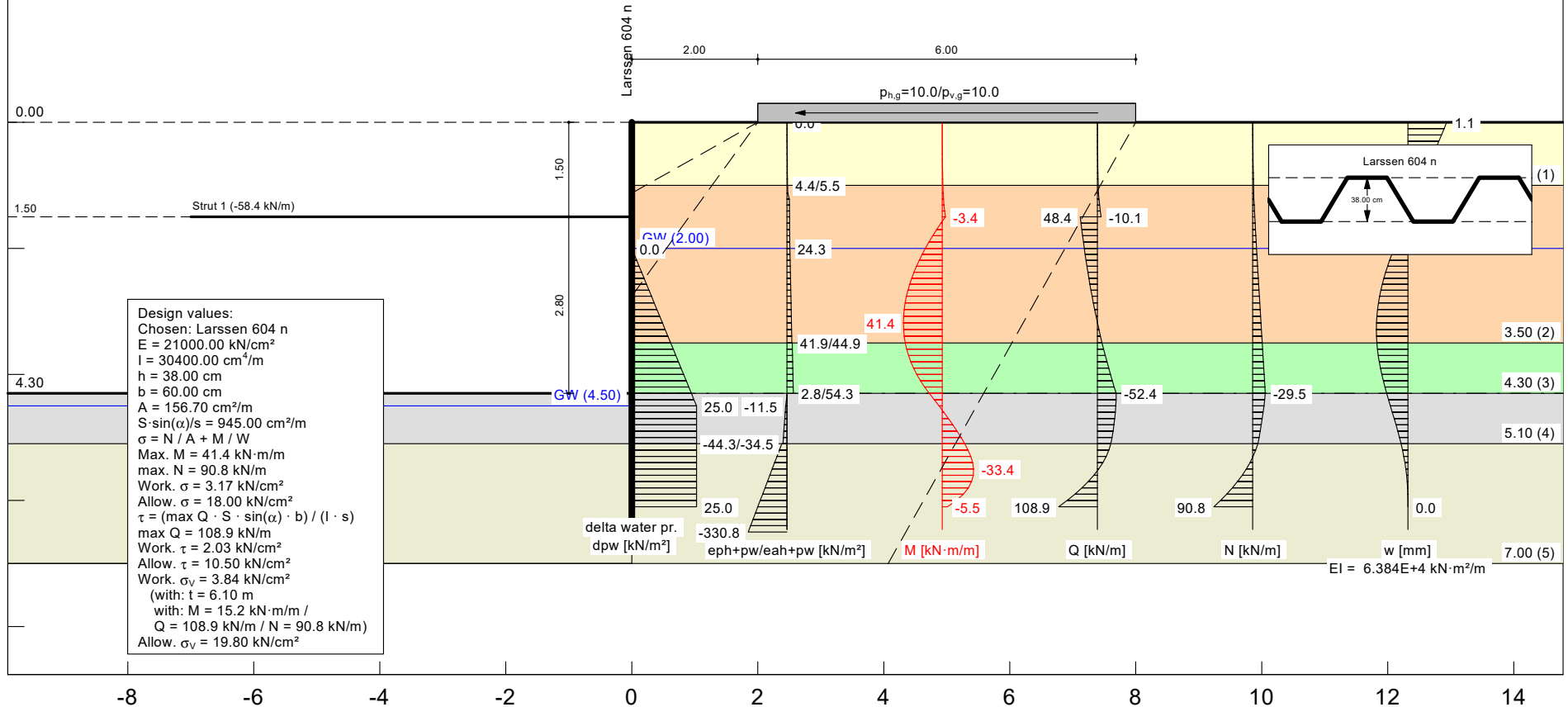
0

-2

-4

-6

-8



Design values:

Chosen: Larssen 604 n

E = 21000.00 kN/cm²

I = 30400.00 cm⁴/m

h = 38.00 cm

b = 60.00 cm

A = 156.70 cm²/m

S · sin(α)/s = 945.00 cm²/m

σ = N / A + M / W

Max. M = 41.4 kN·m/m

max. N = 90.8 kN/m

Work. σ = 3.17 kN/cm²

Allow. σ = 18.00 kN/cm²

τ = (max Q · S · sin(α) · b) / (I · s)

max Q = 108.9 kN/m

Work. τ = 2.03 kN/cm²

Allow. τ = 10.50 kN/cm²

Work. σ_v = 3.84 kN/cm²

(with: t = 6.10 m

with: M = 15.2 kN·m/m /

Q = 108.9 kN/m / N = 90.8 kN/m)

Allow. σ_v = 19.80 kN/cm²

EI = 6.384E+4 kN·m²/m

Sheet pile wall

=====

Global safety factor concept (DIN 1054 old)

VODOHRAM STRUNJAN

All heights are with reference to the wall top.

Max. subdivisions to excavation base: 0.100

Max. subdivisions below excavation base: 0.100

Excavation level = 4.30 m

Groundwater level (right) = 2.00 m

Groundwater level (left) = 4.50 m

Water pressure set to '0.0' if directed to earth side.

Distributed load $p = 0.00 \text{ kN/m}^2$ As liveslast

Area loads

Active earth pressure for area loads was used

No.	sig(v)	sig(h)	x(left)	x(right)	Depth
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]
1	10.00	10.00	2.00	8.00	0.00

Load ordinates for area loads from horizontal loading

No.	y(top)	y(centre)	y(bottom)	p(top)	p(centre)	p(bottom)	Type
[-]	[m]	[m]	[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	
1	1.12	2.76	14.25	9.14	8.01	0.00	2

Load ordinates area loads (active compon.)

No.	y(top)	y(centre)	y(bottom)	p(top)	p(centre)	p(bottom)	Type
[-]	[m]	[m]	[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	
1	1.12	2.76	14.25	13.43	11.76	0.00	2

Type = 0 ==> rectangular distribution

Type = 1 ==> triangular distribution (max. central)

Type = 2 ==> triangular distribution (max. at top)

Type = 3 ==> trapezoid (top/bottom = 3:1)

Area loads not redistributed

Type of toe support:

Section length automatic and degree of fixity from 1.000 preset

Anchors and struts

Design value (struts) for LC 1 (1.35/1.50)

No.	y	Angle	Length	Normal	force	EA	EI
[-]	[m]	[°]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m ² /m]	
1	1.50	0.00	7.00	-58.44	2.100E+7	2.100E+7	Strut

Additionally for struts

Strut 1

Vertikallast [kN/m²/m]: 0.00

max M [kN·m/m]: 0.00

Connected to retaining wall with hinges

Opposite side jointed

x	y	wx	wy	N	Q	M
[m]	[m]	[mm]	[mm]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
-7.00	1.50	0.0	0.0	-58.44	0.00	-0.00
-6.30	1.50	-0.0	0.0	-58.44	0.00	-0.00
-6.30	1.50	-0.0	0.0	-58.44	0.00	-0.00
-5.60	1.50	-0.0	0.0	-58.44	0.00	-0.00
-4.90	1.50	-0.0	0.0	-58.44	0.00	-0.00
-4.20	1.50	-0.0	0.0	-58.44	0.00	-0.00
-3.50	1.50	-0.0	0.0	-58.44	0.00	-0.00
-2.80	1.50	-0.0	0.0	-58.44	0.00	-0.00
-2.10	1.50	-0.0	0.0	-58.44	0.00	-0.00
-1.40	1.50	-0.0	0.0	-58.44	0.00	-0.00
-0.70	1.50	-0.0	0.0	-58.44	-0.00	-0.00
0.00	1.50	-0.0	0.0	-58.44	-0.00	0.00

Soil properties

Layer	Base	gam	gam'	phi	c(akt)	c(pas)	d(a)/phi	d(p)/phi
[-]	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]	[°]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]
1	1.00	19.00	19.00	30.00	1.00	1.00	0.667	-
2	3.50	18.00	8.00	25.00	1.00	1.00	0.667	-
3	4.30	17.00	7.00	21.00	1.00	1.00	0.667	-
4	5.10	19.00	9.00	35.00	50.00	10.00	0.667	-0.667
5	7.00	21.00	21.00	45.00	100.00	0.00	0.667	-0.667

Active ep coefficient

Equivalent ep coefficient kah [-] = 0.200

determined after: DIN 4085

Layer	Base	kagh	kach	phi	delta	tetta
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]
1	1.00	0.279	0.921	30.000	20.01	55.98
2	3.50	0.346	1.043	25.000	16.67	53.00
3	4.30	0.409	1.151	21.000	14.01	50.61
4	5.10	0.224	0.813	35.000	23.34	58.94
5	7.00	0.140	0.623	45.000	30.01	64.81

Active ep ordinates

from	to	top	bottom	Water	pr.	Water	press.
[m]	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	oben[kN/m²]	bottom[kN/m²]		
0.000	1.000	0.000	4.386	0.00	0.00		
1.000	1.125	5.524	6.301	0.00	0.00		
1.125	1.500	6.301	8.635	0.00	0.00		
1.500	2.000	8.635	11.745	0.00	0.00		
2.000	2.095	11.745	12.956	0.00	0.95		
2.095	2.759	12.956	21.430	0.95	7.59		
2.759	3.076	21.430	25.485	7.59	10.76		
3.076	3.182	25.485	26.837	10.76	11.82		
3.182	3.500	26.837	30.893	11.82	15.00		
3.500	4.100	33.875	41.592	15.00	21.00		
4.100	4.300	41.592	44.164	21.00	23.00		
4.300	4.500	33.920	36.280	23.00	25.00		
4.500	5.100	36.280	37.360	25.00	25.00		
5.100	6.100	37.360	41.560	25.00	25.00		
6.100	7.000	41.560	45.340	25.00	25.00		

Passive ep coefficient.

determined after: Streck

FOS coefficient passive ep = 1.50

Layer	Base	kpgh	kpch	phi	delta	tetta
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]
4	5.10	6.511	6.196	35.000	-23.34	14.57
5	7.00	14.844	9.969	45.000	-30.01	7.18

Passive ep ordinates for FOS(p) = 1.50

from	to	top	bottom
[m]	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]
4.10	4.30	0.00	0.00
4.30	4.50	-41.31	-57.80
4.50	5.10	-57.80	-81.24
5.10	6.10	-91.04	-298.86
6.10	7.00	-298.86	-485.90

Resultant loading (h)orizontal und (v)ertical

Depth	h	v
[m]	[kN/m²]	[kN/m²]
0.00	0.00	1.23
1.00	4.39	2.83
1.00	5.52	2.88
1.12	6.30	3.12
1.50	21.68	7.72
2.00	24.28	8.50
2.09	25.39	8.55
2.76	33.19	8.90
3.08	36.92	9.06
3.18	38.16	9.12
3.50	41.89	9.28
3.50	44.87	8.68

4.10	51.98	8.96
4.30	54.34	9.05
4.30	2.79	-11.89
4.50	-11.55	-18.85
5.10	-34.52	-28.50
5.10	-44.32	-44.23
6.10	-248.96	-161.85

Internal forces

Depth [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kNm/m]	A(h) [kN/m]
0.00	-0.0	-0.0	0.0	
1.00	-2.0	-2.2	-0.7	
1.12	-2.4	-2.9	-1.1	
1.50	-5.0	-10.1	-3.4	-58.4
1.50	-5.0	48.4	-3.4	
2.00	-9.1	36.9	18.0	
2.09	-9.9	34.5	21.4	
2.76	-15.7	15.1	38.1	
3.08	-18.5	4.0	41.2	
3.18	-19.5	-0.0	41.4	
3.50	-22.4	-12.7	39.4	
4.10	-27.7	-41.8	23.3	
4.30	-29.5	-52.4	13.9	
4.50	-26.4	-51.5	3.4	
5.10	-12.2	-37.7	-24.1	
6.10	90.8	108.9	-5.5	

Displacement values

analysed with $EI = 6.384E+4 \text{ kNm}^2/\text{m}$

Depth [m]	w [mm]
0.00	1.1
1.00	0.4
1.12	0.3
1.50	-0.0
2.00	-0.4
2.09	-0.4
2.76	-0.8
3.08	-0.9
3.18	-0.9
3.50	-0.9
4.10	-0.7
4.30	-0.6
4.50	-0.5
5.10	-0.2
6.10	0.0

Rotation (theoretical toe) [°]

0.00000000

Maximum values

Maximum moment = 41.4 kNm/m

Maximum shear force = 108.9 kN/m

Maximum normal force = 90.8 kN/m

Maximum displacement = 1.1 mm

Wall top rotation = 0.04 °

Verification pile wall

Chosen: Larssen 604 n:

$E = 21000.00 \text{ kN/cm}^2$

$I = 30400.00 \text{ cm}^4/\text{m}$

$h = 38.00 \text{ cm}$

$b = 60.00 \text{ cm}$

$A = 156.70 \text{ cm}^2/\text{m}$

$S \sin(\alpha p)/s = 945.00 \text{ cm}^2/\text{m}$

$\sigma = N/A + M/W$

Max. $M = 41.4 \text{ kNm/m}$

Max. $N = 90.8 \text{ kN/m}$

Working $\sigma = 3.17 \text{ kN/cm}^2$

Allow. $\sigma = 18.00 \text{ kN/cm}^2$

Verification with corresp. values:

Maximum at a depth of 3.08 m
Working sigma = 2.71 kN/cm²
w,k = -0.9 mm
N = -19.48 kN/m
M = 41.41 kN·m/m

$\tau = (\max Q \cdot S \cdot \sin(\alpha) \cdot b) / (I \cdot s)$
max Q = 108.9 kN/m
vorh tau = 2.03 kN/cm²
zul tau = 10.50 kN/cm²
vorh sigma(v) = 3.84 kN/cm²
(with: t = 6.10 m
mit: M = 15.20 kN·m / Q = 108.92 kN / N = 90.83 kN)
zul sigma(v) = 19.80 kN/cm²

Maximum moment = 41.4 kN·m/m (depth = 3.18 m)
Corresp. values: N = -19.5 kN/m; Q = -0.0 kN/m; w = 0.9 mm

Maximum shear force = 108.9 kN/m (depth = 6.10 m)
Corresp. values: N = 90.8 kN/m; M = -5.5 kN·m/m; w = 0.0 mm

Maximum normal force = 90.8 kN/m (depth = 6.10 m)
Corresp. values: Q = 108.9 kN/m; M = -5.5 kN·m/m; w = 0.0 mm

Maximum displacement = 1.1 mm (depth = 0.00 m)
Corresp. values: N = -0.0 kN/m; Q = -0.0 kN/m; M = -0.0 kN·m/m

Increase of embedment depth by 20.00 %
Embedment depth tg = 2.16 m
Section length = 6.46 m

Verification sum V
Force values in kN/m
The sign is positive if forces
is directed downwards.
Pv = 0.00
Eav = 23.42 (Eah = 81.29)
Epv - 0.5 · Cv = -98.11 (Eph = 203.02)
Epv = -112.70
Ch = 108.92
Cv = Ch · tan(15.0°) = 29.18

G = 7.95
Specific weight = 7.85 g/cm³
Sum V = -37.55 (tension)
Condition: Sum V = Pv + G + Eav + (Epv - 0.5 · Cv) + 0.5 · Cv >= 0.0
is not met!

Horizontal water pressure determined classically.

Required hydraulic heave FOS = 1.50
Minimum hydraulic heave FOS = 3.61
Layer base = 5.10

Verification of buoyancy FOS not needed!

Verification of heave safety
Required Heave FOS = 1.50
Minimum Heave FOS = 29.71
Width = 1.06 m
Weight G = 95.78 [kN/m]
Eav (delta = 2/3 · phi) = 58.16 [kN/m]
Cohesive force K = 180.30 [kN/m]
Bearing cap. load Pg = 2607.09 [kN/m]
FOS = (Pg + Eav + K)/G