CESTAL, INŽENIRING IN SVETOVANJE, D.O.O.
Podpeška cesta 209, Vnanje Gorice
1351 Brezovica pri Ljubljani
MOBI: 041 665 271
E-mail: cestal.doo@gmail.com

GEOMEHANSKO POROČILO:	o sestavi tal, temeljenju, odvodnji meteornih vod in erozijskih razmerah za gradnjo zdravstvenega doma Podpeč
Lokacija:	parceli št. 913/16 in 916/15 obe k.o. Preserje
Naročnik:	Občina Brezovica Tržaška cesta 390 1351 Brezovica
Kontaktna oseba:	
Naročilo/pogodba:	Naročilnica št. 24031 z dne 25.1.2024
Številka poročila:	078/2024-CE
Datum:	12.02.2024

Pripravil: **Ciril Erbežnik**, univ. dipl. inž. grad.

CIRIL ERBEŽNIK
univ. dipl. inž. grad.
IZS G-1993

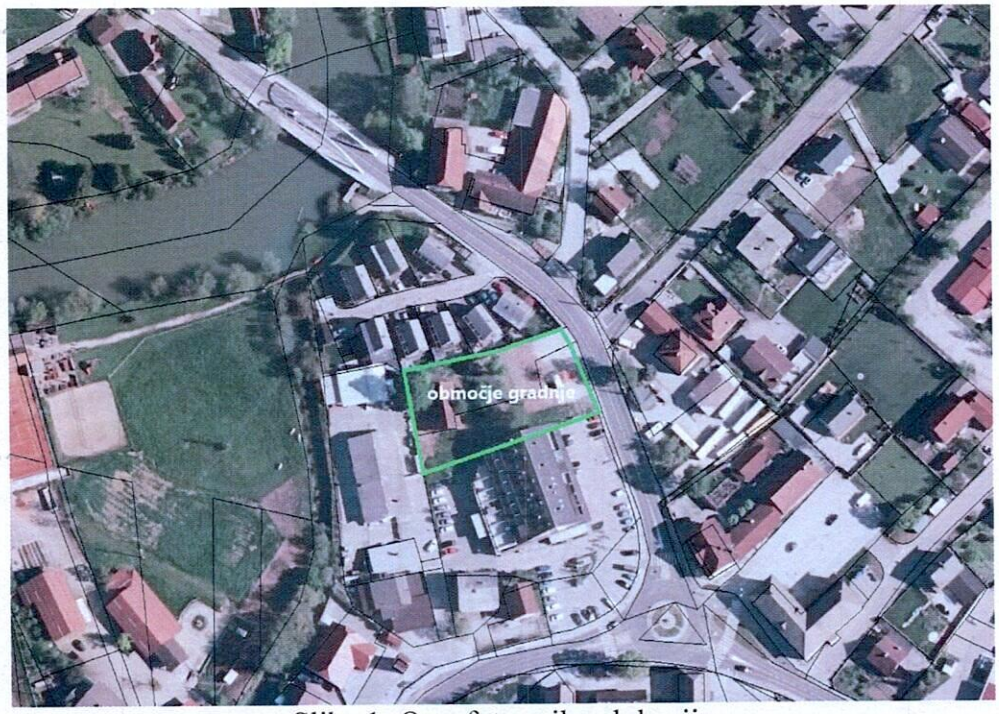
Direktor: **Gregor Erbežnik**

CESTAL d.o.o.

Poročilo se sme reproducirati samo v celoti. Rok za reklamacije je 15 dni od izdaje poročila. Skupno število strani:26; Priloga:20

1. UVOD

Po naročilu predstavnice investitorja, občine Brezovica, smo izdelali geomehansko poročilo o sestavi tal, temeljenju, odvodnji meteornih vod in erozijskih razmerah za gradnjo novega zdravstvenega doma na parcelah št. 913/16, 916/15, obe k.o. Preserje, v naselju Podpeč. Skladno s SIST EN 1997-1 Evrokod 7: Geotehnično projektiranje – Del 1 : Splošna pravila (EC7) lahko uvrstimo objekt v geotehnično kategorijo 1. Geotehnična kategorija 1 vključuje relativno preproste konstrukcije za katere je možno zagotoviti, da bo osnovnim zahtevam za temeljenje zadovoljeno na osnovi izkušenj in enostavnih geotehničnih preiskav.
Na lokaciji predvidene gradnje smo izvedli sondiranje tal s preiskavo dveh CPTu preiskav do nosilne podlage.



Slika 1: Orto foto prikaz lokacije

2. SESTAVA TAL

S terenskimi preiskavami je ugotovljeno, da do globine 7,2 m prevladujejo izraziti, zelo stisljivi barjanski sedimenti, z zelo slabimi srtižnimi karakteristikami, s tem, da se na globini 5,9 m pojavi plast peska v debelini cca 50 cm do 60 cm. Od globine 7, 2 m sledi dolomitni prod, ki je v debelini cca 1 m še nekoliko zameljen, globlje pa vse bolj kompakten. Nivo talne vode niha glede na količino padavin, ob intenzivnem deževju lahko sega do površja.

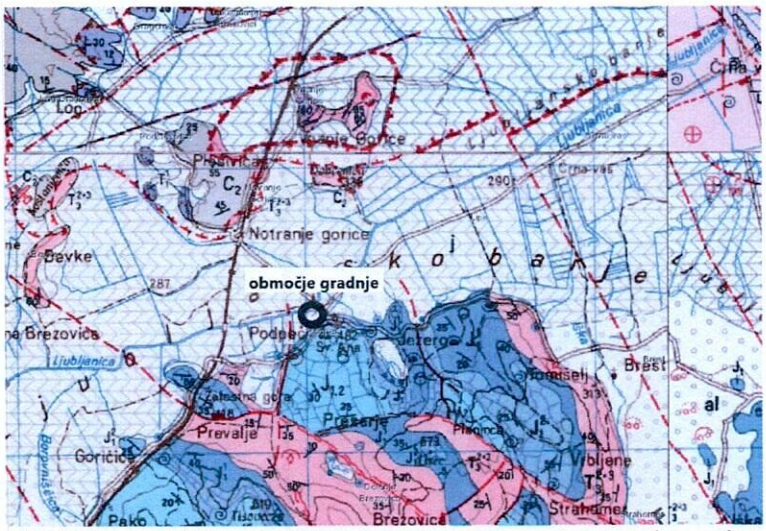
Karakteristike posameznih slojev:

Opis plasti	Modul stisljivosti	Strižni kot	Nedrenirana strižna trdnost	Koeficient vodoprepustnosti
	(MPa)	(°)	(kPa)	(m/s)
Gruščnat nasip (0,0m- 2m)				
Glina in melj (2m-8m)	2,8-3,2		21	$4*10^{-9}$
Glina in melja (8m-17,2m)	1,0		20	$7\text{-}9*10^{-10}$

Zaglinjen pesek in melj (17,2m-22,8)	**11,4**		**79-82**	**$5*10^{-7}$**
Glina (22,8m-27m)	**2,3**		**42-47**	**$1*10^{-9}$**
Glina z gruščem (27m-28,5m oz. 29,8m)	**5,7-9,1**		**69-71**	**$3*10^{-8} – 4*10^{-9}$**

3. INŽENIRSKO GEOLOŠKE RAZMERE IN OBLIKA POVRŠJA

Obravnavana lokacija se nahaja pod vznožjem Krimskega hribovja, na desnem bregu Ljubljanice, v naselju Podpeč. Področje gradnje predstavljajo ravno, utrjeno površino, kjer je nad hribinsko podlago odložena debelejša plast jezersko – barjanskih sedimentov. Tla so izrazito stisljiva, zato je potrebno objekte temeljiti globoko, s prenosom obtežbe na nosilna tla. Območje gradnje predstavlja južni rob Ljubljanskega Barja.



Slika 2: Izsek iz geološke karte za obravnavano območje

4. SEIZMIČNOST TERENA

Skladno s SIST EN 1998-1: 2004 Evrokod 8: 'Projektiranje potresno odpornih konstrukcij - del 1: Splošna pravila, potresni vplivi in vplivi na stavbe', na osnovi geološke karte in karte tipa tal za mestno občino Ljubljana se tla uvrščajo v razred S1. To pomeni, da so v tleh odloženi sedimenti mehke gline in melja z visokim indeksom plastičnosti. Hitrost strižnega valovanja zemljine je manjša od 100 m/s. Pospešek tal je določen za povratno dobo 475 let, ki ustreza 90 % verjetnosti, da vrednost ne bo presežena v 50 letih, kar je predvidena življenjska doba navadnih objektov. Povratna doba je povprečen čas med prekoračitvami vrednosti pospeška tal na dani lokaciji. Vrednost pospeška tal velja za tla tipa A oz. trdna tla. Po EC8 je tip tal A skala ali druga geološka formacija, v kateri je hitrost strižnega valovanja vsaj 800 m/s in na kateri je največ 5 m slabšega površinskega materiala. Za druge tipe tal je treba pospešek tal pomnožiti z ustreznim koeficientom tal S. Obravnavano področje spada v območje z vrednostjo končnega projektnega pospeška tal a_g = 0,250g*2,55= 0,6375g.



Slika 3: Projektni pospešek tal na lokaciji gradnje

5. TEMELJENJE

Glede na sestavo tal, bo potrebno objekt zdravstvenega doma temeljiti na armirano betonskih pilotih, ki bodo segali do hribinske podlage apnenca, ki se pojavi na globini cca 29,8 m pod koto obstoječega terena. Ocenjeno je, da se glede na lokacijo izvedenih preiskav, na območju gradnje, globina podlage poveča še za cca 1m.

Izračun nosilnosti pilotov

Glede na to, da bodo piloti segali v nepodajno podlago, pri izračunu nosilnosti upoštevamo le nosilnost pilota na konici.

Pri izračunu upoštevamo, da je tlačna trdnost hribine apnenca, v katero bodo zabiti piloti večja od 30 MPa.

$q_b = 0{,}3 * q_u = 10$ MPa

$R_d = q_b * Ab / \gamma_{M} * \gamma_{R,c}$

Projektna nosilnost Rd je izračunana z upoštevanjem delnih faktorjev varnosti po EC7, projektni pristop 2:

$\gamma_M = 1{,}3$ modelni faktor

$\gamma_{R,c} = 1{,}1$ faktor za tlačno obremenjene pilote

Preglednica1: Projektna nosilnost pilotov (Rd v kN)

Dimenzije pilota (cm)	
30 x 30	40 x 40
629	**1119**

Projektna nosilnost pilotov Rd mora biti večja od faktorirane projektne obremenitve Vd kritične kombinacije obtežb.

Pri izračunu nosilnosti pilotov je upoštevana samo nosilnost na nogi brez trenja po plašču.

Posedki

Glede na sestavo tal, način temeljenja in obremenitev tal bodo posedki zanemarljivi.

6. UREDITEV ZUNANJIH POVRŠIN

Na območju gradnje je izvedeno debelejše nasutje gruščnatega materiala in so po podatkih geomehanskih raziskav tla pod nasipom že nekoliko prekonsolidirana. Območje zunanjih povoznih površin ni potrebno stabilizirati z globokim temeljenjem temveč se lahko utrditev izvede z gruščanim nasutjem v skupni debelini 80 cm.

7. EROZIJA

Erozija zemljin lahko nastane, kadar intenzivnost padavin preseže infiltracijsko sposobnost prsti in nastane površinski odtok. Erozivnost je odvisna od hipnosti padavin in s tem nastalega vodnega toka ter odpornosti podlage nanj.

Ločimo sledeče tipe erozij: (Blaž Komac, ZRC-SAZU):

1 Površinsko erozijo (medžlebična erozija)
Posledica dežne erozije in ploskovne erozije površinskega vodnega toka, ki poteka, preden se voda združi v curke in deluje globinsko.

2 Žlebičasta erozija
Globinska erozija, pri kateri voda, združena v curke, vrezuje erozijske žlebiče globoke največ 30 cm in več metrov dolge vdolbine v pobočju.

3 Jarkovna erozija
Globinska erozija, pri kateri z združevanjem erozijskih žlebičev nastajajo več metrov globoki in več deset metrov dolgi erozijski jarki.

4 Cevičenje : nastane zaradi tokov vode v preperini, ki so vzporedni s pobočjem. Pri tem voda odnaša delce, v preperini nastajajo vedno večji kanali oziroma »cevi«. Po navadi nastajajo v manj odpornem spodnjem sloju preperine pod bolj stabilnim zgornjim slojem.

Na obravnavani lokaciji je možna; 1 površinska erozija.

Za preprečitev nastanka erozijskih poškodb bo potrebno upoštevati sledeče:

- Pri gradnji bo z gradbeno mehanizacijo odstranjen vegetacijski pokrov. S tem se bo povečala erozijska ranljivost na nepokritih odkopih in na nasutjih materiala. Pred odnašanjem drobnega materiala je potrebno vsa odlagališča nakopanega materiala zaščititi pred zdrsom in okoli odlagališča izkopati začasne odtočne jarke.

Izvajalec med gradnjo zagotovi naslednje omilitvene ukrepe:

- Preperinski pokrov z rodovitnim delom se deponira na predhodno določena mesta.
- Pri gradnji je dovoljena le uporaba materialov, za katera obstajajo dokazila o njihovi neškodljivosti za okolje.
- Humus mora izvajalec del odstraniti, premestiti in deponirati tako, da je izključeno onesnaženje z gorivi in motornimi olji, oziroma z drugimi škodljivimi snovmi, predvsem pa mora poskrbeti, da v čim večjem obsegu obnovi humusni pokrov.
- Tla in podzemne vode sta medsebojno povezani prvini okolja, zato odpadnih vod ni dovoljeno odvajati v podtalje, oziroma jih je prej potrebno očistiti tako, da stopnja onesnaženosti ne presega mejnih vrednosti določenih v Uredbi o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda iz virov onesnaževanja.
- Vse odpadne gradbene vode je potrebno zadrževati in nadzorovati v bazenih zaradi nevarnosti nekontroliranega pronicanja v teren, bazeni morajo imeti usedalnike ter sistem potopnih sten in lovilcev olj, dovoljeni so samo izpusti z

opisanimi usedalniki očiščene gradbene vode, v primeru posegov v morfologijo strug je potrebna sprotna biotehnična sanacija.

Ukrepi po izgradnji:

- Vse brežine se vegetacijsko zaščiti,
- renaturacije brežin-(povračanje v naravna stanja)
- gospodarno ravnanje z odrivi in odkopi plodne zemlje.
- v času gradnje in eksploatacije objekta je potrebno vzdrževati dostopne poti, zasaditev eventuelnih odprtih brežin in omogočiti ustrezno odvodnjo in kanaliziranje meteornih vod.

8. ODVAJANJE METEORNE VODE

Raščena tla niso primerna za ponikanje meteornih vod. Vodo s strešnih površin in utrjenih površin zunanje ureditve naj se odvaja v odprt barjanski jarek, s tem, da se vodo s povoznih utrjenih površin predhodno prečistiti preko lovilca maščob.

9. HIDROLOŠKE RAZMERE

Obravnavana gradnja s hidrološkega vidika ne bo vplivala na sosednje objekte in ne bo povzročila spremembo vodnega režima. Območje predvidene gradnje, po podatkih ARSO, ni poplavno ogroženo na nivo 100 letnih vod.



Slika 7: Poplavna ogroženost območja gradnje (vir ARSO)

10. ZAKLJUČEK

Ocenjeno je, da je lokacija, kjer se predvideva gradnja zdravstvenega doma, z geomehanskega stališča primerna za gradnjo. Objekt zdravstvenega doma bo potrebno temeljiti na armirano betonskih pilotih.
Po izbranem načinu temeljenja (temeljna plošča ali pasovni temelji) in s strani statika podanih obremenitvah, se izdela načrt pilotiranja.

Obdelal:
Ciril Erbežnik, univ.dipl.inž.grad.

Priloge:

- Elaborat o CPTu sondiranju tal 20 listov

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

Borovnica: 8. 2. 2024
Arh. št: P04-02-24

ELABORAT O CPTu SONDIRANJU TAL na lokaciji predvidene gradnje novega zdravstvenega doma v Podpeči

Naročnik:
CESTAL d.o.o.
Podpeška cesta 209
1351 Brezovica pri Ljubljani

Marjan Filipič s.p.

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

Izdelava elaborata: Marjan Filipič

Terenske raziskave: Marjan Filipič

Milan Žerjal, u.d.i.geol. (Geogaia d.o.o.)

VSEBINA

T.1 UVOD **3**

T.2 POSTOPEK IN INTERPRETACIJA MERITEV **4**

T.3 KOMENTARJI IN UGOTOVITVE **5**

PRILOGE

G.1 do G.6 Rezultati sonde CPTu-1 (interpretacija CPeT-IT)

G.7 do G.12 Rezultati sonde CPTu-2 (interpretacija CPeT-IT)

G.13 Navzkrižna primerjava obeh sond (interpretacija CPeT-IT)

G.14 Relacije uporabljene v programu CPeT-IT

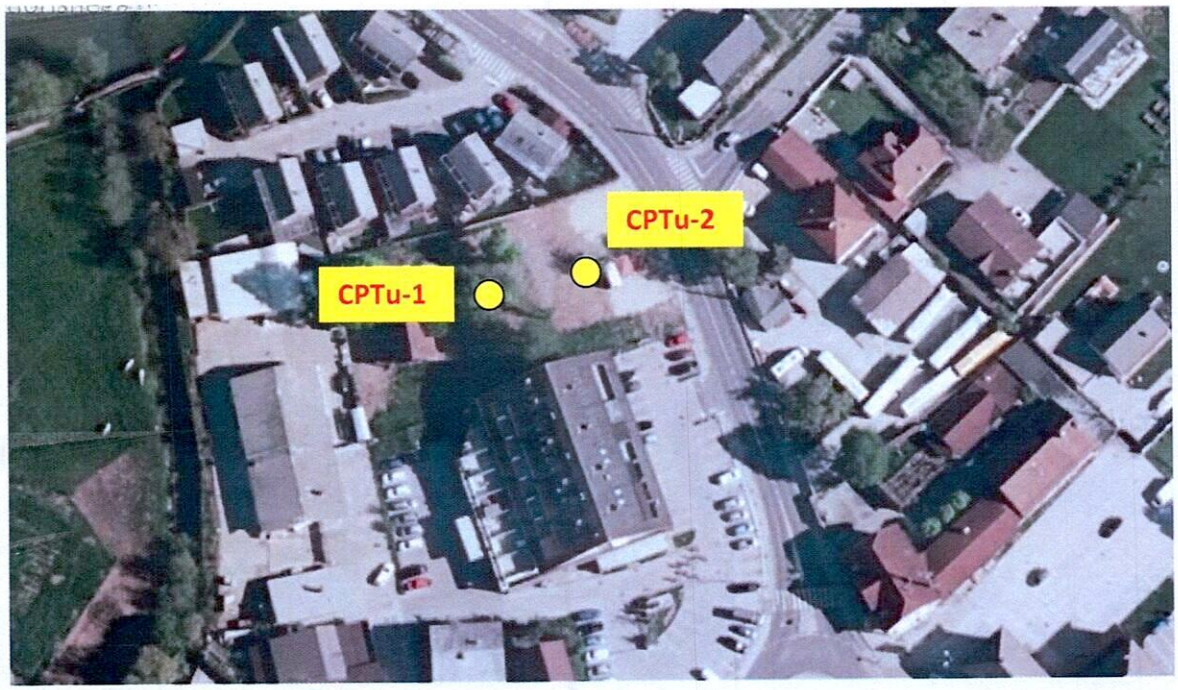
T.1 Uvod

V kraju Podpeč v občini Brezovica je predvidena gradnja novega zdravstvenega doma. Za potrebe raziskave in določitve nosilnosti tal, smo izvedli dve sondažni preiskavi s statičnim penetrometrom (CPTu).

Lokacije del nam je določil naročnik (CESTAL d.o.o.), mesta sondiranja pa so razvidna s tlorisnega prikaza na sliki 1 in fotodokumentacije na slikah 2 in 3. Sondirali smo do globine, ko je skupni odpor tal in trenja po drogovju že presegel reakcijo, ki smo jo lahko zagotavljali s sidranjem stroja, glede na obliko penetrograma pa smo že dosegli kamnito podlago.

Podajamo tudi okvirne koordinate preiskav (D96-SLO), ki niso v rangu geodetske natančnosti, pač pa povzete iz Atlasa okolja.

oznaka	x	y	z	Globina sonde (m)
CPTu-1	455052	92864	289.4	28.47
CPTu-2	455072	92871	289.4	29.84



Slika 1: Tlorisni pogled in mesta sondiranja

Vse v poročilu podane globine se nanašajo na koto stojišč ob preiskavah. Materiale oz. geomehansko klasifikacijo tal smo določili na osnovi CPTu interpretacije in geoloških arhivskih podatkov z bližnje okolice. Z vodo zasičena tla smo pri izvrednotenju rezultatov upoštevali na globini 1m pod površjem terena. Disipacijskih testov za natančnejšo analizo vode v tleh nismo izvajali.

Pripovršinsko se sicer na obravnavani lokaciji nahaja utrjen gramozni nasip. Ker ni primeren za CPTu preiskave, je bil predhodno prekopan, do globine 2m pa vstavljena plastična cev.



Slika 2: CPTu-1



Slika 2: CPTu-2

Preiskave smo izvedli skladno s standardom SIST EN ISO 22476-1:2013. V nadaljevanju podajamo postopke in interpretacije meritev.

T.2 Postopek in interpretacija meritev

Za preiskave smo uporabili merilno konico površine 10cm^2 proizvajalca Gouda Geo-Equipment, z oznako DP10-CFPTxy, 60159. Instrumentirana merilna konica nam omogoča:

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

Merilno konico smo preko drogovja vtiskali v zemljino s hitrostjo 2±0,5 cm/s. Merjene parametre s sonde ter oddajnika za globino smo preko elektronske enote spremljali na

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

Kabinetno obdelavo merjenih vrednosti smo izvedli s programsko opremo CPeT-IT (ver. 2.3.1.9).

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 in na prilogi G.14.

Izmerjene globine smo korigirali glede na odklone sonde. Rezultate CPTu sondiranja v grafični obliki z izvrednotenimi parametri tal podajamo v prilogah od G.1 do G.12.

V prilogi G.13 je navzkrižna primerjava obeh izvedenih sond.

T.3 KOMENTARJI IN UGOTOVITVE

V spodnjih sestavkih povzemamo na podlagi sondiranja ugotovljeno sestavo tal in pripadajoče geomehanske karakteristike.

Na obeh preiskanih mestih ugotavljamo identične razmere, z izjemo globljih odsekov ni večjih odstopanj od slojevitosti oziroma ugotovljene sestave tal.

Na podlagi izvrednotenja rezultatov pa podajamo sledečo sestavo tal in pripadajoče geomehanske karakteristike:

Nasip 0.0 m – ca. 2.0 m: je bil prekopan s sondažnim izkopom, sestava nasipa je poznana naročniku

Glina in melj; 2.0 m – 8.0 m: Pod nasipom je na tem odseku zaznati vpliv prekonsolidacije, zemljina je sicer pretežno v lahko do srednje gnetnem konsistenčnem stanju. Zaredi vpliva zgornje obtežbe nasipa, mehansko – deformacijske lastnosti rahlo upadajo z globino, v povprečju pa lahko za ta sloj zapišemo: **q_t = 0.42-0.47 MPa, c_u = 21-24 kPa, E_{oed} = 2.8-3.2 MPa, (po avtorju Mayne 2.1 MPa), k = 4*10^{-9}m/s** – iz SBT.

Glina in melj ; 8.0 m – 17.2 oz. 17.4 m: Sestava tal je podobna predhodnemu sloju, lahko so prisotne tudi organske zemljine, izvrednotene trdnostno – deformacijske lastnosti pa so nekoliko slabše: **q_t = 0.54 MPa, c_u = 20 kPa, E_{oed} = 1.0 MPa, k = 7-9*10^{-10} m/s** – iz SBT.

Prod; 17.2 oz. 17.4 m – 22.5 oz. 22.85m: zelo rahel do rahel sloj pretežno nekoherentnih zemljin na tem odseku smo opisali kot zaglinjen prod, lahko gre tudi za zaglinjene peske in melje; uporabljena programska oprema sloj sicer obravnava kot koherentno zemljino

ugotovljene lastnosti pa so: **q_t = 2.5 MPa, c_u = 79-82 kPa, E_{oed} = 24.3-27.6 MPa (po avtorju Mayne 11.4-11.8 MPa), k = 5*10^{-7} m/s** – iz SBT.

Do tega sloja gornjeležeče zemljine ne vsebujejo nobenih drenažno ugodnih vložkov.

Glina 22.5 oz. 22.85m – 26.0 oz. 27.1m: ta glina je pretežno težko gnetna, sloj je debelejši na lokaciji CPTu-1, za značilne karakteristike pa lahko zapišemo: **q_t = 1.1 MPa, c_u = 42-47 kPa, E_{oed} = 2.3-2.5 MPa, k = 1*10^{-9} m/s** – iz SBT.

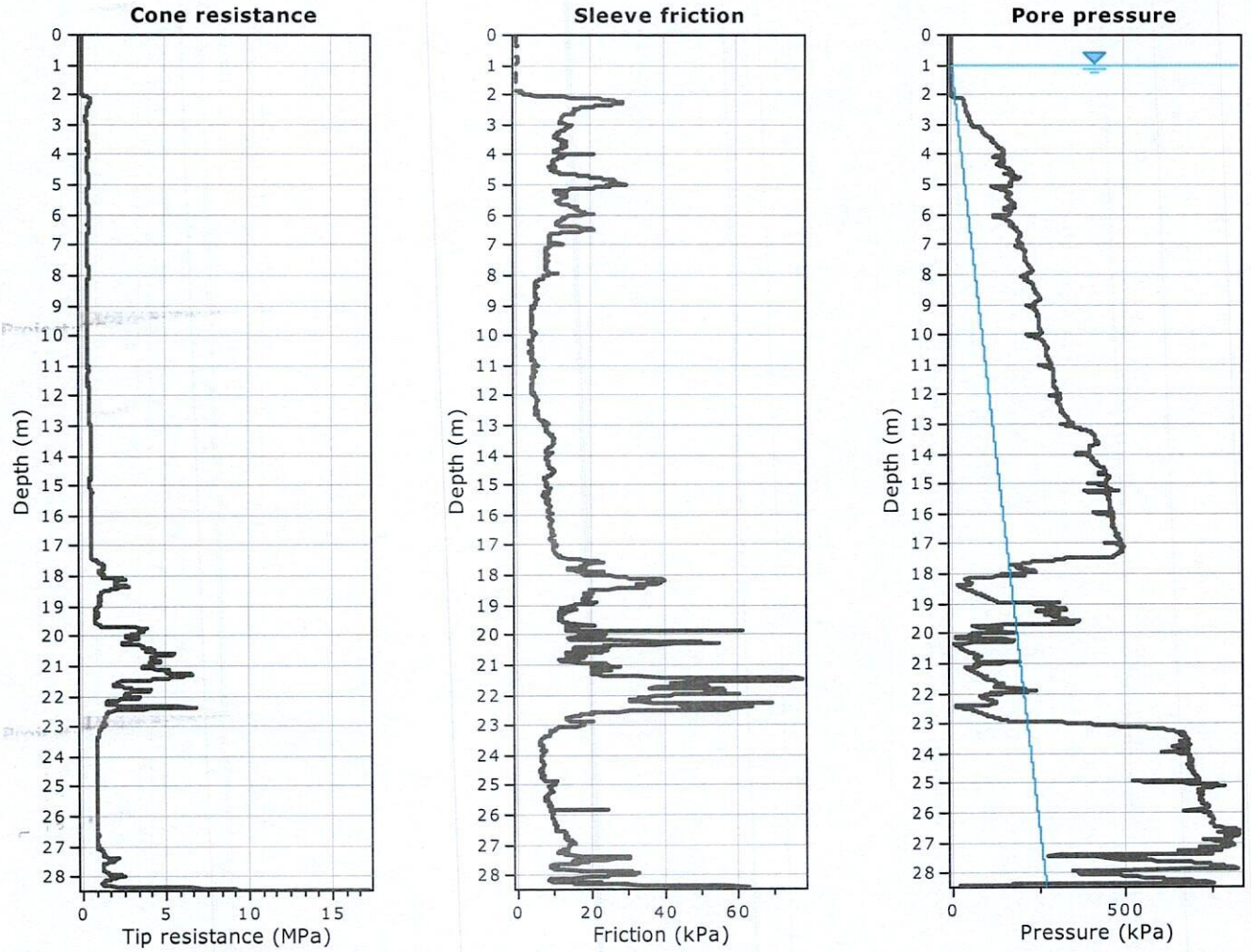
V zaključku sondiranja, t.j. nad podlago, ki je bila evidentirana na 28.5 oz. 29.8m, pa je zgoraj opisana **glina pomešana z gruščem**, kar izboljša trdnostno-deformacijske lastnosti. Za ta sloj, ki je nekoliko debelejši na CPTu-2 pa velja: **q_t = 1.6-1.9 MPa, c_u = 69-71 kPa, E_{oed} = 5.7-9.1 MPa, k = 3*10^{-8} - 4*10^{-9} m/s** – iz SBT.

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

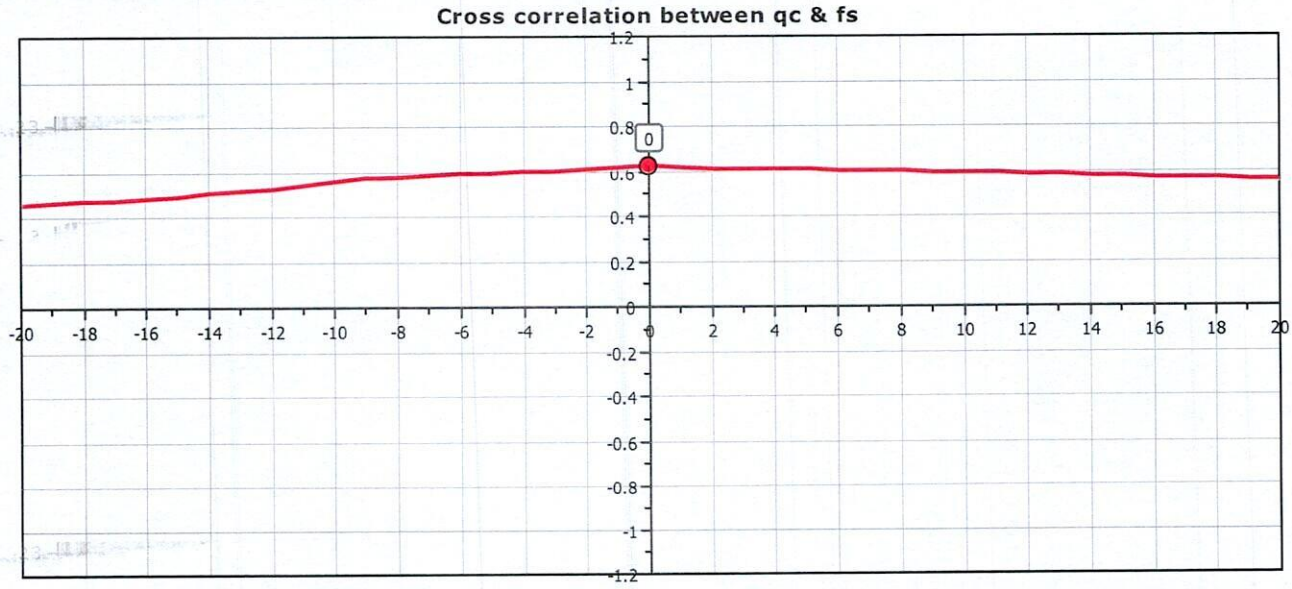
M-TEST, Marjan Filipič s.p.
Ulica bratov Mivšek 31
1353 Borovnica
+386 31 843 151 ; m-test@siol.net

CPT: CPTu-1
Total depth: 28.47 m, Date: 5. 02. 2024
Surface Elevation: 289.40 m
Coords: X:455052.00, Y:92864.00
Cone Type: DP10-CFPTxy
Cone Operator: M. Filipič

Project: ZD PODPEČ
Location:



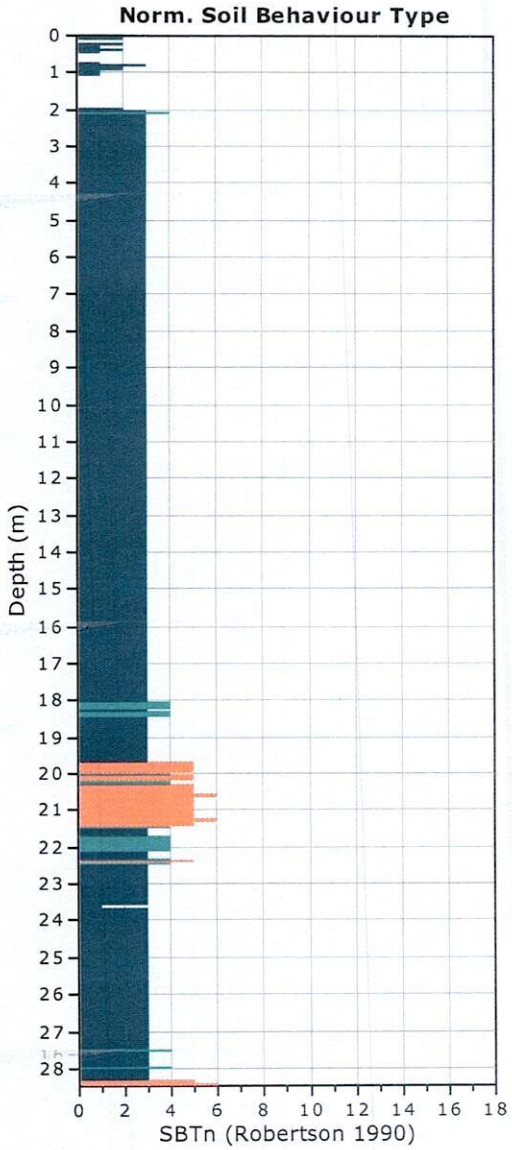
The plot below presents the cross correlation coeficient between the raw qc and fs values (as measured on the field). X axes presents the lag distance (one lag is the distance between two sucessive CPT measurements).

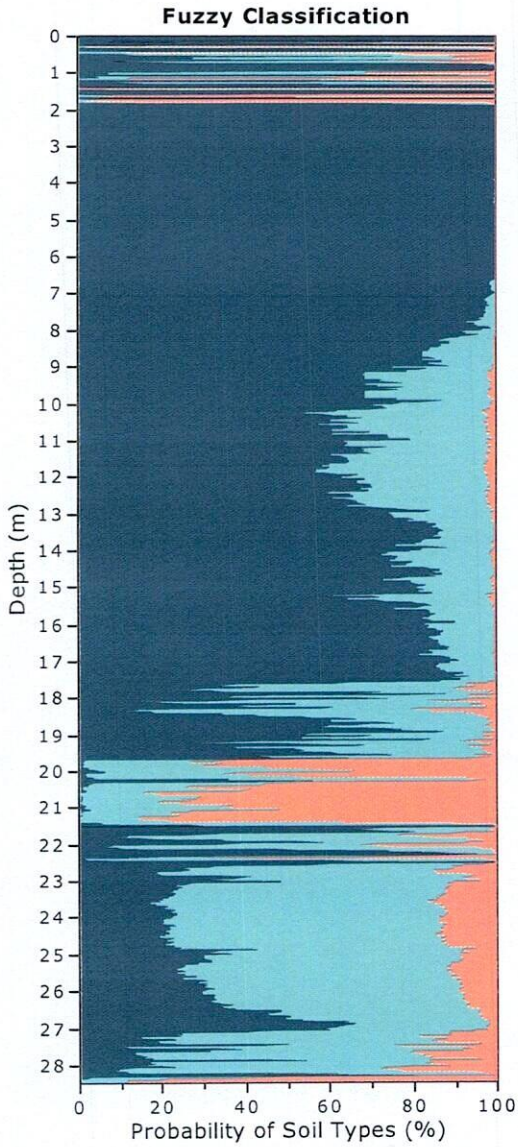


M-TEST, Marjan Filipič s.p.
Ulica bratov Mivšek 31
1353 Borovnica
+386 31 843 151 ; m-test@siol.net

CPT: CPTu-1
Total depth: 28.47 m, Date: 5. 02. 2024
Surface Elevation: 289.40 m
Coords: X:455052.00, Y:92864.00
Cone Type: DP10-CFPTxy
Cone Operator: M. Filipič

Project:ZD PODPEČ
Location:



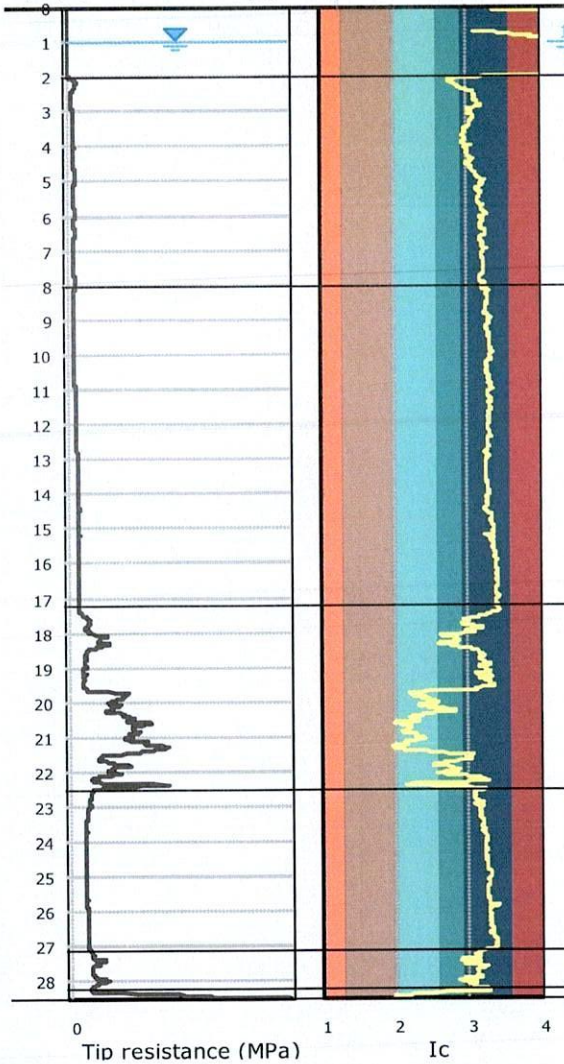


M-TEST, Marjan Filipič s.p.
Ulica bratov Mivšek 31
1353 Borovnica
+386 31 843 151 ; m-test@siol.net

CPT: CPTu-1
Total depth: 28.47 m, Date: 5. 02. 2024
Surface Elevation: 289.40 m
Coords: X:455052.00, Y:92864.00
Cone Type: DP10-CFPTxy
Cone Operator: M. Filipič

Project:ZD PODPEČ

Location:



Depth (m)	Description	qt (MPa)	Ksbt (m/s)	N1(60)	Es (MPa)	Dr	Phi (°)	M (MPa)	Go (MPa)	Su (kPa)	Su ratio	OCR	Gamma (kN/m³)
0.00	NASIP - ODSTRANJEN	0.0	3.33E-10	1.2	-	-	-	0.0	0.0	0.2	0.0	0.2	13.8
2.00	glina, melj, lg. kons.	0.4	4.00E-9	4.9	-	-	-	2.9	15.8	20.9	0.6	3.0	17.9
8.00	glina, org. glina, lg.-sg. kons.	0.5	8.87E-10	2.1	-	-	-	1.1	19.7	20.4	0.2	1.1	17.1
17.20	zaglinjen prod, zelo rah.- rah.	2.5	5.83E-7	5.5	-	-	-	29.8	53.1	82.9	0.5	2.8	19.4
22.50	glina, tg, kons.	1.1	1.33E-9	2.1	-	-	-	2.4	37.5	42.4	0.2	1.1	18.0
27.10	glina z gruščem, tg, kons.	1.6	4.28E-9	2.6	-	-	-	6.3	51.3	71.9	0.3	1.7	18.8
28.20	~~sanica ali podlaga~~	~~4.6~~	~~2.24E-6~~	~~6.8~~	~~79.3~~	~~32.3~~	~~33.2~~	~~62.7~~	~~75.7~~	-	-	-	~~19.9~~

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

CPT: CPTu-1
Total depth: 28.47 m, Date: 5. 02. 2024
Surface Elevation: 289.40 m
Coords: X:455052.00, Y:92864.00
Cone Type: DP10-CFPTxy
Cone Operator: M. Filipič

Project:ZD PODPEČ
Location:

Summary table of mean values

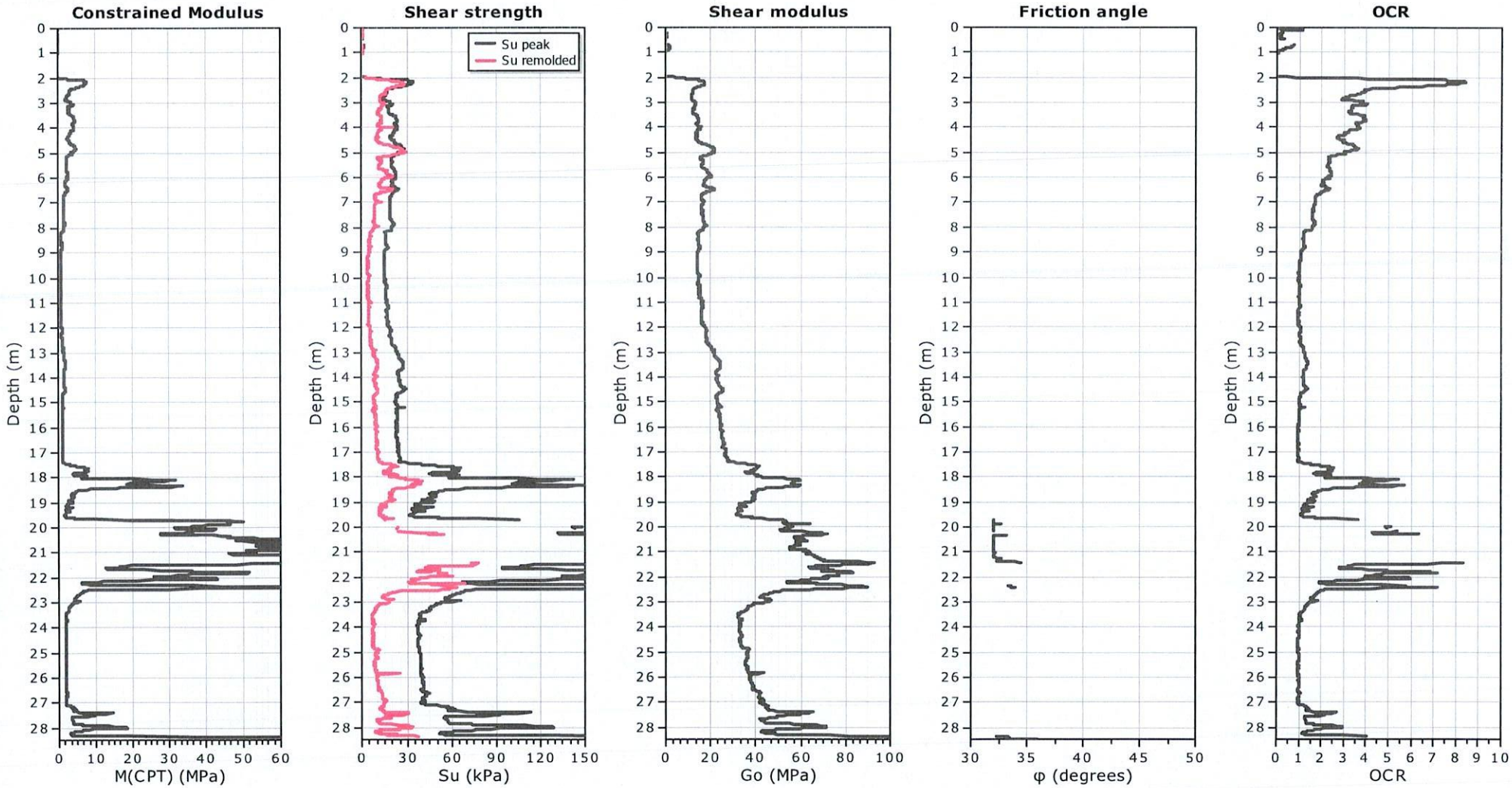
From depth To depth (m)	Thickness (m)	Permeability (m/s)	SPT_{N60} (blows/30cm)	E_s (MPa)	D_r (%)	Friction angle	Constrained modulus, M (MPa)	Shear modulus, G_0 (MPa)	Undrained strength, S_u (kPa)	Undrained strength ratio	OCR	Unit weight (kN/m^3)
0.00	2.00	3.33E-10	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.2	13.8
2.00		(±2.41E-10)	(±0.5)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±1.0)	(±0.8)	(±0.1)	(±0.3)	(±0.2)
2.00	6.00	4.00E-09	4.9	0.0	0.0	0.0	2.9	15.8	20.9	0.6	3.0	17.9
8.00		(±4.82E-09)	(±1.9)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±1.3)	(±2.7)	(±3.7)	(±0.3)	(±1.3)	(±0.5)
8.00	9.20	8.87E-10	2.1	0.0	0.0	0.0	1.1	19.7	20.4	0.2	1.1	17.1
17.20		(±1.57E-10)	(±0.3)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.3)	(±4.4)	(±4.1)	(±0.0)	(±0.1)	(±0.6)
17.20	5.30	5.83E-07	5.5	0.0	0.0	0.0	29.8	53.1	82.9	0.5	2.8	19.4
22.50		(±1.37E-06)	(±2.6)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±30.6)	(±15.8)	(±51.4)	(±0.3)	(±1.6)	(±0.8)
22.50	4.60	1.33E-09	2.1	0.0	0.0	0.0	2.4	37.5	42.4	0.2	1.1	18.0
27.10		(±7.12E-10)	(±0.4)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±1.1)	(±4.9)	(±7.7)	(±0.0)	(±0.3)	(±0.5)
27.10	1.10	4.28E-09	2.6	0.0	0.0	0.0	6.3	51.3	71.9	0.3	1.7	18.8
28.20		(±3.28E-09)	(±0.7)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±3.9)	(±8.8)	(±20.4)	(±0.1)	(±0.5)	(±0.6)
28.20	0.27	2.24E-06	6.8	79.3	32.3	33.2	62.7	75.7	0.0	0.0	0.0	19.9
28.47		(±4.71E-06)	(±4.7)	(±4.7)	(±5.7)	(±0.6)	(±66.7)	(±24.9)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±1.1)

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

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

Project:ZD PODPEČ
Location:

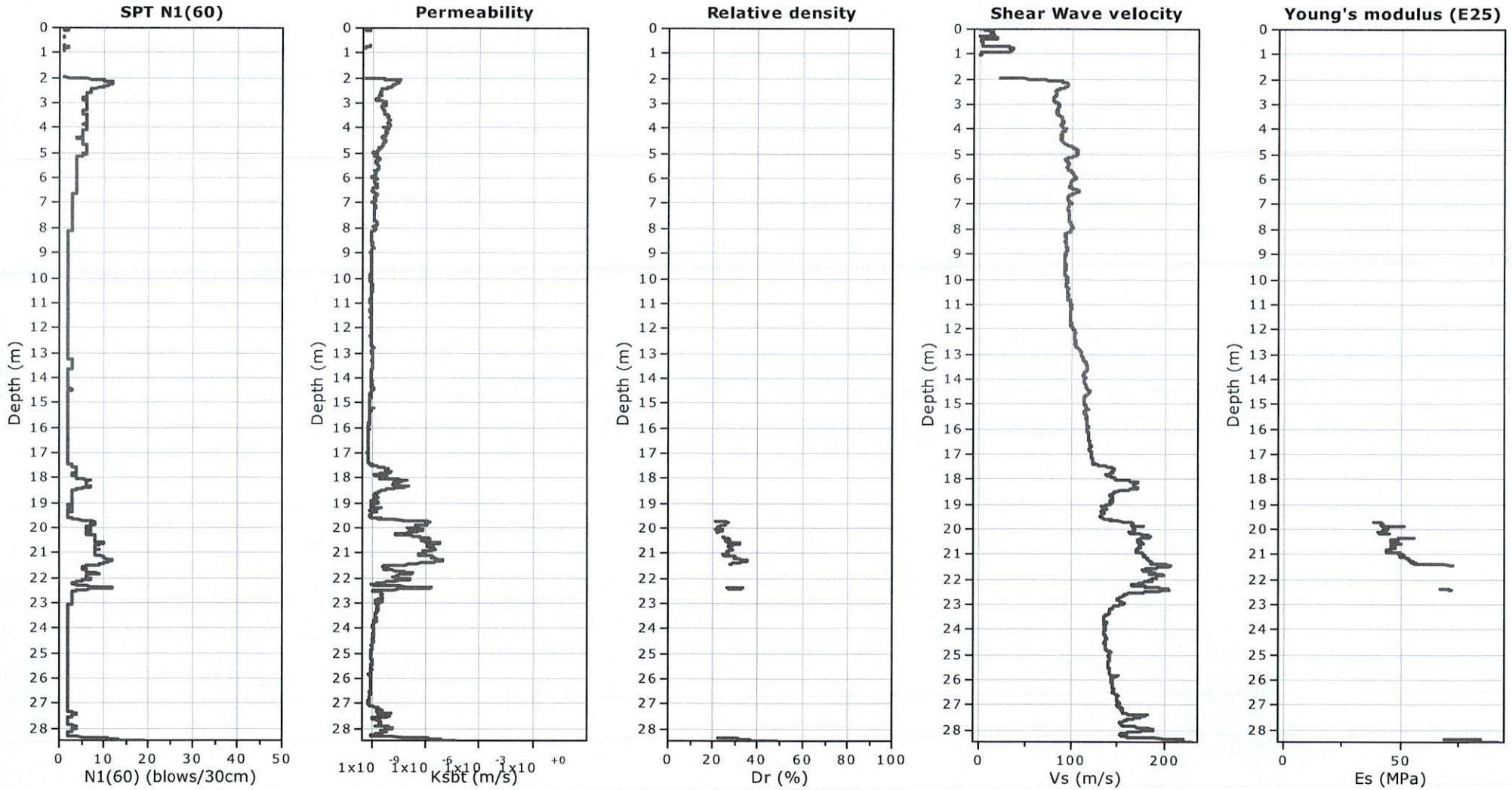
CPT: CPTu-1
Total depth: 28.47 m, Date: 5. 02. 2024
Surface Elevation: 289.40 m
Coords: X:455052.00, Y:92864.00
Cone Type: DP10-CFPTxy
Cone Operator: M. Filipič



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

Project:ZD PODPEČ
Location:

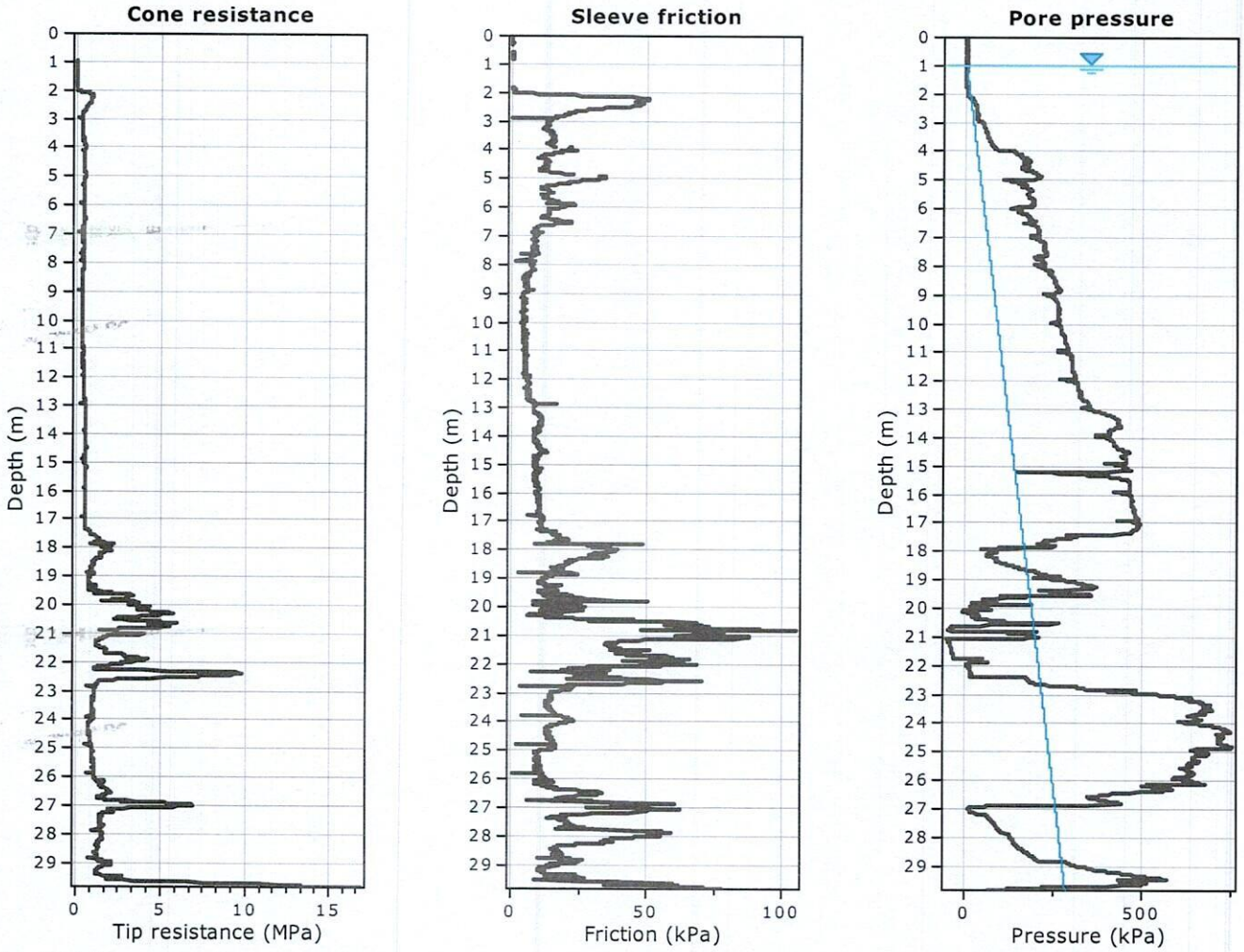
CPT: CPTu-1
Total depth: 28.47 m, Date: 5. 02. 2024
Surface Elevation: 289.40 m
Coords: X:455052.00, Y:92864.00
Cone Type: DP10-CFPTxy
Cone Operator: M. Filipič



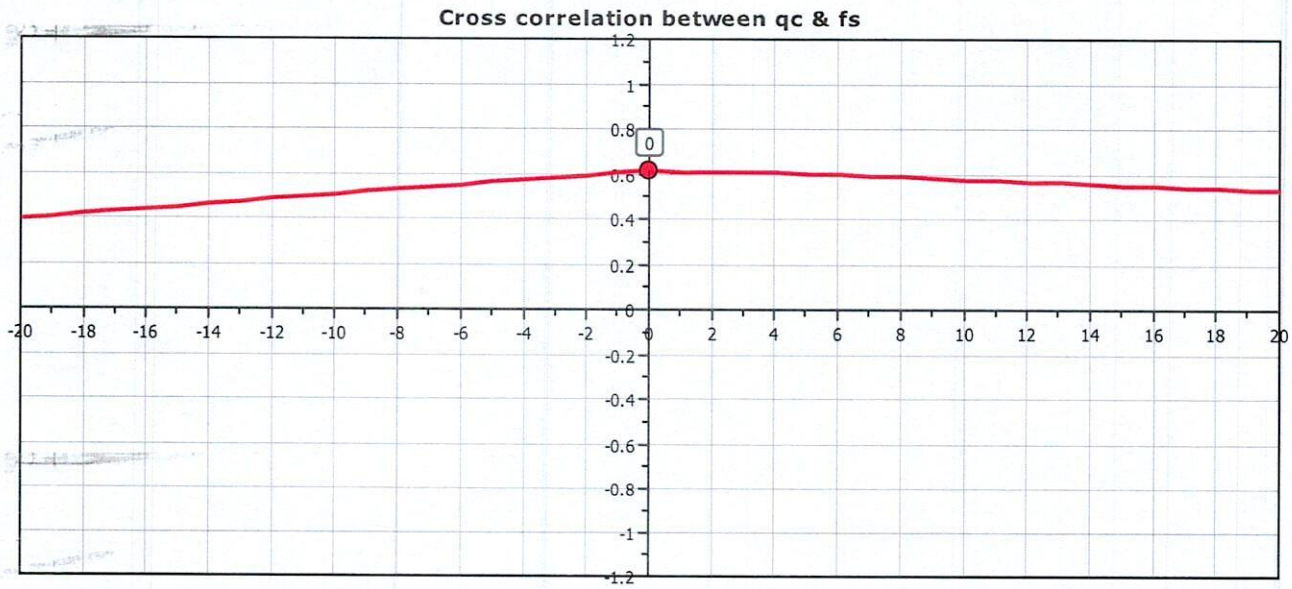
M-TEST, Marjan Filipič s.p.
Ulica bratov Mivšek 31
1353 Borovnica
+386 31 843 151 ; m-test@siol.net

CPT: CPTu-2
Total depth: 29.84 m, Date: 6. 02. 2024
Surface Elevation: 289.40 m
Coords: X:455072.00, Y:92871.00
Cone Type: DP10-CFPTxy
Cone Operator: M. Filipič

Project:ZD PODPEČ
Location:



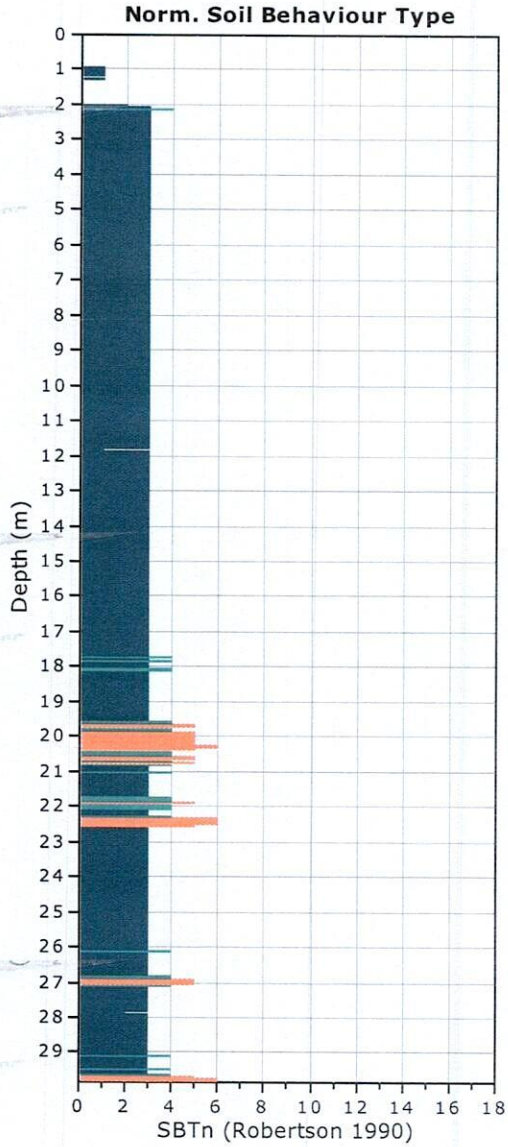
The plot below presents the cross correlation coeficient between the raw qc and fs values (as measured on the field). X axes presents the lag distance (one lag is the distance between two sucessive CPT measurements).

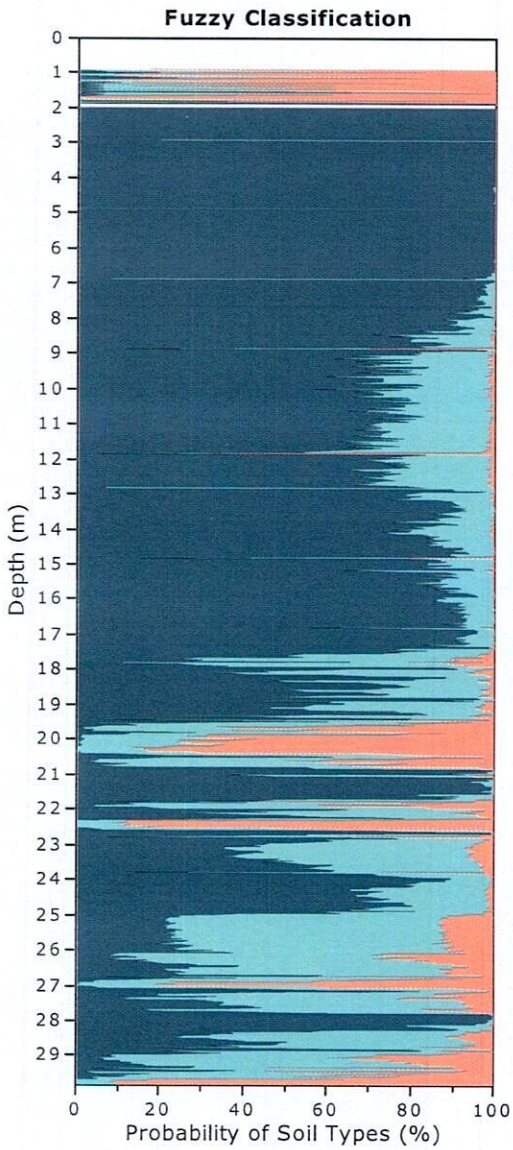


M-TEST, Marjan Filipič s.p.
Ulica bratov Mivšek 31
1353 Borovnica
+386 31 843 151 ; m-test@siol.net

CPT: CPTu-2
Total depth: 29.84 m, Date: 6. 02. 2024
Surface Elevation: 289.40 m
Coords: X:455072.00, Y:92871.00
Cone Type: DP10-CFPTxy
Cone Operator: M. Filipič

Project:ZD PODPEČ
Location:



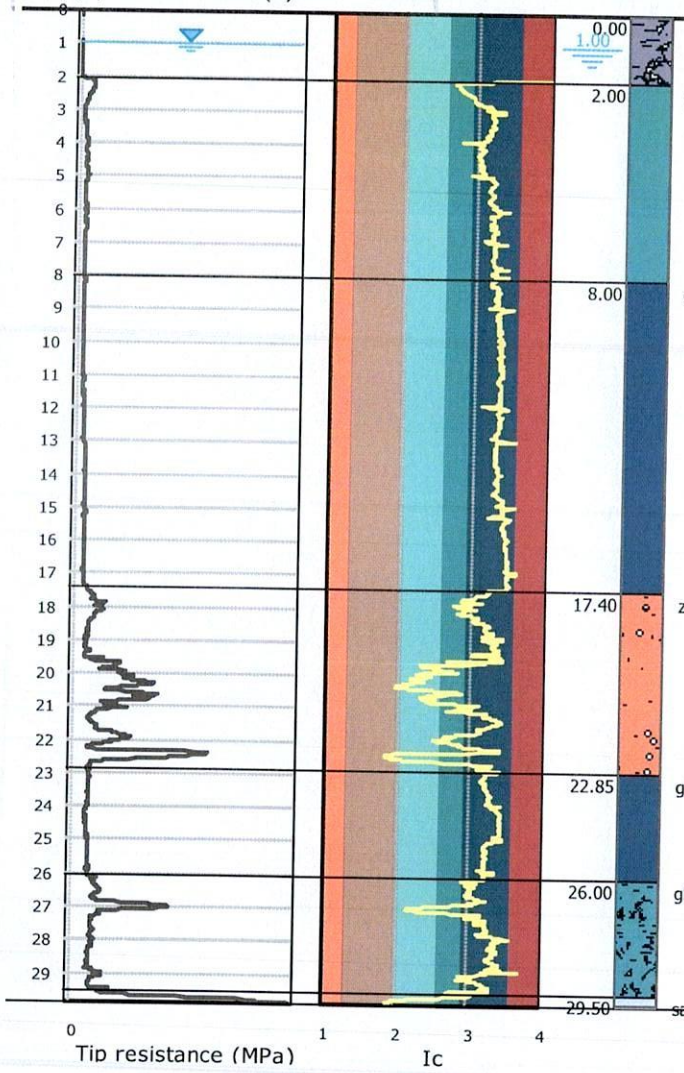


M-TEST, Marjan Filipič s.p.
Ulica bratov Mivšek 31
1353 Borovnica
+386 31 843 151 ; m-test@siol.net

CPT: CPTu-2
Total depth: 29.84 m, Date: 6. 02. 2024
Surface Elevation: 289.40 m
Coords: X:455072.00, Y:92871.00
Cone Type: DP10-CFPTxy
Cone Operator: M. Filipič

Project:ZD PODPEČ

Location:



Depth (m)	Description	qt (MPa)	Ksbt (m/s)	N1(60)	Es (MPa)	Dr	Phi (°)	M (MPa)	Go (MPa)	Su (kPa)	Su ratio	OCR	Gamma (kN/m³)
0.00	NASIP	0.0	-	-	-	-	-	0.1	0.0	0.3	0.0	0.1	16.0
2.00	glina, melj, lg-sg. kons.	0.5	4.68E-9	5.1	-	-	-	3.3	18.1	23.9	0.6	3.0	18.1
8.00	glina, org.glina, lg. -sg. kons.	0.5	7.60E-10	2.1	-	-	-	1.0	20.9	20.3	0.2	1.0	17.2
17.40	zaglinjen prod, zelo rah.-rah.	2.4	7.71E-7	5.3	-	-	-	26.1	57.2	82.6	0.5	2.6	19.6
22.85	glina tg. kons.	1.2	1.08E-9	2.1	-	-	-	2.5	41.6	44.5	0.2	1.1	18.4
26.00	glina z gruščem, tg. kons.	1.9	6.26E-8	3.2	-	-	-	11.0	59.1	73.1	0.3	1.6	19.3
29.50	~~samica ali podlaga~~	6.8	4.20E-6	9.1	94.0	36.8	34.0	99.6	97.1				20.6

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

Project:ZD PODPEČ
Location:

CPT: CPTu-2
Total depth: 29.84 m, Date: 6. 02. 2024
Surface Elevation: 289.40 m
Coords: X:455072.00, Y:92871.00
Cone Type: DP10-CFPTxy
Cone Operator: M. Filipič

Summary table of mean values

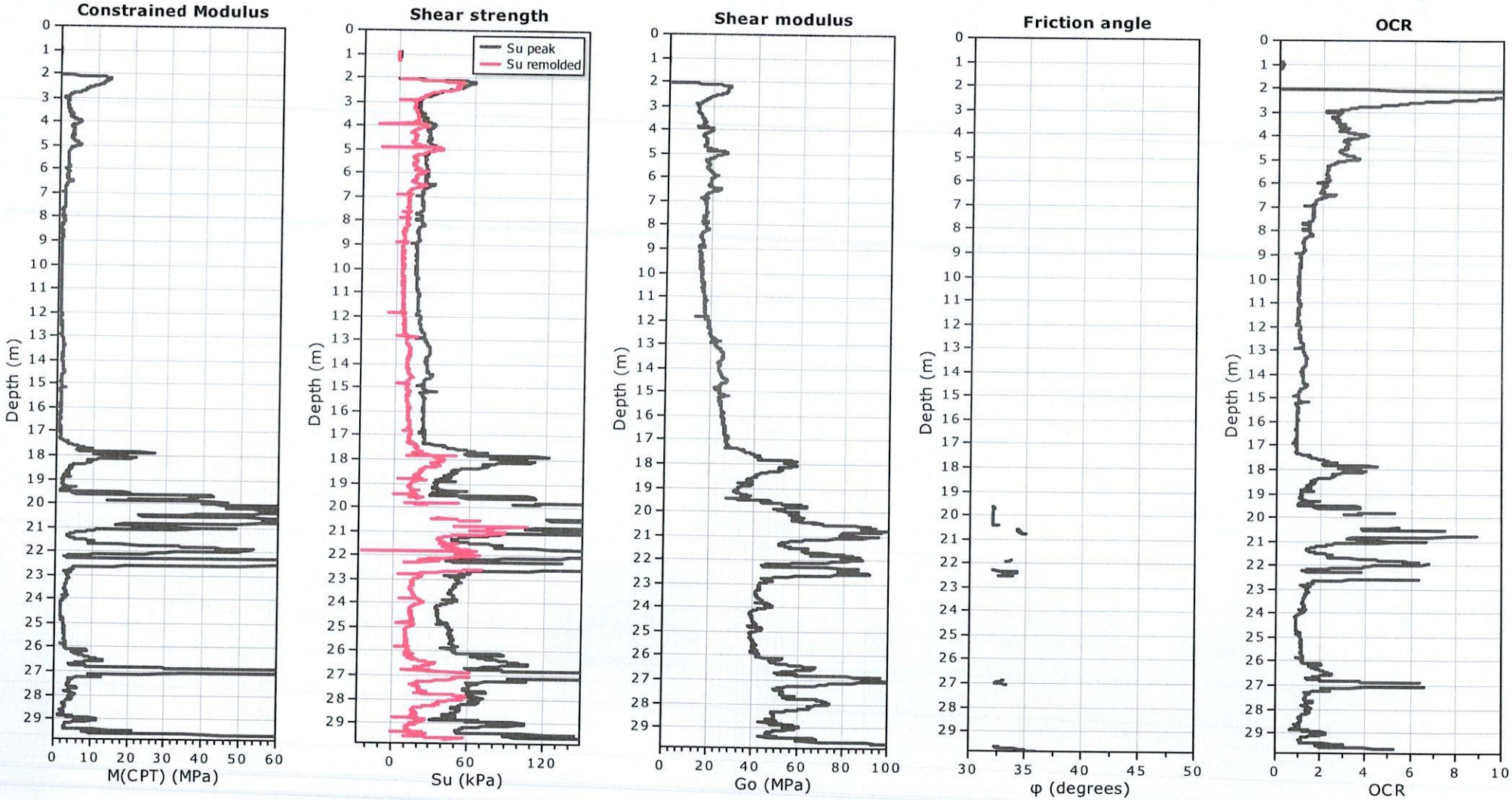
From depth To depth (m)	Thickness (m)	Permeability (m/s)	SPT_{N60} (blows/30cm)	E_s (MPa)	D_r (%)	Friction angle	Constrained modulus, M (MPa)	Shear modulus, G_0 (MPa)	Undrained strength, S_U (kPa)	Undrained strength ratio	OCR	Unit weight (kN/m³)
0.00	2.00	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.3	0.0	0.1	16.0
2.00		(±0.00E+00)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.2)	(±0.0)	(±0.1)	(±2.6)
2.00	6.00	4.68E-09	5.1	0.0	0.0	0.0	3.3	18.1	23.9	0.6	3.0	18.1
8.00		(±8.87E-09)	(±2.7)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±2.7)	(±3.4)	(±8.9)	(±0.4)	(±2.1)	(±0.7)
8.00	9.40	7.60E-10	2.1	0.0	0.0	0.0	1.0	20.9	20.3	0.2	1.0	17.2
17.40		(±2.03E-10)	(±0.2)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.3)	(±4.6)	(±4.1)	(±0.0)	(±0.1)	(±0.6)
17.40	5.45	7.71E-07	5.3	0.0	0.0	0.0	26.1	57.2	82.6	0.5	2.6	19.6
22.85		(±2.88E-06)	(±2.9)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±31.9)	(±18.1)	(±50.2)	(±0.3)	(±1.5)	(±0.9)
22.85	3.15	1.08E-09	2.1	0.0	0.0	0.0	2.5	41.6	44.5	0.2	1.1	18.4
26.00		(±4.18E-10)	(±0.2)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.6)	(±2.4)	(±5.6)	(±0.0)	(±0.2)	(±0.3)
26.00	3.50	6.26E-08	3.2	0.0	0.0	0.0	11.0	59.1	73.1	0.3	1.6	19.3
29.50		(±3.05E-07)	(±1.7)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±21.7)	(±12.8)	(±31.3)	(±0.1)	(±0.7)	(±0.7)
29.50	0.34	4.20E-06	9.1	94.0	36.8	34.0	99.6	97.1	0.0	0.0	0.0	20.6
29.84		(±5.84E-06)	(±5.5)	(±8.9)	(±6.8)	(±1.1)	(±84.6)	(±25.6)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.9)

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

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

Project:ZD PODPEČ
Location:

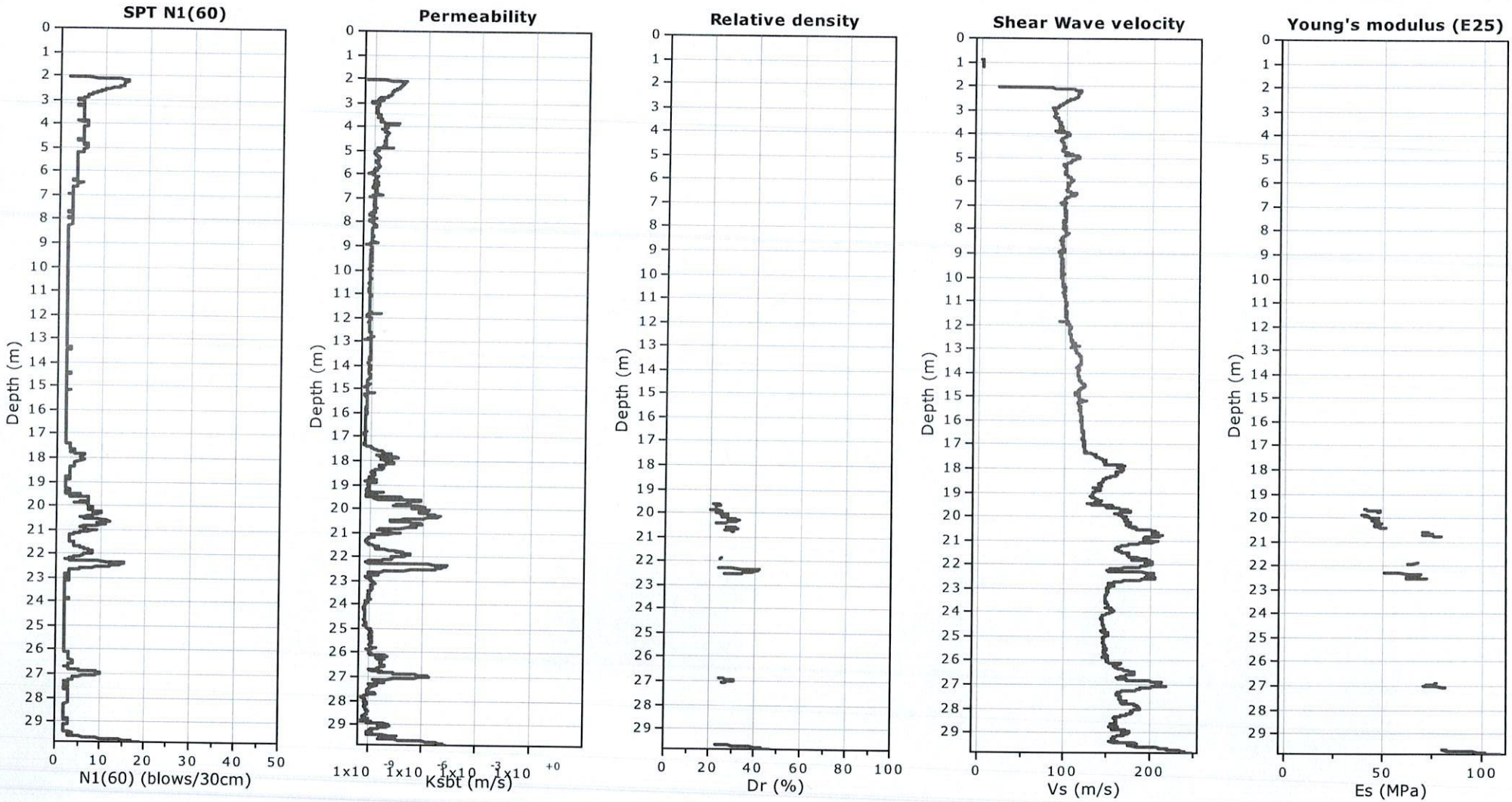
CPT: CPTu-2
Total depth: 29.84 m, Date: 6. 02. 2024
Surface Elevation: 289.40 m
Coords: X:455072.00, Y:92871.00
Cone Type: DP10-CFPTxy
Cone Operator: M. Filipič



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

Project:ZD PODPEČ
Location:

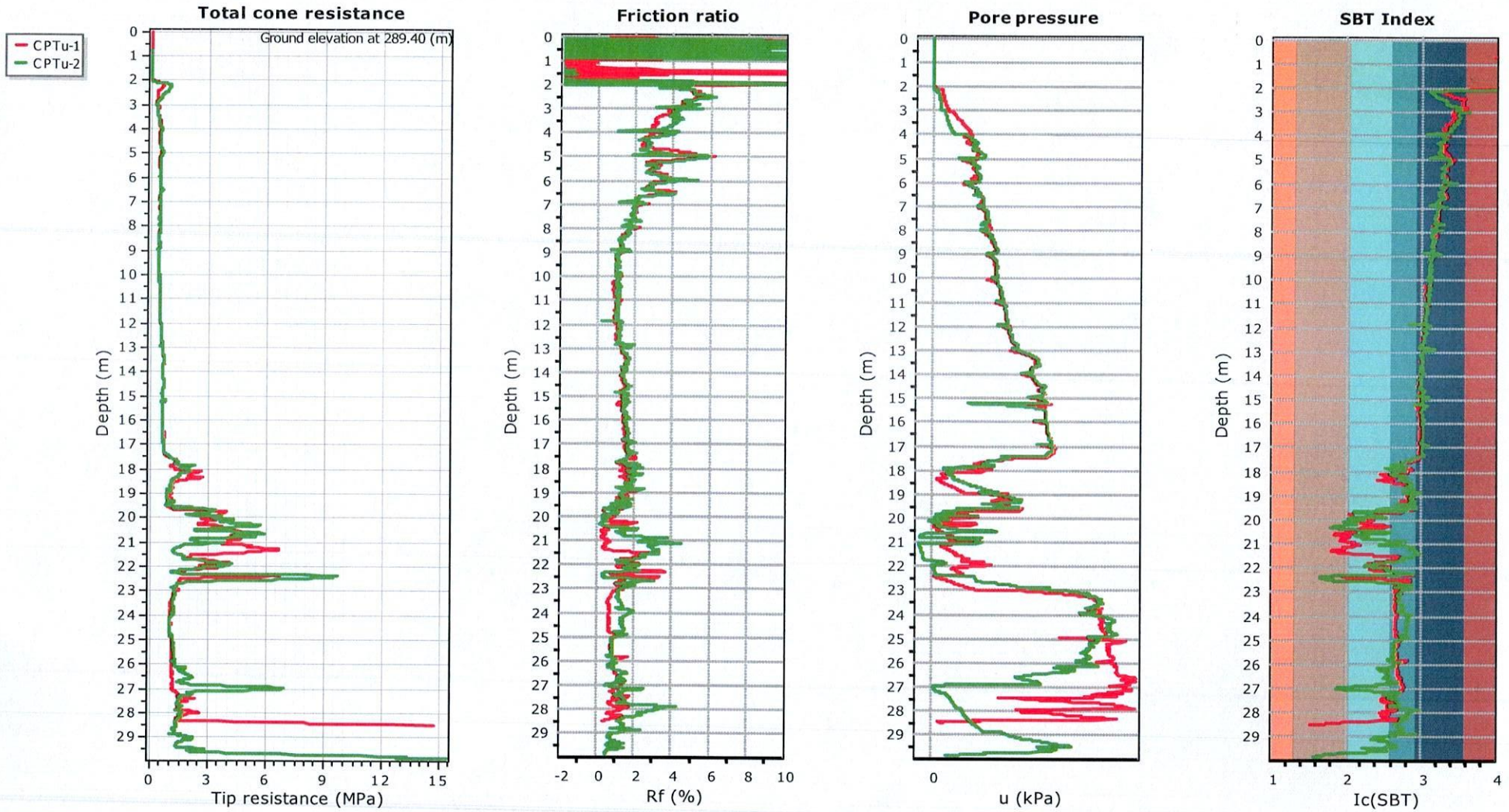
CPT: CPTu-2
Total depth: 29.84 m, Date: 6. 02. 2024
Surface Elevation: 289.40 m
Coords: X:455072.00, Y:92871.00
Cone Type: DP10-CFPTxy
Cone Operator: M. Filipič



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

Project: **ZD Podpeč**
Location:

Overlay basic interpretation plots



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) ::

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

where g_w = water unit weight

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

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

$I_c \leq 4.00$ and $I_c > 3.27$ 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, Es (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 (%) ::

$100 \cdot \sqrt{\frac{Q_{tn}}{k_{DR}}}$ (applicable only to SBT_n: 5, 6, 7 and 8 or $I_c < I_{c_cutoff}$)

:: State Parameter, ψ ::

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

:: Drained Friction Angle, φ (°) ::

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

(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, Go (MPa) ::

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

:: Shear Wave Velocity, Vs (m/s) ::

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

:: Undrained peak shear strength, Su (kPa) ::

$N_{kt} = 10.50 + 7 \cdot \log(F_r)$ 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, Su(rem) (kPa) ::

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

:: Overconsolidation Ratio, OCR ::

$$k_{OCR} = \left[\frac{Q_{tn}^{0.20}}{0.25 \cdot (10.50 \cdot +7 \cdot \log(F_r))}\right]^{1.25}$$ 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, Ko ::

$K_O = (1 - \sin\varphi') \cdot OCR^{\sin\varphi'}$

(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' (°) ::

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

(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)