

POROČILO št. 188-1 Geo/BAM-24

Končno geološko poročilo o izvedenih raziskavah za potrebe OPPN Trzin - Peske

Arhivska številka : 24 188-1

Datum: 28.06.2024

Naročnik: Protim Ržišnik Perc d.o.o., Poslovna Cona A A2, 4208 Šenčur

Obdelava: mag. Matej Karahodžič, univ.dipl.inž.geol.

MATEJ KARAHODŽIČ
univ.dipl.inž.geol.
IZS RG0171

Tadej Kolar, dipl.inž.grad.

TADEJ KOLAR
dipl.inž.grad.
IZS PI G-4760

Marko Košir, univ.dipl.inž. geol.

GEOBETON s.p.
MARKO KOŠIR
univ.dipl.inž. geol.

MARKO KOŠIR
univ.dipl.inž.geol.
IZS RG0053

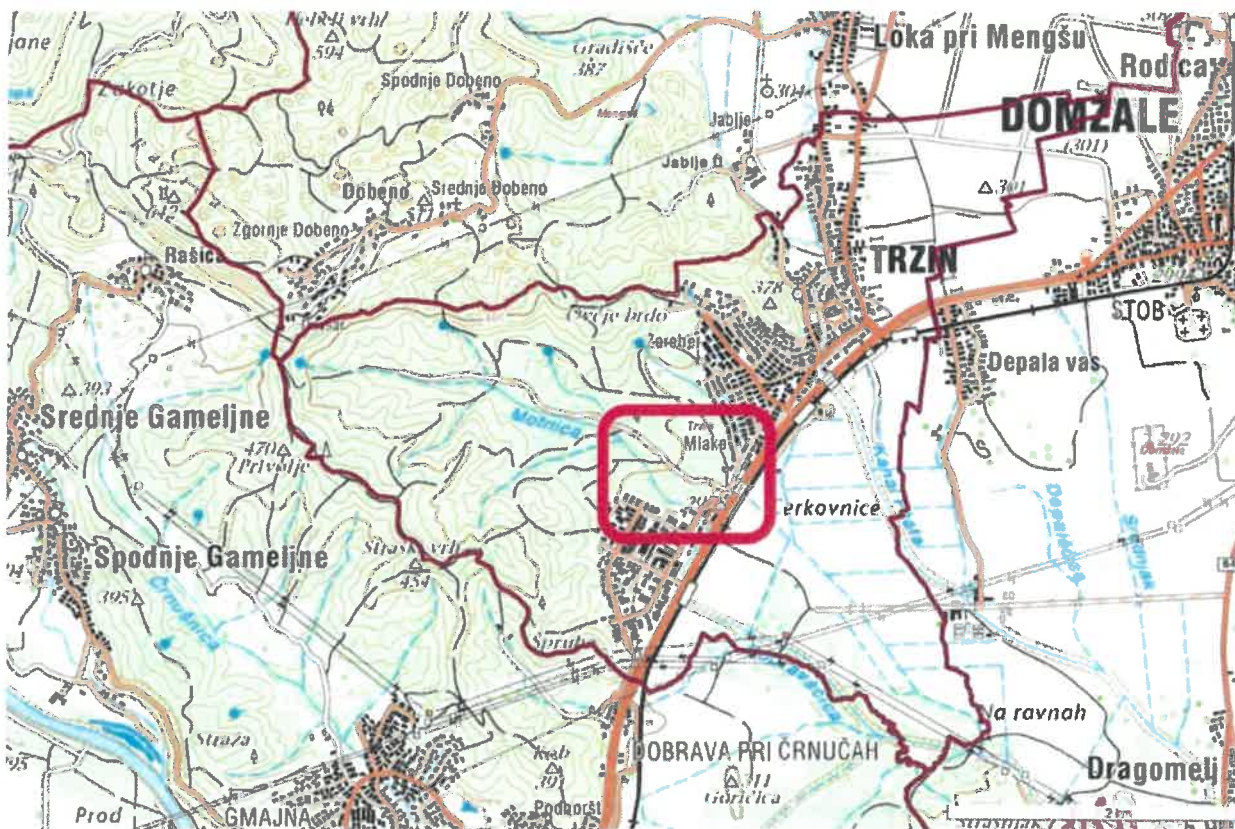
Direktor: mag. Miran Brence ml., univ.dipl.gosp.inž.

1.	UVOD	3
2.	GEOGRAFSKE RAZMERE	4
3.	GEOLOŠKE IN HIDROGEOLOŠKE RAZMERE	4
3.1	GEOLOŠKE RAZMERE	4
3.1.1	<i>Geološke značilnosti tal na ožjem raziskanem območju</i>	5
3.2	HIDROGEOLOŠKE RAZMERE	5
4.	TERENSKA PREISKAVE TAL	6
4.1	PRESKUSI CPT-U	8
4.1.1	<i>Rezultati statične konusne penetracije - CPT-u -1</i>	8
4.1.2	<i>Rezultati statične konusne penetracije - CPT-u -2</i>	9
4.1.3	<i>Rezultati statične konusne penetracije - CPT-u -3</i>	10
4.2	IZKOP SONDAŽNIH JAŠKOV	11
4.2.1	<i>Sondažni jašek S-1</i>	11
4.2.2	<i>Sondažni jašek S-2</i>	12
4.2.3	<i>Sondažni jašek S-3</i>	13
5.	GEOTEHNIČNI MODEL TAL	14
6	POGOJI IZVEDBE ZEMELJSKIH DEL IN TEMELJENJE OBJEKTOV	15
6.1	ODSTRANJEVANJE ZGORNJEGA SLOJA TAL	15
6.2	IZVEDBA TEMELJENJA	16
6.3	IZVEDBA VKOPOV	16
6.4	IZVEDBA POVEZOVALNIH CEST	17
6.5	IZVEDBA PONIKANJA	17
6.6	IZVEDBA VODNIH OBJEKTOV	17
PRILOGA 1: POPIS SONDNIH IZKOPOV		18
PRILOGA 2: REZULTATI PREISKAV CPT-u		28
PRILOGA 3: PREČNI IN VZDOLŽNI GEOLOŠKO GEOMEHANSKI PREREZI		55

1. UVOD

Na osnovi naročila investitorja, je podjetje Inštitut BAM, d.o.o. izvršilo geološko - geotehnično raziskavo na območju Trzina. Raziskava se je izvajala na parcelah št. 1169/1, 1171/1, 1172/2, 1173/2 in 1176/12, vse K.O. Trzin. **Poročilo bo služilo za izdelavo OPPN Trzin - Peske.** Geološko-geotehnično poročilo je izdelano v skladu s SIST EN 1997:1 – 2005 in SIST EN 1997:2-2007. V poročilu podajamo geotehnične parametre zemljin, priporočljiv način temeljenja, način ponikanja meteornih voda... Poročilo je narejeno na podlagi terenskega geološkega pregleda raziskanega območja, treh (3) sondiranj CPT-u, izkopa treh (3) sondažnih jaškov, meritev enosne tlačne trdnosti - Q_u z ročnim pentrometrom in nedrenirane strižne trdnosti – C_u s krilno sondo in podatkov projektanta Protim Ržišnik Perc d.o.o..

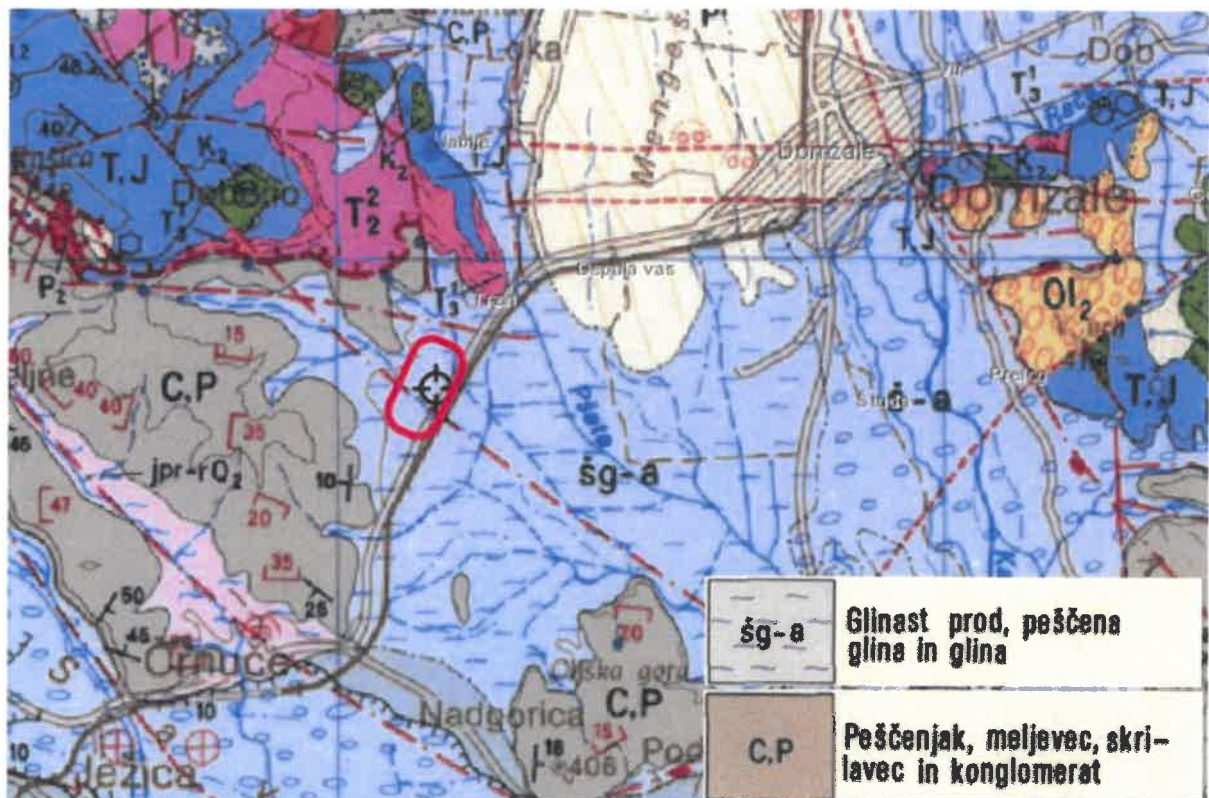
Po podatkih karte erozijske ogroženosti (iObčina Trzin) obravnavana parcela NE leži na območju kjer so zahtevani običajni zaščitni ukrepi. Po podatkih karte poplavne ogroženosti (iObčina Trzin) se parcela nahaja na območju preostale in majhne poplavne nevarnosti.



Slika 1: Širše območje raziskane lokacije z označenim območjem raziskave. (vir: Geopstor.net).

2. GEOGRAFSKE RAZMERE

Raziskano območje se nahaja na območju občine Trzin, med industrijsko cono in naseljem Mlake. Večji del obravnavanega območja tvorijo gozdne ali travnate površine, manjši del pa se nahaja na območju deponije podjetja Kalcer. Raziskano območje v smeri od severa proti jugu preseka potok Motnica, ki se južno od Trzina izlije v Pšato in nato v reko Savo. Raziskano območje je ravninsko, nadmorska višina terena se giblje med cca 296 m in 297 m.



Slika 2: Geološka karta širšega območja raziskave z legendo ter z označenim območjem raziskave (vir: OGK Ljubljana).

3. GEOLOŠKE IN HIDROGEOLOŠKE RAZMERE

3.1 Geološke razmere

Ožja raziskana lokacija se nahaja na območju OGK Ljubljana (Osnovna geološka karta Ljubljana), kjer se nahajajo sedimenti kvartarne starosti ter kamnine **permokarbonske kamnine (C,P)**, ki so na obravnavanem ozemlju zastopane s skrilavim glinavcem, meljevcem in laporovcem in tvorijo južne obronke Rašiškega hribovja. Ožje raziskano območje (vsaj) do globine 20m, tvorijo recentne zemljine omenjenih kamnin - rjava in siva glina različnih konsistenčnih stanj ter grušč. Gline so v preteklosti na raziskanem območju tudi odkopavali in kot ostanek izkopa se severno od obravnavane lokacije nahaja z vodo zapolnjen glinokop – bajer.

3.1.1 Geološke značilnosti tal na ožjem raziskanem območju

Aluvij – šg-a

V ljubljanski kotlini spremlja tok Pšate in njenih pritokov siva in rjava glina z gruščem in kosi okoliških kamnin. Debelina glinenega pokrova znaša na raziskanem območju do 15m. Hribinsko osnovo tvorijo permokarbonske kamnine, ki na površini razpadajo v glinasto meljasto preperino. Glede na rezultate preiskave CPTu, se prehod v prepereli del matične kamnine "zgodí" na globini cca 16m.

Permokarbon – C,P

Hribinsko osnovo raziskanega območja kot tudi zaledje lokacije (Rašica) tvorijo črni skrilavi glinavci, rjavkasti meljevci, peščenjaki in konglomerati permokarbonske starosti. Na raziskanem območju do globine cca 20 m lahko opazujemo zgolj njihovo preperino (glino). Intaktno kamnino lahko zasledimo le na pobočjih spodnjega dela Rašice. Debelina permokarbonskih skladov znaša več kot 1000 m. Zaradi svojih hidrogeoloških lastnosti so omenjene kamnine slabo do vodoneprepustne. Posamezni izviri se nahajajo zgolj na tektonsko pretrtih območjih ali na kontaktu permokarbonskih kamnin z apnenčastimi kamninami triasno-jurske starosti.

3.2 Hidrogeološke razmere

Površinske vode

Erozijsko bazo širšega raziskanega območja predstavlja reka Sava, ki teče cca 4,5 km južno od raziskane lokacije. Raziskano območje je zaradi zaglinjenosti tal delno zamočvirjeno. Vzhodno in zahodno od raziskane lokacije teče več manjših potokov, ki tečejo iz smeri Rašice proti vzhodnemu robu Ljubljanskega polja, kjer se izlivajo v reko Savo. Vzhodno od raziskanega območja je kot posledica nekdanjega izkoriščanja gline nastalo več manjših mlak.

Prepustnost kamnin in sedimentov

Vrhnji sloj tal predstavlja vodoneprepustna glina, s koeficientom vodoprepustnosti $K = 1,8 \times 10^{-7} - 2 \times 10^{-8}$ m/s, ki z globino na več mestih preide v zaglinjen grušč in grušč z glino, s koeficientom vodoprepustnosti $K = 5,7 \times 10^{-7} - 4 \times 10^{-8}$ m/s. V splošnem lahko zatrdimo, da so tla do globine 20m vodoneprepustna in **NE OMOGOČAJO** ponikanja meteoricnih voda v podtalje.

Nivo talne in podzemne vode

Talna voda se zaradi bližine potoka pojavlja na celotnem raziskanem območju. Nahaja se v razpokah toge gline ter v zaglinjenem grušču. Med izkopom se je pojavljal na več mestih, vendar zaradi nezveznosti nivoja so te količine majhne. V primeru pojava talne vode se le-ta poravnava z nivojem

bližnjega potoka. Statični nivo podzemne vode, vezan na nivo Save zaradi geoloških pogojev ni prisoten, saj hribinsko osnovo tvorijo vodoneprepustni permokarbonski skrilavi glinavci in peščenjaki.

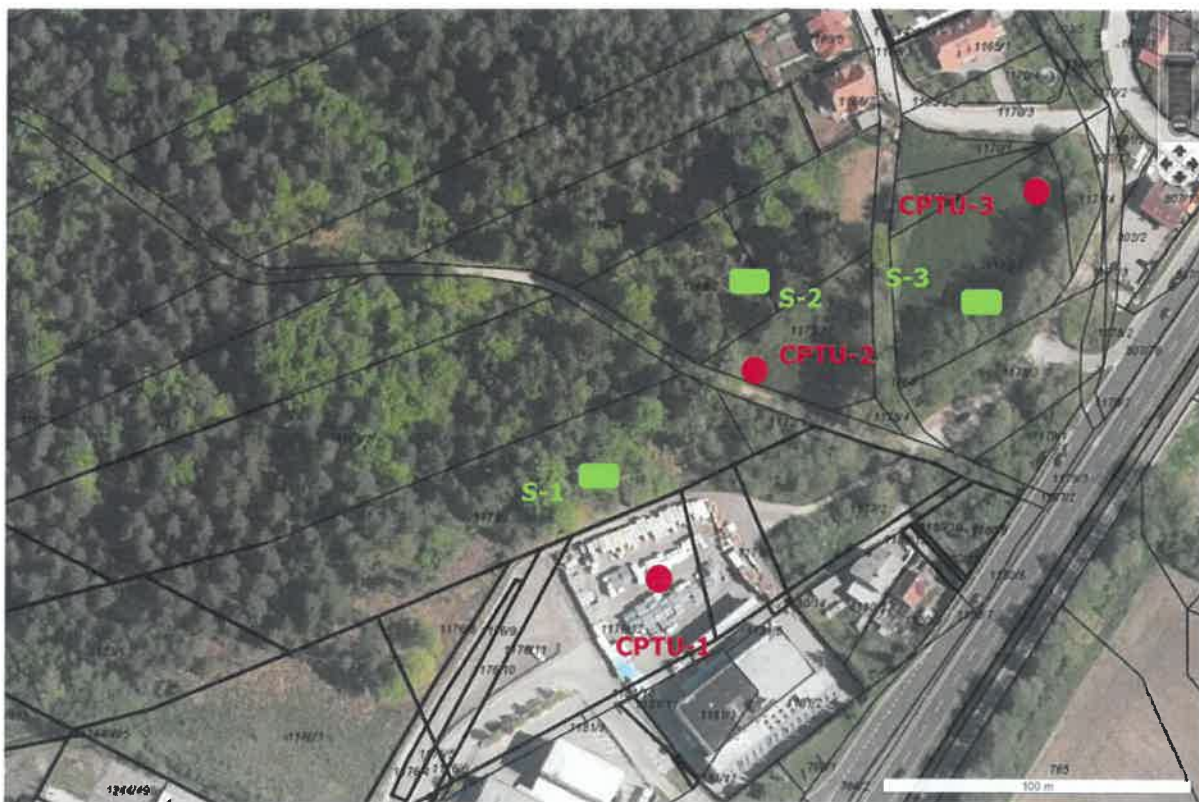
Vodovarstvena območja

Raziskana lokacija se ne nahaja v vodovarstvenem območju.

4. TERENSKÉ PREISKAVE TAL

Terenske preiskave so se izvajale meseca junija 2024. Lokacije smo določili glede na pozicije objektov in dostopnosti terena. Raziskave so obsegale:

- tri (3) preiskave statične konusne penetracije - CPTu in
- izkop treh (3) sondažnih jaškov.



Slika 3: Lokacije preiskav (vir. IObčina Trzin).



Slika 4: Lokacije predvidenih objektov (vir. Protim Ržišnik Perc d.o.o.).



Slika 5: Preiskava CPTU na območju deponije podjetja Kalcer d.o.o..

4.1 Preskusi CPT-u

Za preiskave smo uporabili merilno konico površine 10cm² proizvajalca Gouda Geo-Equipment, z oznako DP10-CFPTxy, 60215. Instrumentirana merilna konica 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 $2 \pm 0,5$ cm/s. Merjene parametre s sonde ter oddajnika za globino smo preko elektronske enote spremljali na osebni računalniku, kjer se je v globinskih intervalih 1.0 cm vršilo shranjevanje podatkov na disk za nadaljnjo obdelavo.

Preglednica št. 1: ETRS koordinate vrtin, sondažnih jaškov in preiskav CPTU

Vrtina	X	Y	Z
CPTU-1	465 488	109 472	297
CPTU-2	465 515	109 534	296
CPTU-3	465 593	109 603	296
S-1	465 460	109 496	297,30
S-2	465 511	109 564	297,20
S-3	465 595	109 567	296

4.1.1 Rezultati statične konusne penetracije - CPT-u -1

Raziskana lokacija se nahaja na območju deponije podjetja Kalcer d.o.o., na območju gradnje objekta P5 (slika 5 in 6), kjer so tla do globine cca 0,5m nasuta z dobro utrjenim nasipnim materialom. Sestava tal po globini je sledeča:

- **1.0 m – 2.2 m ... Glina in melj (CiL - SiL):** Pod nasipom se nahajajo gline in melji, ki so poltrdne konsistence in izkazujejo materialne lastnosti: nedrenirana strižna trdnost $C_u = 118$ kPa, modul stisljivosti $E_{oed} = 7.4$ MPa, vodoprepustnost $K = 1.7 \times 10^{-7}$ m/s.
- **2.2 m – 4.0 m ... Glina in melj z gruščem (siGr – ciGr):** glede na obliko penetrograma sklepamo na prisotnost grušča v osnovni poltrdni zemljini s podobnimi lastnostmi od

predhodno opisanega sloja. Ugotavljamo sledeče geomehanske karakteristike: $C_u = 115 \text{ kPa}$, $E_{oed} = 11.2 \text{ MPa}$ in $K = 2.0 \times 10^{-7} \text{ m/s}$.

- **4.0 m – 5.0 m ... Glina (CIH):** Ta sloj na preiskani lokaciji izkazuje najslabše trdnostno – deformacijske lastnosti. Glina je lahko do srednje gnetne konsistence. Za to glino lahko zapišemo karakteristike : $C_u = 26 \text{ kPa}$, $E_{oed} = 1.7 \text{ MPa}$ in $K = 2.6 \times 10^{-8} \text{ m/s}$.
- **5.0 m – 10.0 m ... Glina z gruščem (clGr):** Tla se na tej globini nekoliko izboljšajo, v srednje do težko gnetni glini je prisotno tudi nekaj grušča. V povprečju sloj izkazuje geomehanske karakteristike: $C_u = 45\text{--}76 \text{ kPa}$, $E_{oed} = 3.2\text{--}7.3 \text{ MPa}$ in $K = 3.7 \times 10^{-7}\text{--}2.2 \times 10^{-9} \text{ m/s}$.
- **10.0 m – 19.79 m ... Glina in melj z gruščem (siGr – clGr):** Globlje od 10m je grušča nekoliko več, osnova pa je v zgornjem delu glina težko gnetne, globlje pa poltrdne , mestoma tudi trdne konsistence. Sklepamo na zelo preperelo podlago. Na globini ca. 16m smo registrirali tanjši nekoliko bolje nosilen sloj. Globlje od 10m ugotavljamo sledeče geomehanske lastnosti: $C_u = 82\text{--}181 \text{ kPa}$, $E_{oed} = 7.0\text{--}23.8 \text{ MPa}$, $K = 5.7 \times 10^{-7}\text{--}4.1 \times 10^{-8} \text{ m/s}$.

Generalno ugotavljamo, da so temeljna tla na lokaciji gradnje bodočega poslovnega objekta (P5) dobro nosilna. Nekoliko slabše nosilna tla in nižje deformacijske parametre ugotavljamo le na globini od 4,0 m do 5,0m.

4.1.2 Rezultati statične konusne penetracije - CPT-u -2

Raziskana lokacija se nahaja na območju stanovanjskega objekta P11 (slika 5 in 6), kjer so tla do končne globine preiskave raščena. Med preiskavo nismo dosegli matične kaminske podlage. Sestava tal po globini je sledeča:

- **0.0 m – 2.0 m ... Glina in melj (CiL - SiL):** Pripovršinsko so gline in melji težko gnetne konsistence in izkazujejo naslednje materialne lastnosti: nedrenirana strižna trdnost $C_u = 63 \text{ kPa}$, modul stisljivosti $E_{oed} = 4.3 \text{ MPa}$, vodoprepustnost $K = 4,2 \times 10^{-7} \text{ m/s}$.

- **2.0 m – 4.5m ... Glina (CIL):** Ta plast je srednje gnete do težko gnetne konsistence in nekoliko meljaste strukture, Karakteristične vrednosti te plasti so: $C_u = 51 \text{ kPa}$, $E_{oed} = 3.4 \text{ MPa}$ in $K = 5,6 \times 10^{-8} \text{ m/s}$.
- **4.5 m – 15.0 m ... Glina in melj z gruščem (clGr – siGr):** Na teh globljih delih na preiskanih lokacijah nismo registrirali posebej deformabilnih odsekov, prisoten je grušč v težko gnetni koherentni osnovi. Karakteristične vrednosti te plasti so: $C_u = 70 \text{ kPa}$, $E_{oed} = 5.5 \text{ MPa}$ in $K = 5,0 \times 10^{-8} \text{ m/s}$.

Temeljna tla na lokaciji gradnje stanovanjskega objekta z oznako P11 so dobro nosilna.

4.1.3 Rezultati statične konusne penetracije - CPT-u -3

Raziskana lokacija se nahaja na območju stanovanjskega objekta P18 (slika 5 in 6), kjer so tla do končne globine preiskave raščena. Med preiskavo nismo dosegli matične kaminske podlage. Sestava tal po globini je sledeča:

- **0.0 m – 2.5 m ... Glina in melj (CiL - SiL):** Pripovršinsko so gline in melji težko gnetne konsistence in izkazujejo naslednje materialne lastnosti: nedrenirana strižna trdnost $C_u = 56 \text{ kPa}$, modul stisljivosti $E_{oed} = 3.9 \text{ MPa}$, vodoprepustnost $K = 4,2 \times 10^{-7} \text{ m/s}$.
- **Glina; 2.5m – 4.0 m ... Glina (CIH):** Ta plast je bolj deformabilna, lahko do srednje gnetna in višje plastičnosti. Karakteristične vrednosti te plasti so: $C_u = 26 \text{ kPa}$, $E_{oed} = 1.7 \text{ MPa}$ in $K = 3,4 \times 10^{-8} \text{ m/s}$.
- **4.0 m – 15.0 m ... Glina in melj z gruščem (clGr – siGr):** Na teh globljih delih na preiskanih lokacijah nismo registrirali posebej deformabilnih odsekov, prisoten je grušč v težko gnetni koherentni osnovi. Karakteristične vrednosti te plasti so: $C_u = 70 \text{ kPa}$, $E_{oed} = 5.3 \text{ MPa}$ in $K = 1,4 \times 10^{-7} \text{ m/s}$.

Temeljna tla na lokaciji gradnje stanovanjskega objekta z oznako P18 so dobro nosilna. Slabše nosilen je interval med 2,5m in 4,0m globine.

4.2 Izkop sondažnih jaškov

Na predhodno določenih mestih smo dne 18.06.2024 izkopali tri sondažne jaške do globine 4,2m. Lokacije sondažnih jaškov so prikazane na sliki 4. Lokacije sondažnih jaškov smo prilagodili lokacijam, kjer se bodo gradili stanovanjski objekti in dostopnosti terena.

4.2.1 Sondažni jašek S-1

Prvi sondažni jašek smo izkopali na območju predvidenega stanovanjskega objekta P6 na parceli št. 1173/2 K.O. Trzin. Izkop se je izvedel do globine 4,2 m. Na globini 2,2 m pod koto terena smo zaznali šibek dotok talne vode.

Preglednica 1: Popis sestave tal na jašku S-1

Globina (m)		Globina v nmv		Makroskopski opis vzorca	Klasifikacija tal (EN ISO 14688-1:2018)
od	do	od	do		
0,0	0,3	297,3	297,0	Humus	
0,3	0,6	297,0	296,7	Svetlo rjava glina, vlažna. Srednje gnetna. $Q_u = 75 \text{ kPa}$, $C_u = 30 \text{ kPa}$.	CIH
0,6	2,2	296,7	295,1	Svetlo siva do bela glina. Nizko plastična. Trdna. $Q_u = 400 \text{ kPa}$	CIL
2,2	3,5	295,1	293,8	Siv zaglinjen grušč iz kosov peščenjaka. Dotok talne vode na 3,5m.	clGr
3,5	4,5	293,8	292,8	Siva lahko gnetna glina. Visoko plastična. $Q_u = 50 \text{ kPa}$, $C_u = 30 \text{ kPa}$.	CIH



Slika 6: Fotografija izkopa sondažnega jaška S-1.

4.2.2 Sondažni jašek S-2

Drugi sondažni jašek smo izkopali na območju predvidenih stanovanjskih objektov P8 in P9 na parceli št. 1172/2 K.O. Trzin. Izkop se je izvedel do globine 4,2m. Na globini od 0,6m do 1,8m pod koto terena smo na več točkah zaznali šibek dotok talne vode.

Preglednica 2: Popis sestave tal na jašku S-2

Globina (m)		Globina v nmv		Makroskopski opis vzorca	Klasifikacija tal (EN ISO 14688-1:2018)
od	do	od	do		
0,0	0,4	297,2	296,8	Humus	
0,4	0,8	296,8	296,4	Svetlo rjava glina, vlažna. Srednje gnetna. $Q_u = 75 \text{ kPa}$, $C_u = 30 \text{ kPa}$.	CIH
0,8	1,8	296,4	295,4	Svetlo siva glina. Nizko plastična. Trdna. $Q_u = 400 \text{ kPa}$	CIL
1,8	4,2	295,4	293,0	Siva lahko gnetna glina. Visoko plastična. $Q_u = 50 \text{ kPa}$, $C_u = 50 \text{ kPa}$.	CIH



Slika 7: Fotografija izkopa sondažnega jaška S-2.

4.2.3 Sondažni jašek S-3

Tretji sondažni jašek smo izkopal na območju predvidenih stanovanjskih objektov P15 in P16 na parceli št. 1171/1 K.O. Trzin. Izkop se je izvedel do globine 4,5m. Na globini od 4,1m pod koto terena smo zaznali šibek dotok talne vode.

Preglednica 3: Popis sestave tal na jašku S-3

Globina (m)		Globina v nmv		Makroskopski opis vzorca	Klasifikacija tal (EN ISO 14688-1:2018)
od	do	od	do		
0,0	0,2	296,0	295,8	Humus	
0,2	2,1	295,8	293,9	Siva glina z gruščem - grušč z glino.	clGr
2,1	2,4	293,9	293,6	Siva težko gnetna glina. Nizko plastična. $Q_u = 200\text{kPa}$, $C_u = 100\text{ kPa}$.	CIL
2,4	4,1	293,6	291,9	Temno siva glina, visoko plastična in lahko gnetna na 4,0m židka. $Q_u = 50\text{ kPa}$.	CIH
4,1	4,5	291,9	291,5	Siv zaglinjen grušč, zasičen z vodo.	clGr



Slika 8: Fotografija izkopa sondažnega jaška S-3.

5. GEOTEHNIČNI MODEL TAL

Z izvedenimi raziskavami smo dobili dober vpogled v sestavo tal na območju temeljenja bodočih objektov. Tla na območju temeljenja so večinoma dobro nosilna. Na območju predvidenega poslovnega objekta P5, t.j. vrtnice CPTu-1 se slabše nosilna tla nahajajo na intervalu od globine 4m do 5m pod koto terena, kar ustreza nadmorski višini med 292m in 293m. Na območju gradnje stanovanjskih objektov smo slabše nosilna tla zaznali od globine cca 2m do 4,5m pod koto terena, kar ustreza nadmorski višini med 292m in 295m. Ponikanje meteorne vode v podtalje na celotnem rziskenem območju NI izvedljivo.

Na območju OPPN lahko temeljna tla razdelimo na sledeče karakteristične sloje:

SLOJ 0 ... Umetni nasip: debelina nasipnega heterogenega sloja znaša cca 0,5m. Pred gradnjo se omenjeni sloj v celoti odstrani. Umetni nasip se nahaja na območju deponije podjetja Kalcer, na območju makadamskih parkirišč, ter na območju gozdne ceste, ki vodi proti vasi Rašica. **Glede na kategorije izkopov uvrščamo ta sloj v kategorijo 2.**

SLOJ 1 ... **meljna glina z gruščem– CIL:** od kote terena do cca 2,0 m (do 4,0m na območju CPTu-1) pod koto terena se pojavlja svetlo siva mestoma bela glina. Glina je težko poltrdne do trdne konsistence in nizko plastična. **Sloj je nabreklijv zaradi česar je potrebno pri gradnji posebno pozornost posvetiti temu, da ne pride stika z vodo. Glede na kategorije izkopov uvrščamo ta sloj v kategorijo 3.** Fizikalne karakteristike sloja so sledeče:

- Strižni kot : $\phi = 22-25^\circ$ (predviden),
- Modul stisljivosti : $E_{oed} = 3900 - 11000 \text{ kN/m}^2$ (CPTu),
- Prostorninska teža: $\gamma = 18-20 \text{ kN/m}^3$
- Nedrenirana strižna trdnost : $C_u = 56-118 \text{ kN/m}^2$ (CPTu),
- Enoosna tlačna trdnost : $Q_u > 200 \text{ kN/m}^2$ (žepni penetrometer) in
- Koeficient vodoprepustnosti: $K < 10^{-7} \text{ m/s}$ (CPTu).

SLOJ 2 ... **siva visoko plastična glina CIH.** Sloj se nahaja na intervalu od globine cca 2,0m do globine 4,0m (na območju S2 in S-3) ter na intervalu od 3,5m do 4,5m na območju S-1. Sloj je glede na konsistenčno stanje lahko do srednje gneten mestoma celo židek. **Glede na kategorije izkopov uvrščamo ta sloj v kategorijo 3.** Fizikalne karakteristike sloja so sledeče:

- Strižni kot : $\phi = 22^\circ$ (predviden),
- Modul stisljivosti : $E_{oed} = 1700 - 3400 \text{ kN/m}^2$ (CPTu),
- Prostorninska teža: $\gamma = 18-20 \text{ kN/m}^3$
- Nedrenirana strižna trdnost : $C_u = 26-51 \text{ kN/m}^2$ (CPTu),
- Enosna tlačna trdnost : $Q_u > 50 \text{ kN/m}^2$ (žepni penetrometer) in
- Koeficient vodoprepustnosti: $K < 10^{-8} \text{ m/s}$ (CPTu).

SLOJ 3 ... glina z gruščem – grCl. Sloj se pojavlja v lečah in sicer: na območju sonde S-1 med 2,2m in 3,5m, na območju sonde S-3 od kote terena do 2,1m ter od globine 4m dalje na območju CPTu-2 in CPTu-3 ravno tako od globine 4m dalje do končne globine 15m, na območju CPTu-1 pa od globine 5m dalje. Fizikalne karakteristike sloja so sledeče:

- Strižni kot : $\phi = 35^\circ$ (predviden),
- Modul stisljivosti : $E_{oed} = 3200 - 7300 \text{ kN/m}^2$ (CPTu),
- Prostorninska teža: $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$
- Nedrenirana strižna trdnost : $C_u = 45 - 76 \text{ kN/m}^2$ (CPTu),
- Koeficient vodoprepustnosti: $K < 10^{-8} \text{ m/s}$ (CPTu).

SLOJ 3A ... grušč z glino –clGr. Sloj se pojavlja na območju CPTu-1 in sicer od globine 10-16m dalje, kjer glina z gruščem prehaja v preperelo matično kamnino – grušč z glino, zato smo sloj zaradi odstopanja fizikalnih vrednosti od SLOJ-a 3 uvrstili v SLOJ 3A. Sloj 3A zaradi manjše vsebnosti glinene komponente izkazuje bistveno boljše fizikalne karakteristike:

- Strižni kot : $\phi = 35^\circ$ (predviden),
- Modul stisljivosti : $E_{oed} = 7000 - 23\,800 \text{ kN/m}^2$ (CPTu),
- Prostorninska teža: $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$
- Nedrenirana strižna trdnost : $C_u = 82-181 \text{ kN/m}^2$ (CPTu) in
- Koeficient vodoprepustnosti: $K = 5.7 \times 10^{-7} - 4.1 \times 10^{-8} \text{ m/s}$ (CPTu).

6 POGOJI IZVEDBE ZEMELJSKIH DEL IN TEMELJENJE OBJEKTOV

6.1 Odstranjevanje zgornjega sloja tal

Na celotnem območju gradnje stanovanjskih objektov se odstrani zgornji, delno humozen sloj tal v debelini 1m. **Na območju temeljenja objektov se material odstrani pod naklonom $\sim 3\%$ v smeri proti obodni drenaži s čimer se prepreči zatekanje meteorne vode pod temelje objekta-ov.**

Pri odstranjevanju materiala je obvezna prisotnost geologa/geomehanika, da oceni stanje oz. primernost tal. **Dela je potrebno izvajati v suhem vremenu, saj glineni sloj v stiku z vodo nabreka in razmoči s čimer se mu poslabšajo predvidene geomehanske lastnosti.**

6.2 Izvedba temeljenja

Stanovanjski objekti

Stanovanjski objekti bodo predvidoma temeljeni na temeljni plošči na SLOJ 1. Debelina nasipa bo določena v nadaljnjih fazah projektiranja, ko bodo znane predvidene obtežbe in karakteristike oziroma zahteve objekta. V splošnem je potrebno upoštevati, da se SLOJA 1 ne predre. V primeru podkletitve objektov je le-te potrebno projektirati na vzgon. Pri izkopu gradbene jame pa računati na sicer šibke dotoke talne vode.

Poslovni objekt

Poslovni objekt z delovno oznako P5 bo predvidoma temeljen na točkovnih temeljih. Dimenzija in globina temeljev zaradi dejstva, da je projekt šele v idejni fazi niso znani. Način temeljenja bo določen v nadaljnjih fazah projektiranja, ko bodo znane predvidene obtežbe in karakteristike oziroma zahteve objekta. V splošnem je pri zasnovi temeljenja potrebno upoštevati, da se na intervalu od 4m do 5m pod koto terena nahajajo slabše nosilne plasti.

Izvedba nasipov pod temelji

Nasipe za izvedbo temeljev naj se izvaja v slojih debeline 30 cm. Vsako plast naj se uvalja. Uporabi naj se zmrzlinško odporen kamnit material debeline zrn do 125mm. Zaključni sloj debeline 20 cm naj se izvede iz tamponskega drobljenca debeline zrn do 32mm. V območju temeljenja objektov naj se doseže minimalni dinamični deformacijski modul $E_{vd} = 40 - 45 \text{ MPa}$ (oz. $E_{v2} = 80 - 100 \text{ MPa}$). Pred izvedbo nasipov je potrebno preveriti ustreznost vgrajenega kamnitega materiala. Pri izvedbi nasipov naj se izvaja sprotno preverjanje zbitosti tako temeljnih tal kot tudi zbitost posameznih nasipnih slojev. Zbitost - komprimiranost nasipov je obvezno meriti z dinamično ploščo.

6.3 Izvedba vkopov

Morebitne začasne vkope brežine v glini naj se izvajajo v začasno varnem naklonu 1:1. Stranice vkopov naj se v primeru padavin zaščiti s PVC folijo. Končno urejene brežine v glinenih slojih morajo biti urejene v naklonu do 2:3.

6.4 Izvedba povezovalnih cest

Pri načrtovanju povezovalnih in dostopnih cest je potrebno upoštevati, da podlago voziščni konstrukciji predstavlja glina (SLOJ 1), katera je zmrzlinško neodporna zemljina. Globina prodiranja mraza znaša na obravnavanem območju 80 cm. Glede na zgoraj navedene podatke je potrebno v voziščno konstrukcijo vgraditi minimalno 50 cm zmrzlinško odpornih materialov. Povožne površine je potrebno opremiti z vzdolžnimi drenažami, muldami, jaški in prepusti, iz katerih je vodo potrebno neprepustno odvajati, tako da ne zamakajo nasipa pod njimi.

6.5 Izvedba ponikanja

Pri zasnovi izvedbe ponikanja meteornih voda naj se upoštevajo izsledki poročila. Vertikalno ponikanje v podtalje NI izvedljivo. Glede na izsledke raziskave svetujemo odvajanje meteornih voda v bližnji vodotok preko zadrževalnika.

6.6 Izvedba vodnih objektov

Na obočju OPPN Trzin Peske sta predvidena dva vodna objekta – zadrževalnika. Zadrževalnike naj se izvede kot vkope, kar pomeni, da mora naklonski kot brežine znašati 2:3. Strme brežine se zaradi možnosti erozije odsvetujejo.

Ne glede na rezultate pričujoče raziskave je v nadaljnjih fazah projektiranja (DGD, PZI) potrebno izvesti dodatne geomehanske raziskave. Obseg in vrsta raziskav naj se prilagodita projektnim zahtevam.

PRILOGA 1: POPIS SONDNIH IZKOPOV

Inštitut BAM			Sondni izkop		Sondažni jašek 1
Project: OPPN Trzin - Peske					
Project ID: 24 188		Annex no.: 24 188	Mehanizacija: Bager		
Location: Trzin			Overall depth: 4,50 m		Position: Coordinate X: 465460,00 Coordinate Y: 109496,00 Coordinate Z: 297,30 m
Date start: 18. 06. 2024	Foreman: Marko Košir		Ground water table:		
Date end: 18. 06. 2024	Documented: mag. Matej Karahodžič		GWT bored:		
Scale: 1:29,2			GWT steady: 3,50 m		

Stratigraphy	Sondažni jašek 1	Samples and GWT	Classification according to EN ISO 14688-1	From - To	Layers description	Notes
	297,30					
0,00	Humus		/	0,00 - 0,30	<u>Humus: I</u>	
0,15						
0,30	Svetlo rjava glina		CIH	0,30 - 0,60	<u>Svetlo rjava glina</u> : Svetlo rjava glina, vlažna. Srednje gnetna. Qu = 75kPa, Cu = 30 kPa.	
0,45						
0,60						
0,75						
0,90						
1,05						
1,20	Svetlo siva do bela glina.		CIL	0,60 - 2,20	<u>Svetlo siva do bela glina. Nizko plastična</u> : Svetlo siva do bela glina. Nizko plastična. Trdna. Qu = 400 kPa	
1,35	Nizko plastična					
1,50						
1,65						
1,80						
1,95						
2,10						
2,25						
2,40						
2,55						
2,70	Siv zaglinjen grušč		clGr	2,20 - 3,50	<u>Siv zaglinjen grušč</u> : Siv zaglinjen grušč iz kosov peščenjaka. Dotok talne vode na 3,5m.	
2,85						
3,00						
3,15						
3,30						
3,45						
3,60		3,50 Dotok talne vode				
3,75	Siva lahko gnetna glina		CIH	3,50 - 4,50	<u>Siva lahko gnetna glina</u> : Siva lahko gnetna glina. Visoko plastična. Qu = 50kPa, Cu = 30 kPa.	
3,90						
4,05						
4,20						
4,35						
4,50						

Key:
▲ GWT steady

20240618_080824



20240618_081043



20240618_081058



Inštitut BAM			Sondni izkop			Sondažni jašek 2		
Project: OPPN Trzin - Peske								
Project ID: 24 188			Annex no.: 24 188		Mehanizacija: Bager			
Location: Trzin				Overall depth: 4,20 m		Position:		
Date start: 18. 06. 2024		Foreman: Marko Košir		Ground water table:			Coordinate X: 465511,00	
Date end: 18. 06. 2024		Documented: mag. Matej Karahodžič		GWT bored:			Coordinate Y: 109564,00	
Scale: 1:27,2				GWT steady:			Coordinate Z: 297,20 m	

Stratigraphy	Sondažni jašek 2	Samples and GWT	Classification according to EN ISO 14688-1	From - To	Layers description	Notes
0,00						
0,15						
0,30						
0,45						
0,60						
0,75						
0,90						
1,05						
1,20						
1,35						
1,50						
1,65						
1,80						
1,95						
2,10						
2,25						
2,40						
2,55						
2,70						
2,85						
3,00						
3,15						
3,30						
3,45						
3,60						
3,75						
3,90						
4,05						
4,20						
4,20						

Key:

20240618_083416



20240618_084718



20240618_084728



20240618_084741



Inštitut BAM		Sondni izkop		Sondažni jašek 3
Project: OPPN Trzin - Peske				
Project ID: 24 188		Annex no.: 24 188	Mehanizacija: Bager	
Location: Trzin		Overall depth: 4,50 m		Position:
Date start: 18. 06. 2024	Foreman: Marko Košir	Ground water table:		Coordinate X: 465595,00
Date end: 18. 06. 2024	Documented: mag. Matej Karahodžič	GWT bored:		Coordinate Y: 109567,00
Scale: 1:29,2		GWT steady:		Coordinate Z: 296,00 m

Stratigraphy	Sondažni jašek 3	Samples and GWT	Classification according to EN ISO 14688-1	From - To	Layers description	Notes
0,00	296,00 Humus		/	0,00 - 0,20	<u>Humus:</u> /	
0,15						
0,30						
0,45						
0,60						
0,75						
0,90						
1,05						
1,20	Siva glina z gručcem		clGr	0,20 - 2,10	<u>Siva glina z gručcem:</u> Siva glina z gručcem - gruč z glino.	
1,35						
1,50						
1,65						
1,80						
1,95						
2,10	Siva težko gnetna glina		CIL	2,10 - 2,40	<u>Siva težko gnetna glina:</u> Siva težko gnetna glina. Nizko plastična. Qu = 200kPa, Cu = 100 kPa.	
2,25						
2,40						
2,55						
2,70						
2,85						
3,00						
3,15	Temno siva glina		CIH	2,40 - 4,10	<u>Temno siva glina:</u> Temno siva glina, visoko plastična in lahko gnetna na 4,0m židka. QU = 50 kPa.	
3,30						
3,45						
3,60						
3,75						
3,90						
4,05						
4,20	Siv zaglinjen gručč, zasičen z vodo		clGr	4,10 - 4,50	<u>Siv zaglinjen gručč, zasičen z vodo:</u> Siv zaglinjen gručč, zasičen z vodo.	
4,35						
4,50						

Key:

20240618_090745



20240618_091735



20240618_091757



20240618_091804

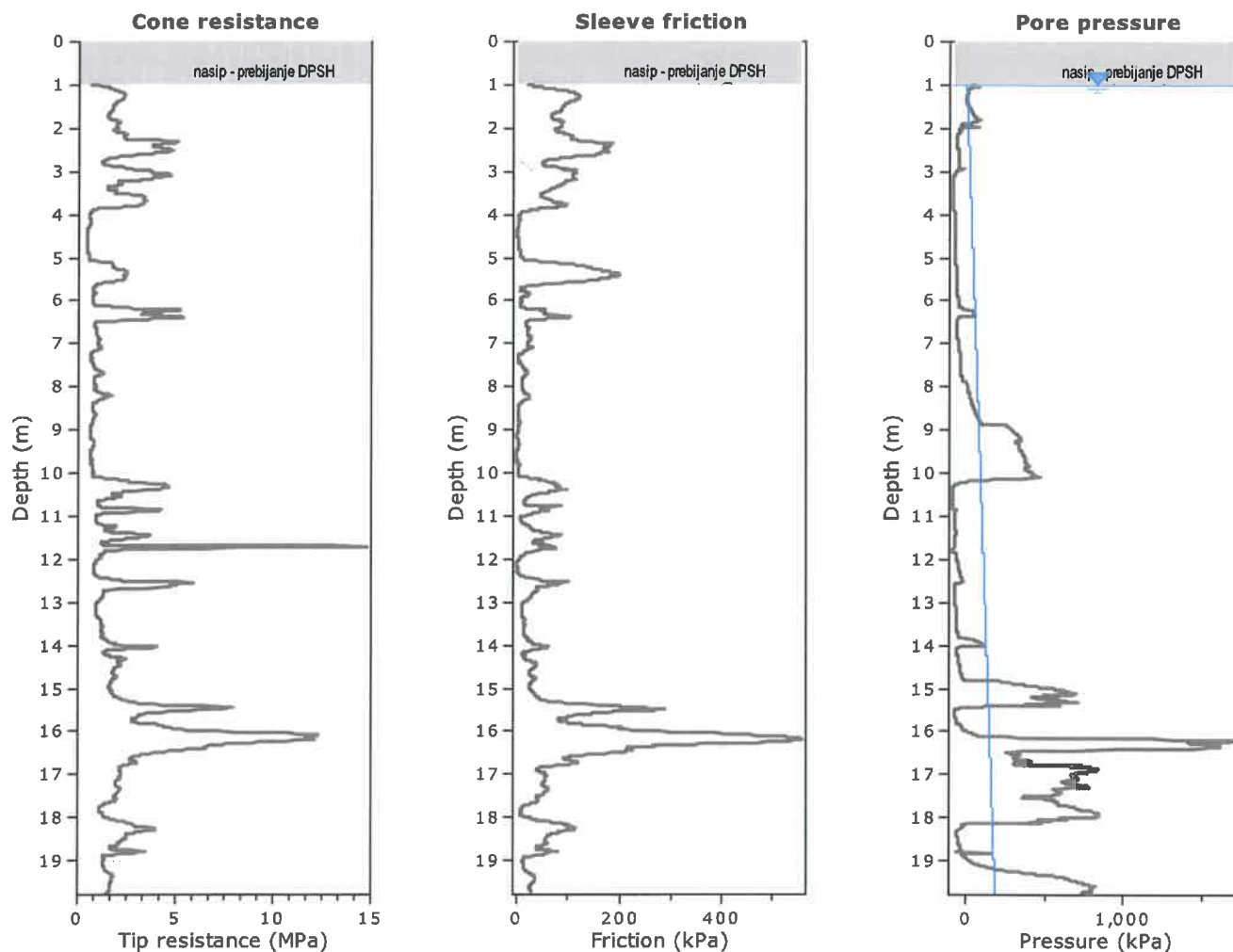


PRILOGA 2: REZULTATI PREISKAV CPT-u

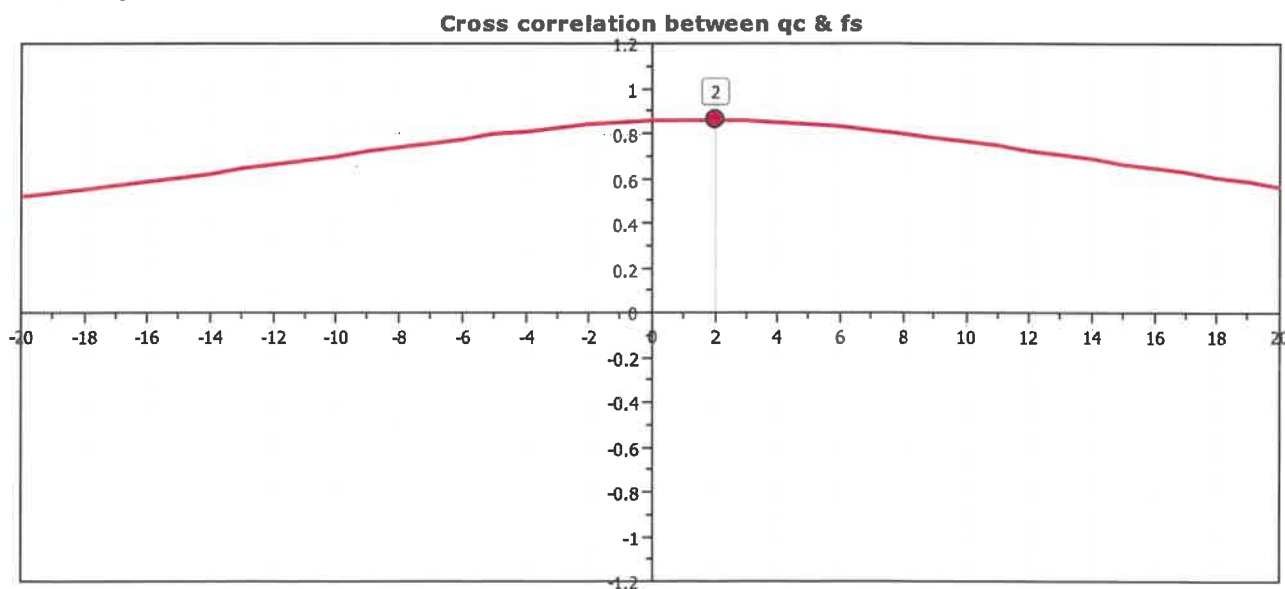


Project: OPPN NT-06 TRZIN

Location: TRZIN



The plot below presents the cross correlation coefficient 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 successive CPT measurements).





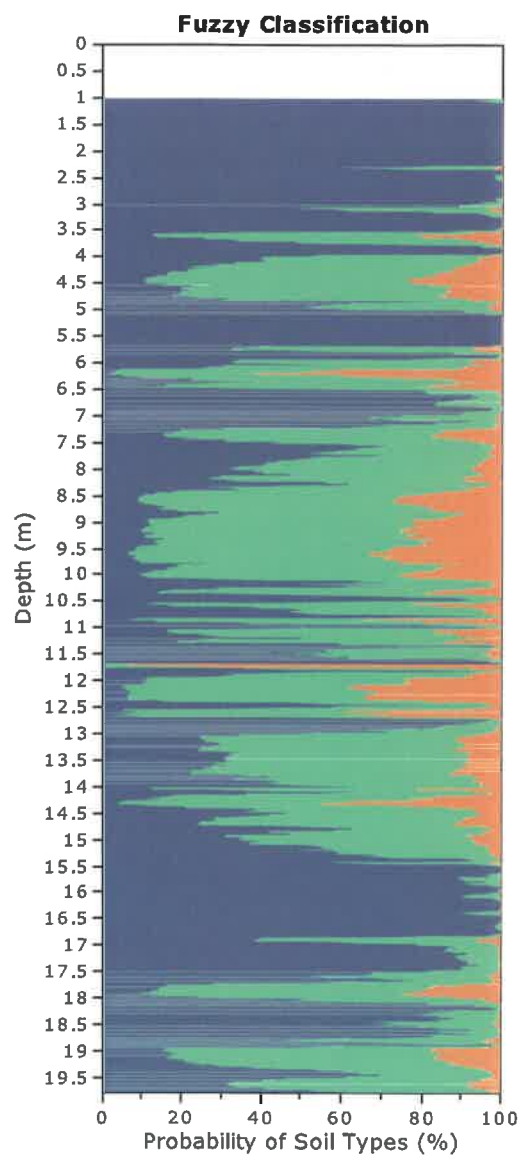
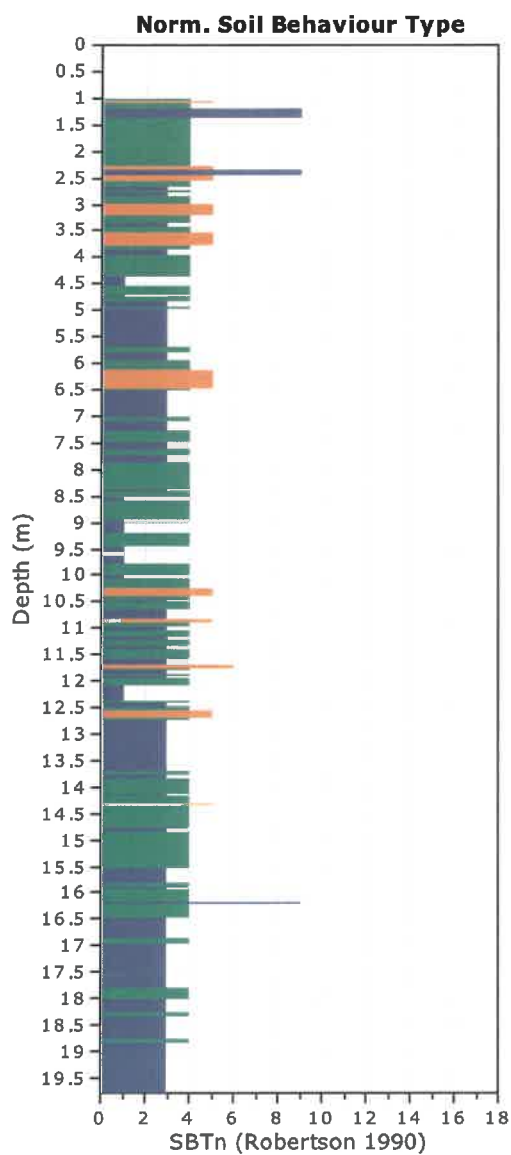
M-TEST, Marjan Filipič s.p.
Ulica bratov Mivšek 31
1353 Borovnica
+386 31 843 151 ; m-test@siol.net

CPT: CPTu-1

Total depth: 19.79 m, Date: 17. 06. 2024
Surface Elevation: 297.00 m
Coords: X:465486.00, Y:109483.00
Cone Type: DP10-CFPTxy
Cone Operator: M. Filipič

Project: OPPN NT-06 TRZIN

Location: TRZIN

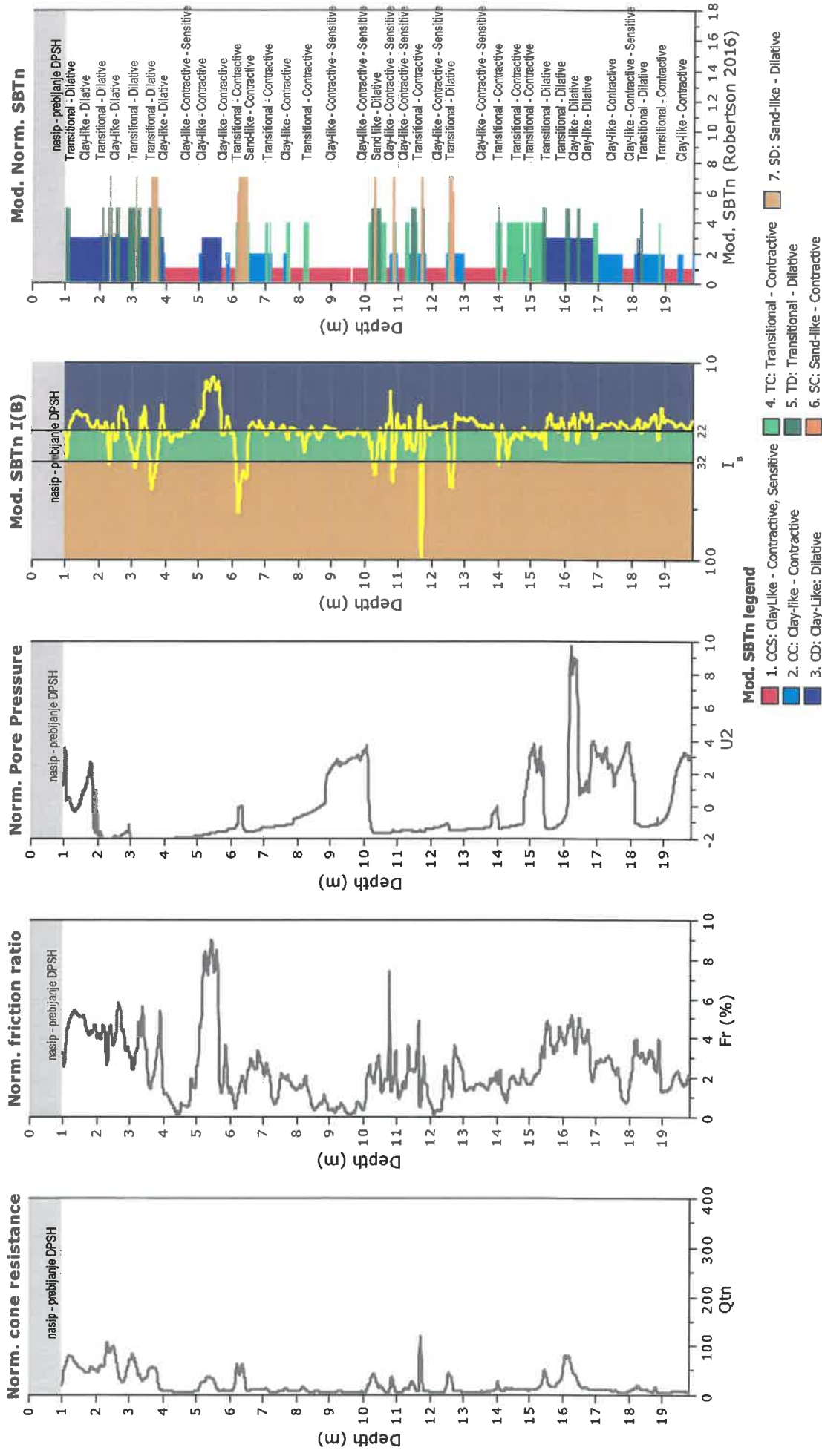


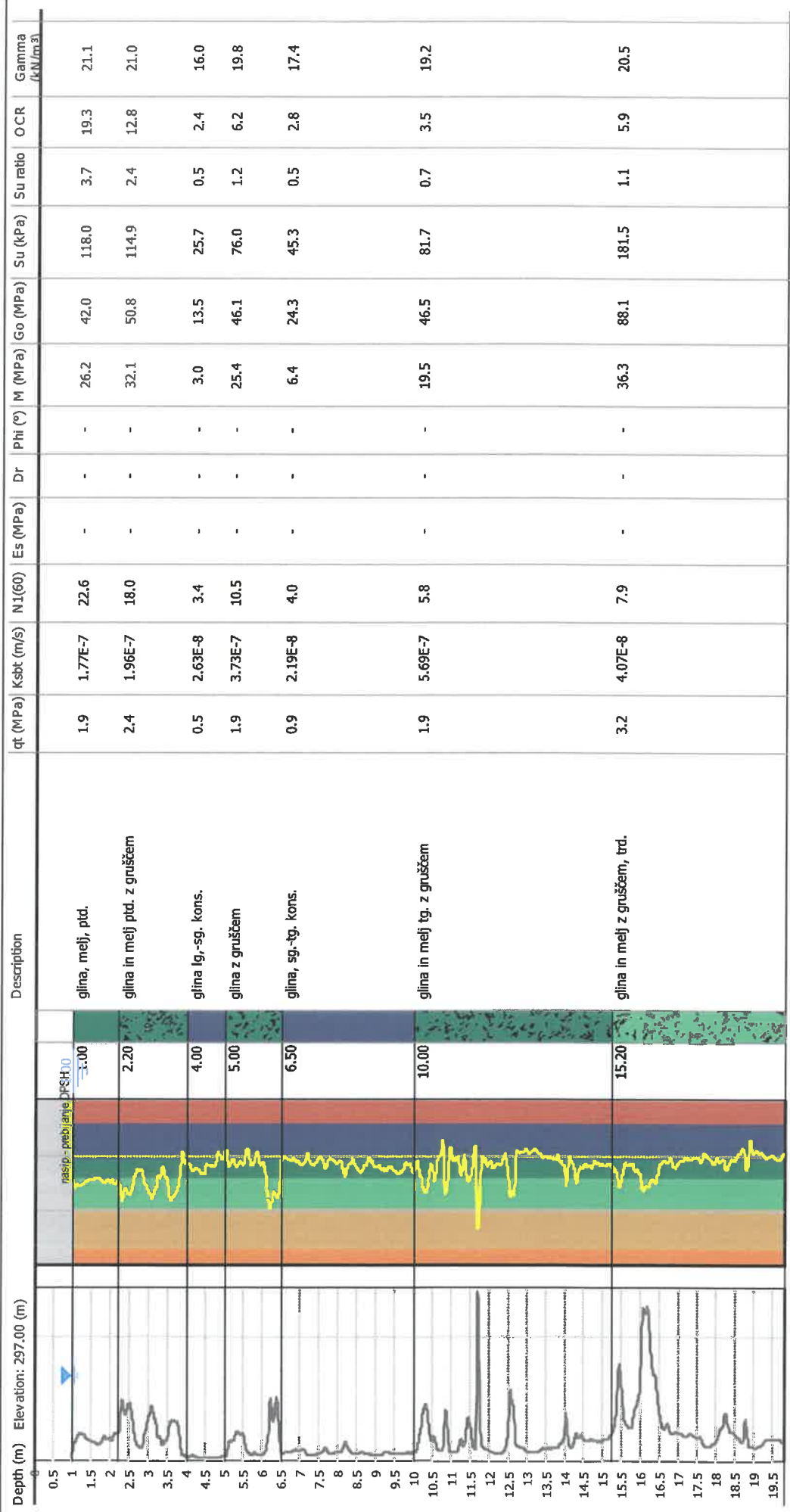


M-TEST, Marjan Filipič s.p.
Ulica bratov Mivšek 31
1353 Borovnica
+386 31 843 151 ; m-test@siol.net

Project: OPPN NT-06 TRZIN
Location: TRZIN

CPT: CPTu-1
Total depth: 19.79 m, Date: 17. 06. 2024
Surface Elevation: 297.00 m
Coords: X:465486.00, Y:109483.00
Cone Type: DP10-CPTxy
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-1
Total depth: 19.79 m, Date: 17. 06. 2024
Surface Elevation: 297.00 m
Coords: X:465486.00, Y:109483.00
Cone Type: DP10-CFPTxy
Cone Operator: M. Filipič

Project: OPPN NT-06 TRZIN
Location: TRZIN

Summary table of mean values

From depth To depth (m)	Thickness (m)	Permeability (m/s)	SPT _{ISO} (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)
1.00	1.20	1.77E-07 (±6.65E-08)	22.6 (±3.9)	0.0 (±0.0)	0.0 (±0.0)	0.0 (±0.0)	26.2 (±4.6)	42.0 (±6.5)	118.0 (±20.2)	3.7 (±0.7)	19.3 (±3.7)	21.1 (±0.5)
2.20	1.80	1.96E-07 (±5.12E-07)	18.0 (±7.9)	0.0 (±0.0)	0.0 (±0.0)	0.0 (±0.0)	32.1 (±19.5)	50.8 (±15.5)	114.9 (±67.2)	2.4 (±1.5)	12.8 (±8.0)	21.0 (±0.9)
4.00	1.00	2.63E-08 (±1.63E-08)	3.4 (±0.5)	0.0 (±0.0)	0.0 (±0.0)	0.0 (±0.0)	3.0 (±0.9)	13.5 (±2.1)	25.7 (±3.3)	0.5 (±0.1)	2.4 (±0.3)	16.0 (±1.0)
5.00	1.50	3.73E-07 (±8.96E-07)	10.5 (±5.5)	0.0 (±0.0)	0.0 (±0.0)	0.0 (±0.0)	25.4 (±22.9)	46.1 (±21.9)	76.0 (±42.8)	1.2 (±0.7)	6.2 (±3.6)	19.8 (±1.6)
6.50	3.50	2.19E-08 (±1.38E-08)	4.0 (±1.2)	0.0 (±0.0)	0.0 (±0.0)	0.0 (±0.0)	6.4 (±3.7)	24.3 (±6.0)	45.3 (±11.7)	0.5 (±0.2)	2.8 (±0.8)	17.4 (±1.4)
10.00	5.20	5.69E-07 (±5.26E-06)	5.8 (±3.6)	0.0 (±0.0)	0.0 (±0.0)	0.0 (±0.0)	19.5 (±22.4)	46.5 (±16.6)	81.7 (±40.1)	0.7 (±0.4)	3.5 (±1.9)	19.2 (±1.4)
15.20	4.59	4.07E-08 (±8.25E-08)	7.9 (±6.0)	0.0 (±0.0)	0.0 (±0.0)	0.0 (±0.0)	36.3 (±37.2)	88.1 (±44.9)	181.5 (±154.5)	1.1 (±1.1)	5.9 (±5.6)	20.5 (±1.1)

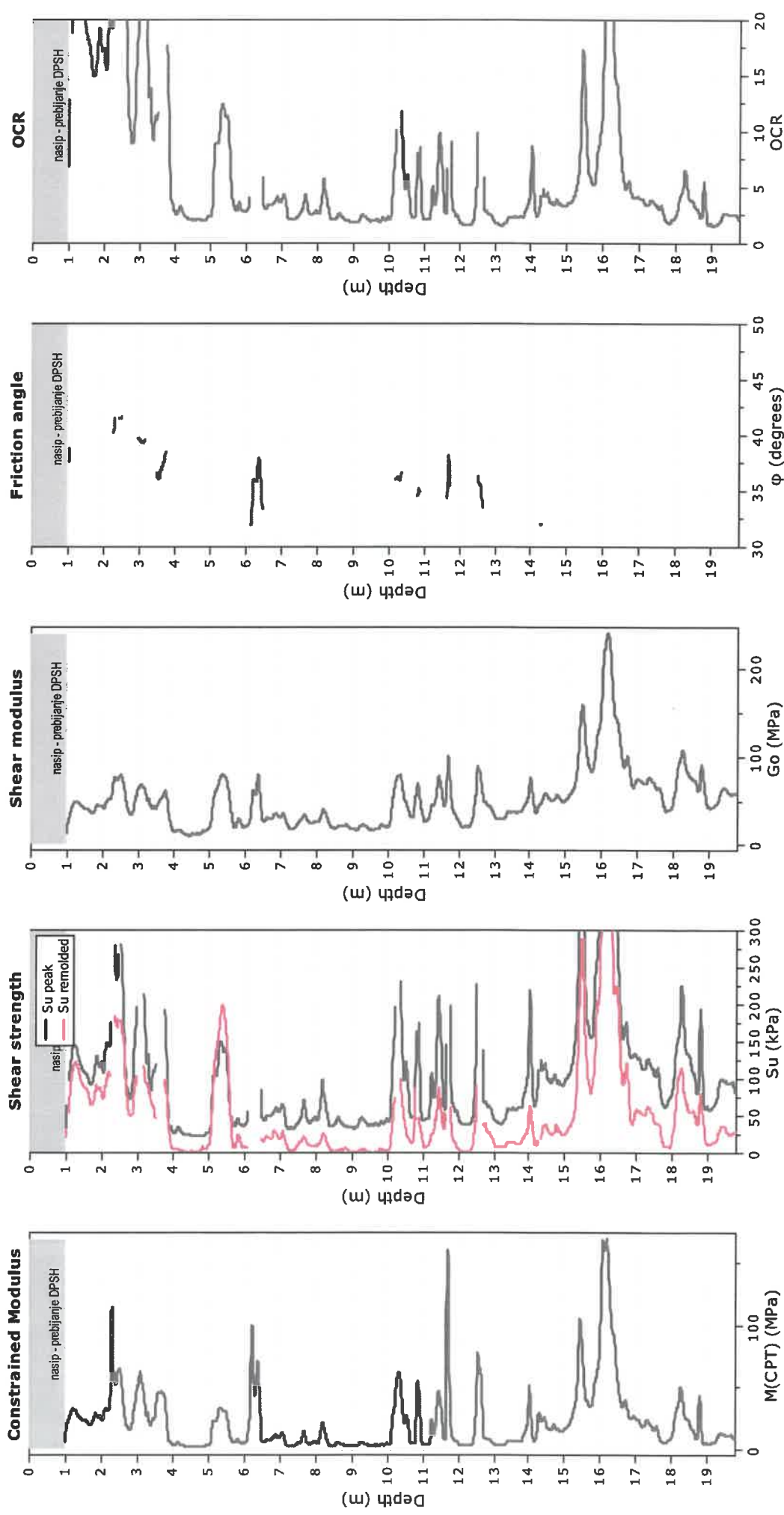
Depth values presented in this table are measured from free ground surface



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

CPT: CPTu-1
Total depth: 19.79 m, Date: 17. 06. 2024
Surface Elevation: 297.00 m
Coords: X:465486.00, Y:109483.00
Cone Type: DP10-CFPTxy
Cone Operator: M. Filipič

Project: OPPN NT-06 TRZIN
Location: TRZIN

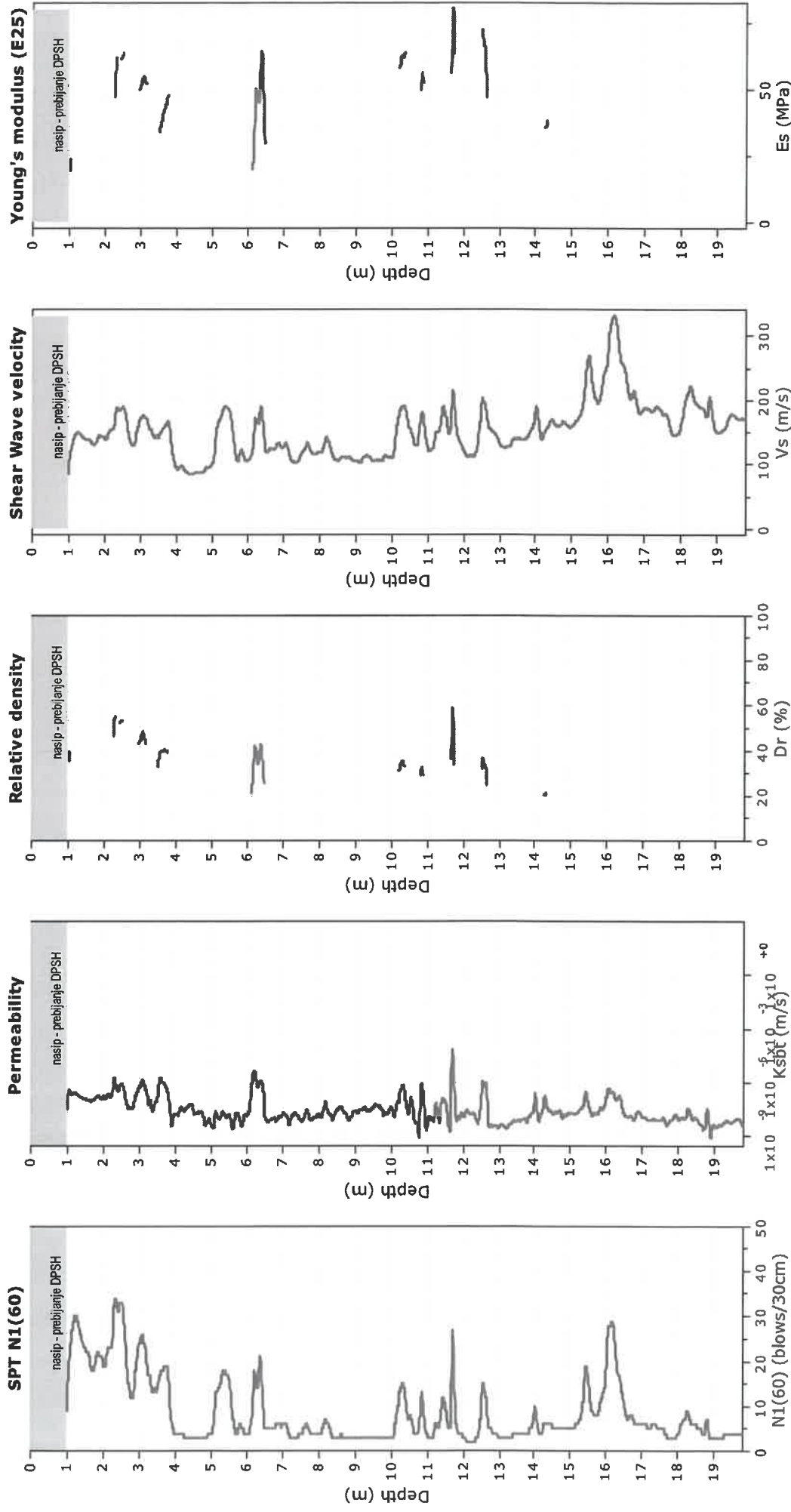




M-TEST, Marjan Filipič s.p.
Ulica bratov Mivšek 31
1353 Borovnica
+386 31 843 151 ; m-test@siol.net

Project: OPPN NT-06 TRZIN
Location: TRZIN

CPT: CPTu-1
Total depth: 19.79 m, Date: 17. 06. 2024
Surface Elevation: 297.00 m
Coords: X:465486.00, Y:109483.00
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: 15.00 m, Date: 17. 06. 2024

Surface Elevation: 296.00 m

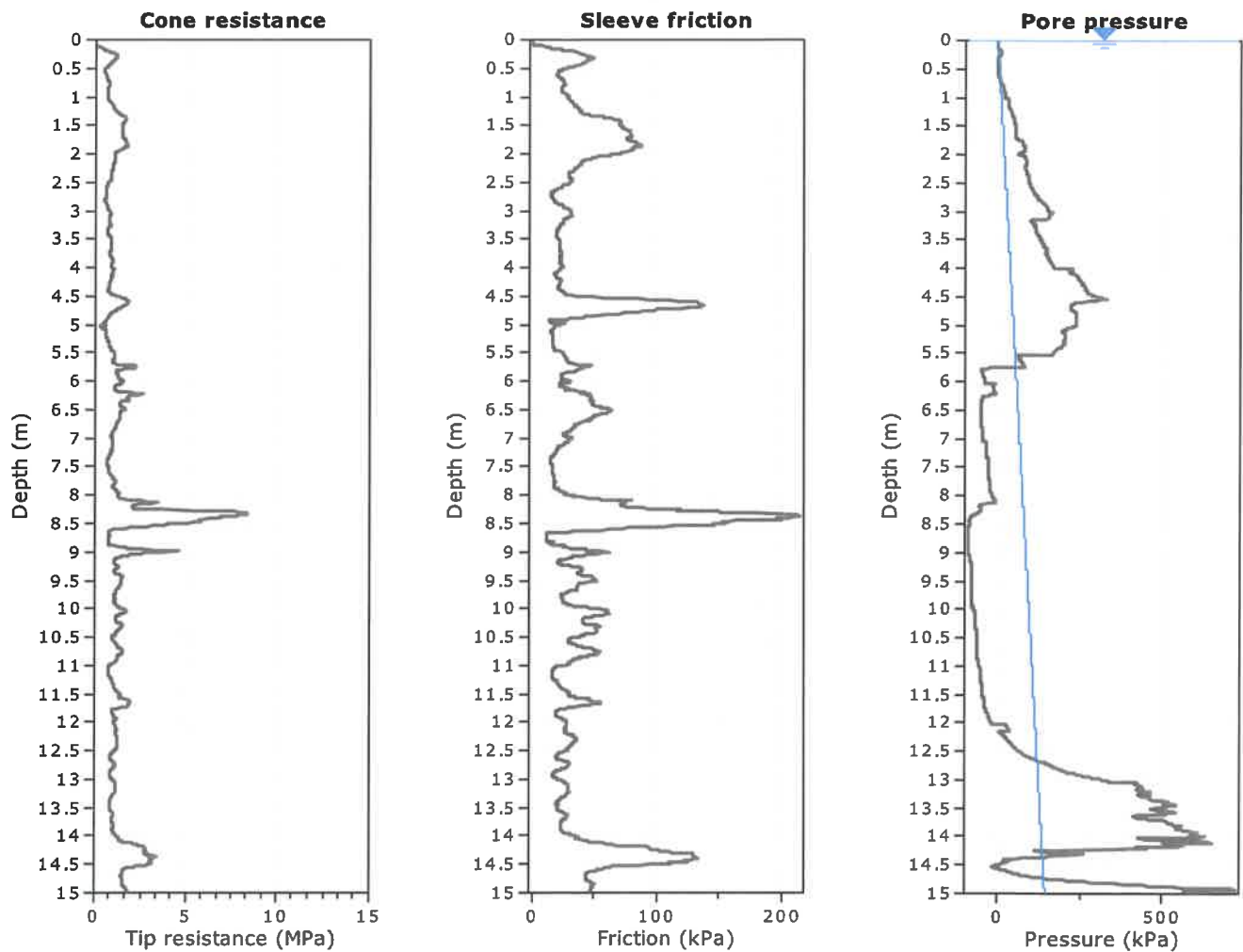
Coords: X:465515.00, Y:109534.00

Cone Type: DP10-CFPTxy

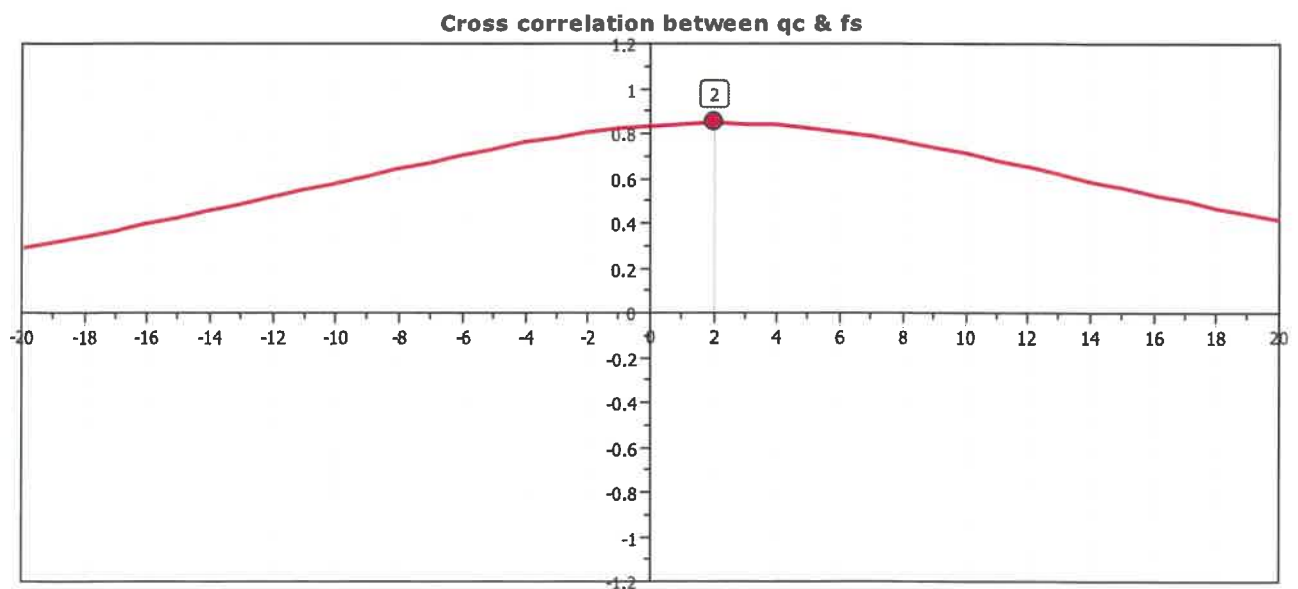
Cone Operator: M. Filipič

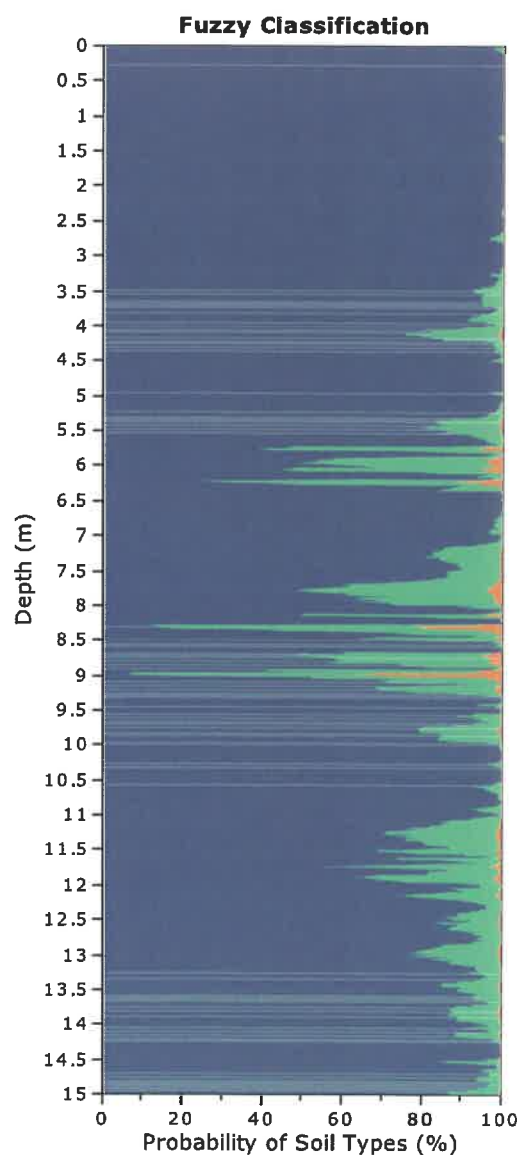
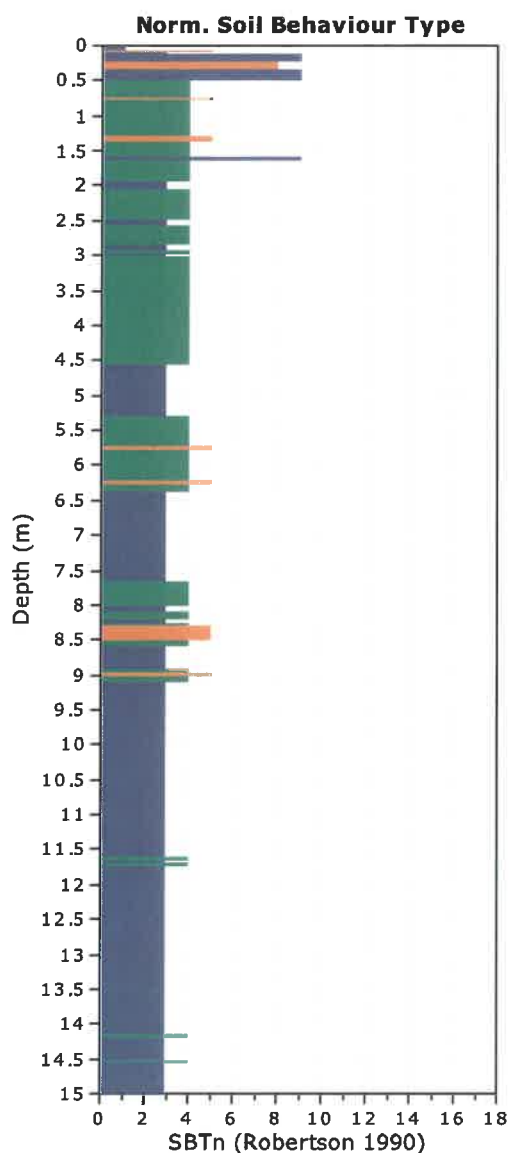
Project: OPPN NT-06 TRZIN

Location: TRZIN



The plot below presents the cross correlation coefficient 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 successive CPT measurements).



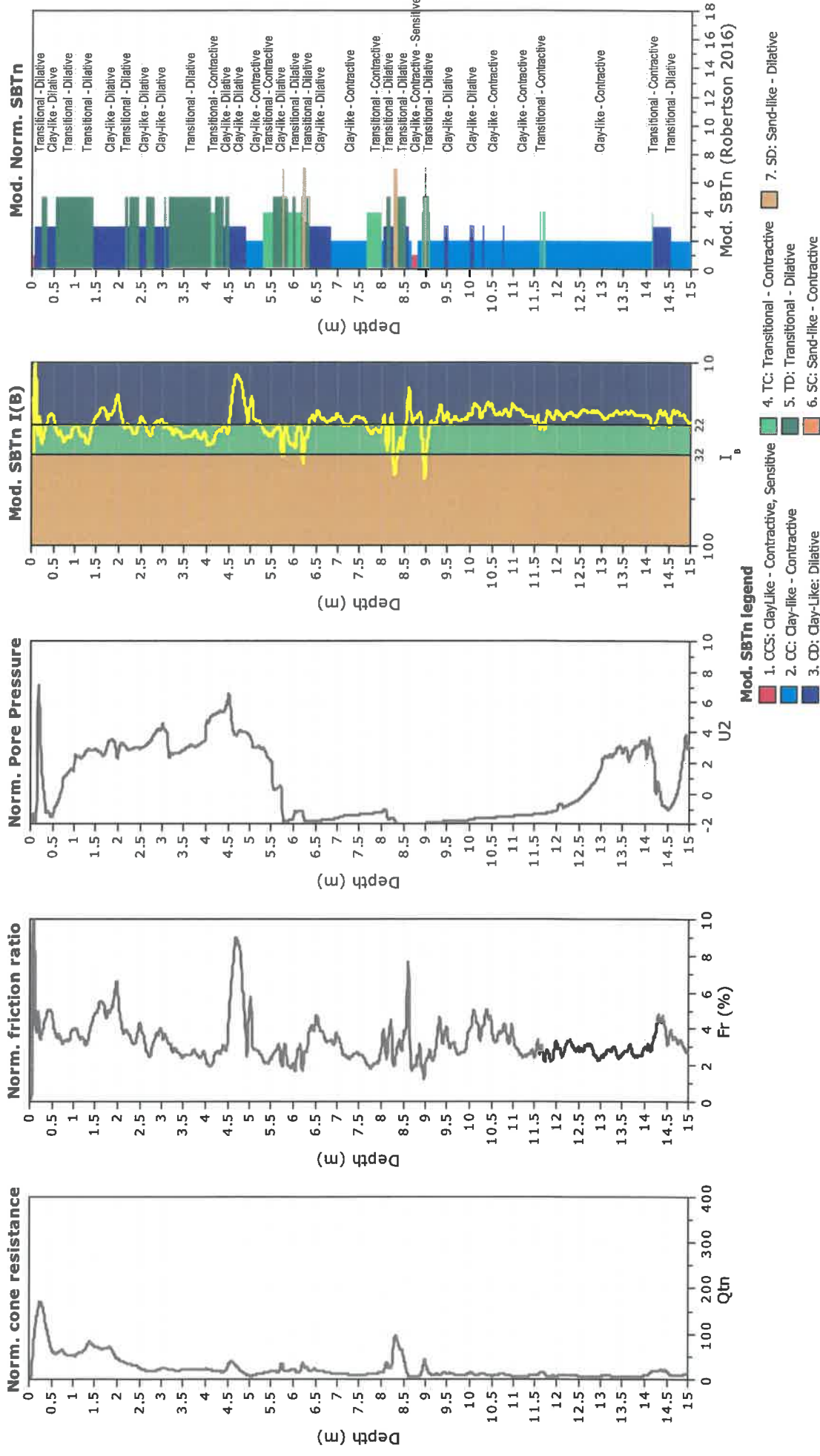


M-TEST, Marjan Filipič s.p.
Ulica bratov Mivšek 31
1353 Borovnica
+386 31 843 151 ; m-test@sidl.net



Project: OPPN NT-06 TRZIN
Location: TRZIN

CPT: CPTu-2
Total depth: 15.00 m, Date: 17. 06. 2024
Surface Elevation: 296.00 m
Coords: X:465515.00, Y:109534.00
Cone Type: DP10-CPTxy
Cone Operator: M. Filipič

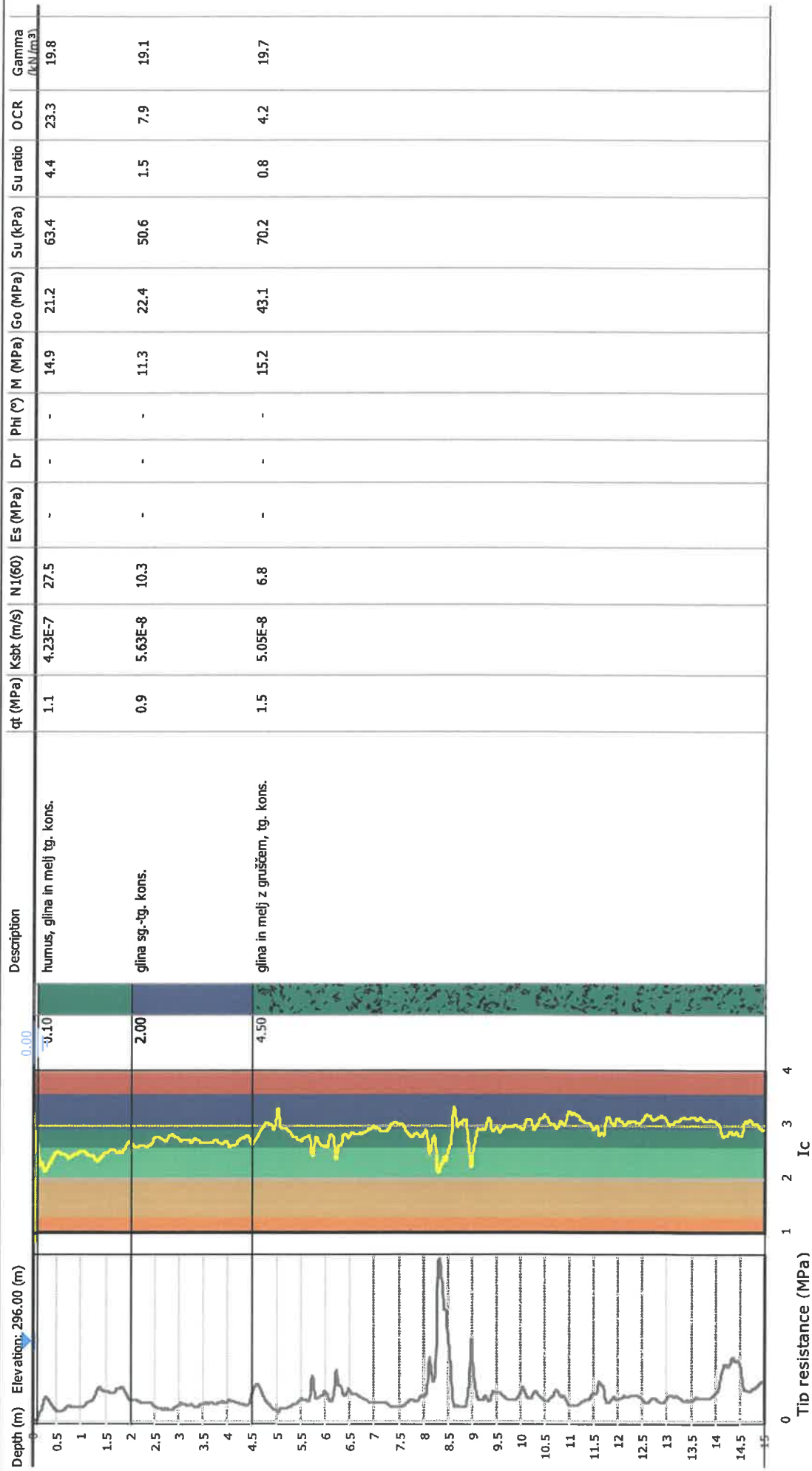


M-TEST, Marjan Filipič s.p.
Ulica bratov Mivšek 31
1353 Borovnica
+386 31 843 151 ; m-test@siol.net



CPT: CPTu-2
Total depth: 15.00 m, Date: 17. 06. 2024
Surface Elevation: 296.00 m
Coords: X:465515.00, Y:109534.00
Cone Type: DP10-CPTxy
Cone Operator: M. Filipič

Project: OPPN NT-06 TRZIN
Location: TRZIN



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)
0.10	1.90	4.23E-07 (±4.67E-07)	27.5 (±9.0)	0.0 (±0.0)	0.0 (±0.0)	0.0 (±0.0)	14.9 (±6.3)	21.2 (±9.4)	63.4 (±27.0)	4.4 (±1.5)	23.3 (±7.7)	19.8 (±0.9)
2.00												
2.00	2.50	5.63E-08 (±2.34E-08)	10.3 (±2.6)	0.0 (±0.0)	0.0 (±0.0)	0.0 (±0.0)	11.3 (±2.0)	22.4 (±2.8)	50.6 (±8.7)	1.5 (±0.4)	7.9 (±2.2)	19.1 (±0.4)
4.50												
4.50	10.50	5.05E-08 (±2.25E-07)	6.8 (±4.0)	0.0 (±0.0)	0.0 (±0.0)	0.0 (±0.0)	15.2 (±17.7)	43.1 (±17.0)	70.2 (±34.4)	0.8 (±0.4)	4.2 (±2.4)	19.7 (±0.9)
15.00												

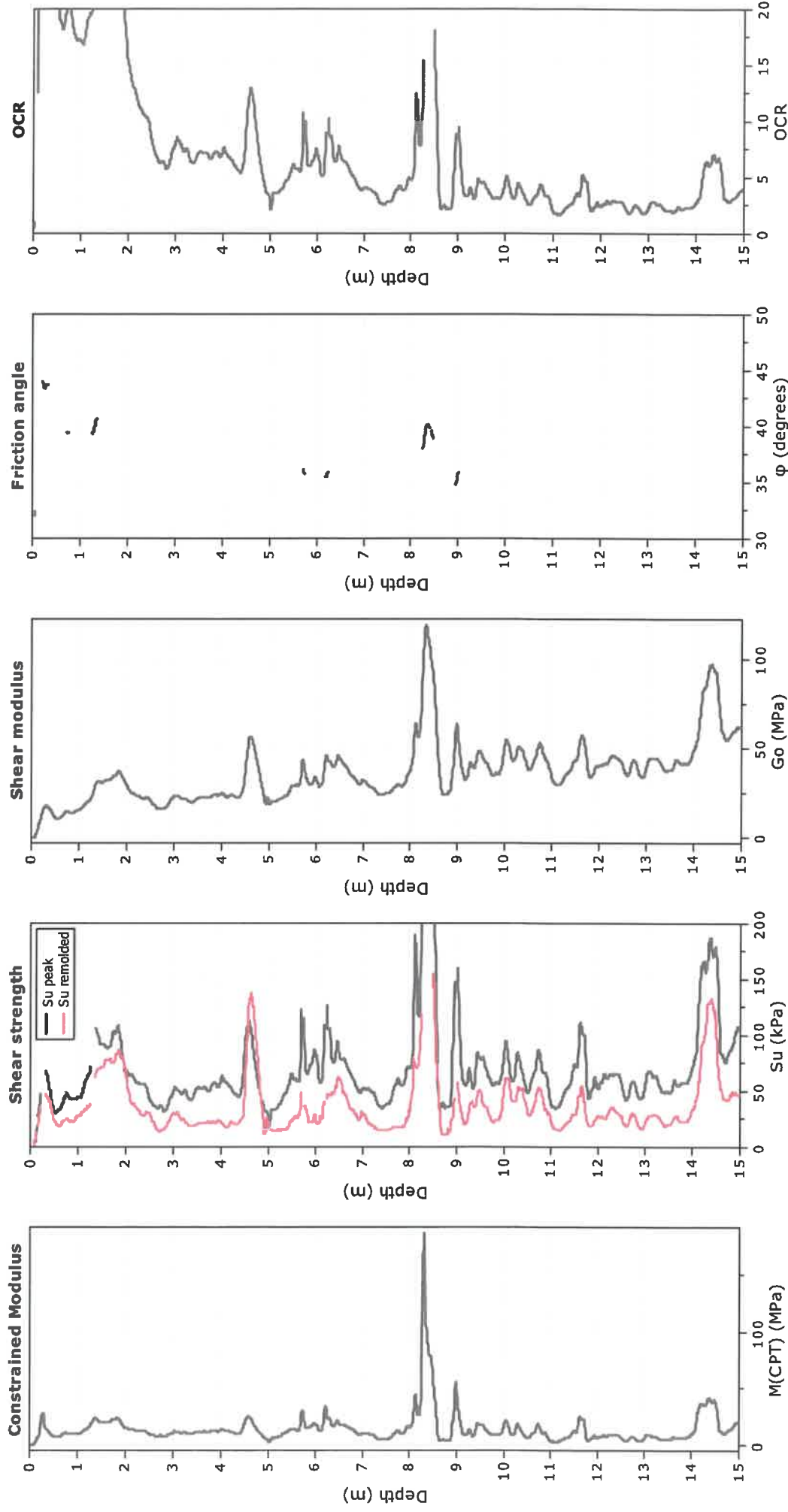
Depth values presented in this table are measured from free ground surface



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

Project: OPPN NT-06 TRZIN
Location: TRZIN

CPT: CPTu-2
Total depth: 15.00 m, Date: 17. 06. 2024
Surface Elevation: 296.00 m
Coords: X:465515.00, Y:109534.00
Cone Type: DP10-CPTxy
Cone Operator: M. Filipič

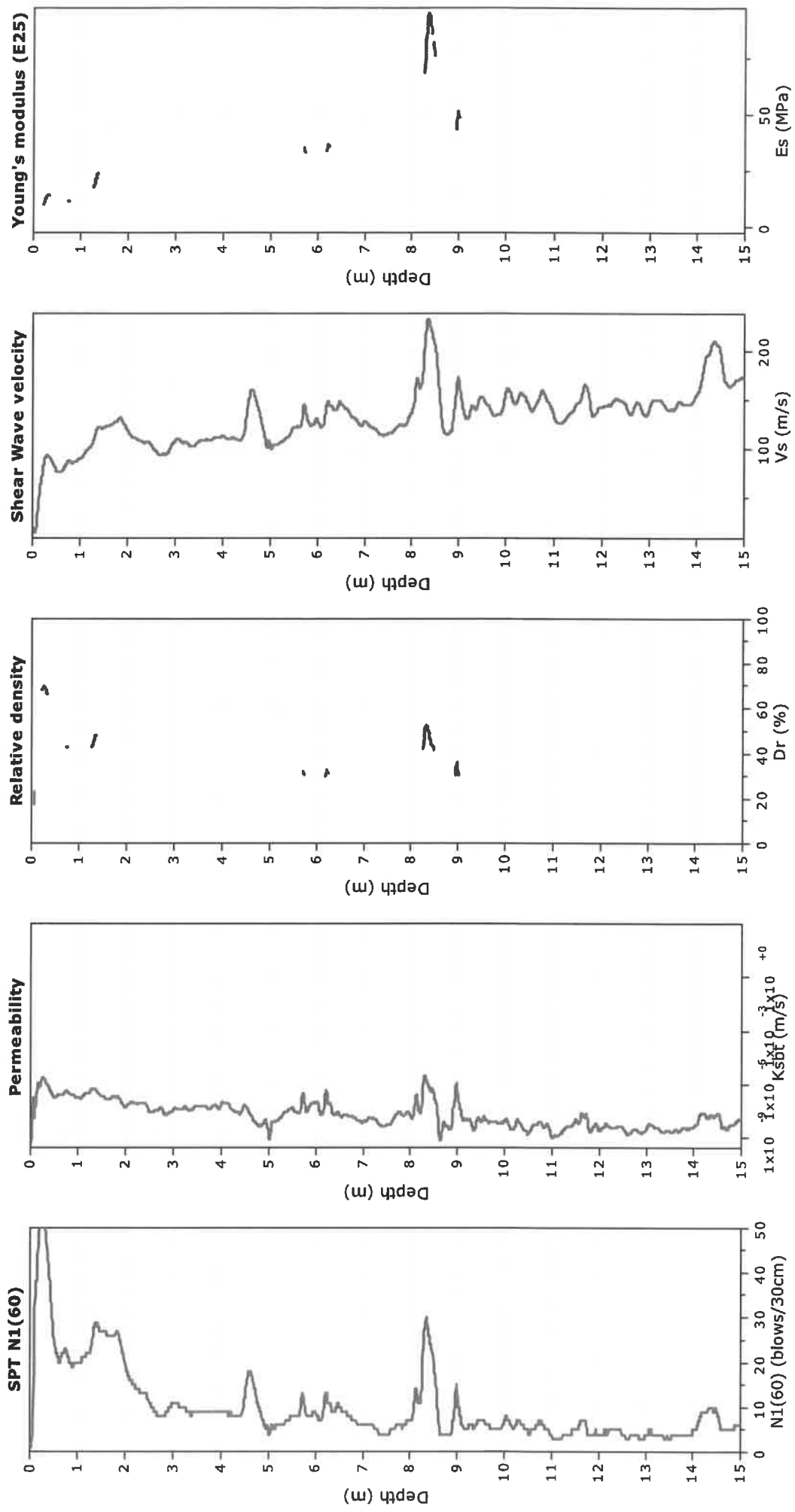




M-TEST, Marjan Filipič s.p.
Ulica bratov Mivšek 31
1353 Borovnica
+386 31 843 151 ; m-test@siol.net

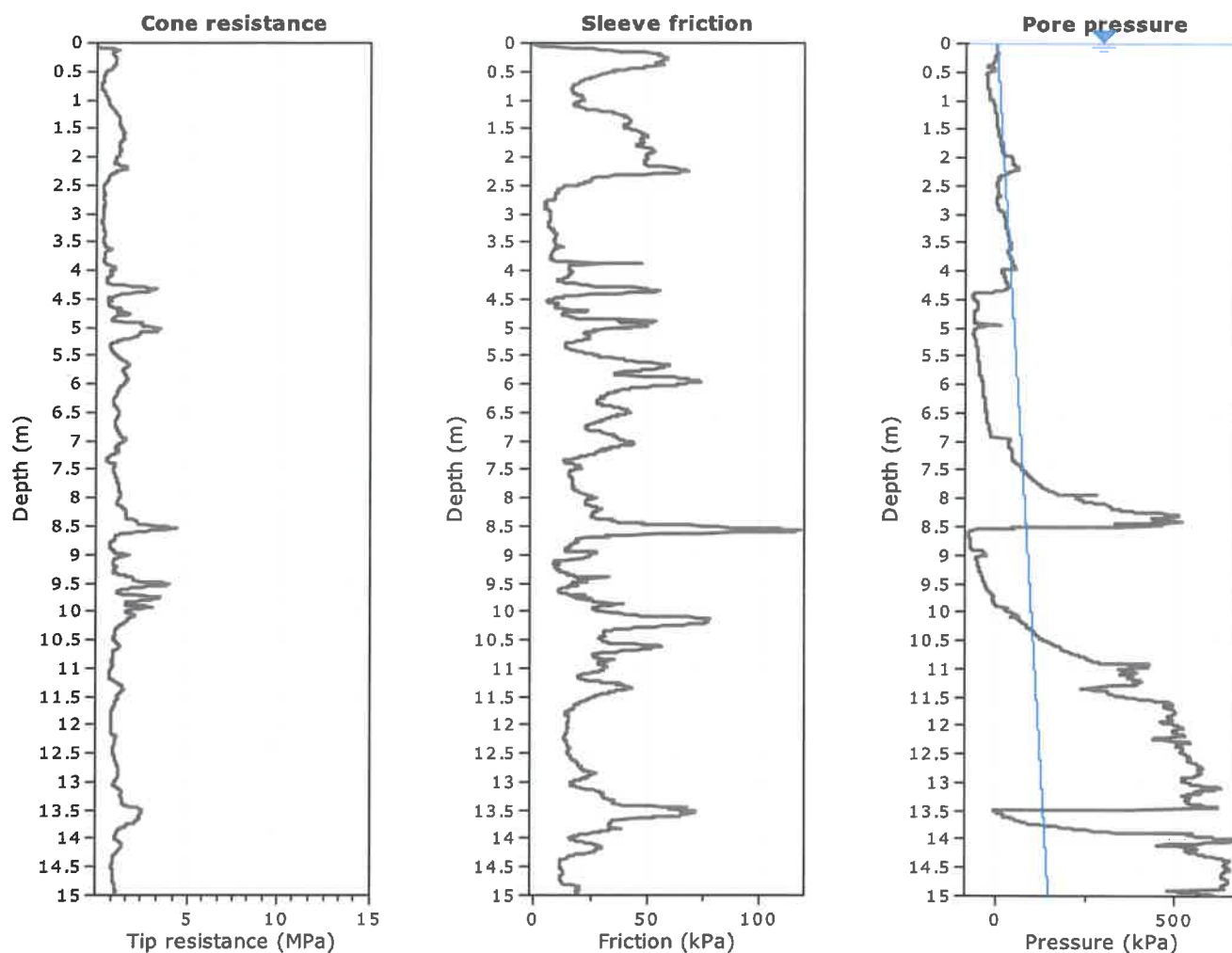
Project: OPPN NT-06 TRZIN
Location: TRZIN

CPT: CPTu-2
Total depth: 15.00 m, Date: 17. 06. 2024
Surface Elevation: 296.00 m
Coords: X:465515.00, Y:109534.00
Cone Type: DP10-CFPTxy
Cone Operator: M. Filipič

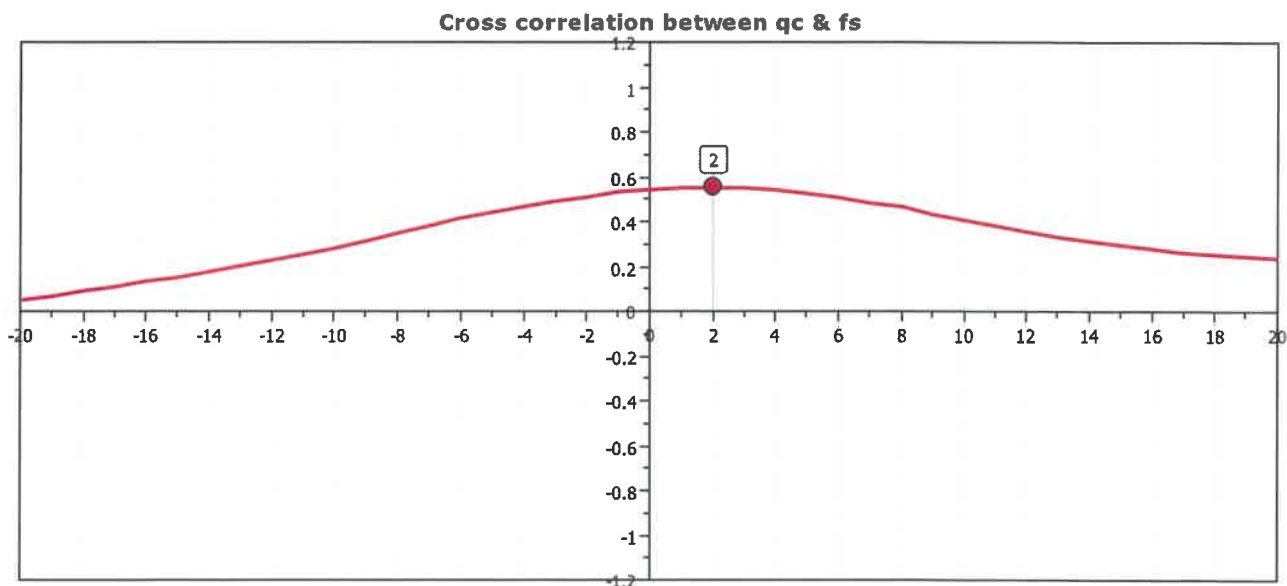




Project: OPPN NT-06 TRZIN
Location: TRZIN



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).





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

CPT: CPTu-3

Total depth: 15.00 m, Date: 17. 06. 2024

Surface Elevation: 296.00 m

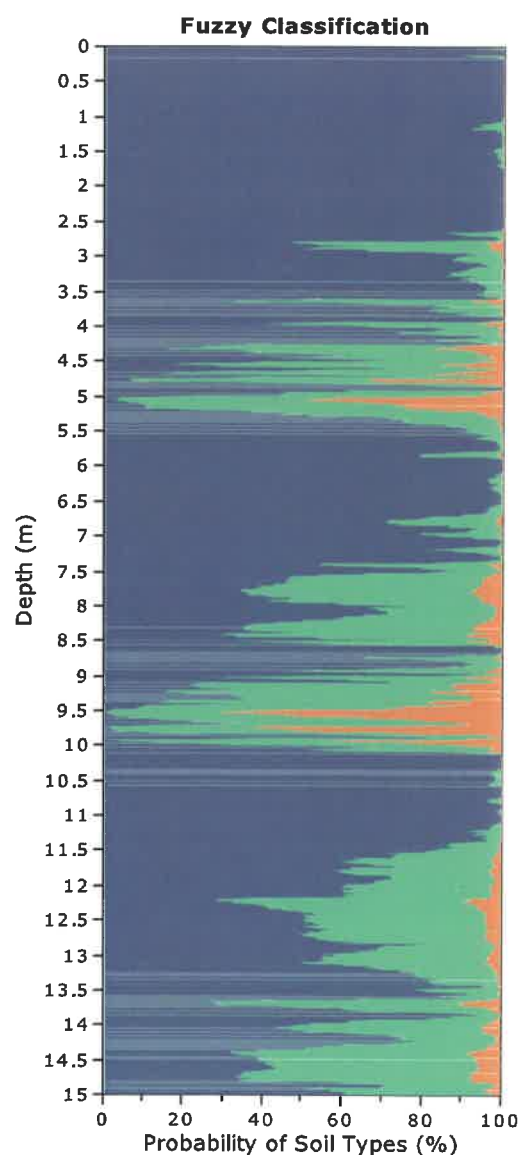
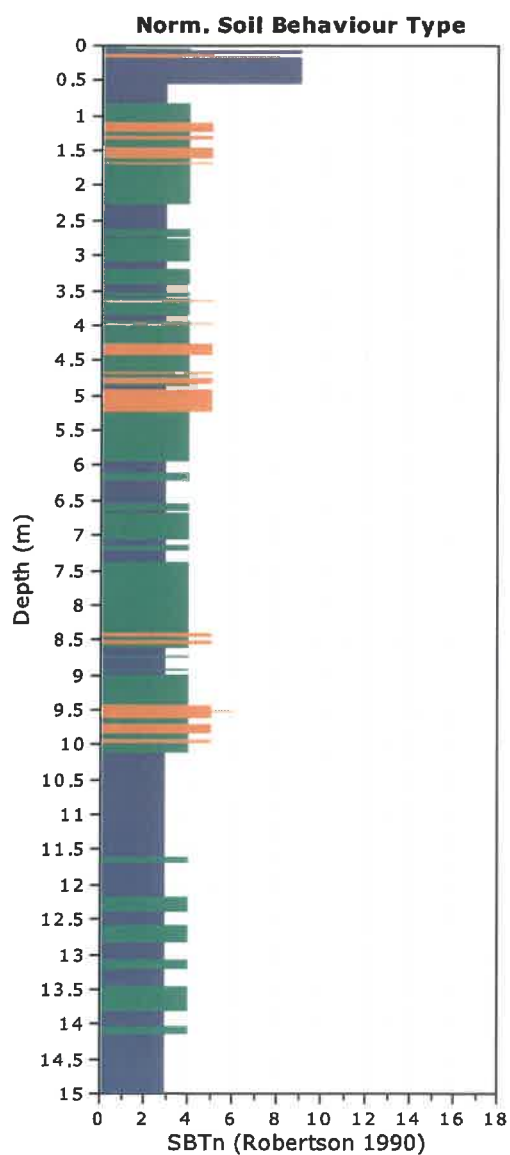
Coords: X:465593.00, Y:109603.00

Cone Type: DP10-CFPTxy

Cone Operator: M. Filipič

Project: OPPN NT-06 TRZIN

Location: TRZIN

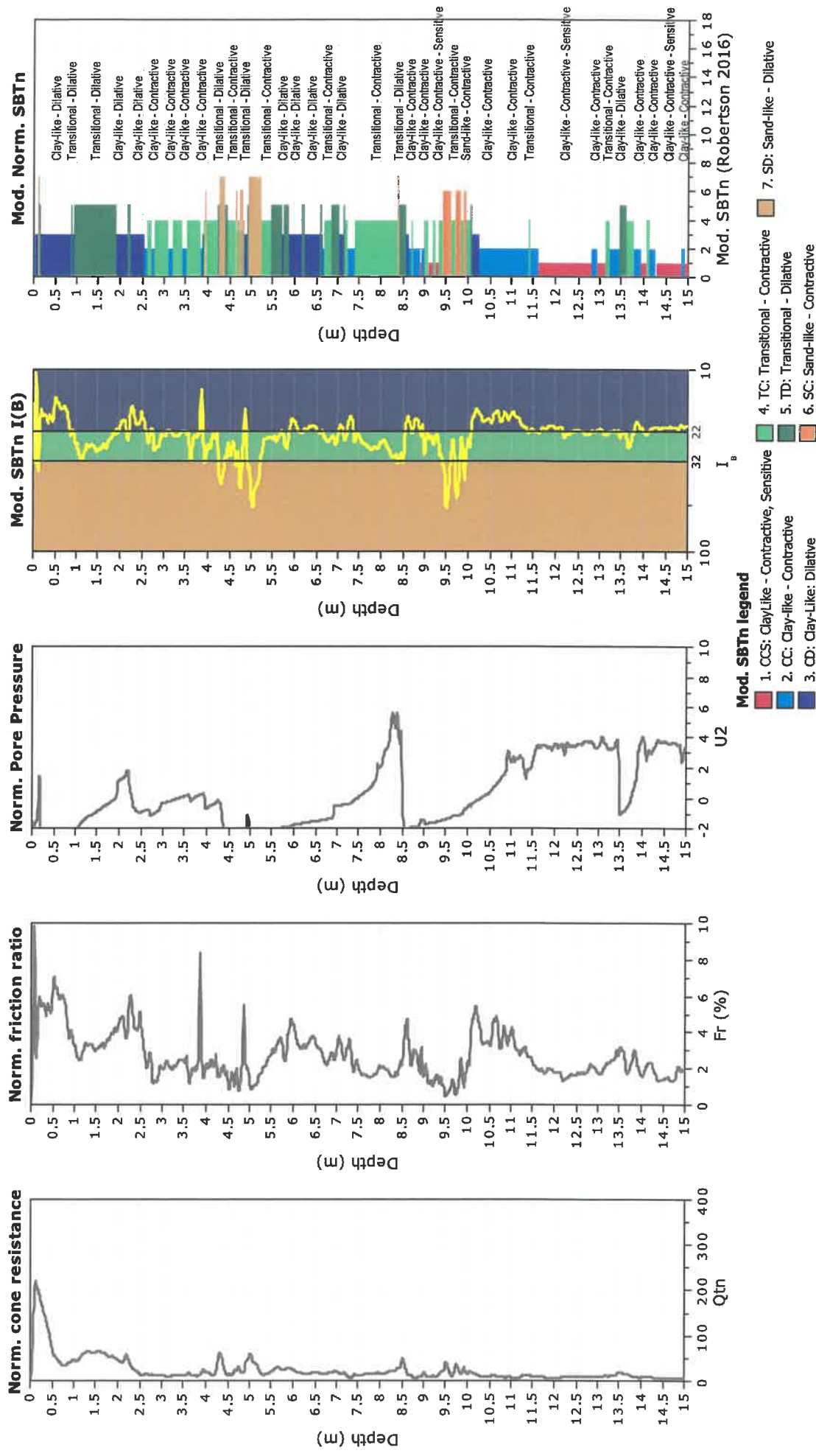




M-TEST, Marjan Filipič s.p.
Ulica bratov Mivšek 31
1353 Borovnica
+386 31 843 151 ; m-test@siol.net

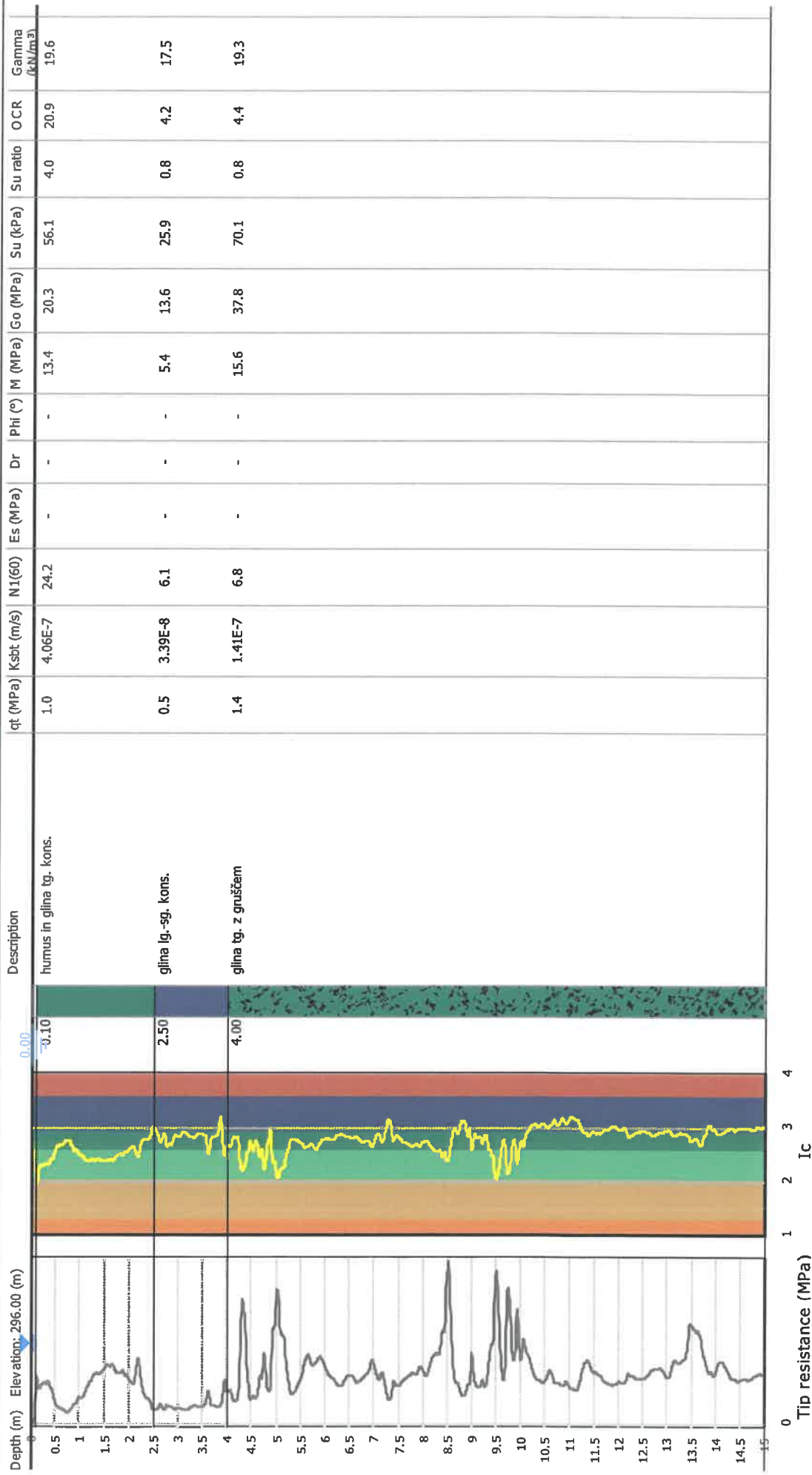
Project: OPPN NT-06 TRZIN
Location: TRZIN

CPT: CPTu-3
Total depth: 15.00 m, Date: 17. 06. 2024
Surface Elevation: 296.00 m
Coords: X:465593.00, Y:109603.00
Cone Type: DP10-CPTxy
Cone Operator: M. Filipič





Project: OPPN NT-06 TRZIN
Location: TRZIN





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

CPT: CPTu-3
Total depth: 15.00 m, Date: 17. 06. 2024
Surface Elevation: 296.00 m
Coords: X:465593.00, Y:109603.00
Cone Type: DP10-CFPTxy
Cone Operator: M. Filipič

Project: OPPN NT-06 TRZIN
Location: TRZIN

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)
0.10	2.40	4.06E-07 (±9.17E-07)	24.2 (±13.4)	0.0 (±0.0)	0.0 (±0.0)	0.0 (±0.0)	13.4 (±5.4)	20.3 (±7.1)	56.1 (±23.8)	4.0 (±2.7)	20.9 (±14.1)	19.6 (±0.7)
2.50												
2.50	1.50	3.39E-08 (±4.10E-08)	6.1 (±1.0)	0.0 (±0.0)	0.0 (±0.0)	0.0 (±0.0)	5.4 (±2.4)	13.6 (±2.9)	25.9 (±8.0)	0.8 (±0.2)	4.2 (±0.8)	17.5 (±0.5)
4.00												
4.00	11.00	1.41E-07 (±4.97E-07)	6.8 (±3.0)	0.0 (±0.0)	0.0 (±0.0)	0.0 (±0.0)	15.6 (±11.2)	37.8 (±9.9)	70.1 (±23.4)	0.8 (±0.4)	4.4 (±1.9)	19.3 (±0.8)
15.00												

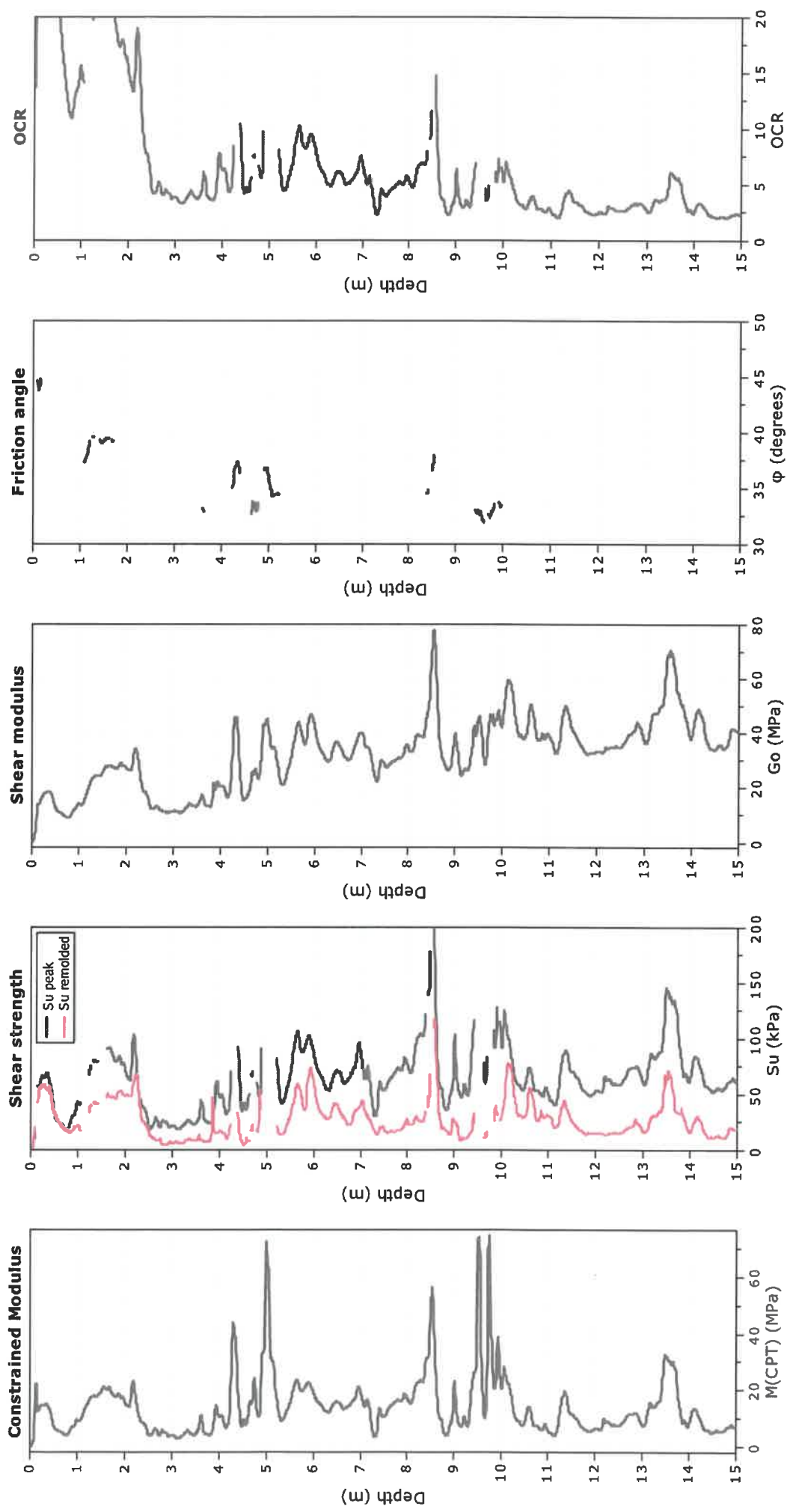
Depth values presented in this table are measured from free ground surface



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

Project: OPPN NT-06 TRZIN
Location: TRZIN

CPT: CPTu-3
Total depth: 15.00 m, Date: 17. 06. 2024
Surface Elevation: 296.00 m
Coords: X:465593.00, Y:109603.00
Cone Type: DP10-CFPTxy
Cone Operator: M. Filipič

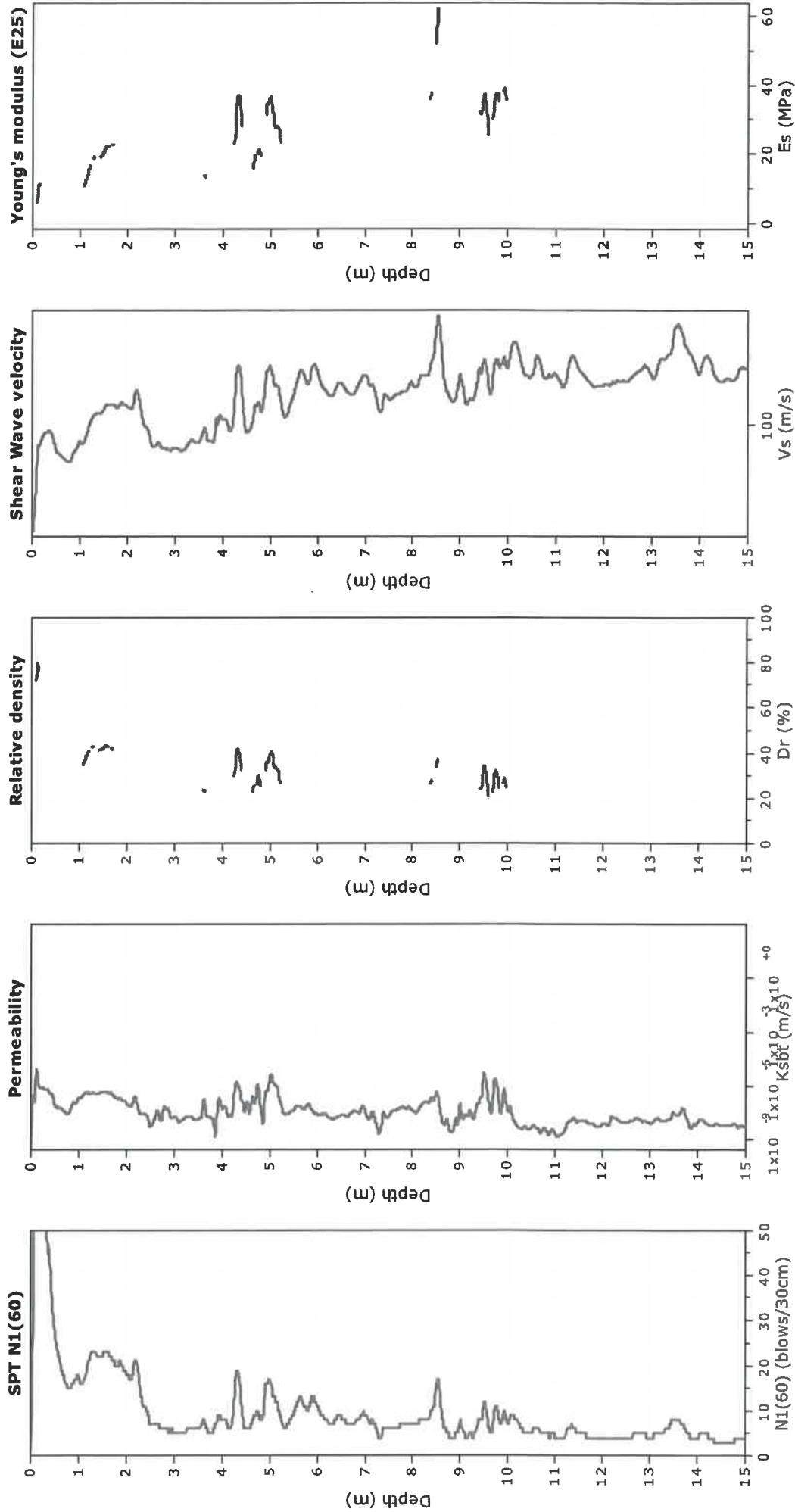




M-TEST, Marjan Filipič s.p.
Ulica bratov Mivšek 31
1353 Borovnica
+386 31 843 151 ; m-test@siol.net

Project: OPPN NT-06 TRZIN
Location: TRZIN

CPT: CPTu-3
Total depth: 15.00 m, Date: 17. 06. 2024
Surface Elevation: 296.00 m
Coords: X:465593.00, Y:109603.00
Cone Type: DP10-CFPTxy
Cone Operator: M. Filipič

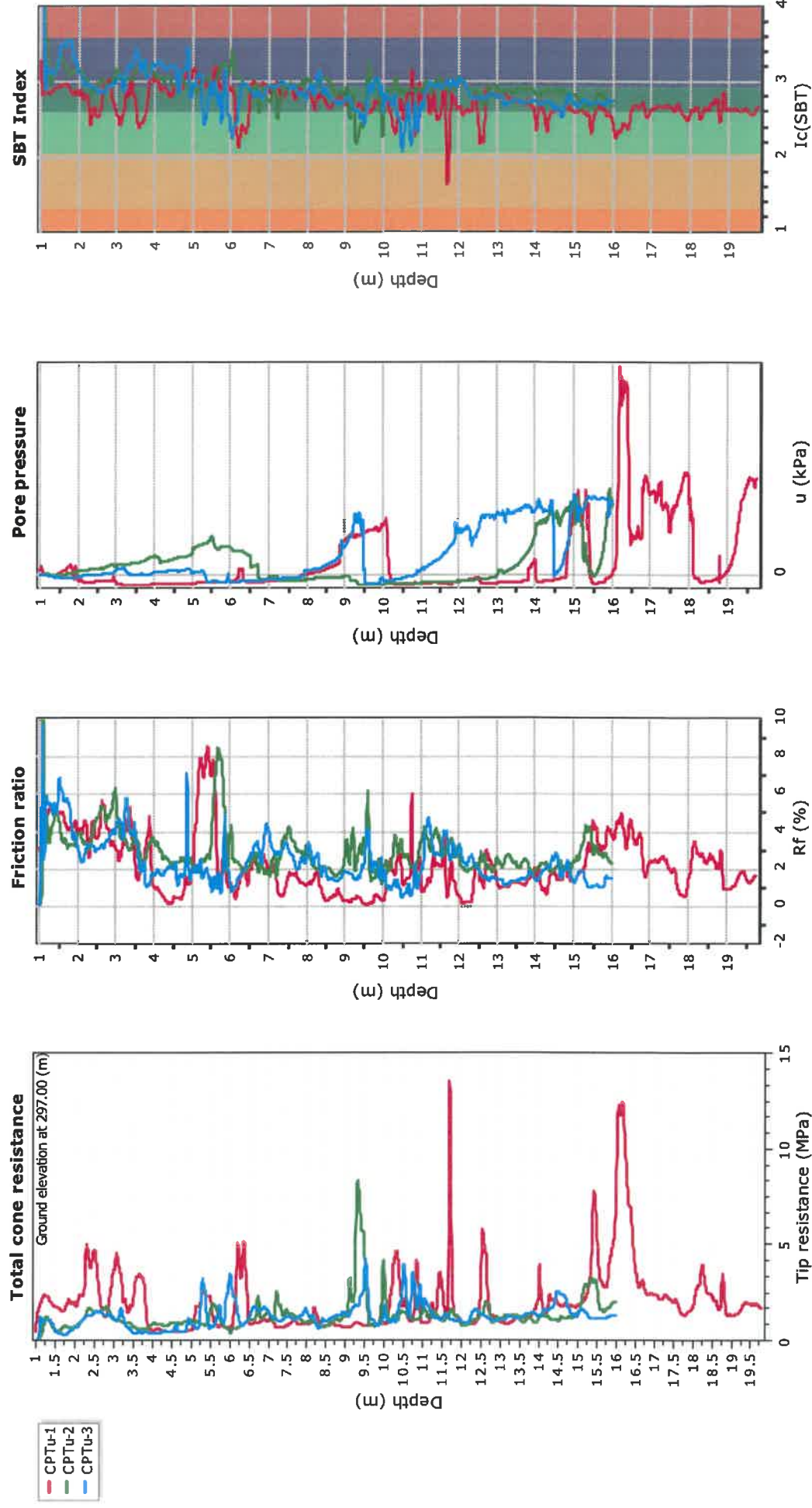




M-TEST, Marjan Filipič s.p.
Ulica bratov Mivšek 31
1353 Borovnica
+386 31 843 151 ; m-test@siol.net

Project: OPPN NT-06 TRZIN
Location: TRZIN

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) ::

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

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)



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

Ulica bratov Mivšek 31, 1353 Borovnica – SLO

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

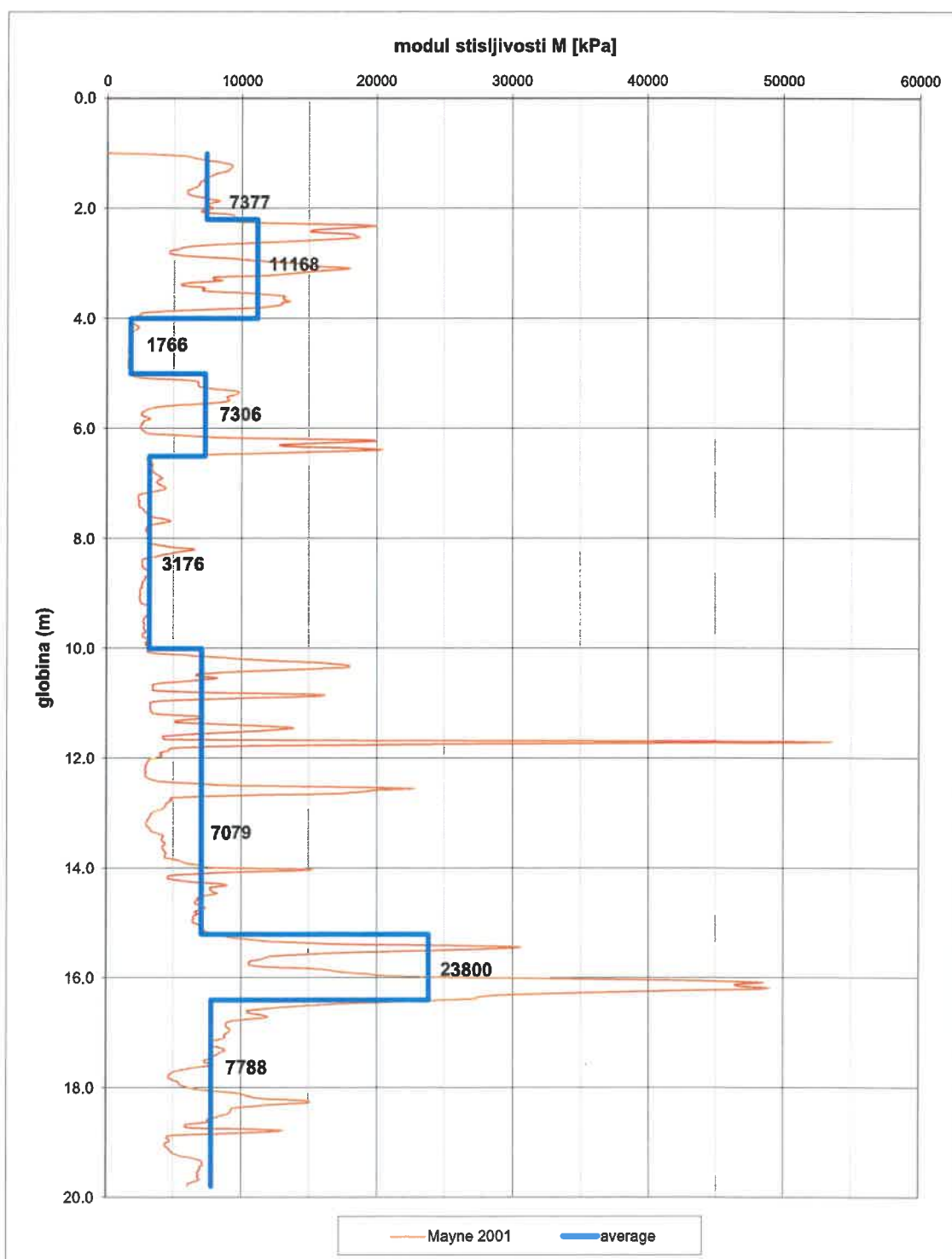
ID št. za DDV: SI 60226285 ; MŠ: 8234582000 ; IBAN: SI56 0202 7026 2772 424

lokacija: OPPN NT-06 TRZIN

oznaka sonde: CPTu-1

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

$\alpha_M = 5$ (Mayne 2001)





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

Ulica bratov Mivšek 31, 1353 Borovnica – SLO

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

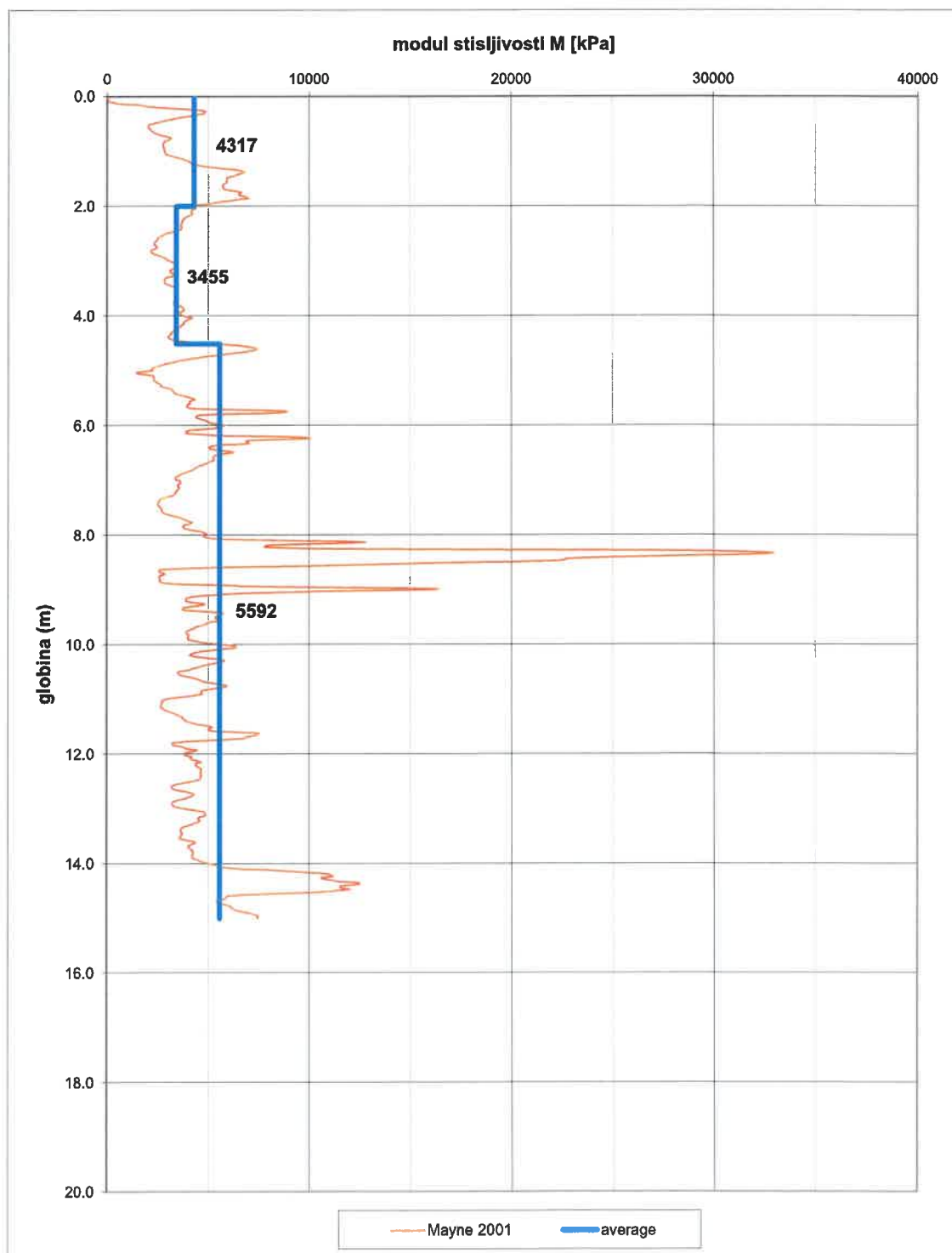
ID št. za DDV: SI 60226285 ; MŠ: 8234582000 ; IBAN: SI56 0202 7026 2772 424

lokacija: **OPPN NT-06 TRZIN**

oznaka sonde: **CPTu-2**

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

$\alpha_M = 5$ (Mayne 2001)



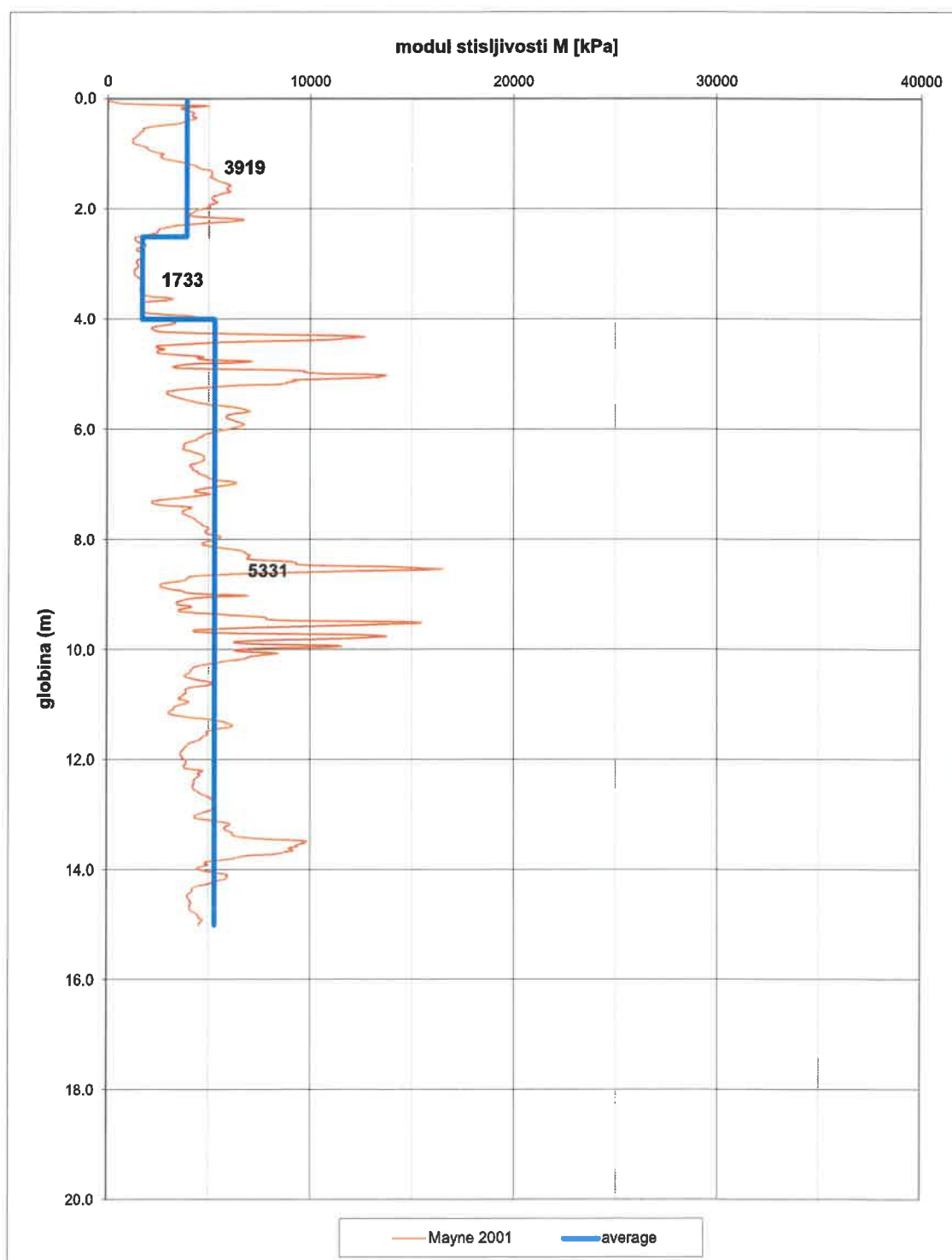


M-TEST, meritve v tehniki, MARJAN FILIPIČ s.p.
Ulica bratov Mivšek 31, 1353 Borovnica – SLO
tel: +386 031 843 151 e-mail: m-test@siol.net
ID št. za DDV: SI 60226285 ; MŠ: 8234582000 ; IBAN: SI56 0202 7026 2772 424

lokacija: **OPPN NT-06 TRZIN**

oznaka sonde: **CPTu-3**

modul stisljivosti M iz CPT testa [kPa]: $M = \alpha_M (q_t - \sigma_{vo})$
 $\alpha_M = 5$ (Mayne 2001)



PRILOGA 3: PREČNI IN VZDOLŽNI GEOLOŠKO GEOMEHANSKI PREREZI

Stationsplan	Objekt	Datum	Projekt
Stationsplan	Objekt	Datum	Projekt

Stationsplan	Objekt	Datum	Projekt
Stationsplan	Objekt	Datum	Projekt

Stationsplan	Objekt	Datum	Projekt
Stationsplan	Objekt	Datum	Projekt

Stationsplan	Objekt	Datum	Projekt
Stationsplan	Objekt	Datum	Projekt

Stationsplan	Objekt	Datum	Projekt
Stationsplan	Objekt	Datum	Projekt

Stationsplan	Objekt	Datum	Projekt
Stationsplan	Objekt	Datum	Projekt

Stationsplan	Objekt	Datum	Projekt
Stationsplan	Objekt	Datum	Projekt

Stationsplan	Objekt	Datum	Projekt
Stationsplan	Objekt	Datum	Projekt

58 od 58

CECOS - Simulphony (64 kHz) | version 6.20.24.27.0 | hardware key: 3110113 | INSTITUT BAM
Copyright © 2024, Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finechore.eu

Premix - CPTu S 1:200/M00

CE06 • Biochemistry (ed 14) | version 6.2004.27.0 | hardware key 31101 / 5101010107010001
Copyright © 2004 F. W. Kohl, M.D. All Rights Reserved | www.friesheim.eu

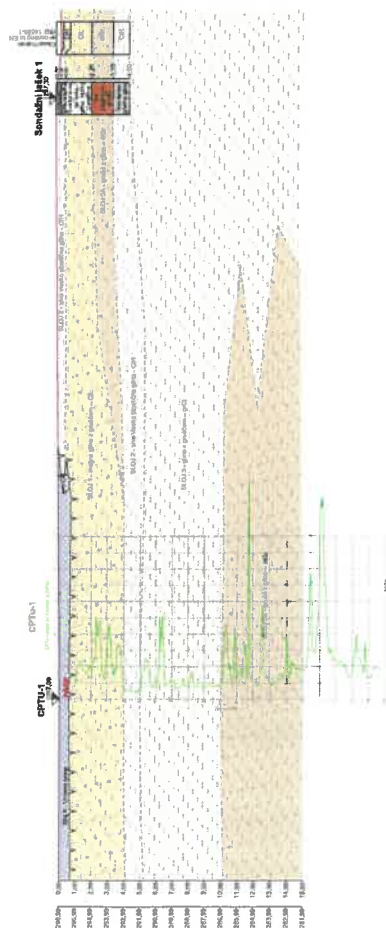
[illegible]

Stran 57 od 58

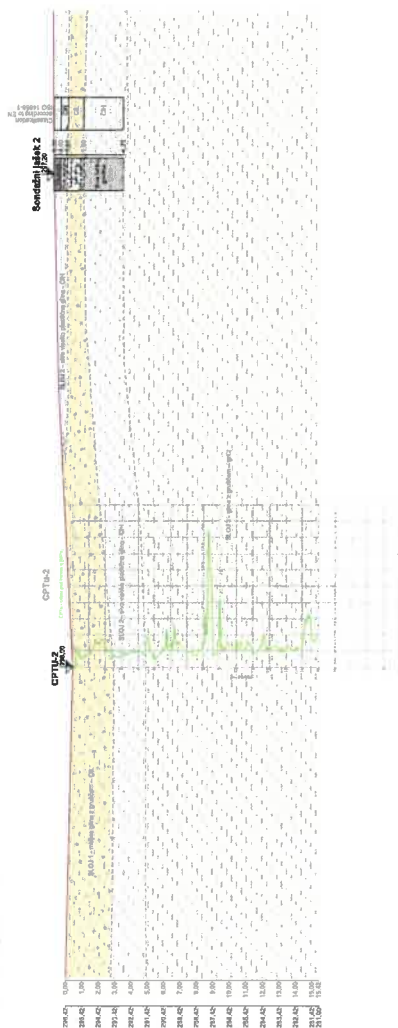
Legenda

Substancija	Opis	Opis
S.OJ 1A - grudi + glava - djevojčica		S.OJ 3 - glava + grudi - ml. djevojčica
S.OJ 2 - nova vjetrova plastična glava - dječak		S.OJ 1 - mladić glava + torzo - dječak
S.OJ 6 - Univerzalni noge		

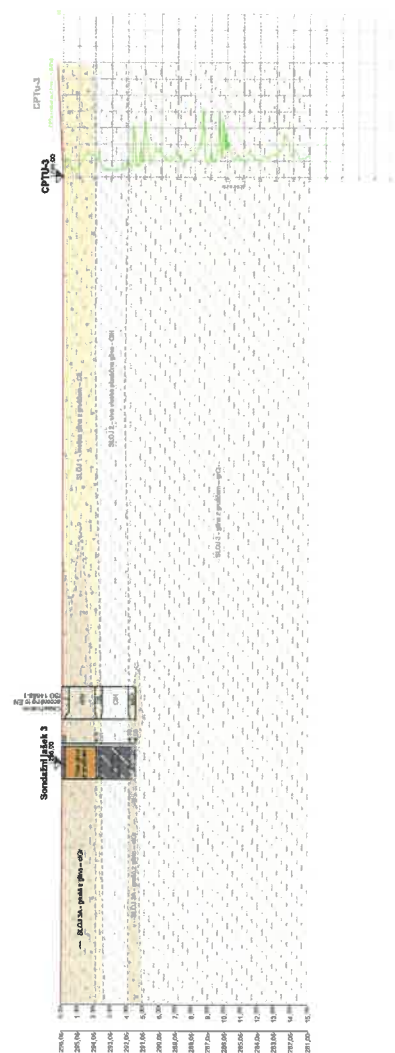
Prečtni prevez SI - CPTu I



Prečni prerez S2 - CPTu 2



Prečnol prerez S3 - CPTu.3

[illegible]