

GEOTEHNIČNO POROČILO

O IZVEDENIH RAZISKAVAH TAL IN POGOJIH TEMELJENJA (FAZA PGD)

Objekt: UREDITEV DOSTOPOV NA MOST ČEZ LJUBLJANICO NA TOJNICAH IN
UREDITEV JUŽNEGA DELA OBVOZNICE VRHNIKA
od krožišča K2 do priključka Verd, 1.faza Obvoznice-južni del

Lokacija: TOJNICE – VRHNIKA – VERD

Naročnik: OBČINA VRHNIKA
Tržaška cesta 1, SI-1360 VRHNIKA

Republika Slovenija
MINISTRSTVO ZA INFRASTRUKTURO
Direkcija RS za infrastrukturo
Tržaška 19, SI-1000 LJUBLJANA

Št. poročila: GEO128-03-2016 VRHNIKA-TOJNICE-VERD.doc
Datum: Junij 2019

Meritve izvedla:
D.ZAKONJŠEK, univ.dipl.inž.rud. in geotehnologije
M.LESJAK, abs.rud. in geotehnologije

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

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

Direktor:
SLP d.o.o. LJUBLJANA
G.STRNIŠA, univ.dipl.inž.gradb.

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

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

SLP d.o.o. Ljubljana

VSEBINA

1.	Uvod	4
2.	TERENSKA PREISKAVA	4
2.1	Pregled opravljenih preiskav na vplivni okolici	4
2.2	Raziskovalna dela	5
2.3	Geotehnične meritve	5
2.4	Inženirsko-geološki pregled terena	5
3.	GEOTEHNIČNE RAZMERE	6
3.1	Geotehnični pregled posameznih slojev.....	6
3.2	Hidrogeološke razmere	7
3.3	Seizmičnost terena	7
4.	GEOTEHNIČNO PROJEKTIRANJE	7
4.1	Opis načrtovanega posega	7
4.2	Uporabljeni standardi	8
4.3	Primernost lokacije	8
4.4	Geotehnični projektni izračuni	8
4.5	Temeljenje in izvedba propustov	9
4.6	Račun posedkov in konsolidacije	9
4.7	Stabilnostne analize	11
5.	ZAKLJUČEK.....	13

Kazalo slik

Slika 1: Lokacije statičnih penetracij CPTu in sondažne vrtine	4
Slika 2: Interpretacija geotehničnega profila iz izvedenih CPTu sond.....	6
Slika 3: Karakterističen presek ceste – višina nasipa do 2.6 m.....	7
Slika 4: Protihrupna ograja	9
Slika 5: Posedki nasipa v profilu P19 in hitrost konsolidacije brez in z vertikalnimi drenažami	10
Slika 6: Varnost nasipa višine 2.6 m ob počasni ali drenirani gradnji nasipa	11
Slika 7: Varnost nasipa višine 2.6m ob hitri gradnji nasipa	11
Slika 8: Varnost nasipa 1m ob hitri gradnji nasipa	12

Kazalo preglednic

Preglednica 1: Pregled izvedenih preiskav tal.....	5
Preglednica 2: Geotehnični model s projektnimi vrednostmi zemljin	8

PRILOGE

ODGOVORI NA REVIZIJSKO POROČILO

PRILOGA 1

- 1- Situacija
- 2- Geotehnični presek
- 3- Geotehnični presek - Krožišče K2
- 4- Geotehnični presek – P15 in P32
- 5- Geotehnični presek – P19

PRILOGA 2

Rezultati geotehničnih preiskav tal in laboratorija

- CPTu-1
- CPTu-2
- SONDAŽNA VRTINA V-1
- SONDAŽNI IZKOPI J-7, J-8, J-9, J-10, J-11
- MERITVE DEFORMACIJSKIH MODULOV Evd
- REZULTATI GEOMEHANSKEGA LABORATORIJA

PRILOGA 3

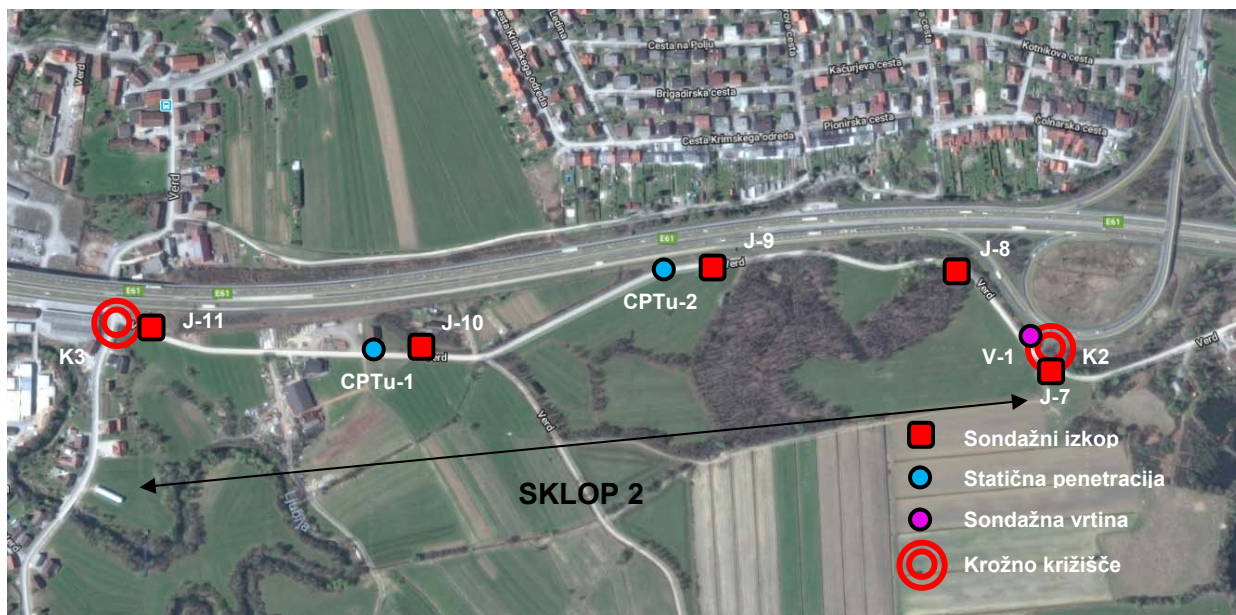
Odgovori na revizijsko poročilo

Izračuni

- DOPUSTNE OBREMENITVE IN POSEDKI
- STABILNOSTNE ANALIZE
- DIMENZIONIRANJE CESTIŠČA

1. Uvod

Po naročilu Občine VRHNIKA in Direkcije RS za infrastrukturo smo na lokaciji predvidene ureditve dostopov na most čez Ljubljanico na Tojnicah in ureditev južnega dela obvoznice Vrhnika, izvedli preiskave tal z dvema sonda staticne konusne penetracije CPTu in eno sondažno vrtino. Obravnavana lokacija je od predvidenega krožnega križišča K2 (v smeri proti obrtni coni v Tojnicah) do predvidenega krožnega križišča K3 (v smeri proti naselju Verd).



Slika 1: Lokacije statičnih penetracij CPTu in sondažne vrtine.

Po reviziji je bilo v poročilo dodano sledeče:

- Geotehnični preseki na mestih raziskav (krožišče K2, P15 in P32)
- Za kritični profil (P19) je bilo določeno
 - Posedanje
 - Konsolidacija
 - Varianta pospešene konsolidacije z
 - vertikalnimi drenažami in
 - gruščnatimi slopi
- Temeljenje objektov (ograja in propusta - P21)
- Predlog izvedbe nasipov za ceste

2. TERENSKÉ PREISKAE

2.1 Pregled opravljenih preiskav na vplivni okolici

Izvedeni sta bili dve sonde staticne konusne penetracije, ena sondažna vrtina in sondažni izkopi.

2.2 Raziskovalna dela

Glavni podatki o izvršenih raziskavah so razvidni iz spodnje preglednice.

Preglednica 1: Pregled izvedenih preiskav tal

Oznaka	Oznaka na projektu	Datum sondiranja	Globina sondiranja [m]	Lokacija		
				NMV	x	y
V128161	V-1	05.07.2018	30.0	292.00	446619.19	91673.81
CPT128161	CPTu-1	11.09.2018	19.25	292.83	446620.87	90921.91
CPT128162	CPTu-2	11.09.2018	18.60	292.84	446533.78	91239.82
J128167	J-7	25.01.2017	1.20	291.90	446644.04	91690.10
J128168	J-8	25.01.2017	1.40	292.20	446539.34	91588.73
J128169	J-9	25.01.2017	0.9	292.80	446531.05	91291.45
J1281610	J-10	25.01.2017	1.1	292.70	446624.42	90981.36
J1281611	J-11	25.01.2017	1.2	292.50	446590.16	90666.67

Lokacije sond smo določili glede na predvidne podporne konstrukcije vzdolž cestišča. Namen preiskav je ugotavljanje slojevitosti in geomehanskih parametrov tal.

2.3 Geotehnične meritve

Merjene so vrednosti konusnega odpora, trenja in pornih tlakov iz statičnih konusnih penetracij CPTu. V vrtini so bile izvajane meritve enoosne tlačne trdnosti koherentnih materialov, standardne penetracije (SPT), na odvzetih vzorcih pa laboratorijski poskusi za določitev trdnostnih karakteristik zemljine. V sondažnih izkopih so bile izvedene meritve dinamičnih deformacijskih modulov (Evd).

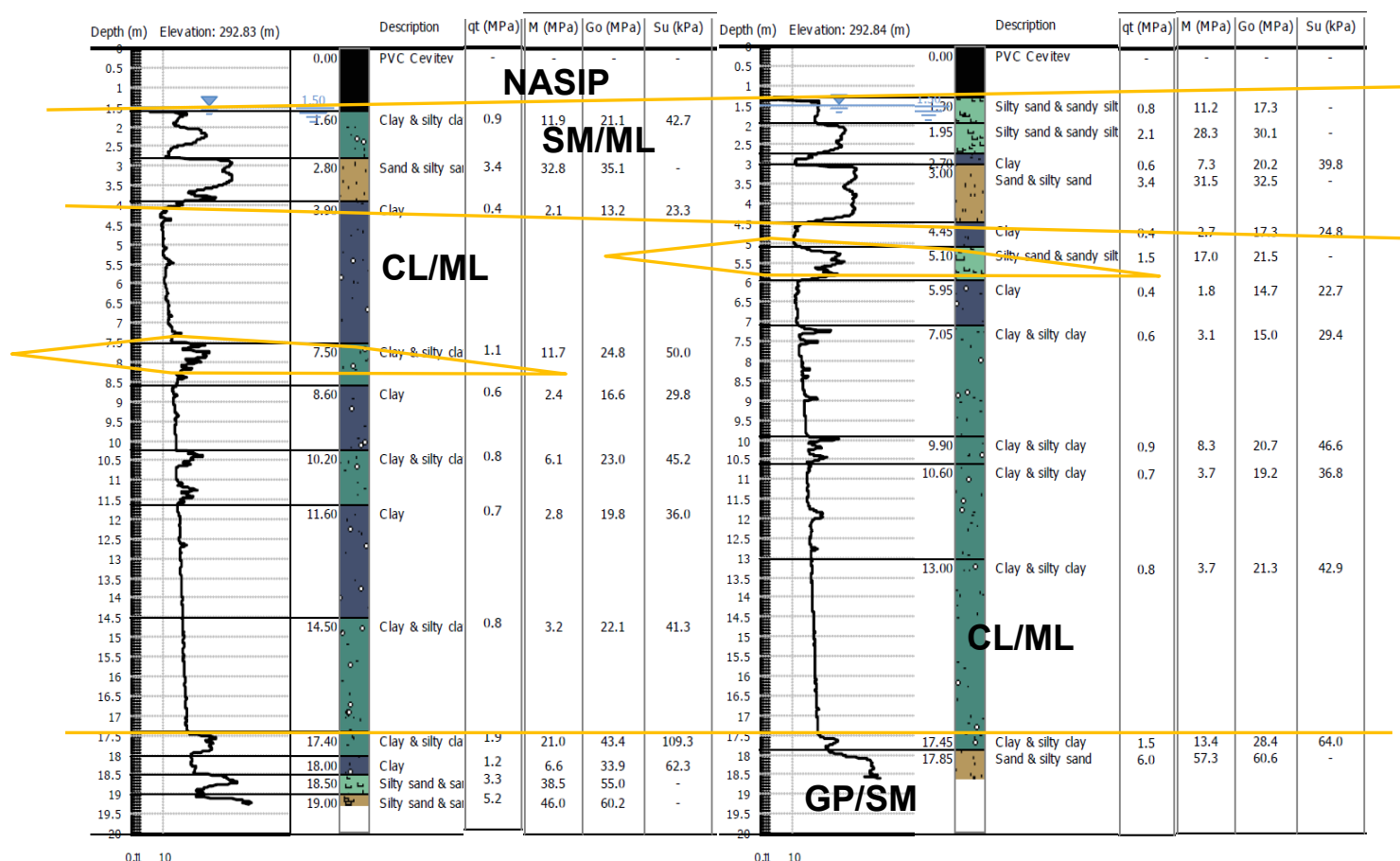
2.4 Inženirsko-geološki pregled terena

Raziskano območje se nahaja na območju Ljubljanskega polja katerega zapolnjujejo sedimenti kvartarne starosti. Ljubljansko polje je tektonska udorina v obliki sklede, zasuta je z vodonosnimi sedimenti, ki dosežejo tudi 100 m debeline. Na obravnavanem področju je globina do hribinske osnove večja od preiskanih globin, saj je na globini do 30m nismo zaznali.

3. GEOTEHNIČNE RAZMERE

3.1 Geotehnični pregled posameznih slojev

Na celotnem obravnavanem področju je sestava tal podobna. Pričetek bolj nosilnega sloja je bil zabeležen pri obeh CPTu sondah na globini cca 17.5m od površine terena, na lokaciji vrtine V1 pa na globini 29m.



Slika 2: Interpretacija geotehničnega profila iz izvedenih CPTu sond

Pod umetnim nasipom ali humusom je plast meljnega peska s tankimi plastmi gline in melja.

Od globine 4.5 m sledi plast meljne gline, ki z globino pridobiva na trdnosti ($c_u \approx 25 + 2.7$ kPa/m', modulom stisljivosti $M_v \approx 2 + 0.16$ MPa/m' ($q_c \approx 0.4-1$ MPa).

Meljna glina sega do globine tipično 17.5 m. Ta plast je lokalno prekinjena z nepovezanimi sloji meljnega peska debelimi cca 50 cm.

Na globini cca 17.5 m se pojavijo plasti peska, melja in prodnikov z q_c 2-10 (4) MPa; $c_u > 50$ kPa; $f_i \approx \geq 33^\circ$; $M_v \approx > 30$ MPa. Ta plast je na lokaciji izvedenih CPTu sond debela najmanj 2 m, na lokaciji vrtine pa le 25 cm.

Obe CPTu sondi sta se zaključili v plasti prod in peska. Vrtina izvedena na lokaciji krožišča K2 je bila izvedena do globine 30m. Do globine 18 m je sestava tal v vrtini in CPTu sondah podobna. Za razliko od CPTu sond se na globini 20 m pojavi težko gneten melj, ki preide v 1 m debelo past zbite šote in za tem zelo tanek sloj peska, ki preide v meljno glino. Na globini 27 m se pojavi še ena cca 1 m debela plast šote in nato prod in pesek, ki predstavlja prehod v hribinsko podlago.

3.2 Hidrogeološke razmere

Talna voda je bila zaznana na globinah cca 3 m in na nivoju Ljublanice.

3.3 Seizmičnost terena

Po slovenskem pred standardu SIST ENV 1998-1-1 ; 1995, ki upošteva povratno dobo potresov 500 let, je v obravnavanem področju projektni pospešek $a_g = 0.225g$. Tip tal uvrščamo po EC8 v razred C do D.

4. GEOTEHNIČNO PROJEKTIRANJE

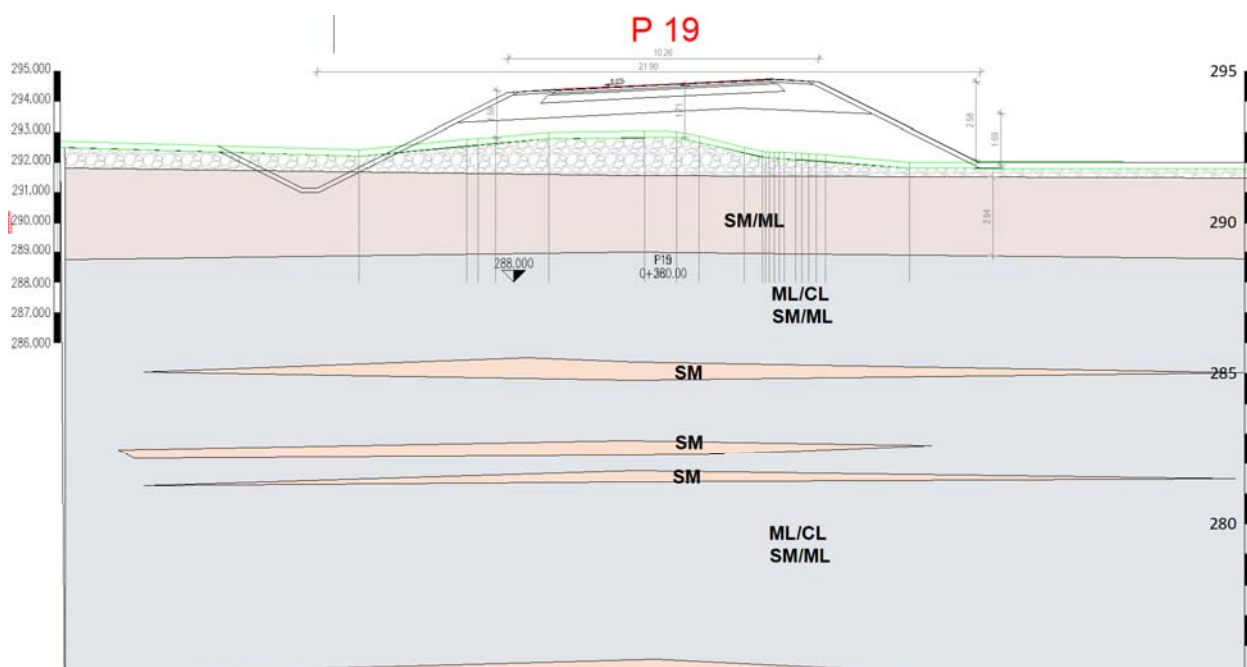
4.1 Opis načrtovanega posega

Izvedla se bo nova cesta z dvema krožiščema K2 in K3 z vsemi spremljevalnimi objekti in nasipi.

V sklopu ceste je predvidena tudi izvedba PHO ograje. V poročilu so obdelani pogoji izvedbe ceste, nasipov in izvedbe propustov.

Nova trasa bo pretežno na lokaciji obstoječe ceste z novo niveleto in širino.

Za izvedbo ceste in križišča K2 (izvoz iz AC) se bodo izvedli nasipi do največ 2.6m od kote sedanjega terena.



Slika 3: Karakterističen presek ceste – višina nasipa do 2.6 m

Geotehnični model s projektnimi vrednostmi zemljin

Na osnovi izvedenih preiskav in razpoložljivih podatkov je bil določen model zemljine s karakterističnimi vrednostmi.

Preglednica 2: Geotehnični model s projektnimi vrednostmi zemljin

Sloj	Globina	AC	Opis sestave tal	γ	k	qc	Cu	ϕ'	Mv
no.	do m			MPa	m/s	MPa	kPa	°	MPa
1	0.0-1.0	NASIP	Nasip iz gline, melja, peska in drobljenca (nasip)	18	1E-7		-	>28	5-10
2	1.0-4.5	SM/ML	Meljni pesek in peščen melj	18	1E-7	1-3	>40	28-32	9-30 (12)
3	4.5-17.5 (29)	CL/ML	Glina in meljna glina	17	1E-9	0.4-1	25-60 (25+2.7/ m')	21	2-4 (2+0.16/m')
3a	5-6; 7.5-8.5	SM	Meljno peščeni sloji	18	1E-7	0.8- 1.5	>30	>28	7
3b	21-22; 28-28	PT/OH	Gosta in zbita šota	15	1E-8		>50	>26	>10
4	17.5-20	SP/SM	Pesek z meljem	19	5E-7	1-10 (4)	-	33	30
5	>29	GP/SM	Prod in pesek – prehod v hribinsko podlago	21	1E-6	>20		>40	>150

4.2 Uporabljeni standardi

Geotehnični načrt je pripravljen skladno z evropskim standardom Evrokod 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, Uradni list RS št. 101, 11.11.2005
- SIST EN 1990 Evrokod 0 – Osnove projektiranja
- SIST EN 1997 Evrokod 7 – Geotehnično projektiranje
- SIST EN 1998 Evrokod 8 – Projektiranje potresno odpornih konstrukcij

4.3 Primernost lokacije

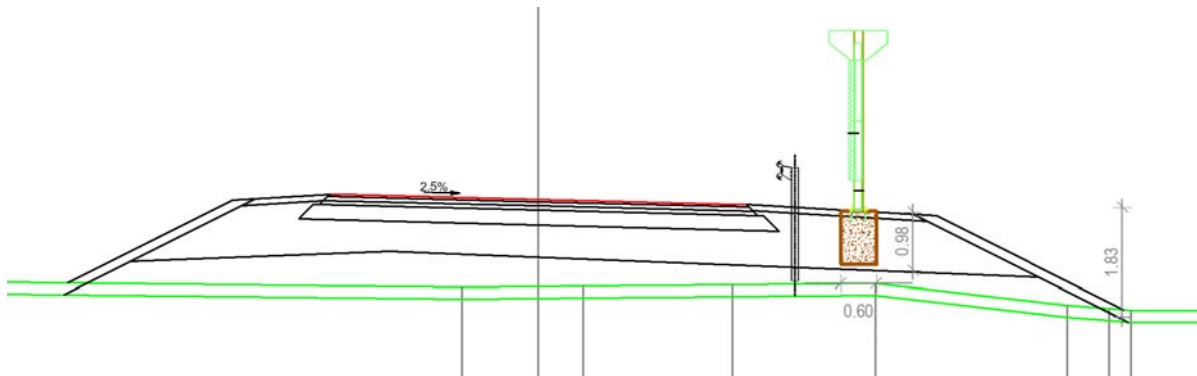
Lokacija je ob ustrezni izvedbi ustrezna za načrtovano gradnjo. Objekt je iz vidika temeljenja uvrščen v kategorijo 2.

4.4 Geotehnični projektni izračuni

Izvedene so bile kontrole stabilnosti za predvidne nasipe, izračuni posedkov in hitrosti konsolidacije ter izračun dopustnih obremenitev temeljev za protihrupno ograjo in propust.

4.5 Temeljenje in izvedba propustov

Za plitve točkovne temelje protihrupne ograje so dopustne obremenitve ob izvedbi temelja z dnom v starem nasipu ali v sloju meljnega in peska $\sigma_{dop} = 120 \text{ kPa}$ ($\sigma_{proj} = 160 \text{ kPa}$). Če je dno temelja v meljnem pesku se pod temeljem izvede 50 cm tamponskega nasipa na ločilnem geosintetiku (EN ISO 10319 $>4 \text{ kN/m}$) in dokaže modul $E_{v2} \geq 60 \text{ MPa}$.



Slika 4: Protihrupna ograja

Posedki temeljev protihrupne ograje bodo enaki kot posedki nasipa.

Temeljenje propustov se izvede plitvo, na talni plošči. Če bo konstrukcija propusta betonska, in torej občutljiva na diferenčne posedke, je najbolje, da se najprej izvedejo nasipi in po končani primarni konsolidaciji izkop in izvedba propusta. Dopustna obremenitev pod ploščo propusta je $\sigma_{dop} = 120 \text{ kPa}$ ($\sigma_{proj} = 160 \text{ kPa}$). Pod temeljem propusta se izvede 50 cm tamponskega nasipa na ločilnem geosintetiku (EN ISO 10319 $>4 \text{ kN/m}$) in dokaže modul $E_{v2} \geq 60 \text{ MPa}$.

Posedki propusta bodo enaki kot posedki nasipa.

4.6 Račun posedkov in konsolidacije

Nasipi ceste se bodo posedli cca 10 cm za dodatno obremenitev teže 1 m nasipa.

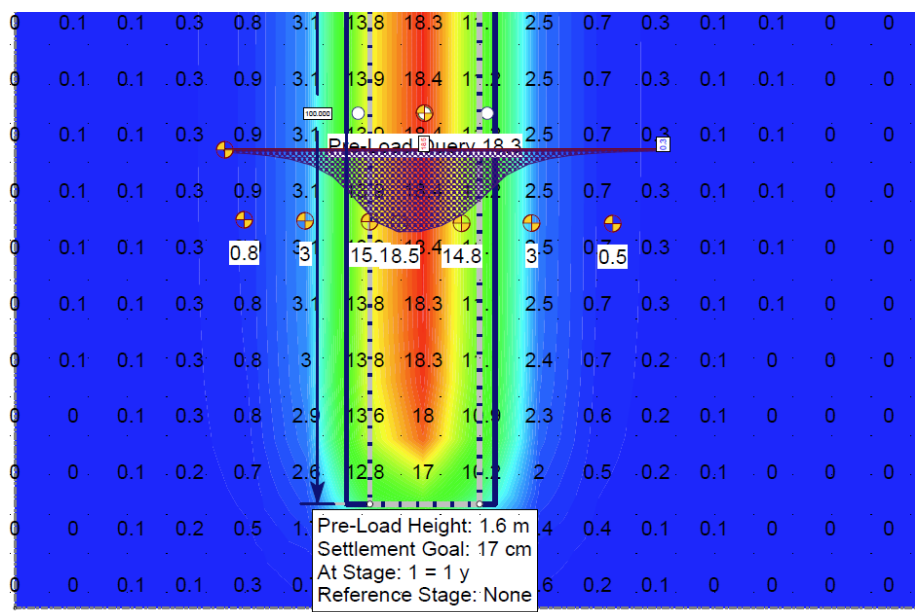
Največji pričakovani posedki so torej velikostnega reda 20 - 25 cm.

Posedki brez dodatnih ukrepov bi se razvijali več let, s tem da se bi razvilo v prvih nekaj mesecih cca 30% posedkov, 90 % posedkov pa v treh do štirih letih.

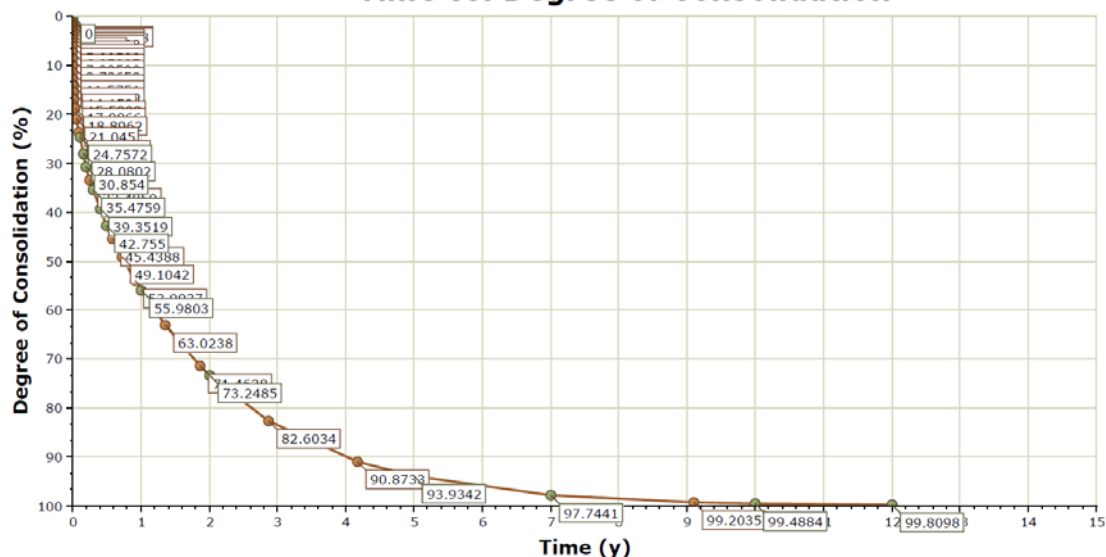
Lezenje, ki se razvija več let po končani primarni konsolidaciji (≥ 5 let) je cca 10 do 15 % posedkov primarne konsolidacije in ga je potrebno dodati posedkom primarne konsolidacije.

Posedke se lahko pospeši z izvedbo dodatnega dreniranja z vertikalnimi drenažami (raster 1.6 m; $L \approx 16 \text{ m}$ ali grušnatimi slopi (raster 2.4m s premerom 60 do 70 cm; $L \approx 15 \text{ m}$).

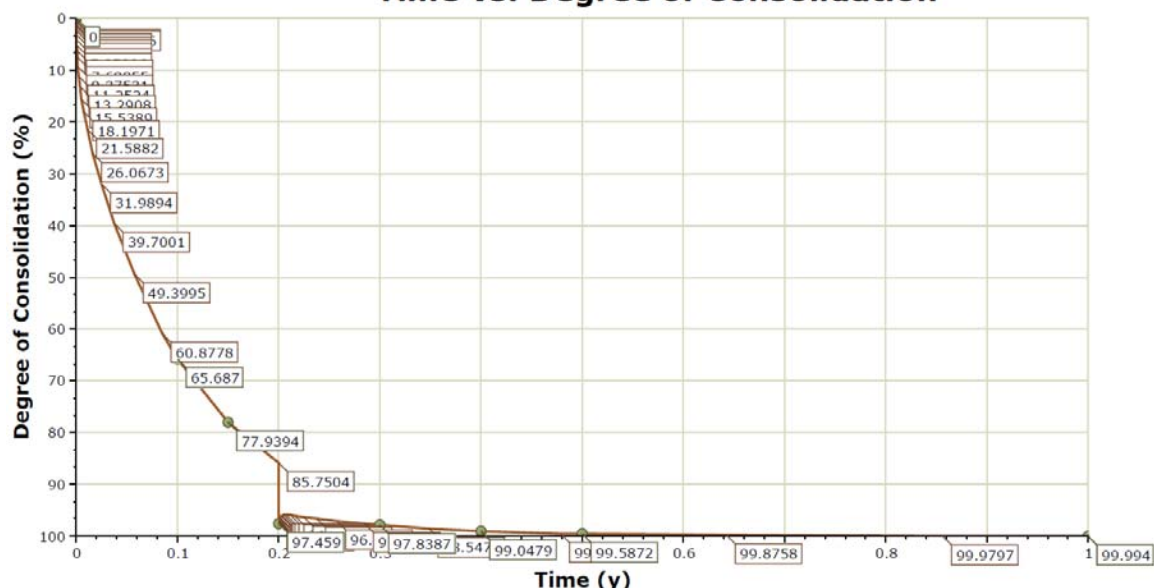
Če se izvede eden od ukrepov za pospešitev konsolidacije se 90 % posedkov izvede že v cca dveh do treh 3 mesecih.



Time vs. Degree of Consolidation



Time vs. Degree of Consolidation

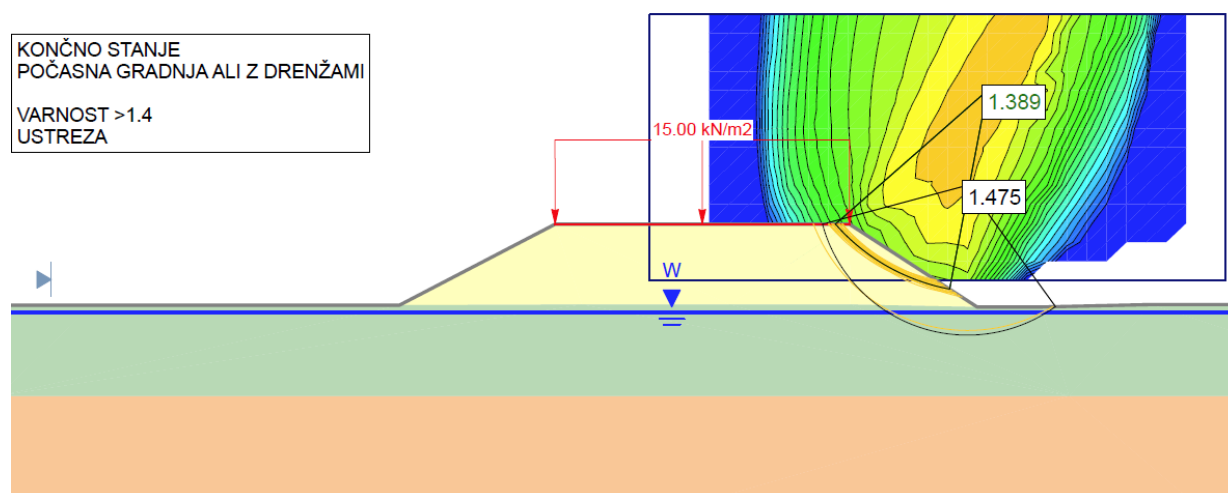


Slika 5: Posedki nasipa v profilu P19 in hitrost konsolidacije brez in z vertikalnimi drenažami

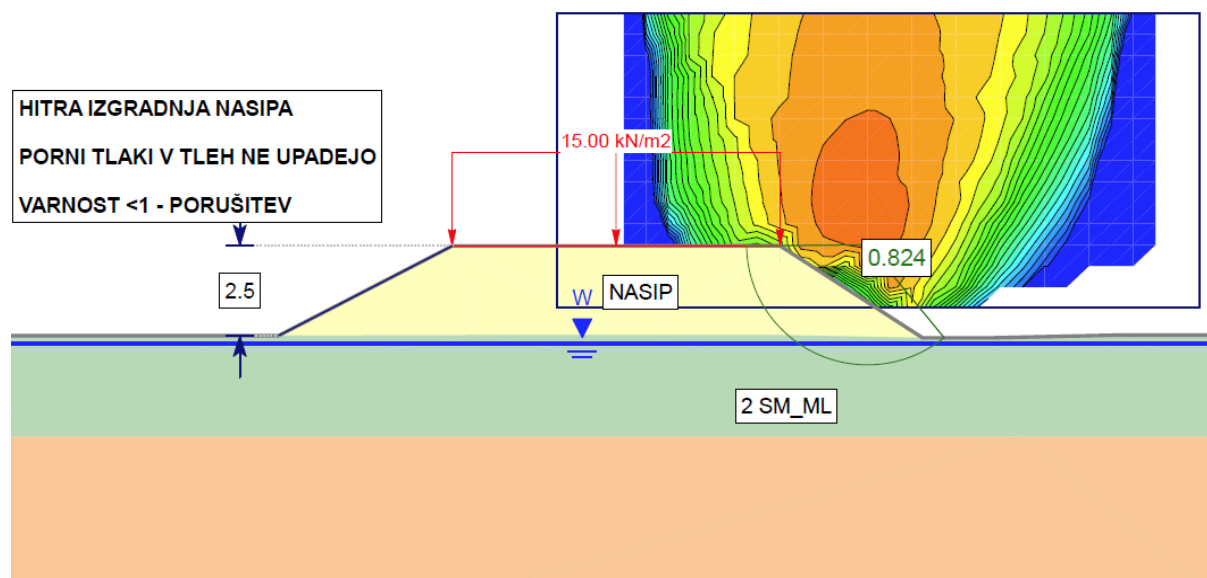
4.7 Stabilnostne analize

Stabilnostne analize so bile izvedene za nasip višine od 1m do 2.6 m v karakterističnem prerezu P19. Izračuni veljajo tudi za križišče K2.

Najvišji nasip (2.6 m) je v konsolidiranem stanju varen (varnost >1.4).



Slika 6: Varnost nasipa višine 2.6 m ob počasni ali drenirani gradnji nasipa



Slika 7: Varnost nasipa višine 2.6m ob hitri gradnji nasipa

V času gradnje (če se nasip izvede naenkrat) je varnost nasipa manjša od 1 in pride do porušitve.

Kljub temu je ena od možnosti za izvedbo izvedba bočnih nasipov v času gradnje, kar za investitorja ni sprejemljivo.

Druga opcija je gradnja nasipa v fazah (v slojih po cca 1 m) brez ali s predhodnimi ukrepi za pospešitev konsolidacije (vertikalne drenaže) ali z ukrepi za pospešitev konsolidacije inboljšanja tal (gruščnati slopi).

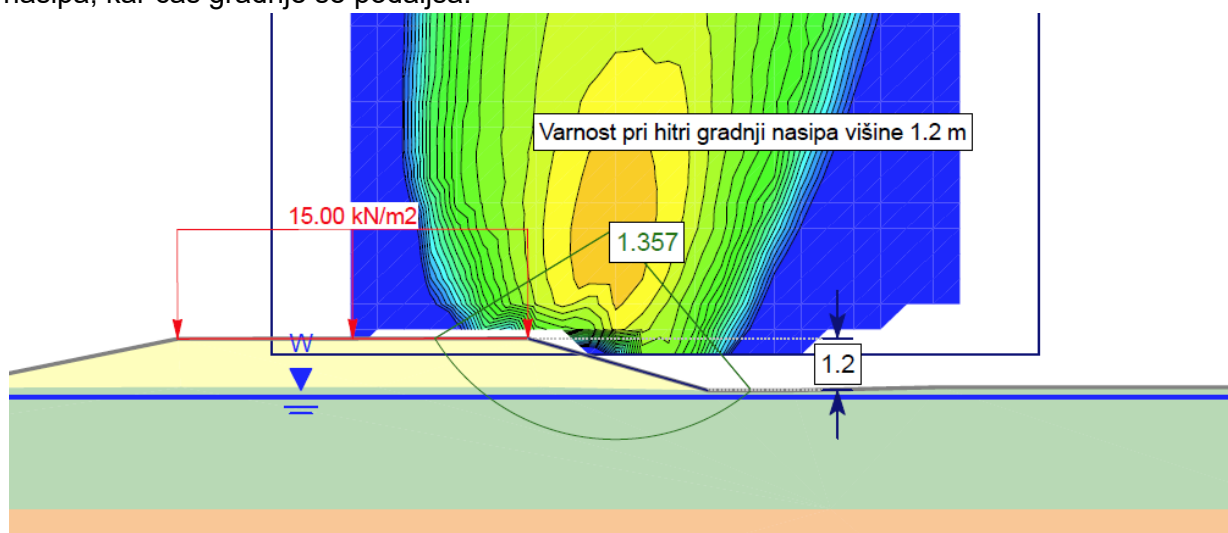
Način izvedbe bo odvisen predvsem od razpoložljivega časa med začetkom in zaključkom del.

A. Gradnja v fazah brez dodatnih ukrepov za pospešitev konsolidacije:

Če bi bil čas med začetkom del in zaključkom daljši ali enak letu in pol, se bi lahko na lokaciji izvedel nasip pred obremenitve do višine, ki zagotavlja, da bo po razbremenitvi konsolidacija terena > 90 % primarne konsolidacije.

Za krožišče K2 in preseke, kjer je nasip višji kot 2 m bi bila potrebna pred-obremenitev višine 1.5 m do 1.6 m, ki se po cca 1 do 1.5 leta odstrani.

Težava pri taki izvedbi je seveda tudi stabilnost v času gradnje nasipa. Za zagotovitev stabilnosti v času gradnje bi bilo potrebno nasip graditi počasi, v slojih po cca 1 – 1.2 m in ob nanosu obremenitve počakati vsaj 3 do 4 mesece do izvedbe naslednjega sloja nasipa, kar čas gradnje še podaljša.



Slika 8: Varnost nasipa 1m ob hitri gradnji nasipa

B. Gradnja v fazah z dodatnimi ukrepi za pospešitev konsolidacije:

Če se zahteva hitrejša gradnja je potrebno izvesti ukrepe za pospešitev konsolidacije. V tem primeru je tudi višina pred-obremenitve manjša (0.5 m nasipa pred-obremenitve).

Lahko se izvedejo vertikalne drenaže ali gruščnati slopi:

- Če se izvedejo vertikalne drenaže se gradnja nasipa izvaja v slojih po ≤ 1 m, s čakanjem med izvedbo posameznih slojev cca 20 dni.
- Če se izvedejo gruščnati slopi se gradnja nasipa izvaja v slojih po ≥ 1 m, s čakanjem med izvedbo posameznih slojev ≤ 7 dni.

Glede na višino nasipov do največ 2.6 m in na relativno majhne posedke, je ob ustrezno kontrolirani gradnji racionalna rešitev izvedba vertikalnih drenaž in pred-obremenitve višine 0.5 m.

5. ZAKLJUČEK

Po naročilu Občine VRHNIKA in Direkcije RS za infrastrukturo smo na lokaciji predvidene ureditve dostopov na most čez Ljubljano na Tojnicah in ureditev južnega dela obvoznice Vrhnika, izvedli preiskave tal z dvema sondama statične konusne penetracije CPTu in eno sondažno vrtino. Obravnavana lokacija je od predvidenega krožnega križišča K2 (v smeri proti obrtni coni v Tojnicah) do predvidenega krožnega križišča K3 (v smeri proti naselju Verd).

Namen preiskav je ugotavljanje slojevitosti in geomehanskih parametrov tal.

Na celotnem obravnavanem področju je sestava tal podobna.

Pod umetnim nasipom in humusom je do globine od 2m do 4.5 m plast meljnega peska s tankimi plastmi gline in melja.

Sledi bolj stisljiva meljna glina tipično do globine 17.5m in nato malo stisljiv prod in pesek.

Gradnja nasipov za cesto

Za ustrezno izvedeno cestišča je potrebno pod asfaltom zagotoviti najmanj 80 cm nasipnega materiala iz drobljenca in tampona, ki se položi na ločilni geosintetik (EN ISO 10319 >4 kN/m). Predlog izvedbe voziščne konstrukcije je v prilogi.

Nasip, ki se mora izvajati v plasteh do največ 40 cm, mora biti v zgornjem delu zmrzlinško odporen. Na vrhu nasipa je potrebno dokazati $E_{v2} \geq 100$ MPa.

Glede na višine nasipov, so pričakovani posedki velikostnega reda do 25 cm.

Posedki brez dodatnih ukrepov bi se razvijali do 10 let.

Posedke se lahko pospeši z izvedbo dodatnega dreniranja z vertikalnimi drenažami (raster 1.6 m; dolžina ≥ 16 m ali z gruščnatimi slopi (raster 2.4m s premerom 60 do 70 cm; dolžina ≥ 15 m).

Stabilnostne analize kažejo, da hitra gradnja nasipov višjih od 1.2 m ni varna. Zato je uporaba ukrepov za pospešitev konsolidacije še toliko bolj smiselna.

Predlog izvedbe nasipov za cesto in krožišča:

- Predlagamo, da se gradnja nasipov za ceste izvede z vertikalnimi drenažami v rastru 1.6 m in globin 16 do 17 m.
- Delovni plato se pripravi tako, da bo deloval tudi kot drenažni sloj. Nato se vgradi posedalne reperi in izvede vertikalne drenaže.
- Tam, kjer je skupen dodaten nasip nižji kot 1.1 m se vertikalne drenaže lahko opusti.
- Za zagotovitev stabilnosti v času gradnje je potrebno nasip graditi postopoma, v slojih po 1 m.
- Po izvedbi posameznega sloja nasipa debeline do 1m, se počaka cca 20 dni do izvedbe naslednjega sloja nasipa.
- Na celotni trasi se izvede pred-obremenilni nasip debeline 50 cm. Odstrani se ga lahko cca 2 meseca pod izvedbi.

Monitoring:

V raščena tla pod nasipom je v osi ceste potrebo vgraditi posedalne reperje v vsakem tretjem ali četrtem profilu.

Kota vrha reperja in kota vrha nasipa se spremlja z geodetskimi meritvami od vgradnje (pred začetkom nasipavanja) do zaključka del. Monitoring se izvaja tako, da se takoj po nanosu posamezne obremenitve (ob izvedbi sloja nasipa) meritve izvede takoj, nato pa 2x na mesec.

Če ni sprememb obremenjevanja se meritve izvajajo 1x na mesec do zaključka gradnje.

Posedalni reper je kovinska plošča 40x40 cm debeline ≥ 1 cm s privarjeno cevjo premera cca 6-7 cm, katere vrh sega že ob vgradnji vsaj 70 cm nad končno koto nasipa. Cev mora imeti jasno označene dolžine od dna plošče. V dnu cevi je izvedena odprtina, ki omogoča kontrolo višine talne vode v nasipu.

Temeljenje protihrupne ograje

Za plitve temelje protihrupne ograje so dopustne obremenitve ob izvedbi točkovnega temelja z dnom v starem nasipu ali v sloju meljnega in peska $\sigma_{\text{dop}} = 120 \text{ kPa}$ ($\sigma_{\text{proj}} = 160 \text{ kPa}$). Če je dno temelja v meljnem pesku se pod temeljem izvede 50 cm tamponskega nasipa na ločilnem geosintetiku (EN ISO 10319 $>4 \text{ kN/m}$) in dokaže modul $E_{v2} \geq 60 \text{ MPa}$.

Izvedba propustov

Temeljenje propustov se izvede plitvo, na talni plošči. Dopustna obremenitev pod ploščo propusta je $\sigma_{\text{dop}} = 120 \text{ kPa}$ ($\sigma_{\text{proj}} = 160 \text{ kPa}$). Pod temeljem propusta se izvede 50 cm tamponskega nasipa na ločilnem geosintetiku (EN ISO 10319 $>4 \text{ kN/m}$) in dokaže modul $E_{v2} \geq 60 \text{ MPa}$. Posedki propusta bodo enaki kot posedki nasipa. Predlagamo, da se propusti izvedejo po končanem nasipavanju za cesto.

V času gradnje ceste in krožišča ter konsolidacije tal je potrebno zagotoviti geotehnični nadzor.

Obdelal:

Gorazd STRNIŠA, univ. dipl. inž. gradb

PRILOGE

ODGOVORI NA REVIZIJSKO POROČILO

PRILOGA 1

- 1- Situacija
- 2- Geotehnični presek
- 3- Geotehnični presek - Krožišče K2
- 4- Geotehnični presek – P15 in P32
- 5- Geotehnični presek – P19

ODGOVORI na RECENZIJSKO POROČILO z dne 17.04. 2019



naš znak: **2006420-13B-K.Ž.**

datum: **17. 4. 2019**

RECENZIJSKO POROČILO o pregledu **PROJEKTNE DOKUMENTACIJE:**

Geotehnično poročilo o izvedenih raziskavah tal in pogojih temeljenja 2.DEL – Ureditev dostopov na most čez Ljubljanico na Tojnicah in ureditev južnega dela obvoznice Vrhnika (od krožišča K2 do priključka Verd, 1. faza Obvoznice – južni del)

Področje recenzije:	geološka in geomehanska poročila
Recenzent:	mag. Katarina Žibret, univ. dipl. inž. geol.

Mnenja, napotki in pripombe recenzentke:

Na podlagi recenzijskega pregleda geotehničnega poročila podajamo naslednje splošne ugotovitve in pripombe:

1. Projektna naloga ni priložena. Odgovorni vodja projekta in št. projekta ni navedena.
To je geotehnično poročilo o izvedenih preiskavah in pogojih temeljenja za kar smo imeli tudi naročilo oz pogodbo. Poročilo ima številko, ki je navedena tudi v reviziji (GEO 128-02.2016). Številka po reviziji bo GEO 128-03.2016; Obseg raziskav je bil definiran z pogodbo. Projektna naloga, ki smo jo dobili se nanaša na celoten projekt izvedbe ceste in objektov faze 1 in 2.

2. Faznost gradnje (IDP, PGD/PZI) iz naslovne strani poročila ter v tekstualnem delu ni razvidna. Faza PGD je omenjena na grafičnih prilogah.

Gre za poročilo za fazo PGD, čeprav se strinjam da je obseg raziskav skromen, vendar glede na enakomerno sestavo tal v vplivnem področju ustrezen.

3. V primeru, da gre za fazo PGD, je nivo grafične obdelave preskromen. Pričakovali bi inženirsko geološko situacijo z vrisanimi terenskimi preiskavami ter vsemi pripadajočimi objekti v merilu 1:1000 ali vsaj 1:500.

Bo korigirano

4. Prikaz ureditve ceste v vsaj karakterističnem prečnem prerezu oz. za tak nivo obdelave bi GG poročilo moralo vsebovati prečne GG profile na območjih objektov, najvišji točki nasipa, na mestih izvedenih preiskav. Na vzdolžnem profilu bi bilo smiselno predstaviti nosilnosti temeljnih tal, kategorije izkopa, omejiti območja predobremenilnih nasipov, bočnih nasipov, rešitev odvodnjavanja,...)

Bo korigirano, dodani bodo prečni profili na območju preiskav; nosilnost tal je na celem območju podobna oz enaka, odvodnjavanje rešeno v projektu ceste.

5. V računskih analizah (PRILOGA 3) so omenjene oporne konstrukcije, kjer so računanje dopustne obremenitve in posedanje. V katerem profilu ceste se oporne konstrukcije nahajajo? Za fazo PGD pogrešamo opis omenjenih konstrukcij ter grafični prikaz (situativni prikaz, tloris in prereze).

Bo korigirano.

6. V računskih analizah (PRILOGA3) so za potrebe hitrejše konsolidacije računani gruščnati slopi. A je ta ukrep predviden na mestih najvišjih nasipov ali po celotni trasi? Smiselno bi bilo grafično ali vsaj tekstualno predstaviti na katerih mestih je potrebna predobremenitev ali izboljšava z gruščnatimi slopi.

Izvedba je odvisna od razpoložljivega časa in izbora v fazi PZI.

7. V računskih analizah (PRILOGA 3) pogrešamo računski izpis vhodnih in izhodnih podatkov. Gre za izračun stabilnosti za drenirano ali nedrenirano stanje?

Bo korigirano

8. Pogrešamo usmeritve pri pripravi temeljnih tal (analiza meritev nosilnosti (togosti) temeljnih tal, določitev tipa ločilnega geosintetika). Kako je rešeno odvodnjavanje?

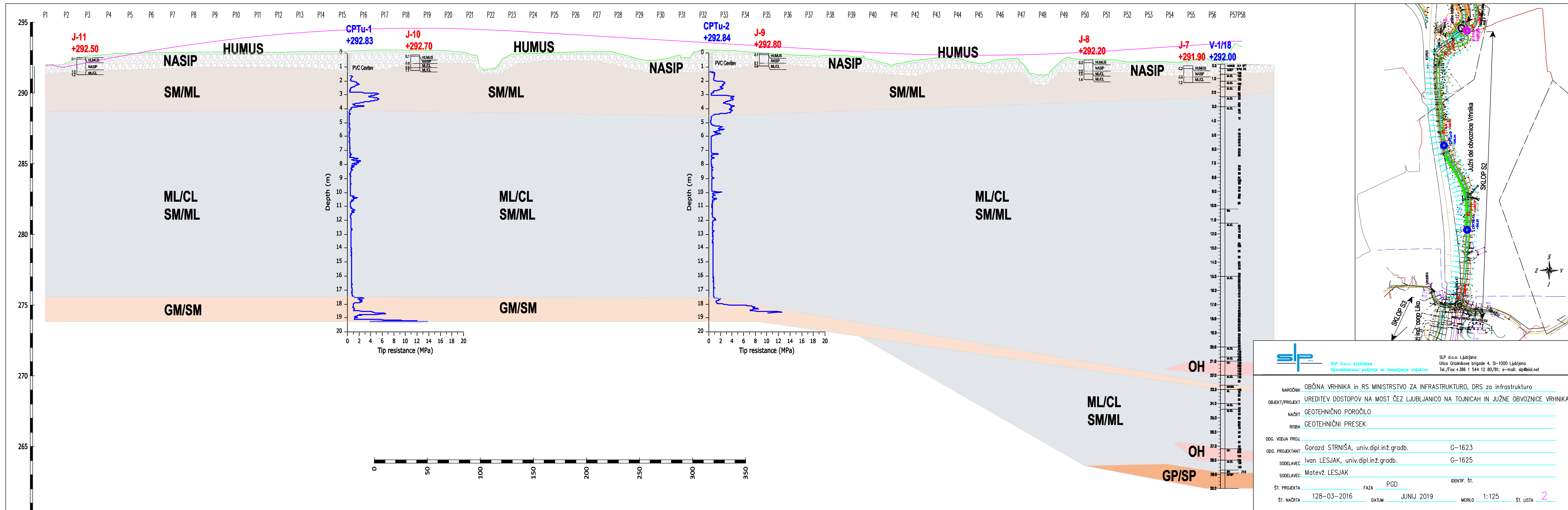
Odvodnjavanje je stvar projekta ceste. Bomo dodali predlog.

9. Nikjer ne zasledimo poglavja program izvajanja nadzora nad kakovostjo vgradnega materiala in meritve med gradnjo (količina meritev med gradnjo).

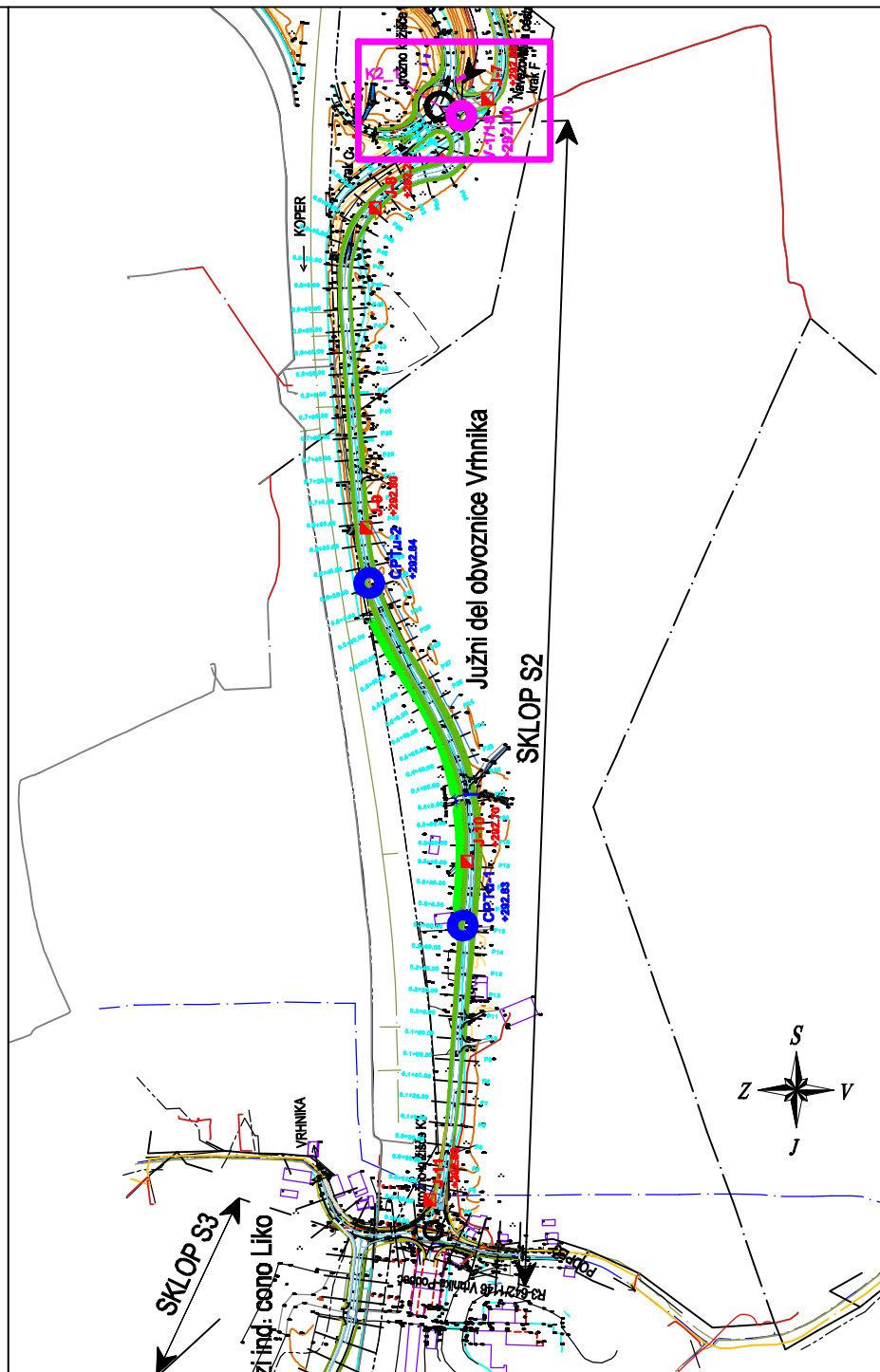
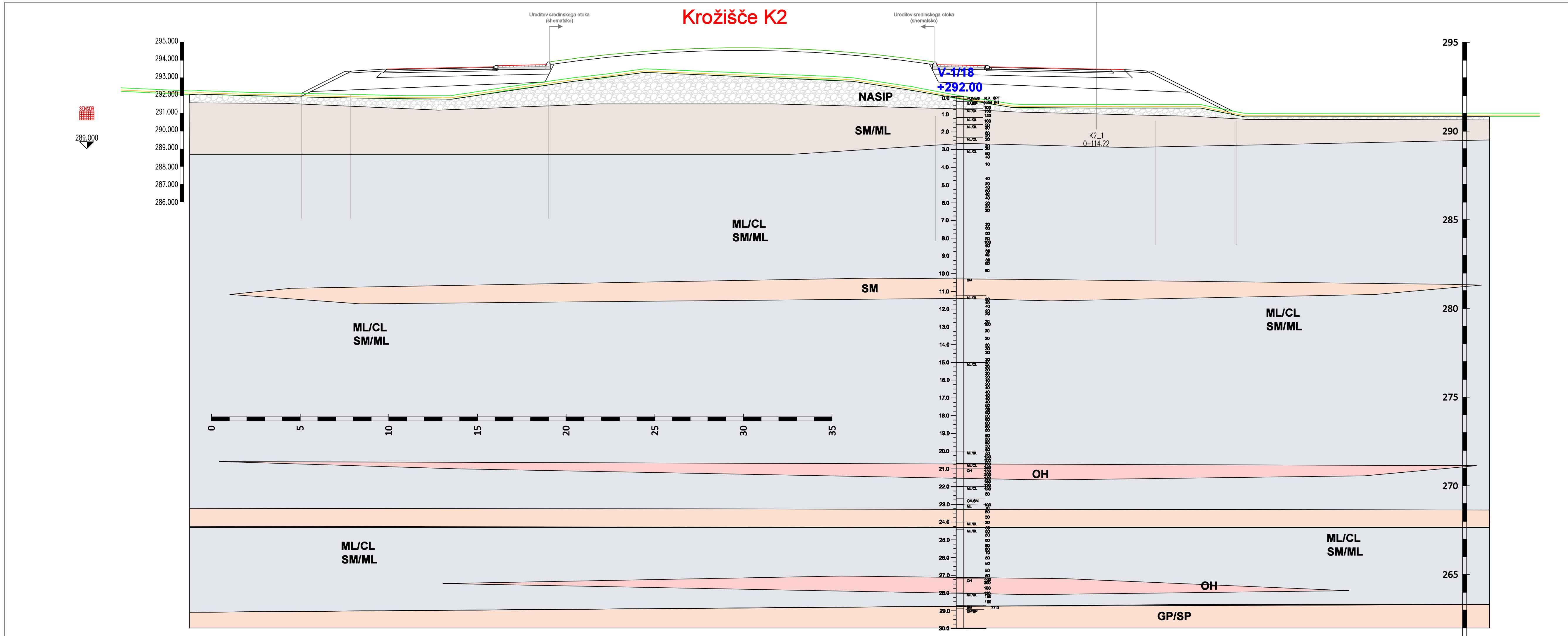
Predlog bo dodan, detajlno v projektu

Odgovorni izdelovalec GG-poročila 2.del:

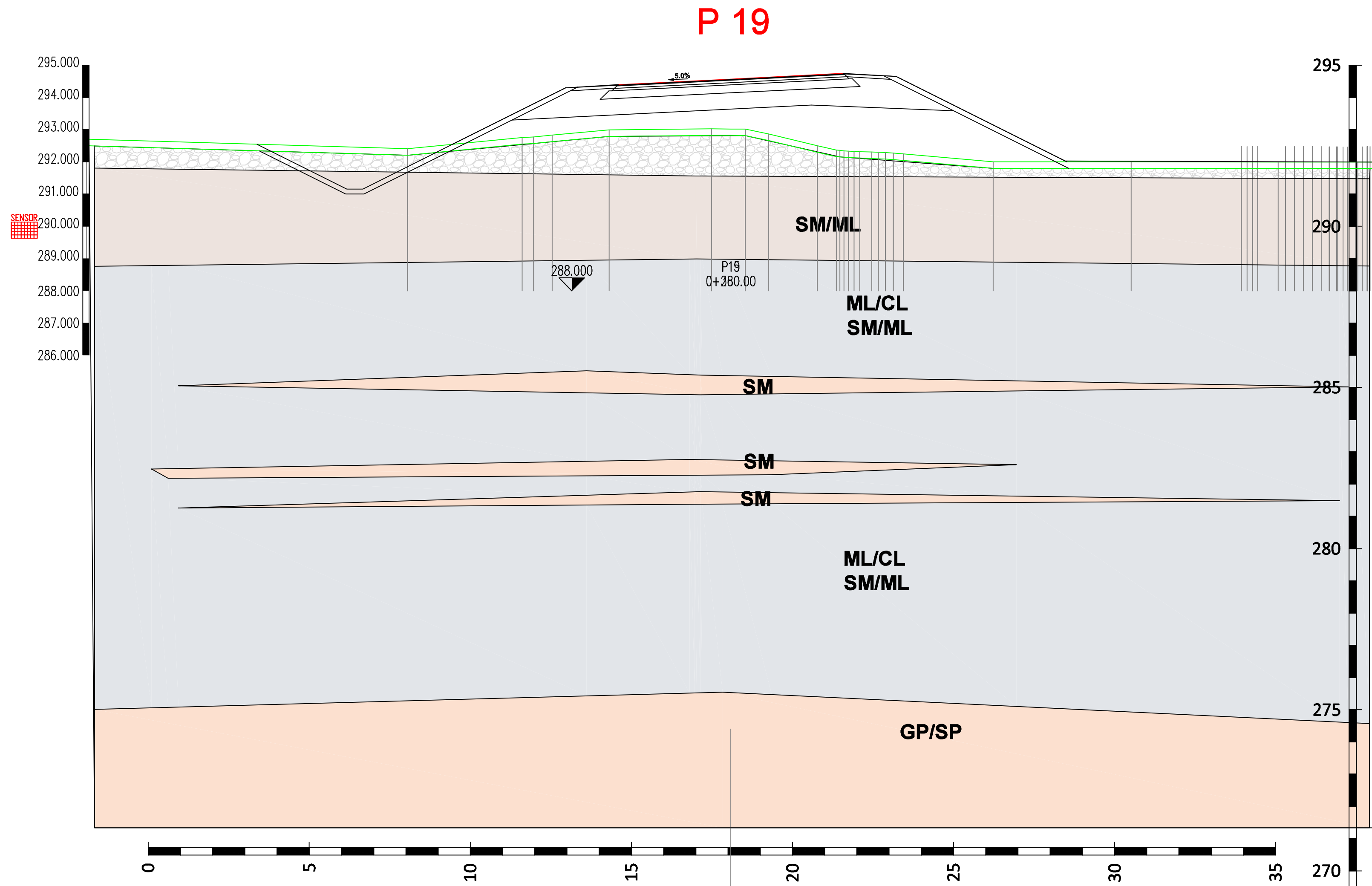
Gorazd STRNIŠA, univ. dipl. inž. gradb.



		SLP d.o.o. Ljubljana Ulica Gradnikove brigade 4, SI-1000 Ljubljana Tel./Fax: +386 1 544 12 80/81; e-mail: slp@siol.net	
NAROČNIK		OBČINA VRHNIKA in RS MINISTRSTVO ZA INFRASTRUKTURO, DRS za infrastrukturo	
OBJEKT/PROJEKT		UREDITEV DOSTOPOV NA MOST ČEZ LJUBLJANICO NA TOJNICAH IN JUŽNE OBVOZNICE VRHNIKA	
NAČRT		GEOTEHNIČNO POROČILO	
RISBA		GEOTEHNIČNI PRESEK	
ODG. VODJA PROJ.			
ODG. PROJEKTANT		Gorazd STRNIŠA, univ.dipl.inž.gradb.	G-1623
SODELAVEC		Ivan LESJAK, univ.dipl.inž.gradb.	G-1625
SODELAVEC		Matevž LESJAK	
ŠT. PROJEKTA		FAZA	PGD
ŠT. NAČRTA		DATUM	JUNIJ 2019
		MERILO	1:125
		ŠT. LISTA	2



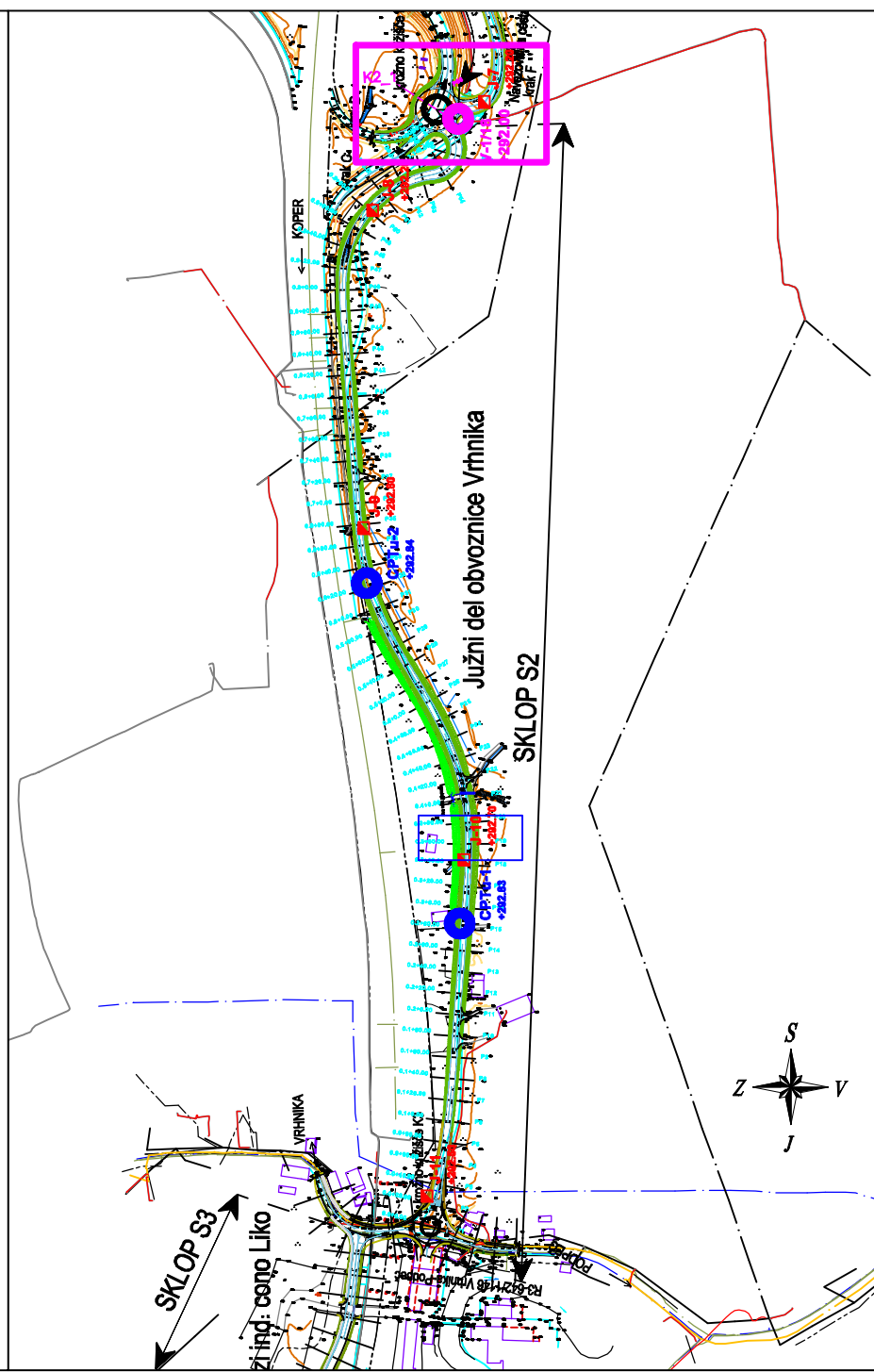
		SLP d.o.o. Ljubljana Specializirano podjetje za temeljenje objektov		SLP d.o.o. Ljubljana Ulica Gradnikove brigade 4, SI-1000 Ljubljana Tel./Fax: +386 1 544 12 80/81; e-mail: slp@siol.net	
NAROČNIK		OBČINA VRHNIKA in RS MINISTRSTVO ZA INFRASTRUKTURO, DRS za infrastrukturo			
OBJEKT/PROJEKT		UREDITEV DOSTOPOV NA MOST ČEZ LJUBLJANICO NA TONICAH IN JUŽNE OBVOZNICE VRHNIKA			
NAČRT		GEOTEHNIČNO POROČILO			
RISBA		GEOTEHNIČNI PRESEK KROŽIŠČE K2			
ODG. VODJA PROJ.					
ODG. PROJEKTANT		Gorazd STRNIŠA, univ.dipl.inž.gradb.		G-1623	
SODELAVEC		Ivan LESJAK, univ.dipl.inž.gradb.		G-1625	
SODELAVEC		Matevž LESJAK			
ŠT. PROJEKTA		FAZA		PGD IDENTIF. ŠT.	
ŠT. NAČRTA		128-03-2016		DATUM	
		JUNIJ 2019		MERILO	
				1:125	
				ŠT. LISTA	
				3	



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

SLP d.o.o. Ljubljana
Ulica Gradnikove brigade 4, SI-1000 Ljubljana
Tel./Fax: +386 1 544 12 80/81; e-mail: slp@siol.net

NAROČNIK: OBČINA VRHNICA in RS MINISTRSTVO ZA INFRASTRUKTURO, DRS za infrastrukturo
OBJEKT/PROJEKT: UREDITEV DOSTOPOV NA MOST ČEZ LJUBLJANICO NA TOČNICAH IN JUŽNE OBVOZNICE VRHNICA
NAČRT: GEOTEHNIČNO POROČILO
RISBA: GEOTEHNIČNI PRESEK P19
ODG. VODJA PROJ.:
ODG. PROJEKTANT: Gorazd STRNIŠA, univ.dipl.inž.gradb. G-1623
SODELAVEC: Ivan LESJAK, univ.dipl.inž.gradb. G-1625
SODELAVEC: Matevž LESJAK
ŠT. PROJEKTA: 128-03-2016 FAZA: PGD IDENTIF. ŠT.:
ŠT. NAČRTA: DATUM: JUNIJ 2019 MERILO: 1:100 ŠT. LISTA: 5



PRILOGA 2

Rezultati geotehničnih preiskav tal in laboratorija

- CPTu-1
- CPTu-2
- SONDAŽNA VRTINA V-1
- SONDAŽNI IZKOPI J-7, J-8, J-9, J-10, J-11
- MERITVE DEFORMACIJSKIH MODULOV Evd
- REZULATI GEOMEHANSKEGA LABORATORIJA

Uporabljena oprema in postopek meritve CPTu

Za preiskavo uporabljamo stroj za vtiskanje (penetrometer) TG 63-150 proizvajalca PAGANI, opremljenega z merilno konico površine 10cm²:

1. MKJ367 (št. certifikata o kalibraciji Z056/17, z dne 17.05.2017)

Instrumentirana merilna konica omogoča:

- merjenje odpora pod konico q_c do 50-100 MPa
- merjenje trenja po plašču f_s do 1.5 MPa
- merjenje pornih tlakov (nastavek nameščen za konusno konico) u_2 do 2.5 MPa
- merjenje odklona sonde do 20°

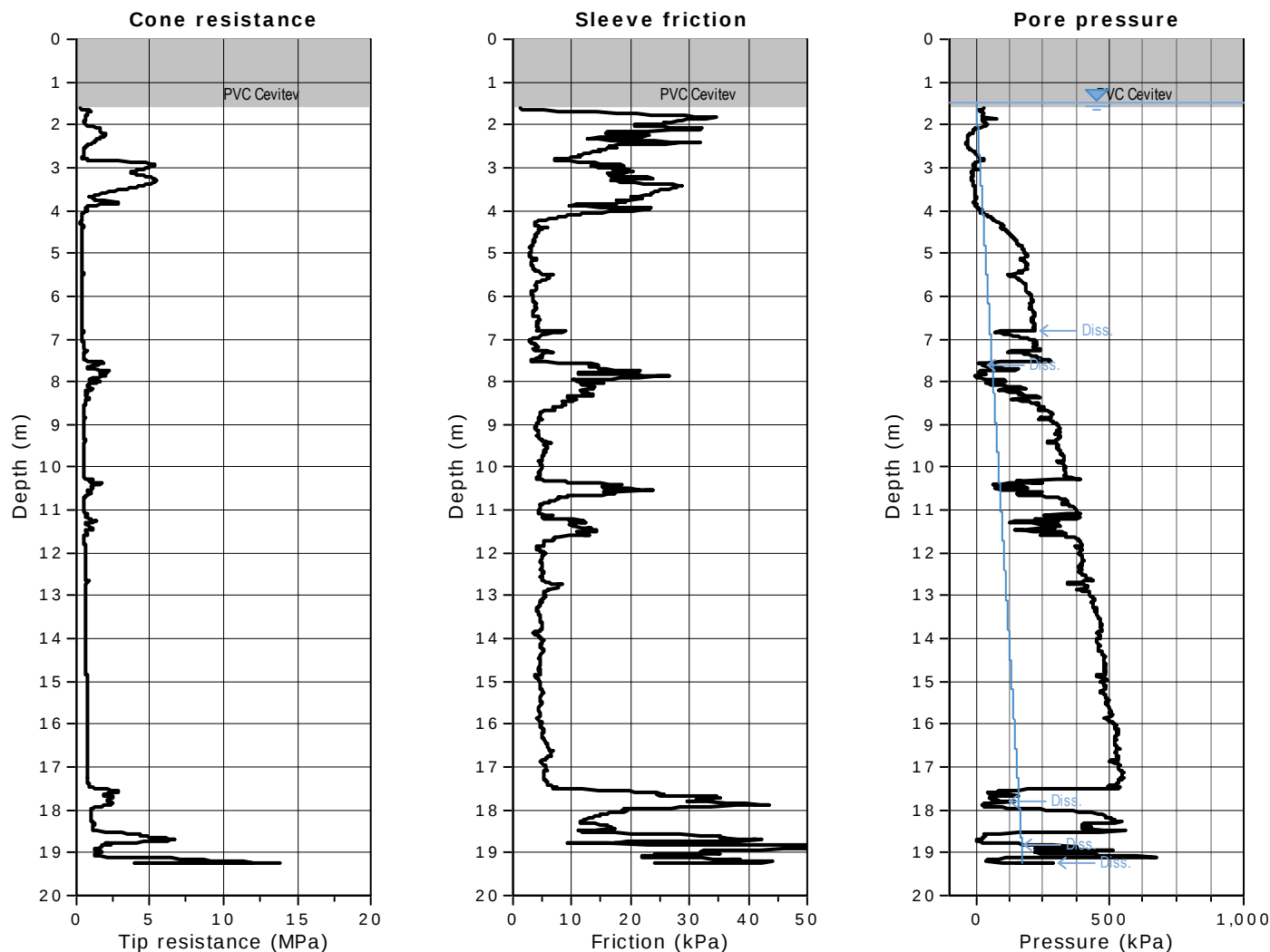
Merilna konica se preko drogova vtiska v zemljino s hitrostjo $2 \pm 0,2$ cm/s. Merjene parametre s sonde ter impulznega oddajnika za globino smo preko elektronske enote spremljali na posebnem računalniku, kjer se je v globinskih intervalih po 1.0 cm vršilo shranjevanje podatkov za nadaljnjo obdelavo.

Namen CPTu preiskave je določitev slojevitosti in geomehanske parametre tal.

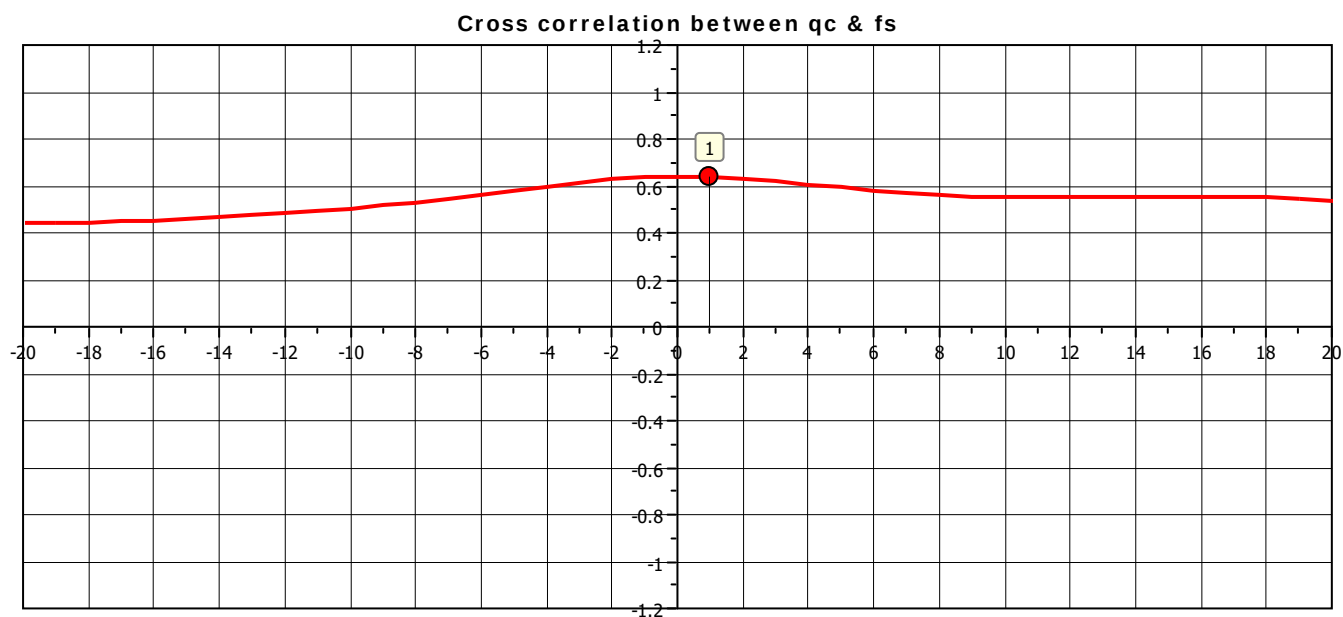
Preiskave smo opravili skladno s standardoma SIST EN 1997-2:2007 in oSIST pr EN ISO 22467-1:2005.

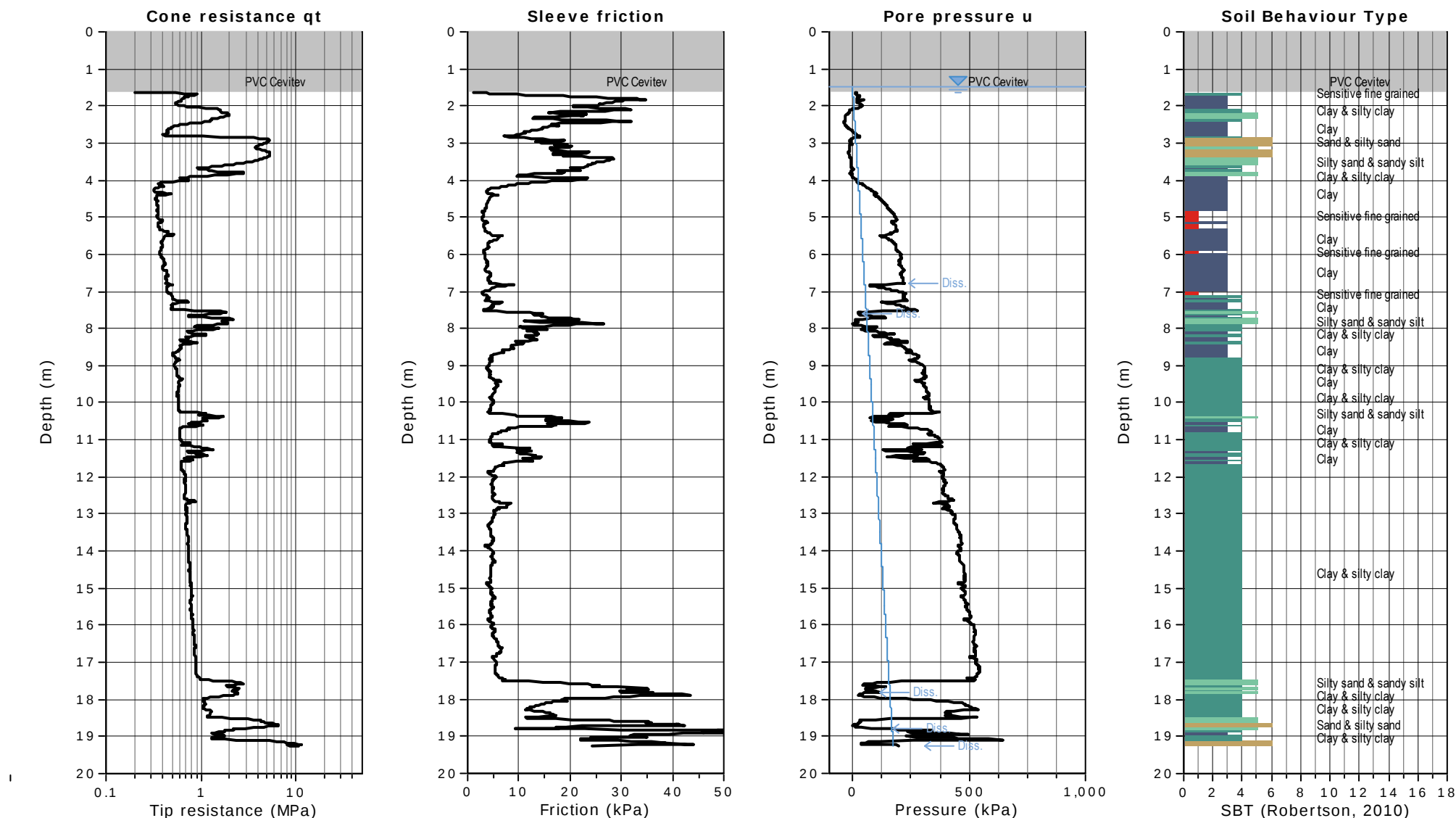


Slika 1: TGAS07 sistem za zajem podatkov pri izvajanju CPTu preiskave



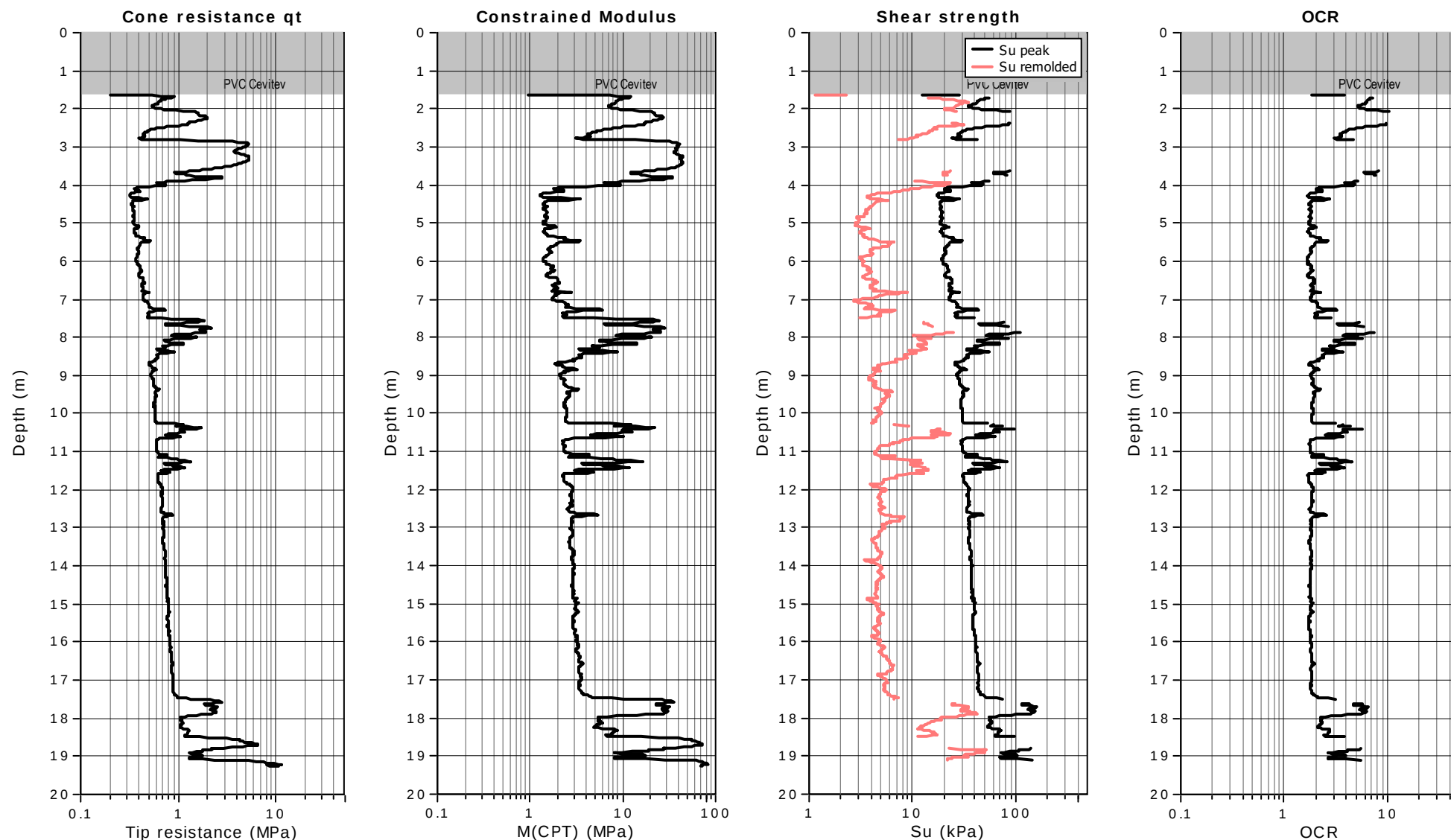
The plot below presents the cross correlation coefficient between the raw q_c and f_s values (as measured on the field). X axes presents the lag distance (one lag is the distance between two successive CPT measurements).





Project: POVEZOVALNA CESTA VERD-VRHNIKA

Location: Vrhnika



Dissipation Tests Results

Dissipation tests

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

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

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

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

where:

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

r: piezocone radius

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

t_{50} : time corresponding to 50% consolidation

Permeability estimates based on dissipation test

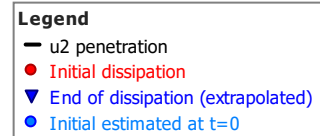
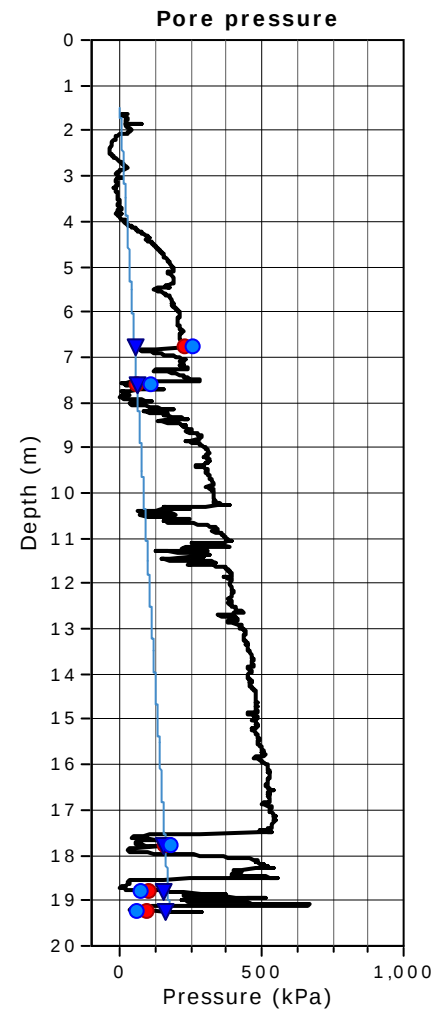
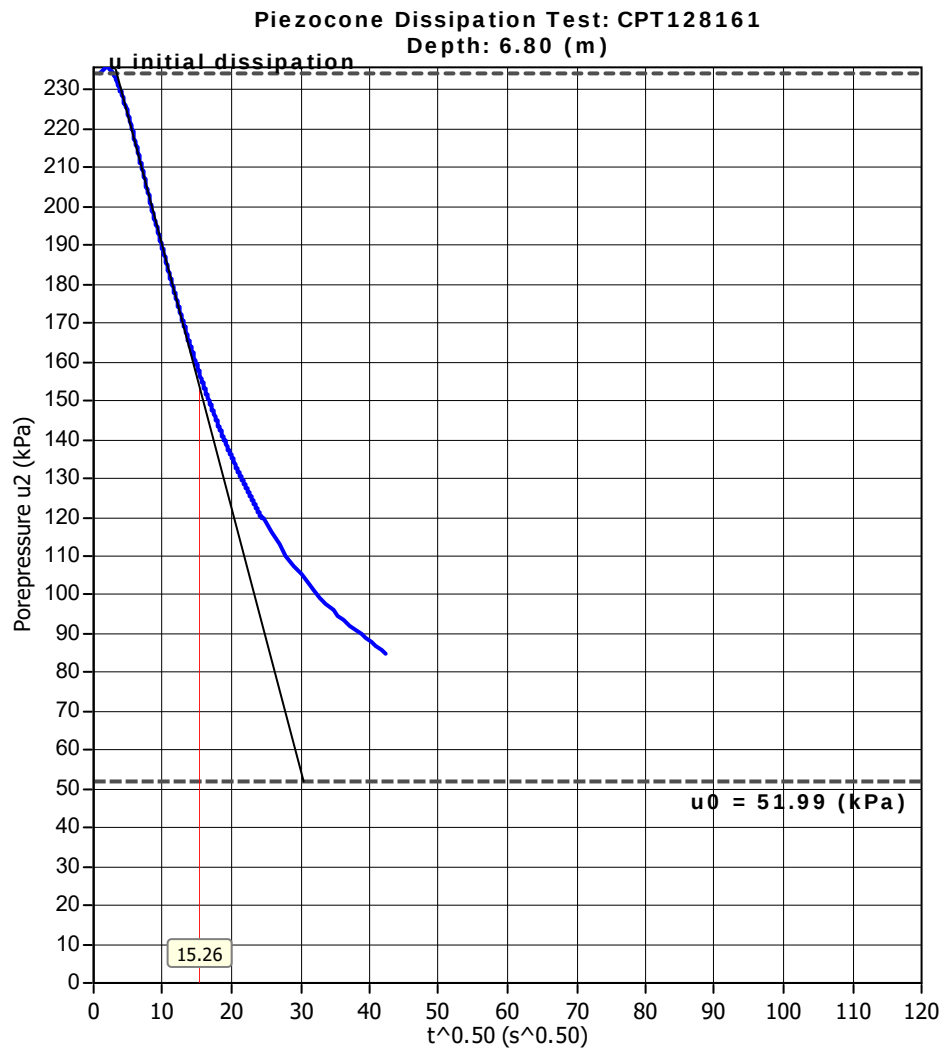
The dissipation of pore pressures during a CPTu dissipation test is controlled by the coefficient of consolidation in the horizontal direction (c_h) which is influenced by a combination of the soil permeability (k_h) and compressibility (M), as defined by the following:

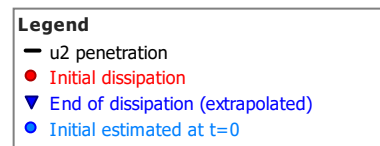
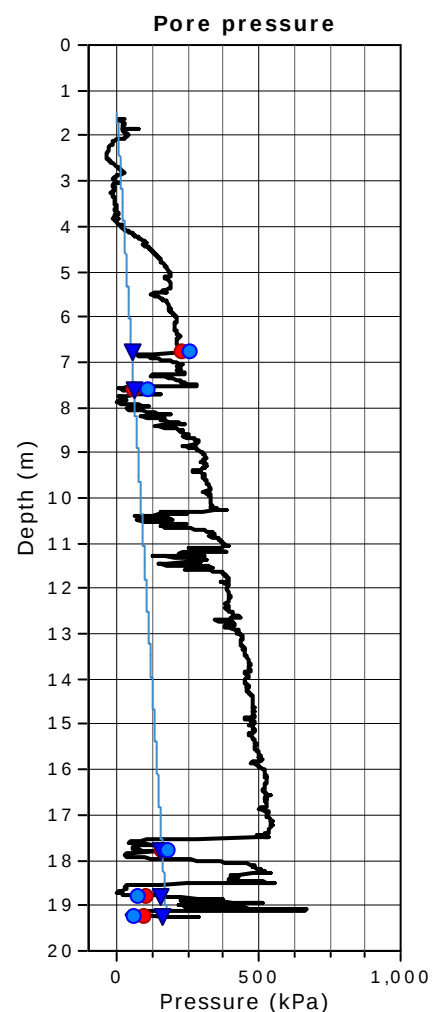
$$k_h = c_h \times \gamma_w / M$$

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

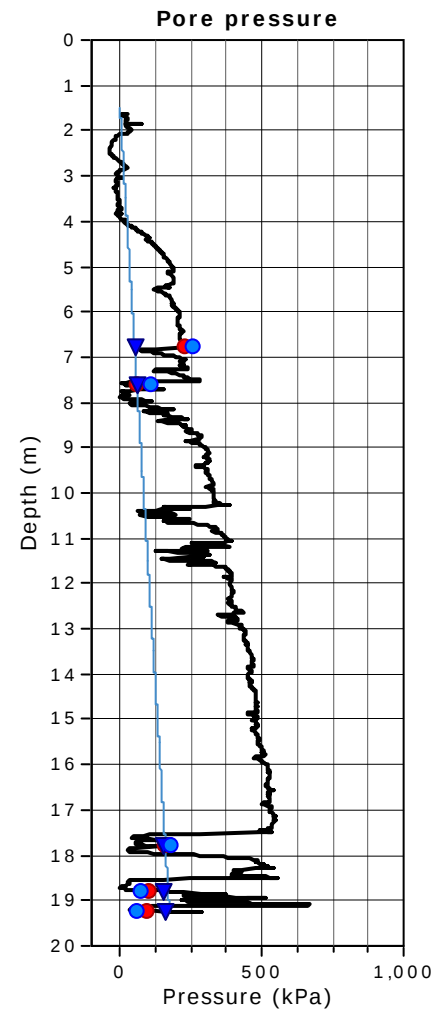
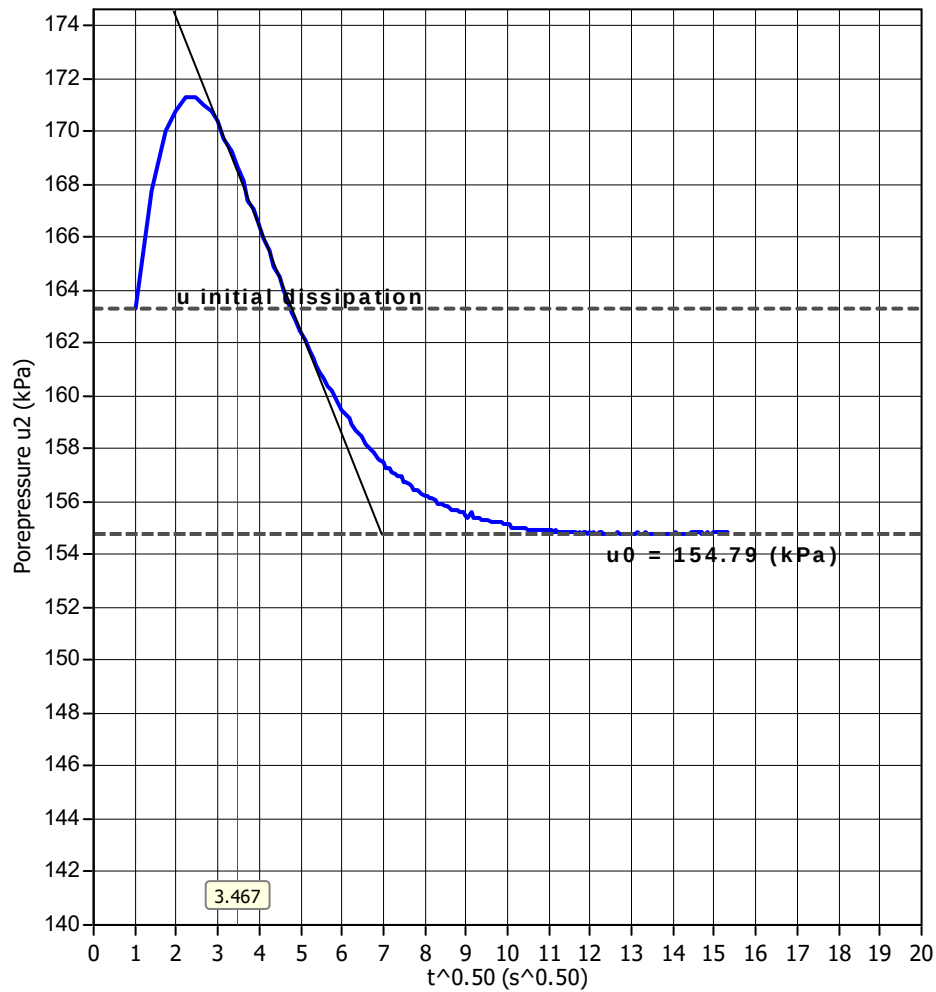
Tabular results

CPTU Borehole	Depth (m)	$(t_{50})^{0.50}$	t_{50} (s)	t_{50} (years)	G/ S_u	c_h (m^2/s)	c_h ($m^2/year$)	M (MPa)	k_h (m/s)
CPT128161	6.80	15.3	233	7.38E-006	528.23	8.10E-006	255	2.60	3.05E-008
CPT128161	7.60	5.1	26	8.32E-007	100.00	3.13E-005	987	18.76	1.64E-008
CPT128161	17.80	3.5	12	3.81E-007	342.69	1.26E-004	3984	26.64	4.65E-008
CPT128161	18.80	1.4	2	6.27E-008	100.00	4.15E-004	13093	27.15	1.50E-007
CPT128161	19.25	1.4	2	6.66E-008	100.00	3.91E-004	12319	67.45	5.68E-008



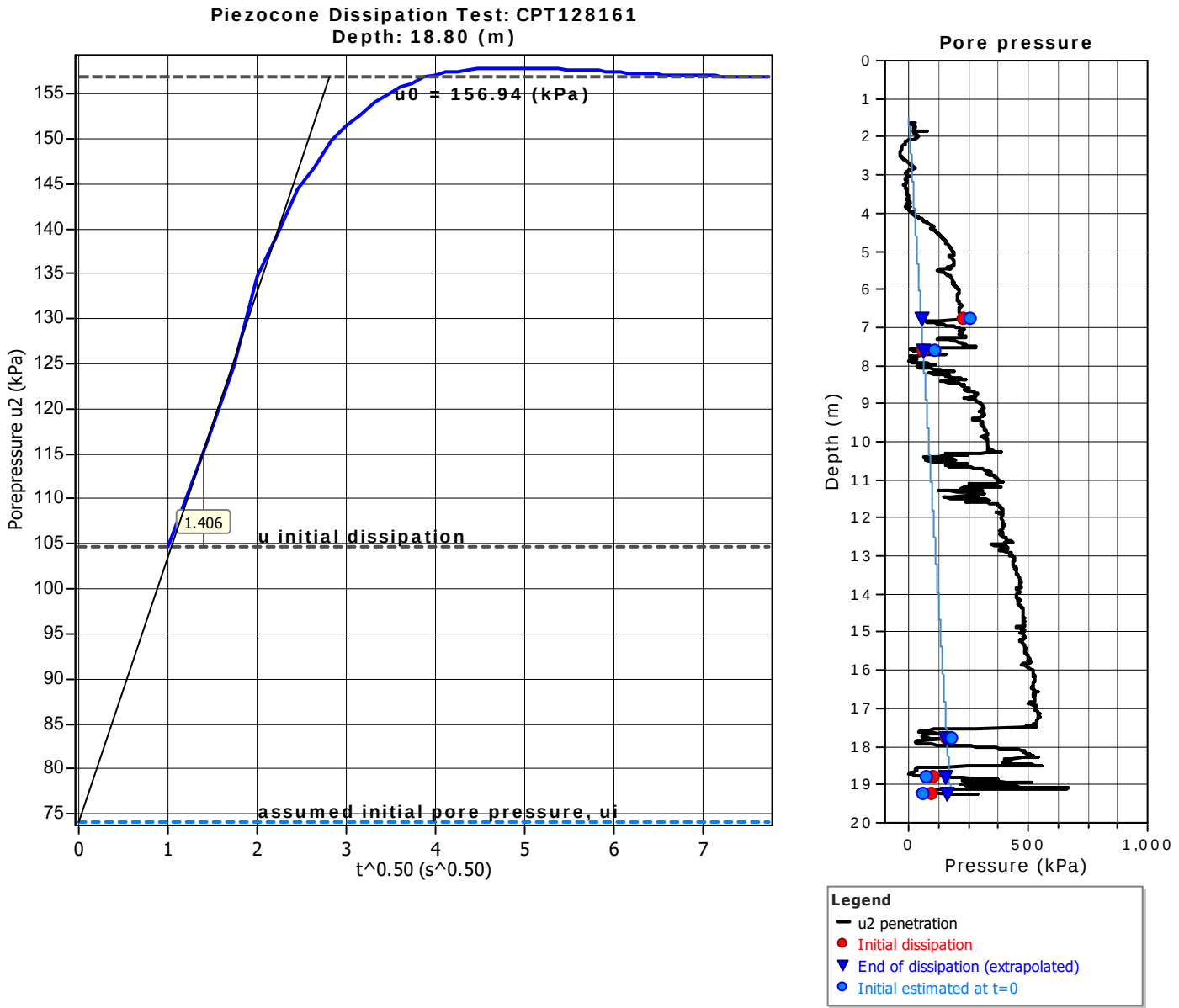


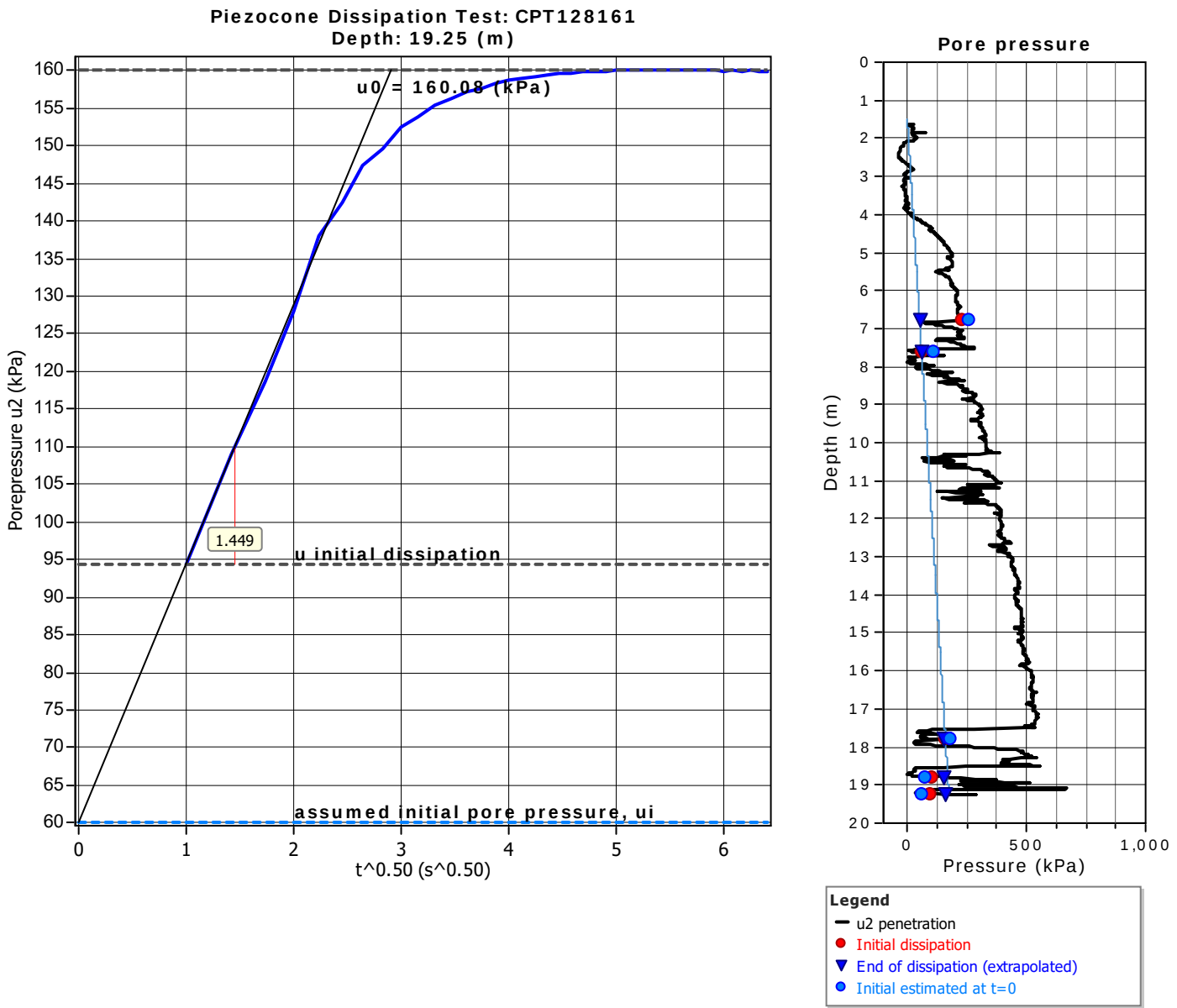
Piezocone Dissipation Test: CPT128161
Depth: 17.80 (m)



Legend

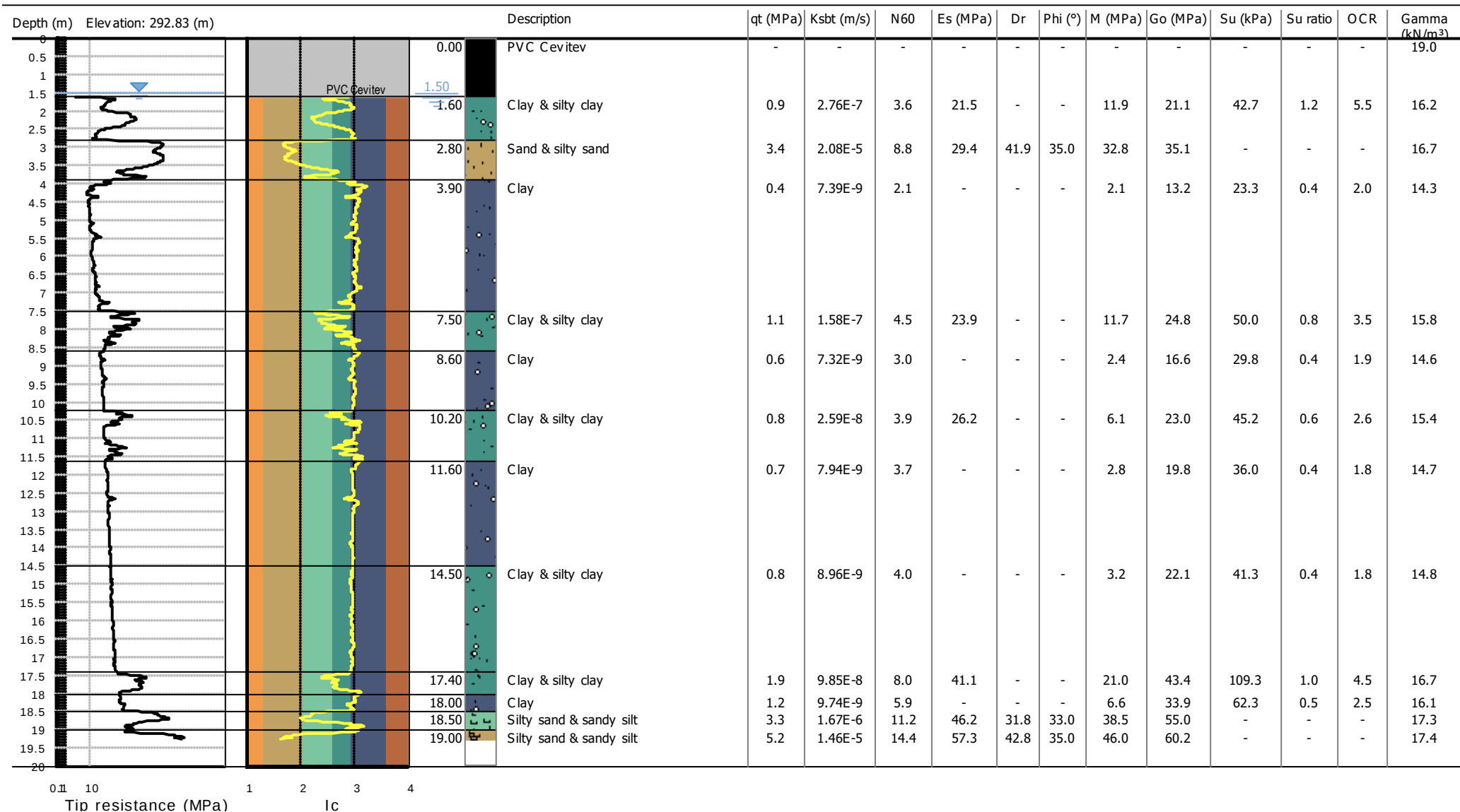
- u2 penetration
- Initial dissipation
- ▼ End of dissipation (extrapolated)
- Initial estimated at t=0





Project: POVEZOVALNA CESTA VERD-VRHNIKA

Location: Vrhnika



Project: POVEZOVALNA CESTA VERD-VRHNIKA

Location: Vrhnika

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	1.60	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.0
1.60		(±0.00E+00)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)
1.60	1.20	2.76E-07	3.6	21.5	0.0	0.0	11.9	21.1	42.7	1.2	5.5	16.2
2.80		(±4.52E-07)	(±1.4)	(±0.9)	(±0.0)	(±0.0)	(±7.3)	(±5.3)	(±16.8)	(±0.4)	(±1.9)	(±0.8)
2.80	1.10	2.08E-05	8.8	29.4	41.9	35.0	32.8	35.1	0.0	0.0	0.0	16.7
3.90		(±2.13E-05)	(±2.9)	(±4.7)	(±7.5)	(±1.0)	(±10.6)	(±7.1)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.5)
3.90	3.60	7.39E-09	2.1	0.0	0.0	0.0	2.1	13.2	23.3	0.4	2.0	14.3
7.50		(±7.08E-09)	(±0.4)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±1.4)	(±2.3)	(±5.8)	(±0.1)	(±0.5)	(±0.5)
7.50	1.10	1.58E-07	4.5	23.9	0.0	0.0	11.7	24.8	50.0	0.8	3.5	15.8
8.60		(±2.49E-07)	(±1.3)	(±3.1)	(±0.0)	(±0.0)	(±7.9)	(±5.0)	(±17.1)	(±0.3)	(±1.2)	(±0.5)
8.60	1.60	7.32E-09	3.0	0.0	0.0	0.0	2.4	16.6	29.8	0.4	1.9	14.6
10.20		(±1.80E-09)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.3)	(±0.7)	(±1.7)	(±0.0)	(±0.1)	(±0.2)
10.20	1.40	2.59E-08	3.9	26.2	0.0	0.0	6.1	23.0	45.2	0.6	2.6	15.4
11.60		(±4.30E-08)	(±0.9)	(±26.2)	(±0.0)	(±0.0)	(±4.5)	(±4.6)	(±15.5)	(±0.2)	(±0.9)	(±0.7)
11.60	2.90	7.94E-09	3.7	0.0	0.0	0.0	2.8	19.8	36.0	0.4	1.8	14.7
14.50		(±2.37E-09)	(±0.5)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.3)	(±0.8)	(±2.3)	(±0.0)	(±0.1)	(±0.2)
14.50	2.90	8.96E-09	4.0	0.0	0.0	0.0	3.2	22.1	41.3	0.4	1.8	14.8
17.40		(±1.03E-09)	(±0.2)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.2)	(±1.3)	(±2.3)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.2)
17.40	0.60	9.85E-08	8.0	41.1	0.0	0.0	21.0	43.4	109.3	1.0	4.5	16.7
18.00		(±1.17E-07)	(±1.8)	(±2.8)	(±0.0)	(±0.0)	(±10.5)	(±9.8)	(±40.9)	(±0.4)	(±1.7)	(±0.8)
18.00	0.50	9.74E-09	5.9	0.0	0.0	0.0	6.6	33.9	62.3	0.5	2.5	16.1
18.50		(±1.00E-08)	(±0.4)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±1.8)	(±1.6)	(±7.9)	(±0.1)	(±0.3)	(±0.2)

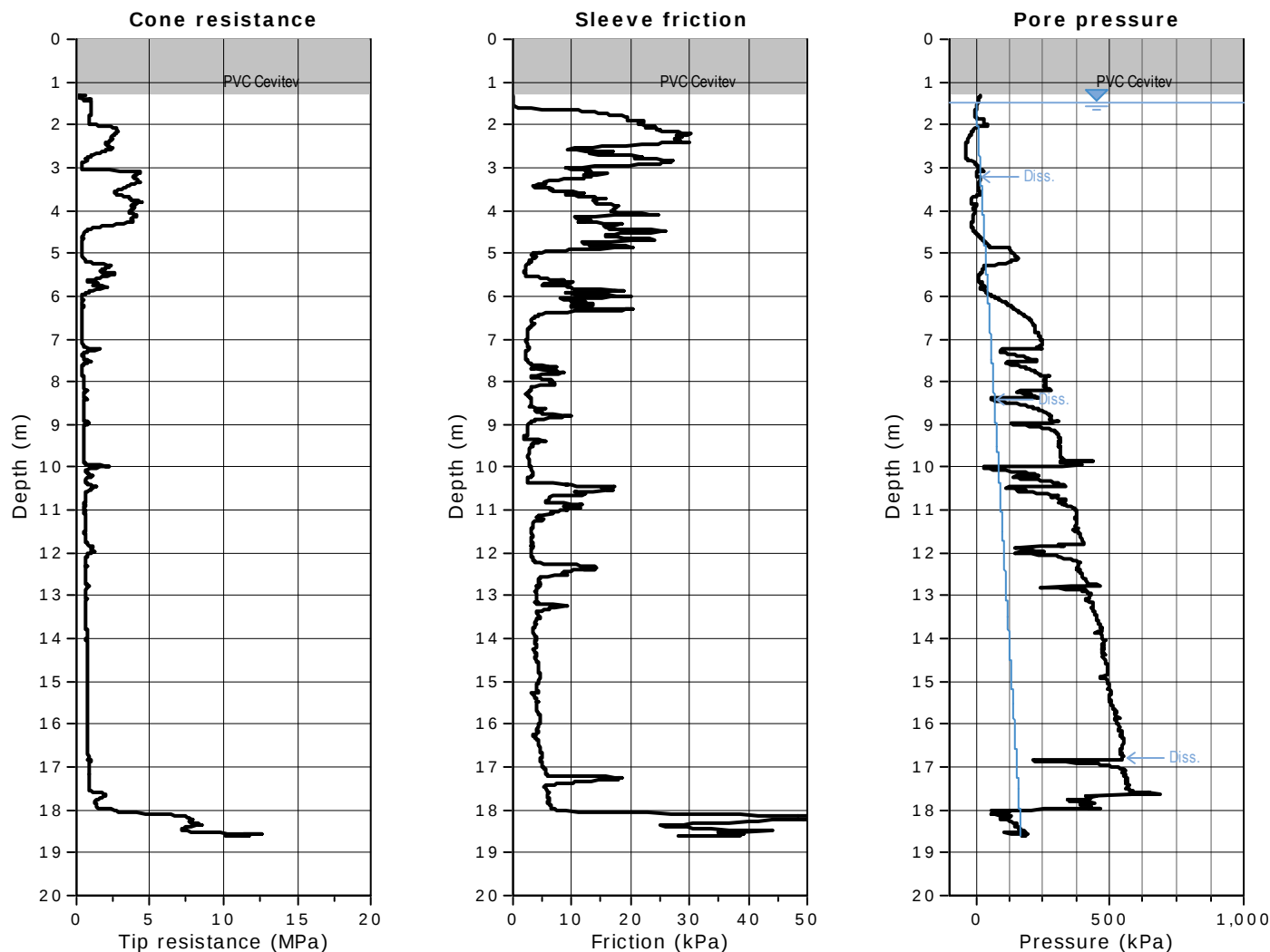
Project: POVEZOVALNA CESTA VERD-VRHNIKA

Location: Vrhnika

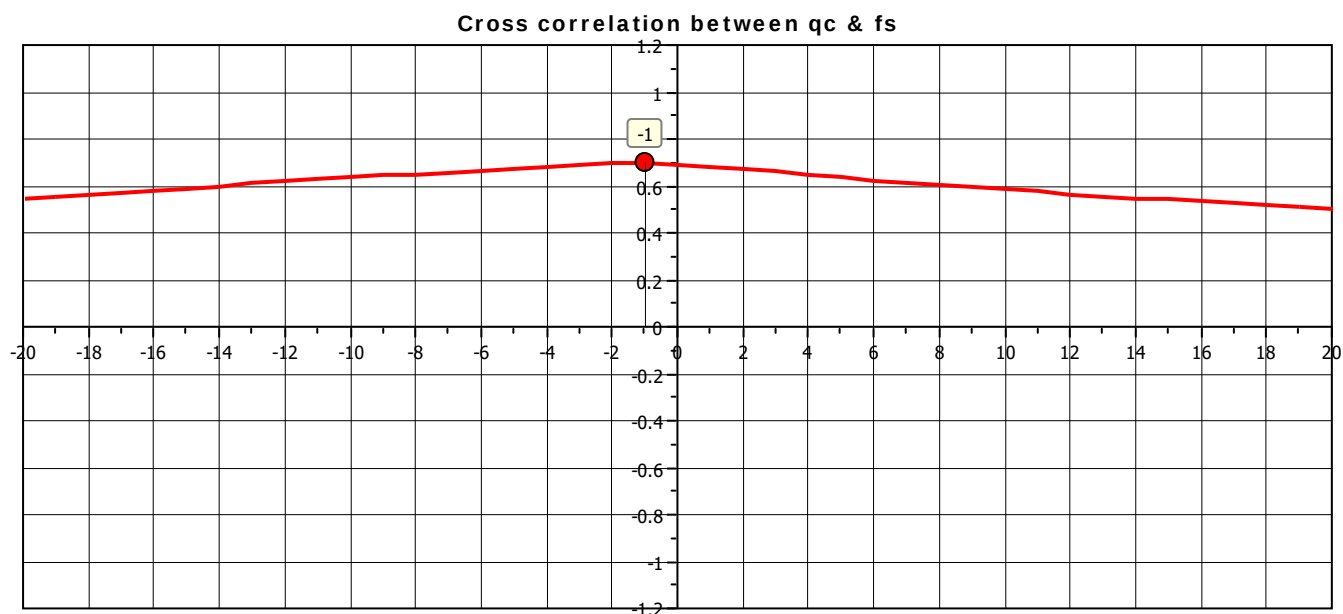
Summary table of mean values

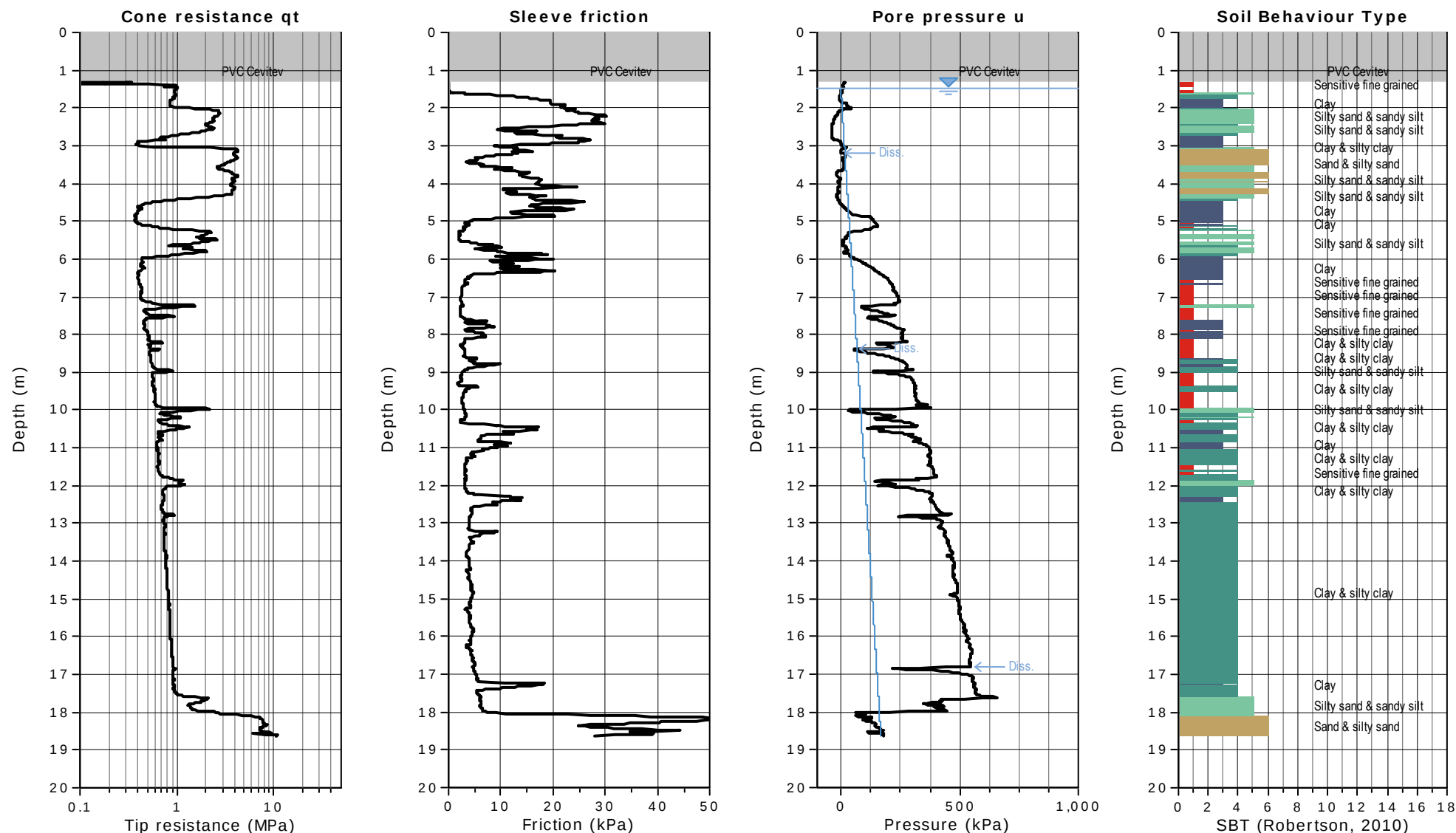
From depth To depth (m)	Thickness (m)	Permeability (m/s)	SPT _{N60} (blows/30cm)	E _s (MPa)	D _r	Friction angle	Constrained modulus, M (MPa)	Shear modulus, G ₀ (MPa)	Undrained strength, S _u (kPa)	Undrained strength ratio	OCR	Unit weight (kN/m ³)
18.50	0.50	1.67E-06	11.2	46.2	31.8	33.0	38.5	55.0	0.0	0.0	0.0	17.3
19.00		(±2.18E-06)	(±3.5)	(±8.2)	(±5.6)	(±1.1)	(±22.2)	(±9.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.5)
19.00	0.25	1.46E-05	14.4	57.3	42.8	35.0	46.0	60.2	0.0	0.0	0.0	17.4
19.25		(±1.96E-05)	(±6.8)	(±7.5)	(±7.6)	(±1.3)	(±31.1)	(±15.6)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.5)

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



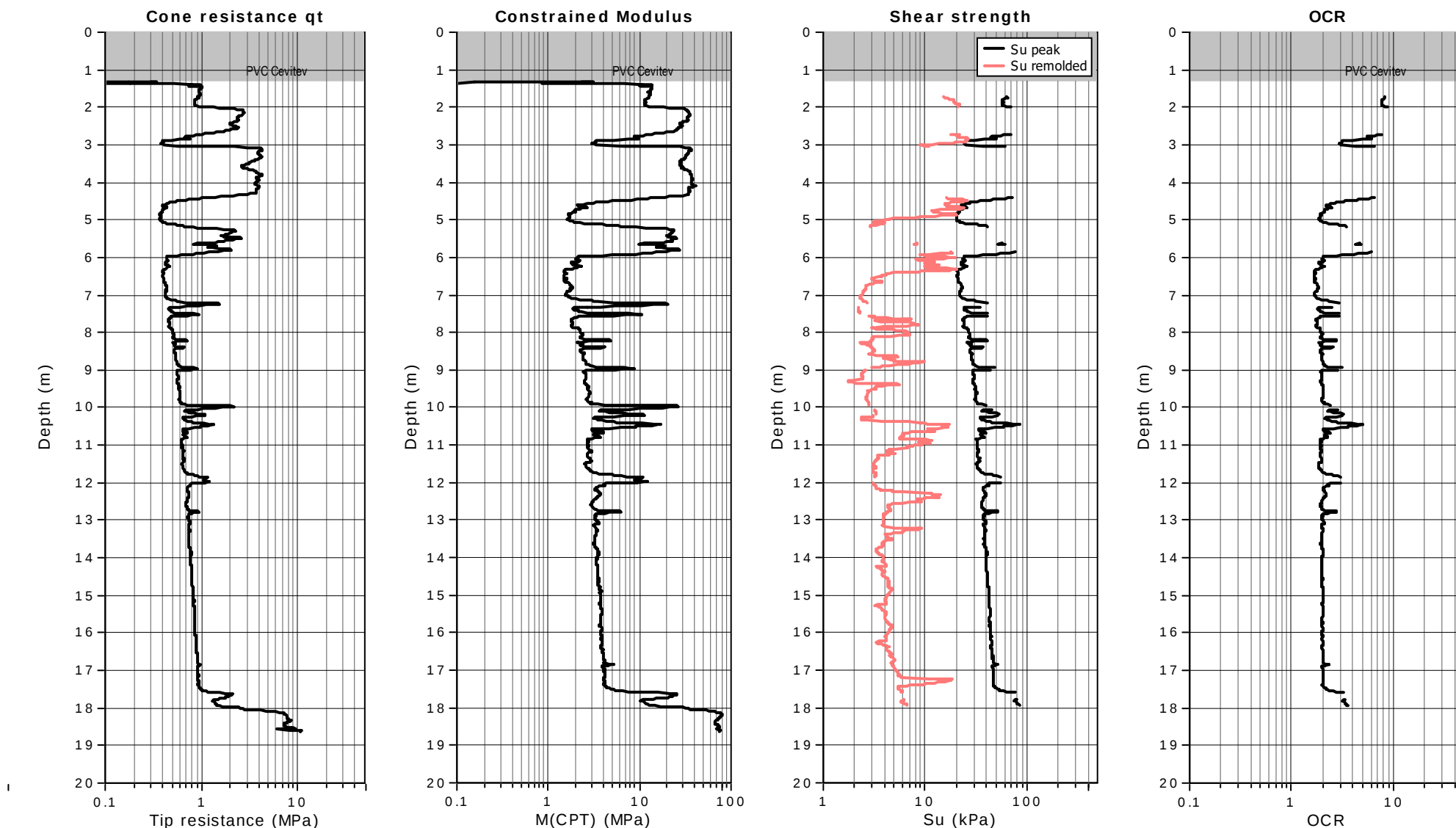
The plot below presents the cross correlation coefficient between the raw q_c and f_s values (as measured on the field). X axes presents the lag distance (one lag is the distance between two successive CPT measurements).





Project: POVEZOVALNA CESTA VERD-VRHNIKA

Location: Vrhnika



Dissipation Tests Results

Dissipation tests

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

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

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

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

where:

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

r: piezocone radius

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

t_{50} : time corresponding to 50% consolidation

Permeability estimates based on dissipation test

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

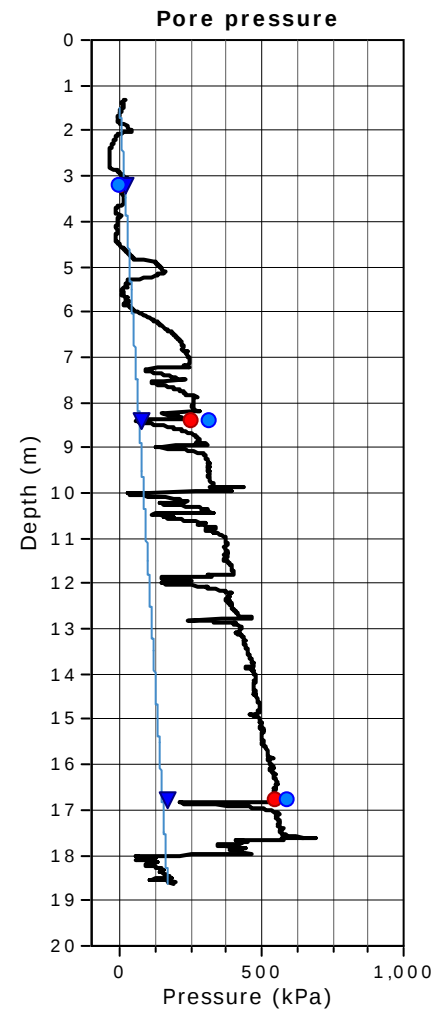
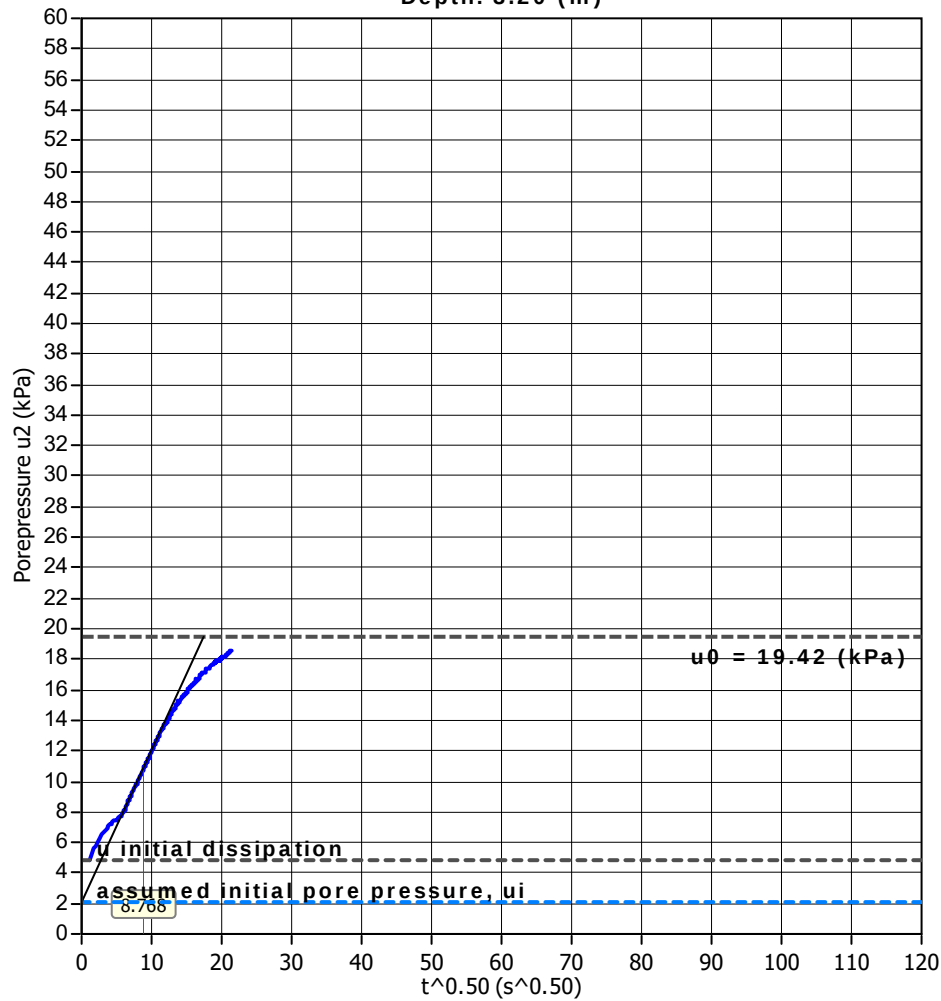
$$k_h = c_h \times \gamma_w / M$$

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

Tabular results

CPTU Borehole	Depth (m)	$(t_{50})^{0.50}$	t_{50} (s)	t_{50} (years)	G/ S_u	c_h (m^2/s)	c_h ($m^2/year$)	M (MPa)	k_h (m/s)
CPT128162	3.20	8.8	77	2.44E-006	100.00	1.07E-005	337	30.77	3.40E-009
CPT128162	8.40	12.0	144	4.57E-006	373.34	1.10E-005	347	4.95	2.18E-008
CPT128162	16.80	18.3	335	1.06E-005	448.53	5.18E-006	163	4.79	1.06E-008

Piezocene Dissipation Test: CPT128162
Depth: 3.20 (m)

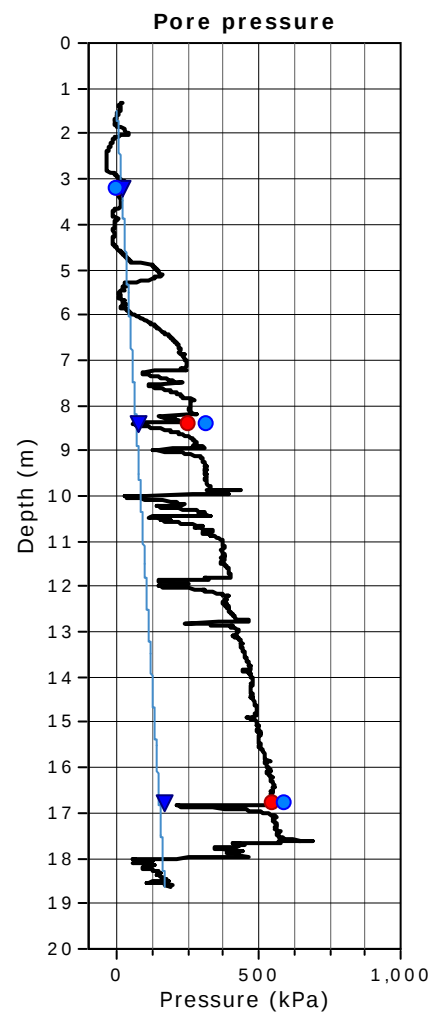
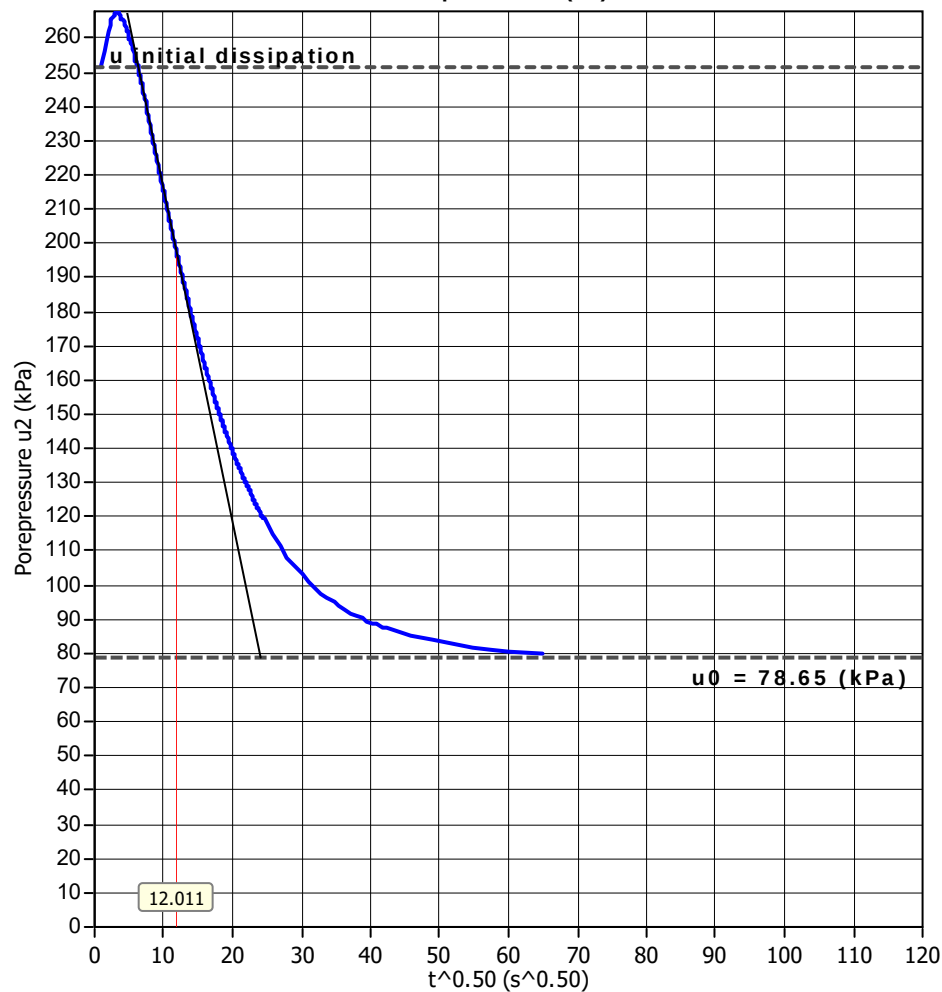


Legend

- u2 penetration
- Initial dissipation
- ▼ End of dissipation (extrapolated)
- Initial estimated at $t=0$

Piezocone Dissipation Test: CPT128162

Depth: 8.40 (m)



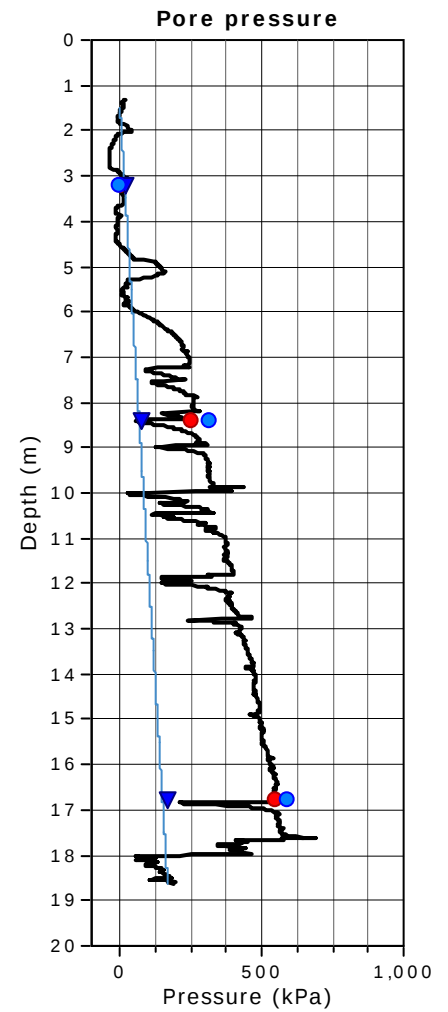
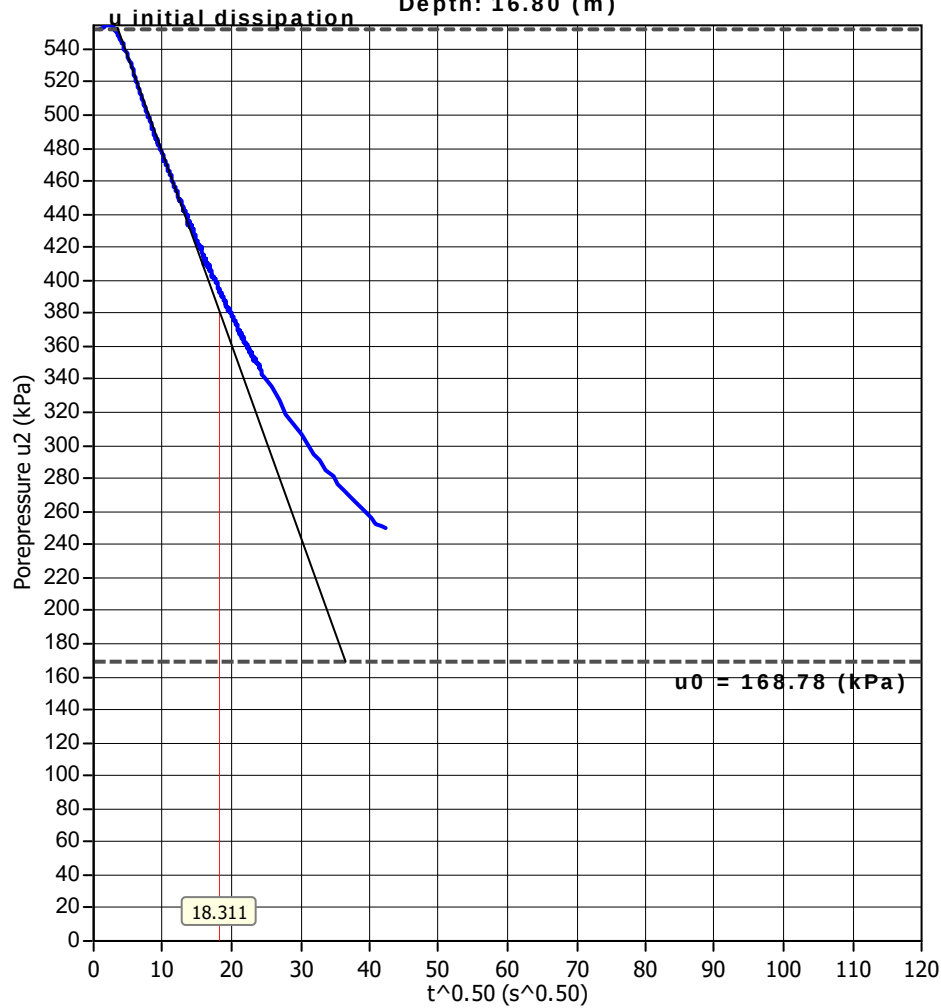
Legend

- u_2 penetration
- Initial dissipation
- ▼ End of dissipation (extrapolated)
- Initial estimated at $t=0$

assumed initial pore pressure, u_i

Piezocone Dissipation Test: CPT128162

Depth: 16.80 (m)

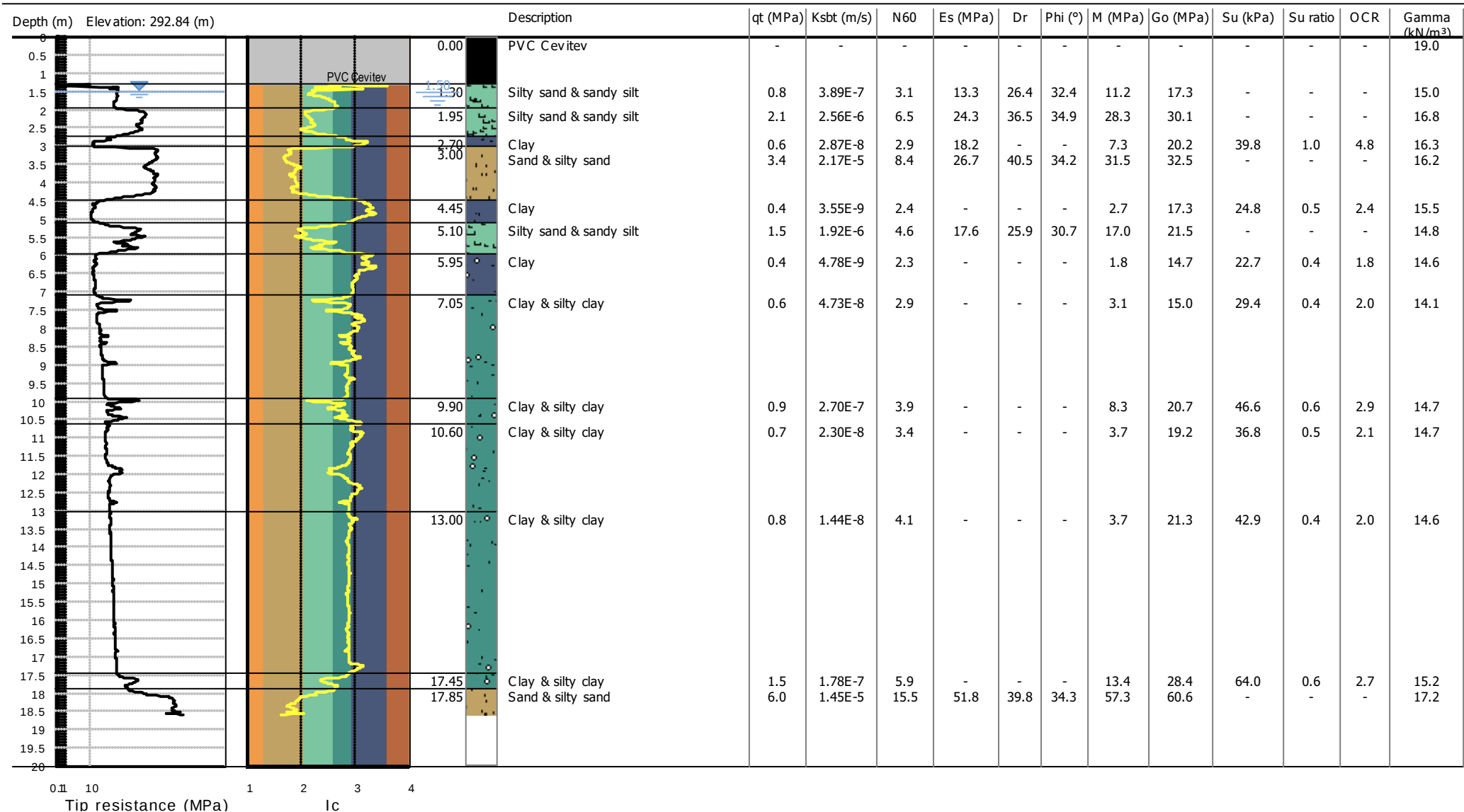


Legend

- u_2 penetration
- Initial dissipation
- ▼ End of dissipation (extrapolated)
- Initial estimated at $t=0$

Project: POVEZOVALNA CESTA VERD-VRHNIKA

Location: Vrhnika



Project: POVEZOVALNA CESTA VERD-VRHNIKA

Location: Vrhnika

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	1.30	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.0
1.30		(±0.00E+00)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)
1.30	0.65	3.89E-07	3.1	13.3	26.4	32.4	11.2	17.3	0.0	0.0	0.0	15.0
1.95		(±6.21E-07)	(±0.8)	(±1.9)	(±0.6)	(±1.8)	(±3.5)	(±6.7)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±1.3)
1.95	0.75	2.56E-06	6.5	24.3	36.5	34.9	28.3	30.1	0.0	0.0	0.0	16.8
2.70		(±1.83E-06)	(±1.2)	(±3.1)	(±3.5)	(±0.9)	(±6.4)	(±4.2)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.4)
2.70	0.30	2.87E-08	2.9	18.2	0.0	0.0	7.3	20.2	39.8	1.0	4.8	16.3
3.00		(±4.59E-08)	(±0.8)	(±18.2)	(±0.0)	(±0.0)	(±3.9)	(±2.7)	(±15.1)	(±0.4)	(±1.7)	(±0.3)
3.00	1.45	2.17E-05	8.4	26.7	40.5	34.2	31.5	32.5	0.0	0.0	0.0	16.2
4.45		(±1.68E-05)	(±1.8)	(±2.9)	(±3.8)	(±0.7)	(±7.5)	(±5.1)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.5)
4.45	0.65	3.55E-09	2.4	0.0	0.0	0.0	2.7	17.3	24.8	0.5	2.4	15.5
5.10		(±4.34E-09)	(±0.6)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±1.8)	(±3.5)	(±6.5)	(±0.1)	(±0.7)	(±0.8)
5.10	0.85	1.92E-06	4.6	17.6	25.9	30.7	17.0	21.5	0.0	0.0	0.0	14.8
5.95		(±2.43E-06)	(±1.2)	(±2.4)	(±3.1)	(±0.9)	(±6.8)	(±3.7)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.8)
5.95	1.10	4.78E-09	2.3	0.0	0.0	0.0	1.8	14.7	22.7	0.4	1.8	14.6
7.05		(±3.23E-09)	(±0.5)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.3)	(±3.0)	(±1.7)	(±0.0)	(±0.2)	(±0.8)
7.05	2.85	4.73E-08	2.9	0.0	0.0	0.0	3.1	15.0	29.4	0.4	2.0	14.1
9.90		(±1.79E-07)	(±0.5)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±2.6)	(±1.6)	(±3.9)	(±0.0)	(±0.2)	(±0.4)
9.90	0.70	2.70E-07	3.9	0.0	0.0	0.0	8.3	20.7	46.6	0.6	2.9	14.7
10.60		(±7.44E-07)	(±0.9)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±6.1)	(±4.6)	(±13.7)	(±0.2)	(±0.8)	(±0.8)
10.60	2.40	2.30E-08	3.4	0.0	0.0	0.0	3.7	19.2	36.8	0.5	2.1	14.7
13.00		(±3.89E-08)	(±0.5)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±1.8)	(±2.1)	(±4.4)	(±0.0)	(±0.2)	(±0.5)

Project: POVEZOVALNA CESTA VERD-VRHNIKA

Location: Vrhnika

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)
13.00	4.45	1.44E-08	4.1	0.0	0.0	0.0	3.7	21.3	42.9	0.4	2.0	14.6
17.45		(±3.13E-09)	(±0.3)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.3)	(±2.3)	(±3.1)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.3)
17.45	0.40	1.78E-07	5.9	0.0	0.0	0.0	13.4	28.4	64.0	0.6	2.7	15.2
17.85		(±1.92E-07)	(±0.8)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±7.5)	(±2.8)	(±12.2)	(±0.1)	(±0.5)	(±0.1)
17.85	0.75	1.45E-05	15.5	51.8	39.8	34.3	57.3	60.6	0.0	0.0	0.0	17.2
18.60		(±1.57E-05)	(±5.7)	(±11.9)	(±8.8)	(±2.0)	(±23.8)	(±18.2)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±1.1)

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

Fotografije lokacij CPTu meritev



Fotografija 1: Lokacija sonde CPTu-1



Fotografija 1: Lokacija sonde CPTu-2

PROJEKT: VRHNIKA VERD

LOKACIJA: VRHNIKA- JUŽNA OBVOZNICA K2

GLOBINA: 30 m

X: 446619.1947

Y: 91673.8094

Z: 292 m NMV

GLOBINA (m)	PROFIL	AC	LITOLOŠKI OPIS	NIVO VODE	VZORCI	R.P. (kPa)	KS (kPa)	SPT (N)	OPOMBE
0.0		HUMUS	Humus s koreninami						
		NASIP	Nasutje, sten/grušč, posamezni kosi veliki do 10cm						
1.0		ML/CL	Ilovnata zemlja ter meljna glina rjave barve			100 150 120 • 100 • 30 30 60 20 20 •			
		ML/CL	Meljna peščena glina, rjave barve, z vidnimi organskimi ostanki (OH)			• 30 30 60 20 20 •			
2.0		ML/CL	Meljna glina, rjavo-sive barve, bolj zaglinjena.	2.2m ⊥		• 20 20 • 50 40 • 10 •			Pojav vode med vrtnjem ⊥
		ML/CL	Meljna glina, sive barve z vidnimi organskimi ostanki (OH)		1	• 20 20 • 50 40 • 10 •			
3.0		ML/CL	Meljna glina, mestoma bolj zameljena, mestoma rahlo peščeno (SU), sive barve			• 40 • 20 40 40 50 40 40 • 20 20 30 •			
4.0						• 40 • 20 40 40 50 40 40 • 20 20 30 •			
5.0						• 40 • 20 40 40 50 40 40 • 20 20 30 •			
6.0						• 40 • 20 40 40 50 40 40 • 20 20 30 •			
7.0					2	• 20 60 • 60 • 80 80 100 60 • 30 40 • 30 60 • 60 •			Pojav vode med vrtnjem ⊥
8.0						• 20 60 • 60 • 80 80 100 60 • 30 40 • 30 60 • 60 •			
9.0						• 20 60 • 60 • 80 80 100 60 • 30 40 • 30 60 • 60 •			
10.0						• 20 60 • 60 • 80 80 100 60 • 30 40 • 30 60 • 60 •			
11.0		SM	Meljast pesek do peščen melj (SM/SU/ML), sive barve			• 20 60 • 60 • 80 80 100 60 • 30 40 • 30 60 • 60 •			
		ML/CL	Meljna glina, sive barve, mestoma s peščenim meljem			• 20 60 • 60 • 80 80 100 60 • 30 40 • 30 60 • 60 •			
12.0					3	• 20 60 • 60 • 80 80 100 60 • 30 40 • 30 60 • 60 •			
13.0						• 20 60 • 60 • 80 80 100 60 • 30 40 • 30 60 • 60 •			
14.0						• 20 60 • 60 • 80 80 100 60 • 30 40 • 30 60 • 60 •			
15.0						• 20 60 • 60 • 80 80 100 60 • 30 40 • 30 60 • 60 •			

PROJEKT: VRHNIKA VERD

LOKACIJA: VRHNIKA- JUŽNA OBVOZNICA K2

GLOBINA: 30 m

X: 446619.1947

Y: 91673.8094

Z: 292 m NMV

GLOBINA (m)	PROFIL	AC	LITOLOŠKI OPIS	NIVO VODE	VZORCI	R.P. (kPa)	KS (kPa)	SPT (N)	OPOMBE
16.0						20			
17.0						30			
18.0						20			
19.0						20			
20.0						10			
21.0						20			
22.0						40			
23.0						40			
24.0						40			
25.0						40			
26.0						50			
27.0						60			
28.0						60			
29.0						60			
30.0						60			
20.0		ML/CL	Melj do peščen melj (ML/SM), rahlo zaglinjen, sive barve			120			
21.0		ML/CL	Meljna glina, sive barve			180			
21.0		OH	Organska zemljina, šota (Pt) temno rjave do črne barve			250			
22.0		ML/CL	Meljna glina rjavo-sive barve ter organska zemljina (OH), črne barve			150			
23.0		GM/SM	Rahlo zaglinjen in zameljen prod ter pesek			200			
24.0		ML	Meljno peščena zemljina (SL), rahlo zaglinjena, kjer so mestoma vidni tudi organski ostanki (OH)			150			
25.0		ML/CL	Meljno peščena glina, s posameznimi prodniki velikosti do 2 cm			120			
26.0		ML/CL	Meljno peščena glina, sive barve, z mestoma organsimi primesmi (OH)			50			
27.0		OH	Organska zemlja (OH-Pt) temno rjave do črne barve			50			
28.0		ML/CL	Meljna glina z organsko zemljino (OH), sive do rjave barve			50			
29.0		SM	SU Pesek, rahlo zameljen			50			
29.0		GP/SP	Prod in pesek, prodniki veliki do 1cm ponekod do 2 cm			50			

Pojav vode med vrtnjem
⊥

Pojav vode med vrtnjem
⊥

Vrtina: V-1

Projekt: VRHNIKA VERD
 Lokacija: VRHNIKA- JUŽNA OBVOZNICA K2
 Naročnik: Občina Vrhnika
 Izvajalec vrtanja: ROVS d.o.o., Ljubljana

Datum: 5.07.2018

X: 446619.19
 Y: 91673.81
 Z: 292.00
 K₆₀: 1.37

mNMV
 SPT

Od	Do	Δ	AC	Opis
0	0.3	0.3	HUMUS	Humus s koreninami
0.3	0.7	0.4	NASIP	Nasutje, sten/grušč, posamezni kosi veliki do 10cm
0.7	1.2	0.5	ML/CL	Ilovnata zemlja ter meljna glina rjave barve
1.2	1.6	0.4	ML/CL	Meljna peščena glina, rjave barve, z vidnimi organskimi ostanki (OH)
1.6	2.3	0.7	ML/CL	Meljna glina, rjavo-sive barve, bolj zaglinjena.
2.3	3.0	0.7	ML/CL	Meljna glina, sive barve z vidnimi organskimi ostanki (OH)
3	10.2	7.2	ML/CL	Meljna glina, mestoma bolj zameljena, mestoma rahlo peščeno (SU), sive barve
10.2	11.2	1	SM	Meljast pesek do peščen melj (SM/SU/ML), sive barve
11.2	20.0	8.8	ML/CL	Meljna glina, sive barve, mestoma s peščenim meljem
20	20.7	0.7	ML/CL	Melj do peščen melj (ML/SM), rahlo zaglinjen, sive barve
20.7	21.0	0.3	ML/CL	Meljna glina, sive barve
21	22.0	1	OH	Organska zemljina, šota (Pt) temno rjave do črne barve
22	22.7	0.7	ML/CL	Meljna glina rjavo-sive barve ter organska zemljina (OH), črne barve
22.7	23.0	0.3	GM/SM	Rahlo zaglinjen in zameljen prod ter pesek
23	24.0	1	ML	Meljno peščena zemljina (SL), rahlo zaglinjena, kjer so mestoma vidni tudi organski ostanki (OH)
24	24.4	0.4	ML/CL	Meljno peščena glina, s posameznimi prodniki velikosti do 2 cm
24.4	27.2	2.8	ML/CL	Meljno peščena glina, sive barve, z mestoma organsimi primesmi (OH)
27.2	28.0	0.8	OH	Organska zemlja (OH-Pt) temno rjave do črne barve
28	28.7	0.7	ML/CL	Meljna glina z organsko zemljino (OH), sive do rjave barve
28.7	28.9	0.2	SM	SU Pesek, rahlo zameljen
28.9	30.0	1.1	GP/SP	Prod in pesek, prodniki veliki do 1cm ponekod do 2 cm

VODA: Pojav vode med vrtanjem na globini cca 2,2m, 7,0m, 22,6m in 29,0m

VZORCI: 2,6 - 2,9m

6,7 - 7,0m

12,5 - 12,8m







Sondažni jašek: J-7

Datum: 25.01.2017

Projekt: Južna obvoznica Vrhnika II.del

X: 446644.0351

Lokacija: Vrhnika - Tojnice - Verd

Y: 91690.1044

Naročnik: Občina Vrhnika

Z: 291.90

Izvajalec izkopov: Mivešk s.p.

Od	Do	Δ	AC	Opis
0	0.2	0.2	HUMUS	Humus, organska zemljina
0.2	0.8	0.6	NASIP	Umetni nasip iz kosov stena (apnenec), frakcija do 100mm
0.8	1.2	0.4	ML/CL	Meljna peščena glina , rjave barve, sr.g.k., R.P.= 50-100kPa

OPOMBA: Voda v izkopu ni bilo zaznati! Izvedena je bil meritev Evd!

1. Evd / 1.0m = 10.68MPa



Izvajalec:

SLP d.o.o. LJUBLJANA, Specializirano podjetje za temeljenje objektov
Ulica Gradnikove brigade 4, 1000 Ljubljana
E-mail: contact@slp-pile.com GSM: +38641633386
Web: www.slp-pile.com



Determine of dynamic deformation modulus according TP BF-StB Teil B 8.3
Testdevice: ZFG 3.0
Manufacturer: Zorn-Instruments

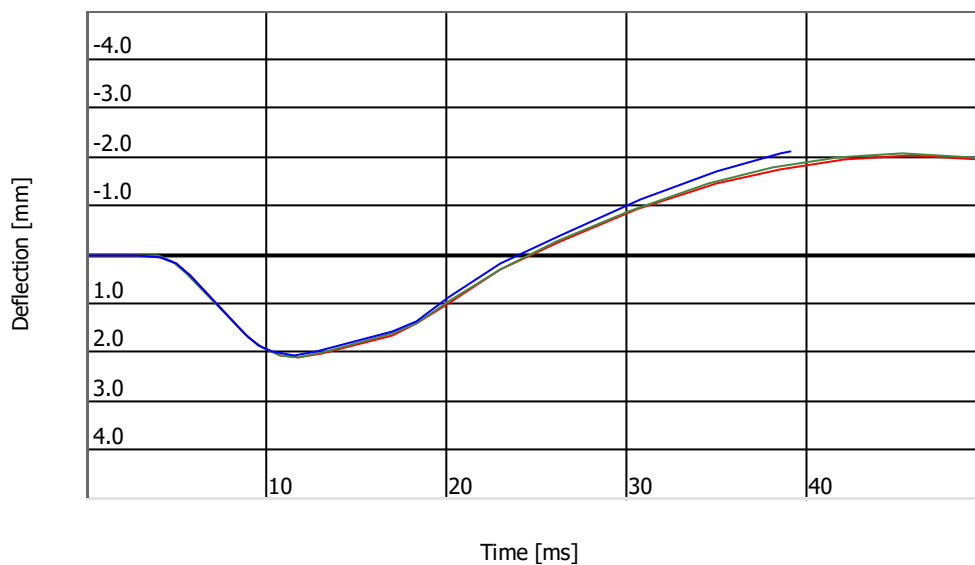
Naročnik:	OBČINA VRHNIKA Tržaška cesta 1 1360 Vrhnika	Measuring time	2017.01.25 11:56:19
Projekt:	Ureditev dostopa na most čez Ljubljanico na Tojnicah in ureditev južnega dela obvoznice Vrhnika	Device number	7558
ŠT. testa	Jašek-7 (globina: 1.0m)	Device type	300 mm/10 kg
Debelina tampona:		Check number (No)	151
Vreme:	Oblačno - zmrzovanje do globine 20cm	Card number	0
Izmeril:	Matevž Lesjak	Position	N 45°958027 E 14°306120

Result

Pulse	v [mm/s]	s [mm]
1	412.3	2.129
2	411.5	2.110
3	411.8	2.080
Ø	411.9	2.106

s/v: 5.114 ms

Evd: 10.68 MN/m²



Opombe:

Meritve so bile narejene v dnu sondažnega jaška

Pregledal in obdelal:

Gorazd Strniša

Sondažni jašek: J-8

Datum: 25.01.2017

Projekt: Južna obvoznica Vrhnika II.del

X: 446539.3374

Lokacija: Vrhnika - Tojnice - Verd

Y: 91588.732

Naročnik: Občina Vrhnika

Z: 292.20

Izvajalec izkopov: Mivešk s.p.

Od	Do	Δ	AC	Opis
0	0.2	0.2	HUMUS	Humus, organska zemljina
0.2	0.8	0.6	NASIP	Umetni nasip iz drobljenca delno pomešanega z organsko zemljino, velikost frakcije do 40mm
0.8	1	0.2	ML/CL	Meljna glina , sive barve, sr.g.k., R.P.= 40-80kPa
1	1.4	0.4	ML/CL	Meljno peščena glina , rjave barve, sr.g.k., R.P.= 50-100kPa

OPOMBA: Voda je bila zaznana na globini cca 1.2m! Izvedena je bila meritev Evd!

1. Evd / 1.2m = 9.44MPa



Izvajalec:

SLP d.o.o. LJUBLJANA, Specializirano podjetje za temeljenje objektov
Ulica Gradnikove brigade 4, 1000 Ljubljana
E-mail: contact@slp-pile.com GSM: +38641633386
Web: www.slp-pile.com



Determine of dynamic deformation modulus according TP BF-StB Teil B 8.3
Testdevice: ZFG 3.0
Manufacturer: Zorn-Instruments

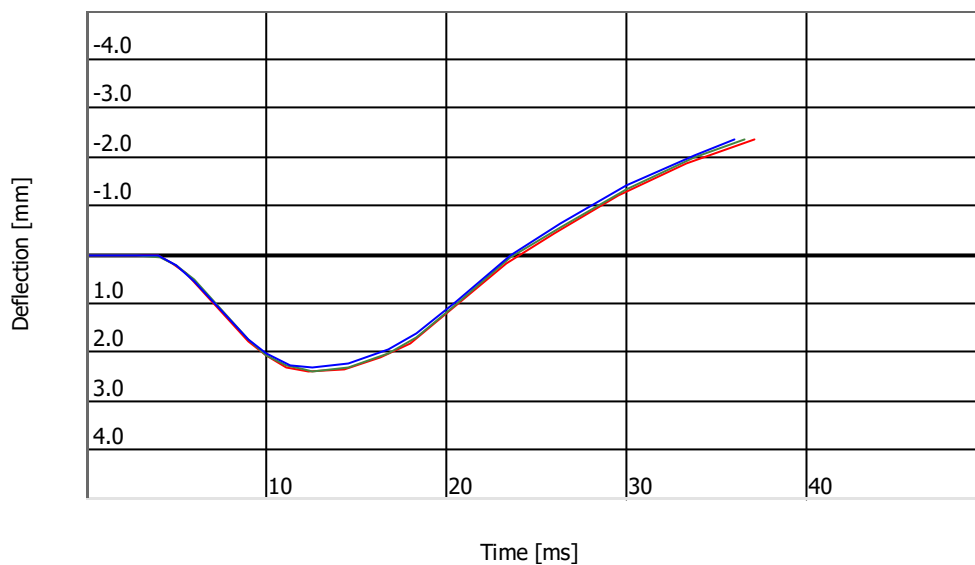
Naročnik:	OBČINA VRHNIKA Tržaška cesta 1 1360 Vrhnika	Measuring time	2017.01.25 12:26:44
Projekt:	Ureditev dostopa na most čez Ljubljanico na Tojnicah in ureditev južnega dela obvoznice Vrhnika	Device number	7558
ŠT. testa	Jašek-8 (globina: 1.2m)	Device type	300 mm/10 kg
Debelina tampona:		Check number (No)	152
Vreme:	Oblačno - zmrzovanje do globine 20cm	Card number	0
Izmeril:	Matevž Lesjak	Position	N 45°960594 E 14°306566

Result

Pulse	v [mm/s]	s [mm]
1	428.5	2.420
2	418.2	2.395
3	411.1	2.335
Ø	419.3	2.383

s/v: 5.685 ms

Evd: 9.44 MN/m²



Opombe:

Meritve so bile narejene v dnu sondažnega jaška

Pregledal in obdelal:

Gorazd Strniša

Sondažni jašek: J-9

Datum: 25.01.2017

Projekt: Južna obvoznica Vrhnika II.del

X: 446531.0504

Lokacija: Vrhnika - Tojnice - Verd

Y: 91291.4472

Naročnik: Občina Vrhnika

Z: 292.80

Izvajalec izkopov: Mivešk s.p.

Od	Do	Δ	AC	Opis
0	0.1	0.1	HUMUS	Humus, organska zemljina, pomešana z nasutjem
0.1	0.7	0.6	NASIP	Umetni nasip iz drobljenca, velikost frakcije do 100mm
0.7	0.9	0.2	ML/CL	Meljna glina , sive barve, sr.g.k., R.P.= 40-80kPa

OPOMBA: Vode ni bilo zaznati! Izvedena je bila meritev Evd!

1. Evd / 0.9m = 5.40MPa



Izvajalec:

SLP d.o.o. LJUBLJANA, Specializirano podjetje za temeljenje objektov
Ulica Gradnikove brigade 4, 1000 Ljubljana
E-mail: contact@slp-pile.com GSM: +38641633386
Web: www.slp-pile.com



Determine of dynamic deformation modulus according TP BF-StB Teil B 8.3
Testdevice: ZFG 3.0
Manufacturer: Zorn-Instruments

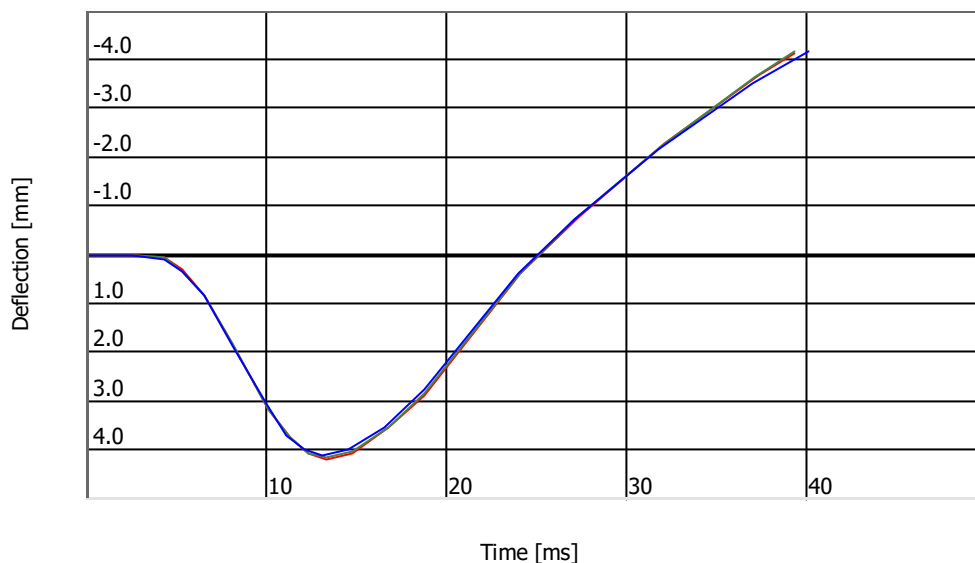
Naročnik:	OBČINA VRHNIKA Tržaška cesta 1 1360 Vrhnika	Measuring time	2017.01.25 14:30:07
Projekt:	Ureditev dostopa na most čez Ljubljano na Tojnicah in ureditev južnega dela obvoznice Vrhnika	Device number	7558
ŠT. testa	Jašek-9 (globina: 0.9m)	Device type	300 mm/10 kg
Debelina tampona:		Check number (No)	155
Vreme:	Oblačno - zmrzovanje do globine 20cm	Card number	0
Izmeril:	Matevž Lesjak	Position	N 45°963360 E 14°305395

Result

Pulse	v [mm/s]	s [mm]
1	716.4	4.196
2	710.8	4.170
3	710.4	4.134
Ø	712.5	4.167

s/v: 5.848 ms

Evd: 5.40 MN/m²



Opombe:

Meritve so bile narejene v dnu sondažnega jaška

Pregledal in obdelal:

Gorazd Strniša

Sondažni jašek: J-10

Datum: 25.01.2017

Projekt: Južna obvoznica Vrhnika II.del

X: 446624.4179

Lokacija: Vrhnika - Tojnice - Verd

Y: 90981.3608

Naročnik: Občina Vrhnika

Z: 292.70

Izvajalec izkopov: Mivešk s.p.

Od	Do	Δ	AC	Opis
0	0.1	0.1	HUMUS	Humus, organska zemljina, pomešana z nasutjem
0.1	0.6	0.5	NASIP	Umetni nasip iz večjih kosov stena (kosi apnenca), velikost do 30cm
0.6	0.9	0.3	ML/CL	Meljna glina , sive barve, sr.g.k., R.P.= 50-100kPa
0.9	1.1	0.2	ML/CL	Meljno peščena glina ,sivor-rjave barve, sr.g.k., R.P.= 50-80kPa

OPOMBA: Vode ni bilo zaznati!



Sondažni jašek: J-11

Datum: 25.01.2017

Projekt: Južna obvoznica Vrhnika II.del

X: 446590.16

Lokacija: Vrhnika - Tojnice - Verd

Y: 90666.67

Naročnik: Občina Vrhnika

Z: 292.50

Izvajalec izkopov: Mivešk s.p.

Od	Do	Δ	AC	Opis
0	0.1	0.1	HUMUS	Humus, organska zemljina
0.1	1	0.9	NASIP	Umetni nasip iz večjih kosov stena (kosi apnenca), velikost do 20cm
1	1.2	0.2	ML/CL	Meljno peščena glina, rjave barve, sr.g.k., R.P.= 50-80kPa

OPOMBA: Vode ni bilo zaznati! Izvedena je bila meritev Evd!

1. Evd / 1.2m = 4.96MPa



Izvajalec:

SLP d.o.o. LJUBLJANA, Specializirano podjetje za temeljenje objektov
Ulica Gradnikove brigade 4, 1000 Ljubljana
E-mail: contact@slp-pile.com GSM: +38641633386
Web: www.slp-pile.com



Determine of dynamic deformation modulus according TP BF-StB Teil B 8.3
Testdevice: ZFG 3.0
Manufacturer: Zorn-Instruments

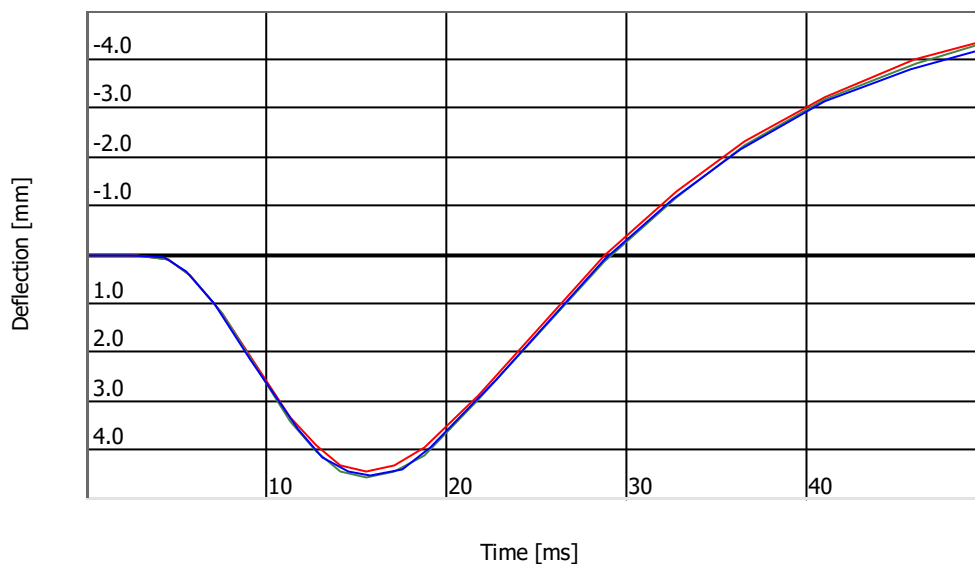
Naročnik:	OBČINA VRHNIKA Tržaška cesta 1 1360 Vrhnika	Measuring time	2017.01.25 13:24:45
Projekt:	Ureditev dostopa na most čez Ljubljano na Tojnicah in ureditev južnega dela obvoznice Vrhnika	Device number	7558
ŠT. testa	Jašek-11 (globina: 1.2m)	Device type	300 mm/10 kg
Debelina tampona:		Check number (No)	154
Vreme:	Oblačno - zmrzovanje do globine 20cm	Card number	0
Izmeril:	Matevž Lesjak	Position	N 45°967300 E 14°306487

Result

Pulse	v [mm/s]	s [mm]
1	594.4	4.453
2	608.3	4.583
3	606.3	4.564
Ø	603.0	4.533

s/v: 7.518 ms

Evd: 4.96 MN/m²



Opombe:

Meritve so bile narejene v dnu sondažnega jaška

Pregledal in obdelal:

Gorazd Strniša

Sondažni jašek: J-9

Datum: 25.01.2017

Projekt: Južna obvoznica Vrhnika II.del

X: 446531.0504

Lokacija: Vrhnika - Tojnice - Verd

Y: 91291.4472

Naročnik: Občina Vrhnika

Z: 292.80

Izvajalec izkopov: Mivešk s.p.

Od	Do	Δ	AC	Opis
0	0.1	0.1	HUMUS	Humus, organska zemljina, pomešana z nasutjem
0.1	0.7	0.6	NASIP	Umetni nasip iz drobljenca, velikost frakcije do 100mm
0.7	0.9	0.2	ML/CL	Meljna glina , sive barve, sr.g.k., R.P.= 40-80kPa

OPOMBA: Vode ni bilo zaznati! Izvedena je bila meritev Evd!

1. Evd / 0.9m = 5.40MPa



Izvajalec:

SLP d.o.o. LJUBLJANA, Specializirano podjetje za temeljenje objektov
Ulica Gradnikove brigade 4, 1000 Ljubljana
E-mail: contact@slp-pile.com GSM: +38641633386
Web: www.slp-pile.com



Determine of dynamic deformation modulus according TP BF-StB Teil B 8.3
Testdevice: ZFG 3.0
Manufacturer: Zorn-Instruments

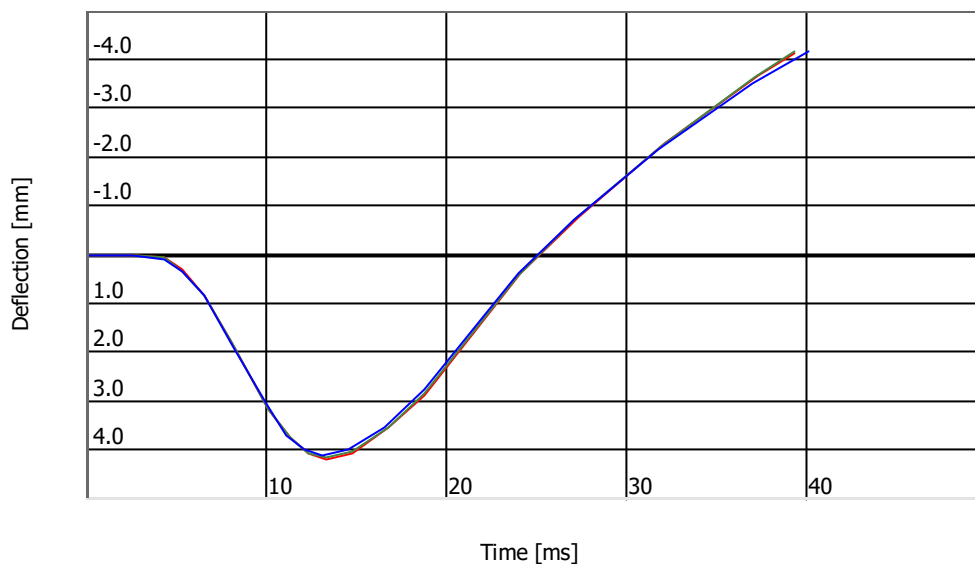
Naročnik:	OBČINA VRHNIKA Tržaška cesta 1 1360 Vrhnika	Measuring time	2017.01.25 14:30:07
Projekt:	Ureditev dostopa na most čez Ljubljano na Tojnicah in ureditev južnega dela obvoznice Vrhnika	Device number	7558
ŠT. testa	Jašek-9 (globina: 0.9m)	Device type	300 mm/10 kg
Debelina tampona:		Check number (No)	155
Vreme:	Oblačno - zmrzovanje do globine 20cm	Card number	0
Izmeril:	Matevž Lesjak	Position	N 45°963360 E 14°305395

Result

Pulse	v [mm/s]	s [mm]
1	716.4	4.196
2	710.8	4.170
3	710.4	4.134
Ø	712.5	4.167

s/v: 5.848 ms

Evd: 5.40 MN/m²



Opombe:

Meritve so bile narejene v dnu sondažnega jaška

Pregledal in obdelal:

Gorazd Strniša

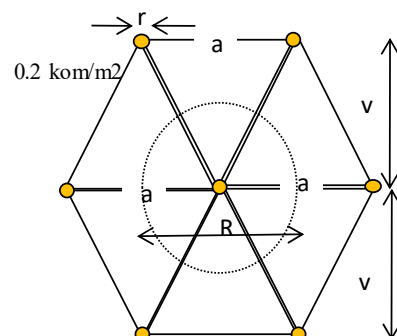
Vertikalne drenaže (raster 2.4m)

RADIALNA KONSOLIDACIJA SLOJA

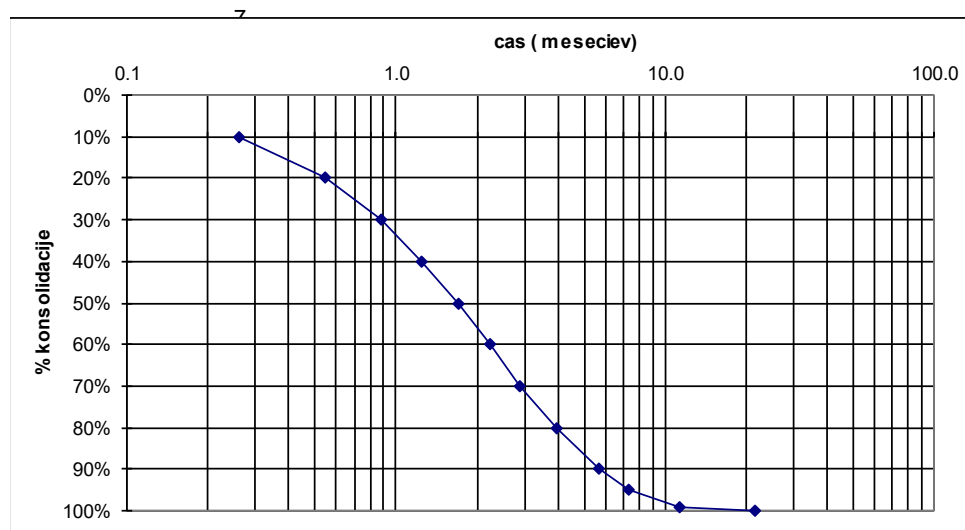
r =	0.010	m	oži premer drenaže
a =	2.4	m	drenaže v rastru =>
v =	2.08	m	
R =	2.5095	m	radij dreniranja n=(R/d)= 250.95
kv=kr =	1.00E-09	m/s	1.00E-07 cm/sek
Mv =	2.8E+03	KPa	ch= 2.80E-07 kN/m/s

$$T_v = \frac{c_v \cdot t}{h^2} = \frac{k \cdot E_{sed} \cdot t}{\gamma_w \cdot h^2}$$

$$T_r = 3.84E-03 \cdot t(\text{days})$$



let	meseci	days	Tv	U (%)	Pos(cm)	Posedek preobrem (cm)	Dosežena konsol
			Tr(20)	(0 - 100)	10	13.3	%
0.0	0.3	7.8	0.03	0.1	1	1	13%
0.0	0.5	16.4	0.063	0.2	2	3	27%
0.1	0.9	26.3	0.101	0.3	3	4	40%
0.1	1.2	37.5	0.144	0.4	4	5	53%
0.1	1.7	51.0	0.196	0.5	5	7	67%
0.2	2.2	67.2	0.258	0.6	6	8	80%
0.2	2.9	85.9	0.33	0.7	7	9	93%
0.3	3.9	117.9	0.453	0.8	8	11	107%
0.5	5.6	168.9	0.649	0.9	9	12	120%
0.6	7.3	219.7	0.844	0.95	10	13	127%
0.9	11.3	337.9	1.298	0.99	10	13	132%
1.8	21.7	650.8	2.5	1	10	13	133%



**GEOINŽENIRING d.o.o.**

Geotehnične, geološke in geofizikalne raziskave
projektiranje, svetovanje in inženiring

Dimičeva 14, 1000 Ljubljana
tel.: 01/ 234 56 00, fax: 234 56 10, e.i

OBJEKT: Vrhnika - povezovalna cesta Verd

NAROČNIK: SLP d.o.o.

št.obr. LAB-002

D.N.: 81553

FIZIKALNE KARAKTERISTIKE ZEMLJIN

Vzorec		Naravna vlaga	Lezni meji		Indeks plastičnosti	Indeks kons.	Gostota			Trdnost zemljin					Modul stisljivosti E _{oed}						vodo-prepustnost v edometru (povp. Vrednost)	Klasifikacija vzorca	
Vrtina	srednja globina		meja židkosti	meja plastičnosti			naravna	suha	zrnja	enoosna tlačna	enoosna z žep. penetr.	nedren. strižna trdnost	direkt. strižna trdnost T _{dir}	obremenilne stopnje σ _z									
														w %	w _L %	w _p %	ρ %	ρ _d Mg/m ³	ρ _s Mg/m ³	q _u kPa			q _{u2} kPa
V-1	2,75	41,2	42	22	19	0,0218	1,79	1,27			20				570	760	1200	1500			1,63E-11	CL z org.vložki zelo Ign.kons.	
V-1	6,85	36,6	42	25	17	0,302	1,87	1,39			35				710	1000	1600	2100			1,93E-11	CL Ign.kons.	
V-1	12,65	31,7	37	19	18	0,297	1,96	1,53			45				530	1600	2200	2400			8,00E-12	CL Ign.kons.	

GEOMŽENJE

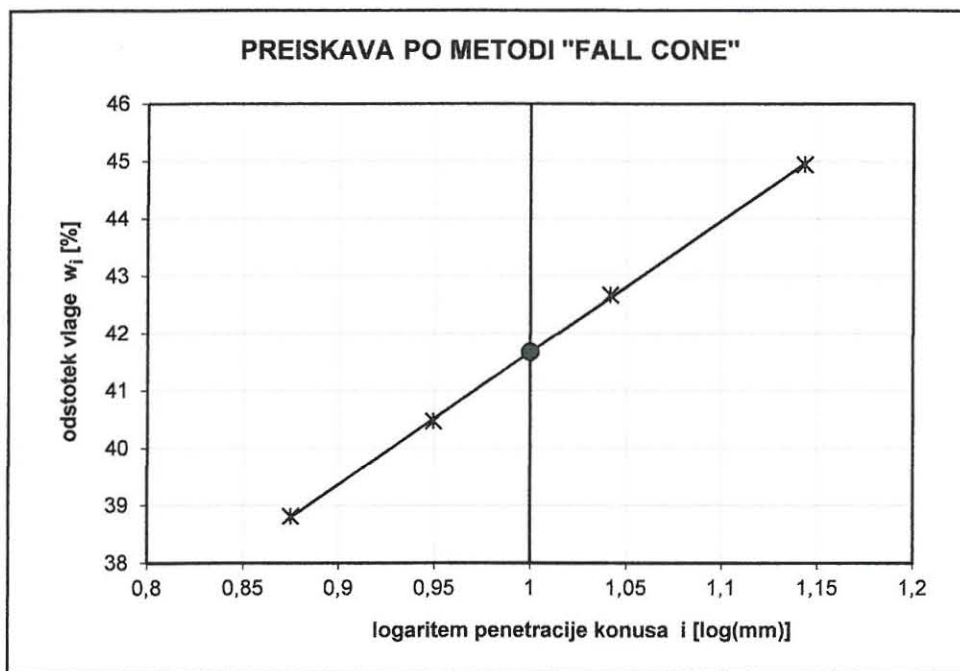
d.o.o.





DOLOČITEV KONSISTENČNIH MEJ PO METODI "FALL-CONE" (konus 60g/60o)

po standardu: SIST-TS CEN ISO/TS 17892-12:2004/AC:2010



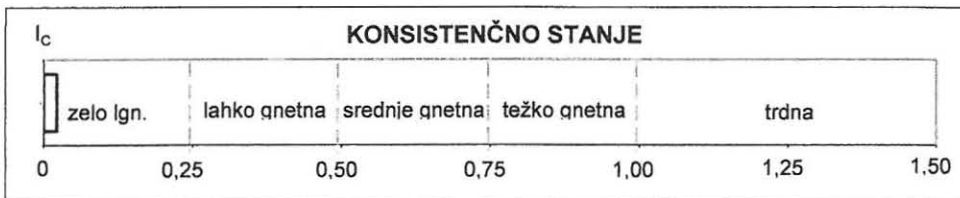
objekt:	Vrhnika - povezovalna cesta Verd
vrtna:	V - 1
globina:	2,60 - 2,90
opomba:	.

naravna vlaga	
w [%]:	41,2

meja židkosti	
w_L [%]:	42

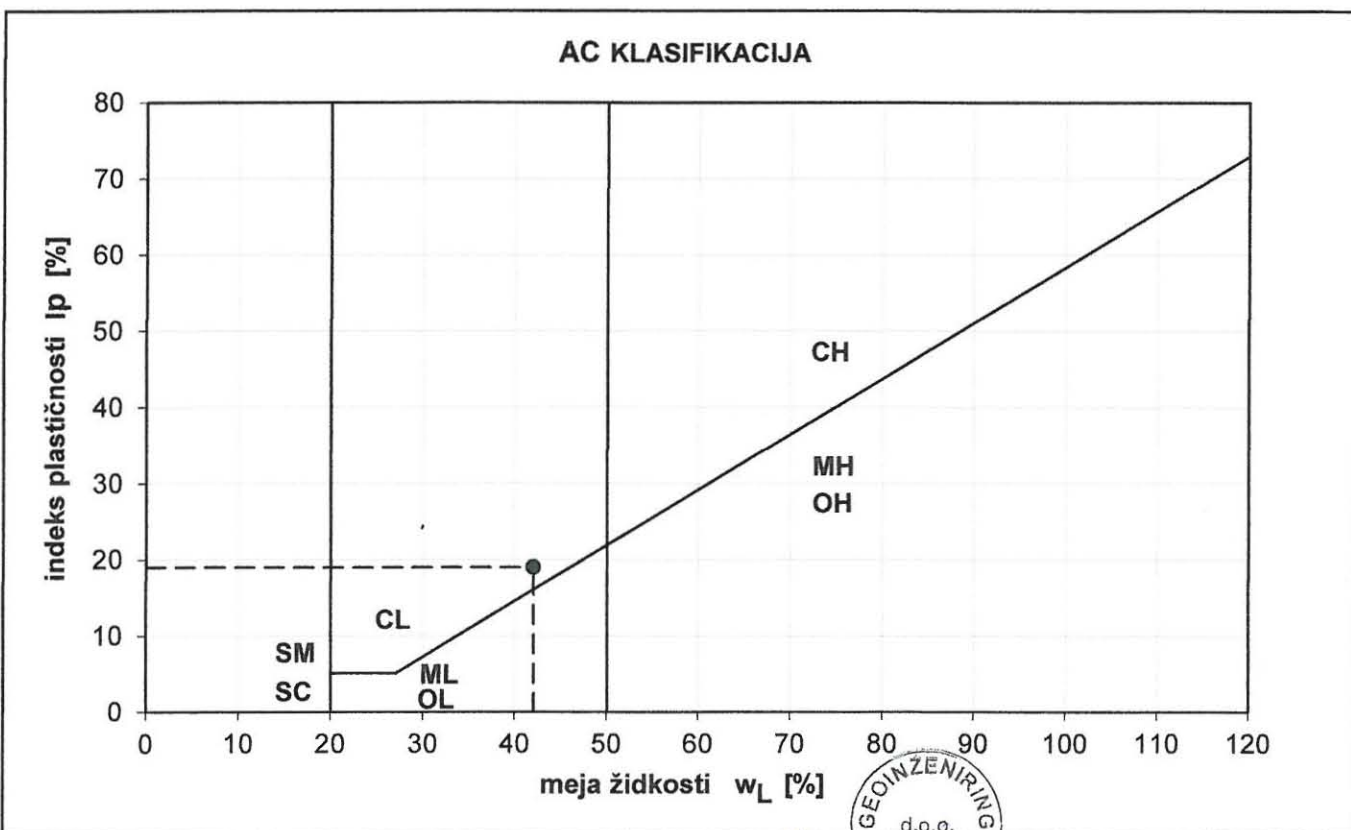
meja plastičnosti	
w_p [%]:	22

indeks plastičnosti	
I_p [%]:	19



indeks konsistence	
I_c :	0,0218

AC klas.:	CL zelo lgn.kons.
-----------	-------------------



obdelal: J.Begič

pregledal: R.Hoblar

priloga:





EDOMETERSKI PRESKUS S POSTOPNIM OBREMENJEVANJEM

SIST/ISO/TS 17892-5:2004

št.obr. LAB-015

Geoinženiring
d.o.o.

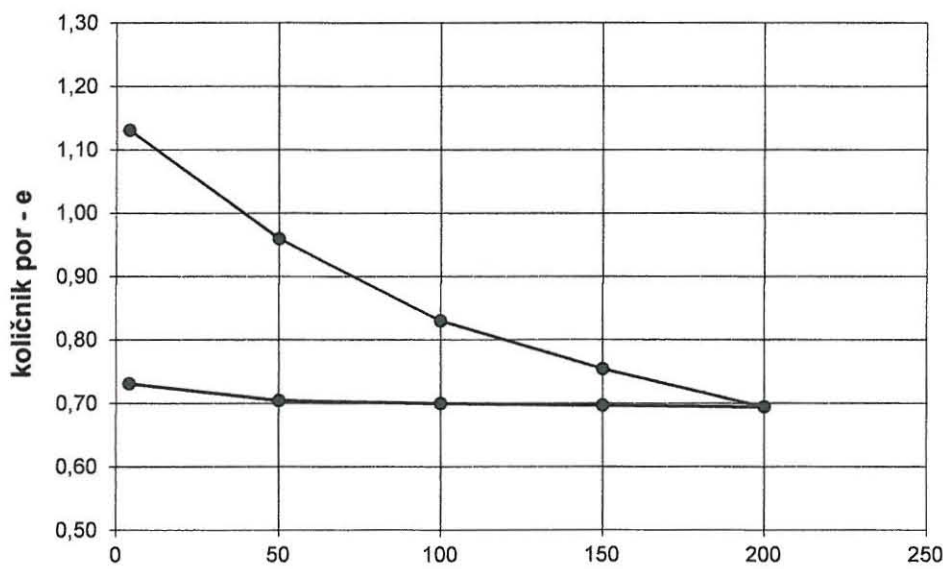
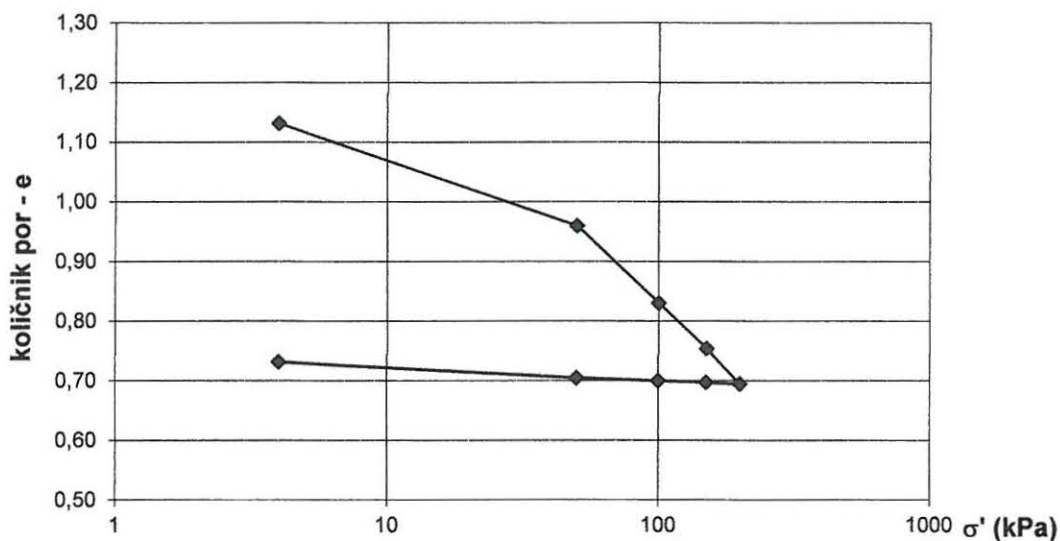
Dimičeva 14

LOKACIJA: Vrhnika-povezovalna cesta Verd
VRTINA: V - 1
GLOBINA: 2,6-2,9m
OPIS ZEMLJINE: CL z org.vložki zelo lgn.kons.

D.N.: 81553/18
DATUM DOSTAVE: 01.08.18
OPOMBA: preplavljeno pri 50 kPa

aparatus:	1	ocenjena/merjena gostota zrn ρ_s :	2,70	t/m ³
višina vzorca:	20 mm	vлага vzorca pred preiskavo:	41,2	%
premer vzorca:	70,0 mm	vлага vzorca po preiskavi:	28,3	%
S_r pred:	98,4 %	gostota ρ :	1,79	t/m ³
S_r po:	104,5 %	suha gostota ρ_d :	1,27	t/m ³

KRIVULJA STISLJIVOSTI



PREISKAL: J.Begič
ZAČ. PREISKAVE: 01.08.18
KON. PREISKAVE: 14.08.18

PREGLEDAL: R. Hobler

PRILOGA:





EDOMETERSKI PRESKUS S POSTOPNIM OBREMENJEVANJEM

SIST/ISO/TS 17892-5:2017

št.obr. LAB-015

Geoinženiring
d.o.o.

Dimičeva 14

LOKACIJA: Vrhnika-povezovalna cesta Verd

D.N.: 81553/18

VRTINA: V - 1

DATUM DOSTAVE: 01.08.18

GLOBINA: 2,6-2,9m

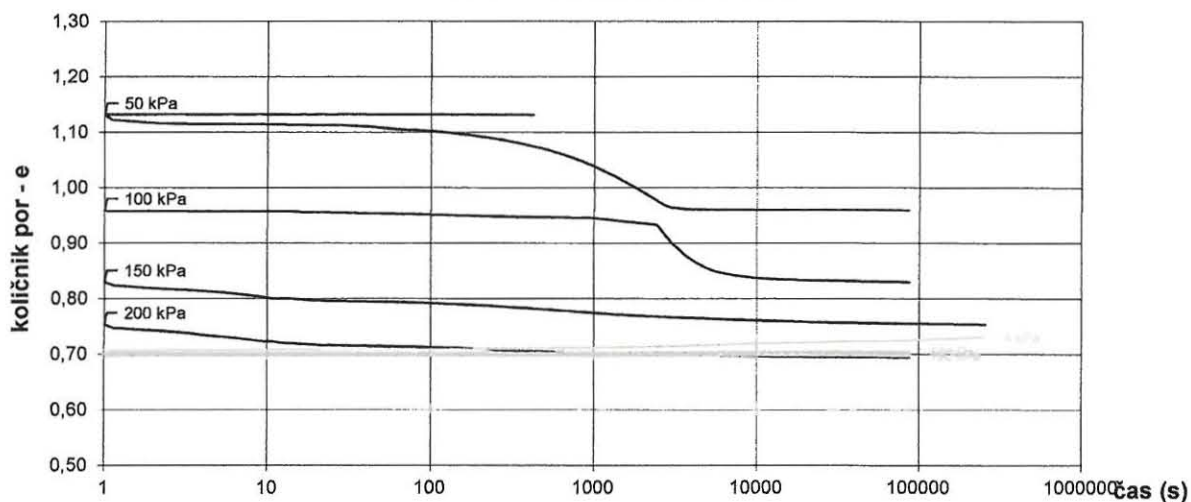
OPOMBA: preplavljeno pri 50 kPa

OPIS ZEMLJINE: CL z org.vložki zelo lgn.kons.

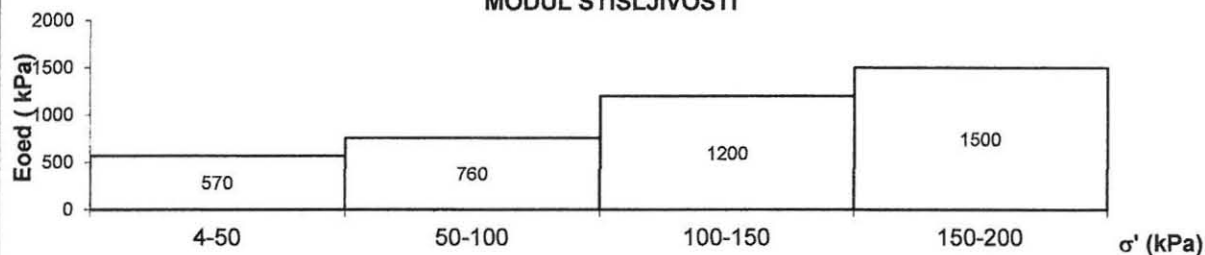
stopnja (kPa)	E_{oed} (kPa)	c_{v20} (m ² /s)	k_{20} (m/s)	C_α
4-50	570	1,73E-08	3,03E-10	
50-100	760	9,26E-09	1,23E-10	
100-150	1200	2,42E-08	2,02E-10	
150-200	1500	4,55E-08	3,09E-10	

σ'_p (kPa)	51,68
C_c	4,492E-01
C_s	1,588E-02
κ	1,951E-01
λ	6,898E-03

ČASOVNI POTEK KONSOLIDACIJE



MODUL STISLJIVOSTI



VODOPREPUSTNOST, kakovostni razred III., začetna višina vzorca 20mm

σ	Δt [s]	T [°C]	η	H_1 [m]	H_2 [m]	h_s [m]	k_{20} [m/s]
100	63793	27,45	0,843	1,000	0,990	0,017	2,44E-11
150	232811	29,01	0,817	1,000	0,980	0,017	1,27E-11
200	61393	28,68	0,822	1,000	0,995	0,016	1,18E-11

PREISKAL: J.Begič
ZAČ. PREISKAVE: 01.08.18
KON. PREISKAVE: 14.08.18

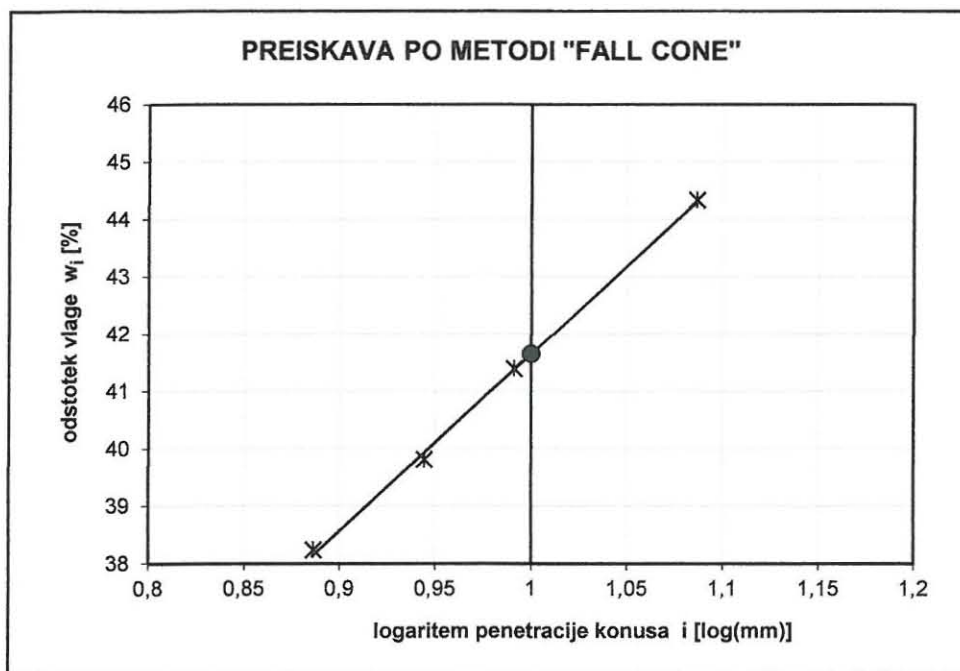
PREGLEDAL: R.Hodaj

PRILOGA:



DOLOČITEV KONSISTENČNIH MEJ PO METODI "FALL-CONE" (konus 60g/600)

po standardu: SIST-TS CEN ISO/TS 17892-12:2004/AC:2010



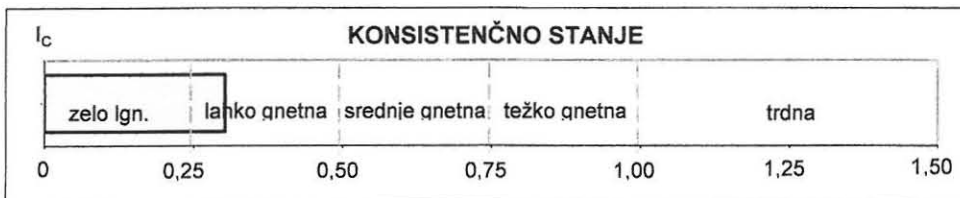
objekt:	Vrhnika - povezovalna cesta Verd
vrtna:	V - 1
globina:	6,70 - 7,00
opomba:	.

naravna vlaga	
w [%]:	36,6

meja židkosti	
w _L [%]:	42

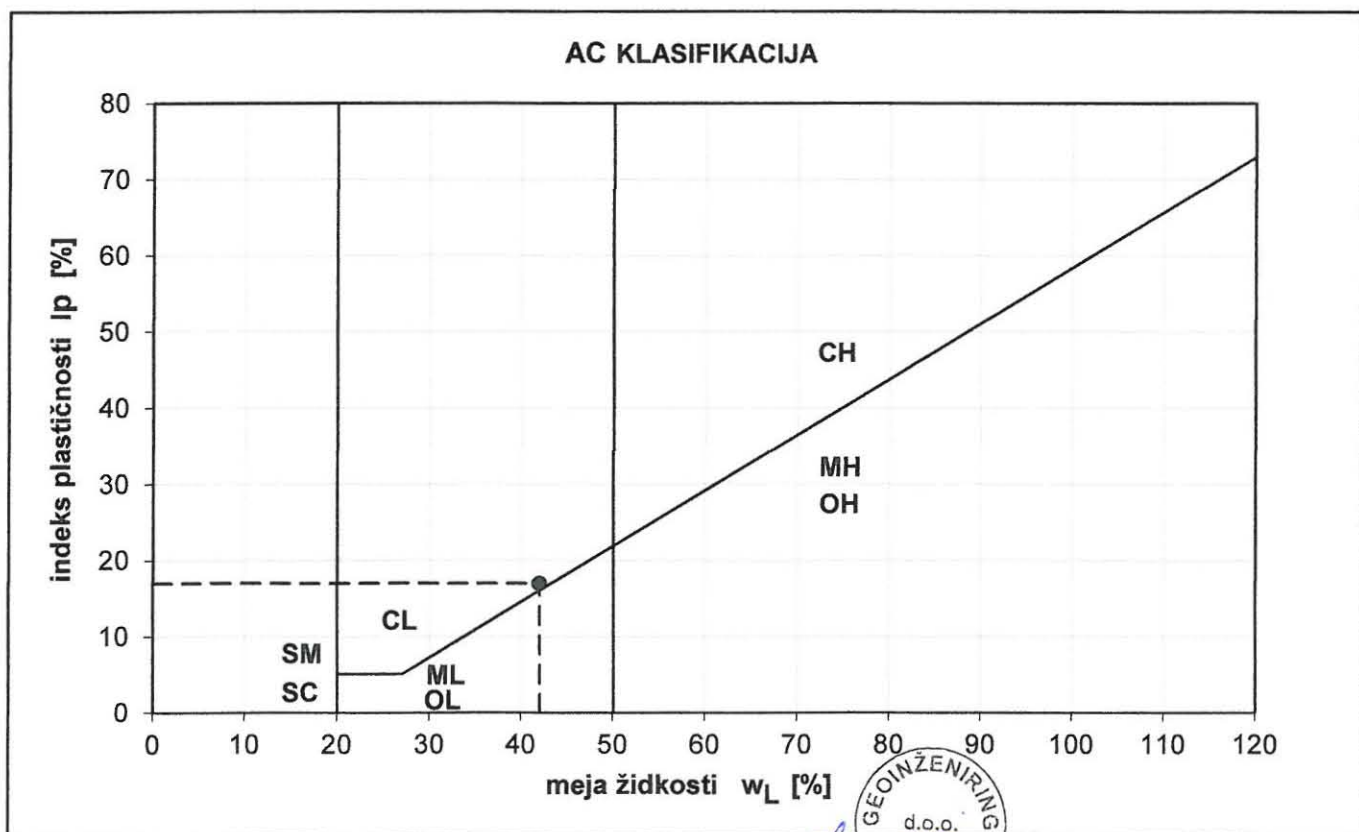
meja plastičnosti	
w _P [%]:	25

indeks plastičnosti	
I _P [%]:	17



indeks konsistence	
I _c :	0,302

AC klas.:	CL lgn.kons.
-----------	--------------



obdelal: J.Begič

pregledal: R.Hoblaj

priloga:



EDOMETERSKI PRESKUS S POSTOPNIM OBREMENJEVANJEM

SIST/ISO/TS 17892-5:2004

št.obr. LAB-015

Geoinženiring
d.o.o.

Dimičeva 14

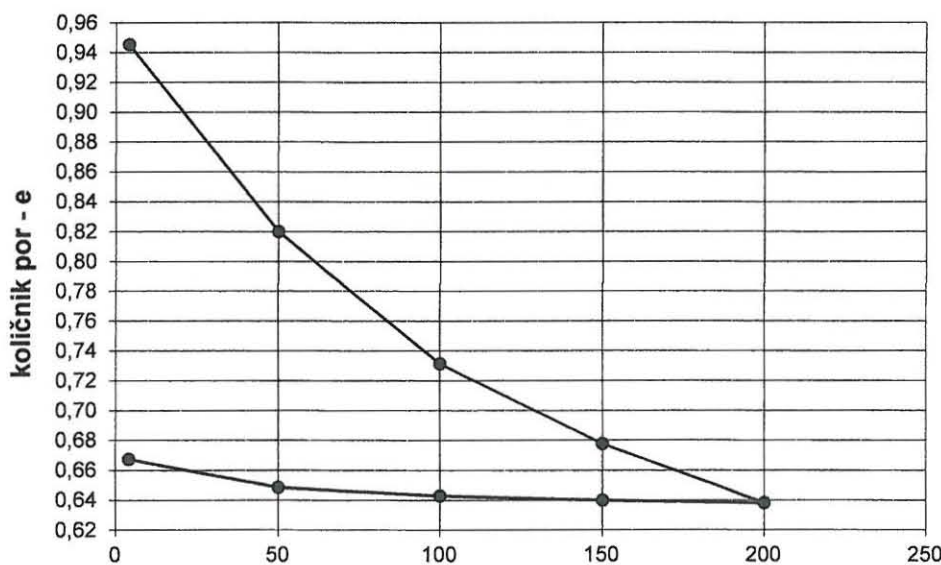
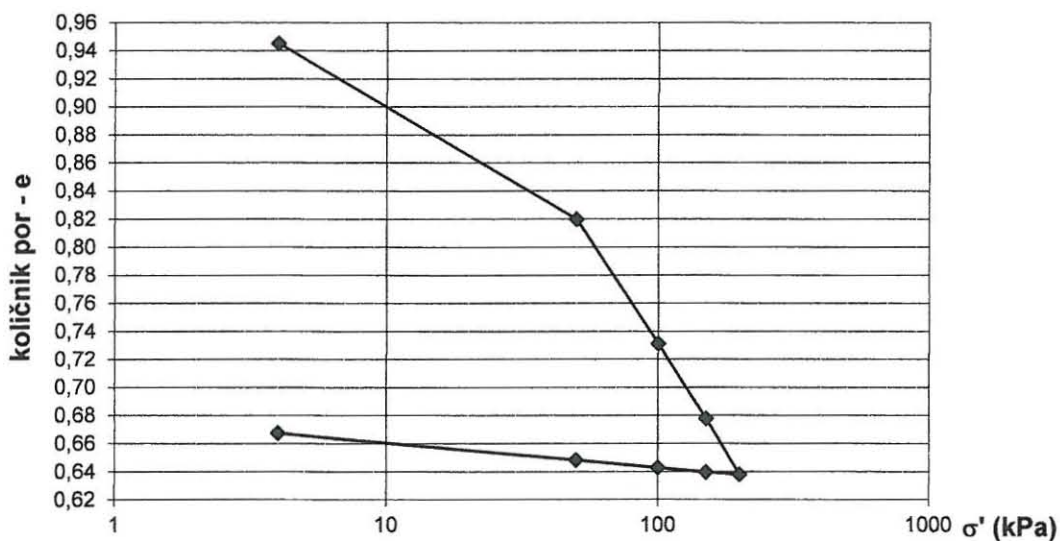
LOKACIJA: Vrhnika-povezovalna cesta Verd
VRTINA: V - 1
GLOBINA: 6,7-7m
OPIS ZEMLJINE: CL Ign.kons.

D.N.: 81553/18
DATUM DOSTAVE: 01.08.18
OPOMBA: preplavljeno pri 50 kPa

aparatus: 2
višina vzorca: 20 mm
premer vzorca: 70,0 mm
 S_r pred: 99,6 %
 S_r po: 104,7 %

ocenjena/merjena gostota zrn ρ_s : 2,70 t/m³
vlaga vzorca pred preiskavo: 34,9 %
vlaga vzorca po preiskavi: 25,9 %
gostota ρ : 1,87 t/m³
suha gostota ρ_d : 1,39 t/m³

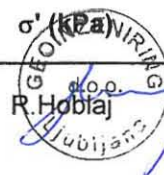
KRIVULJA STISLJIVOSTI



PREISKAL: J.Begič
ZAČ. PREISKAVE: 01.08.18
KON. PREISKAVE: 14.08.18

PREGLEDAL: R.Hobljaj

PRILOGA:





EDOMETERSKI PRESKUS S POSTOPNIM OBREMENJEVANJEM

št.obr. LAB-015

**Geoinženiring
d.o.o.**

Dimičeva 14

SIST/ISO/TS 17892-5:2017

LOKACIJA: Vrhnika-povezovalna cesta Verd

D.N.: 81553/18

VRTINA: V - 1

DATUM DOSTAVE: 01.08.18

GLOBINA: 6,7-7m

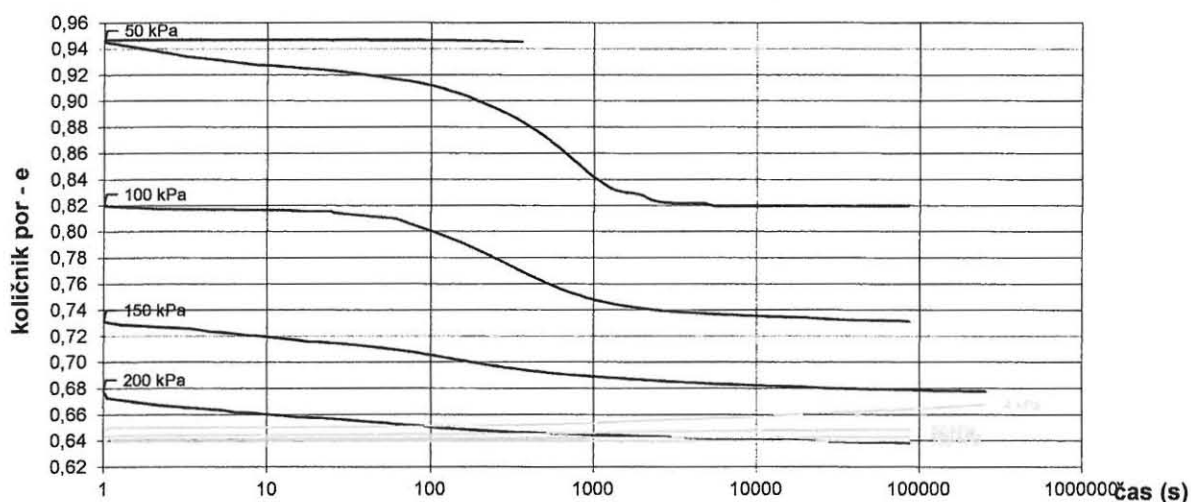
OPOMBA: preplavljeno pri 50 kPa

OPIŠ ZEMLJINE: CL Ign.kons.

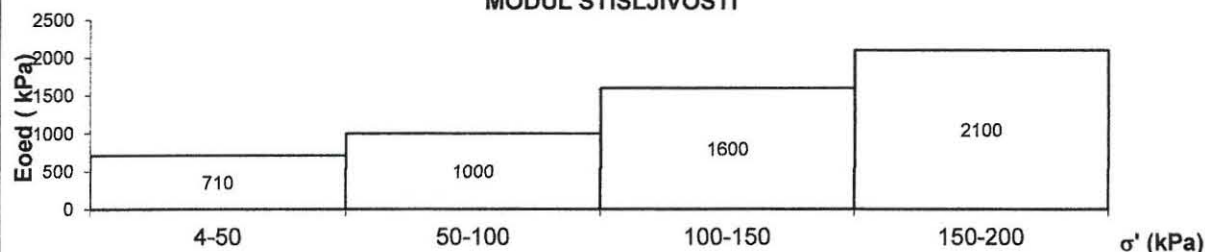
[illegible]

σ'_p (kPa)	51,95
C_c	3,092E-01
C_s	1,806E-02
κ	1,343E-01
λ	7,842E-03

ČASOVNI POTEK KONSOLIDACIJE



MODUL STISLJIVOSTI



VODOPREPUSTNOST, kakovostni razred III., začetna višina vzorca 20mm

σ	$\Delta t[s]$	$T [^{\circ}C]$	η	$H_1[m]$	$H_2[m]$	$h_s[m]$	$k_{20} [m/s]$
100	63772	27,45	0,843	1,000	0,990	0,018	2,53E-11
150	232809	29,01	0,817	1,000	0,980	0,017	1,32E-11
200	61388	28,68	0,822	1,000	1,000	0,017	0,00E+00

PREISKAL: J.Begič
ZAČ. PREISKAVE: 01.08.18
KON. PREISKAVE: 14.08.18

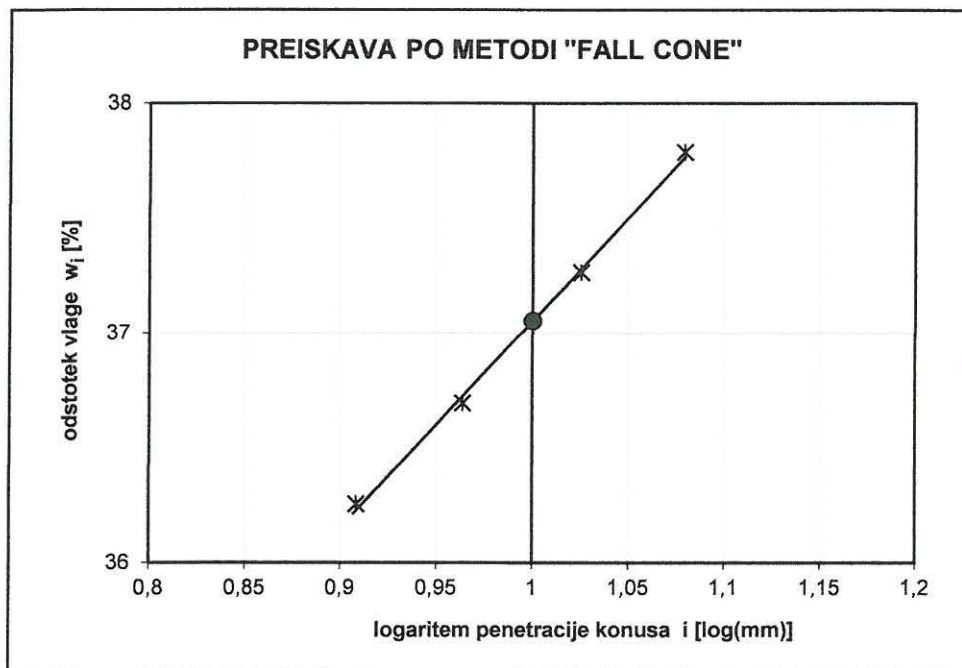
PREGLEDAL: R. Hobla

PRILOGA:



DOLOČITEV KONSISTENČNIH MEJ PO METODI "FALL-CONE" (konus 60g/600)

po standardu: SIST-TS CEN ISO/TS 17892-12:2004/AC:2010



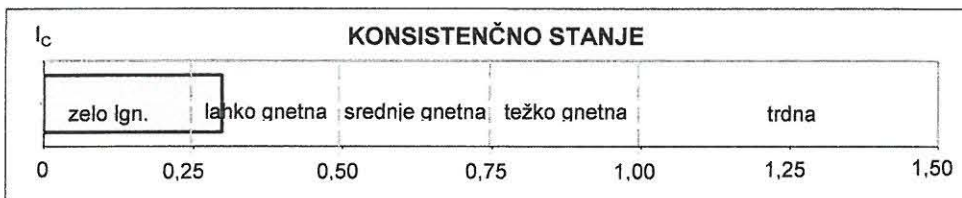
objekt:	Vrhovna - povezovalna cesta Verd
vrtna:	V - 1
globina:	12,50 - 12,80
opomba:	.

naravna vlaga	
w [%]:	31,7

meja židkosti	
w_L [%]:	37

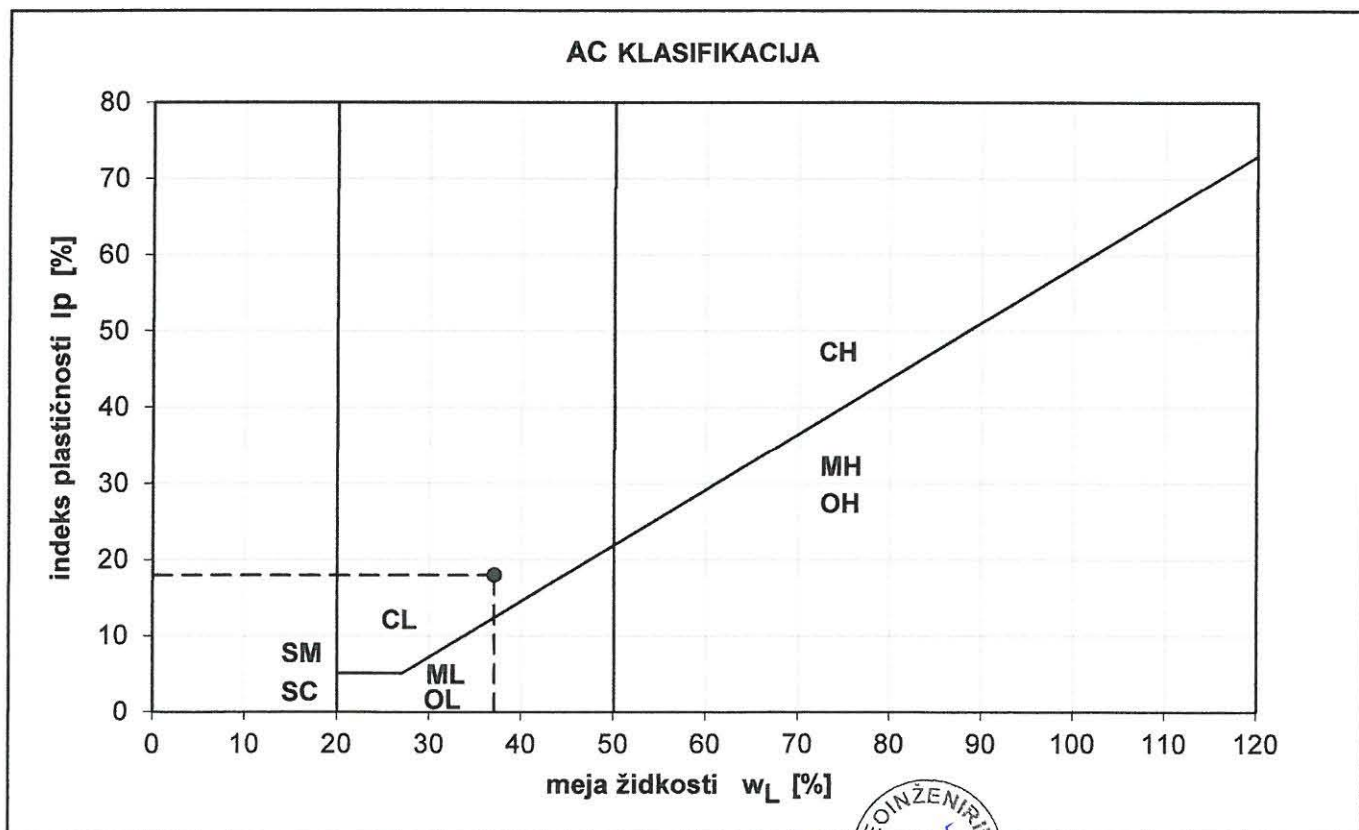
meja plastičnosti	
w_P [%]:	19

indeks plastičnosti	
I_P [%]:	18



indeks konsistence	
I_c :	0,297

AC klas.:	CL lgn.kons.
-----------	--------------



obdelal: K. Mužič

pregledal: R. Hoblič

priloga:



EDOMETERSKI PRESKUS S POSTOPNIM OBREMENJEVANJEM

SIST/ISO/TS 17892-5:2004

št.obr. LAB-015

Geoinženiring
d.o.o.

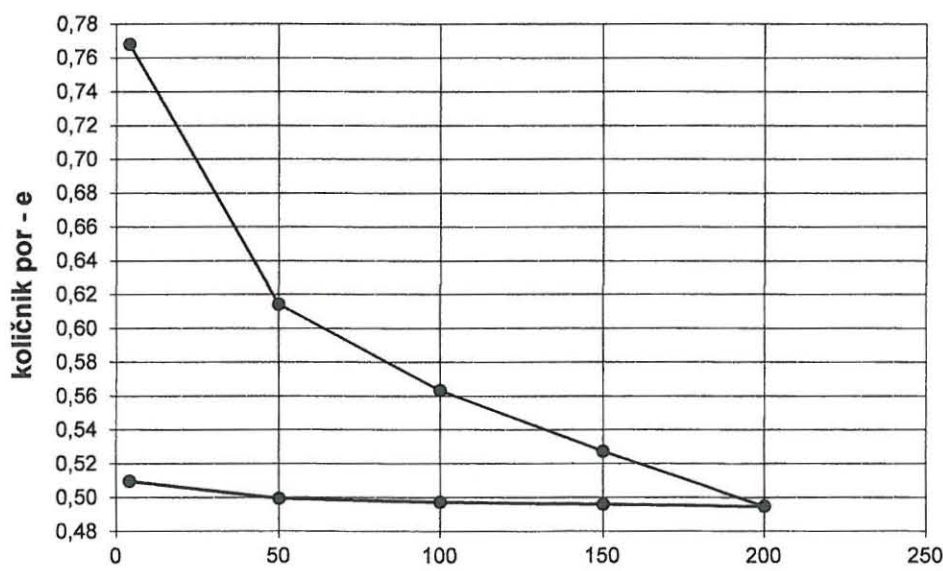
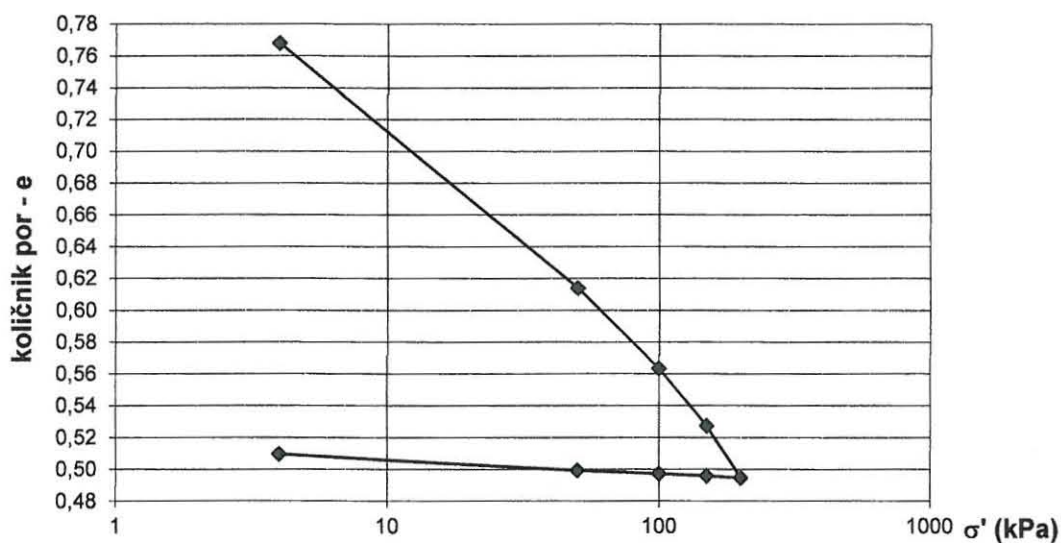
Dimičeva 14

LOKACIJA: Vrhnika-povezovalna cesta Verd
VRTINA: V - 1
GLOBINA: 12,5-12,8m
OPIS ZEMLJINE: CL Ign.kons.

D.N.: 81553/18
DATUM DOSTAVE: 01.08.18
OPOMBA: preplavljeno pri 50 kPa

aparatus:	3	ocenjena/merjena gostota zrn ρ_s :	2,70	t/m ³
višina vzorca:	20 mm	vлага vzorca pred preiskavo:	28,4	%
premer vzorca:	70,0 mm	vлага vzorca po preiskavi:	19,8	%
S_r pred:	99,7 %	gostota ρ :	1,96	t/m ³
S_r po:	104,9 %	suha gostota ρ_d :	1,53	t/m ³

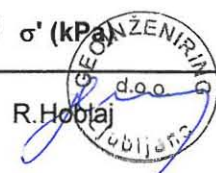
KRIVULJA STISLJIVOSTI



PREISKAL: J.Begič
ZAČ. PREISKAVE: 01.08.18
KON. PREISKAVE: 14.08.18

PREGLEDAL: R.Hotaj

PRILOGA:





EDOMETERSKI PRESKUS S POSTOPNIM OBREMENJEVANJEM

SIST/ISO/TS 17892-5:2017

št. obr. LAB-015

Geoinženiring
d.o.o.

Dimičeva 14

LOKACIJA: Vrhnika-povezovalna cesta Verd

D.N.: 81553/18

VRTINA: V - 1

DATUM DOSTAVE: 01.08.18

GLOBINA: 12,5-12,8m

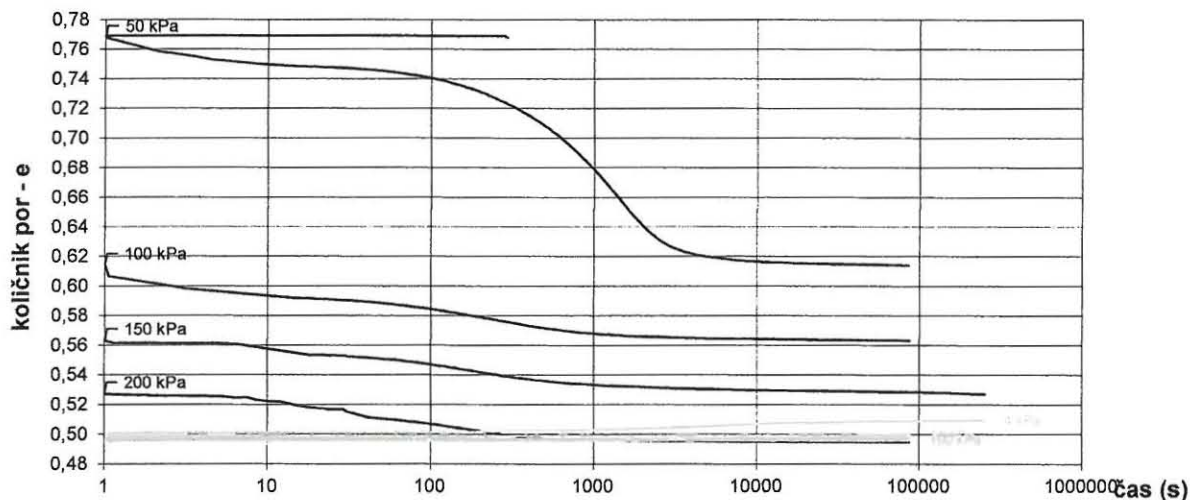
OPOMBA: preplavljeno pri 50 kPa

OPIS ZEMLJINE: CL Ign.kons.

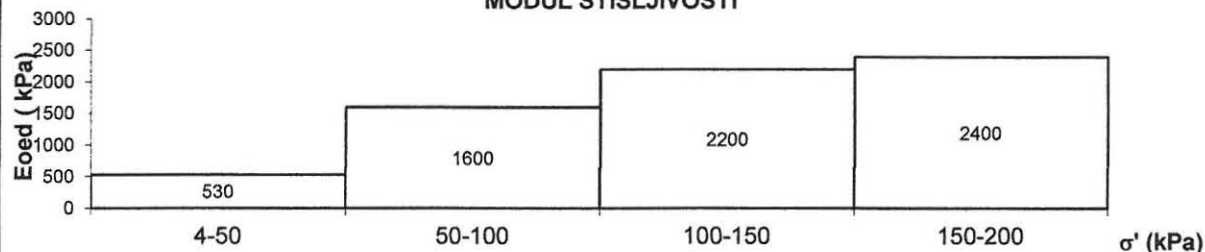
stopnja (kPa)	E_{oed} (kPa)	c_{v20} (m ² /s)	k_{20} (m/s)	C_α
4-50	530	2,28E-08	4,32E-10	
50-100	1600	8,43E-08	5,31E-10	
100-150	2200	1,00E-07	4,62E-10	
150-200	2400	3,42E-07	1,46E-09	

σ'_p (kPa)	100,00
C_c	2,258E-01
C_s	7,156E-03
κ	9,806E-02
λ	3,108E-03

ČASOVNI POTEK KONSOLIDACIJE



MODUL STISLJIVOSTI



VODOPREPUSTNOST, kakovostni razred III., začetna višina vzorca 20mm

σ	Δt [s]	T [°C]	η	H_1 [m]	H_2 [m]	h_s [m]	k_{20} [m/s]
100	63575	28,03	0,833	1,000	0,995	0,018	1,25E-11
150	232809	29,01	0,817	1,000	0,990	0,017	6,58E-12
200	61387	28,68	0,822	1,000	0,998	0,017	4,90E-12

PREISKAL: J.Begič
ZAČ. PREISKAVE: 01.08.18
KON. PREISKAVE: 14.08.18

PREGLEDAL: R.Hobler

PRILOGA:

Fotografije lokacij CPTu meritev



Fotografija 1: Lokacija sonde CPTu-1



Fotografija 1: Lokacija sonde CPTu-2

PRILOGA 3

Izračuni

- DOPUSTNE OBREMENITVE IN POSEDKI
 - Posedki in hitrost konsolidacije z in brez drenaž
- STABILNOSTNE ANALIZE
 - Varnost nasipa ob hitri gradnji
 - Varnost nasipa ob počasni gradnji
- DIMENZIONIRANJE CESTIŠČA

DOPUSTNE OBREMENITVE IN POSEDKI

Določitev dopustne obremenitve plitvega temelja

Temelj: **Propust**

B =	1.5	m	3,430 kN
L =	19.0	m	20
D-glob =	2.00	m	$\gamma' = 8$ kN/m ³

Zemljina:

$\gamma =$	8.0	kN/m ³	$\phi' =$	20
$\phi =$	28		$c' =$	0.00
$c =$	0	kPa		

Mobilizacija:

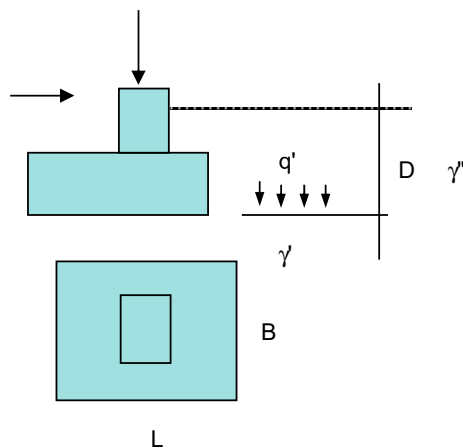
$F_c =$	2.0	(2.0 - 2.5)
$F_\phi =$	1.5	(1.5)

Efektivna nap. na dnu temelja:

$q' =$	16.00	kPa
--------	-------	-----

Koeficienti nosilnosti:

$N_q(f_i) =$	6.10	
$N_c(f_i) =$	14.39	
$N_\gamma(f_i) =$	2.71	Canadian FEM 1985
$N_\gamma(f_i) =$	5.03	Vesic (1975), Caquot&Kerisel 1953, EUROCODE
$N_\gamma(f_i) =$	3.62	DIN 4017



$F_{max_nef} =$	3430	kN
$F_{max_nef} =$	181	kN/m

Dopustna obremenitev:

$$q_{dop} = c' * N_c + q' * N_q + 0.5 * B * \gamma' * N_\gamma$$

$$q_{dop} (DIN) = 0 * 14.39 + 16 * 6.1 + 0.5 * 1.5 * 8 * 3.61$$

$$c' * N_c = 0.0$$

$$q' * N_q = 97.6$$

$$0.5 * B * \gamma' * N_\gamma = 16.3 \quad 30.2 \quad 21.7$$

$$q_{dop} = 114 \quad 128 \quad 119 \text{ kPa}$$

$$Can.FEM \quad EUR. \quad DIN$$

$$AVG \\ 120 \text{ kPa}$$

Design $\sigma_d = q_u / (\gamma_{RV})$	EC7	$\sigma_d (PP2) =$	176 kPa
---	-----	--------------------	---------

Določitev dopustne obremenitve plitvega temelja

Temelj: Protihrupna ograja

B =	0.6	m	43	kN
L =	0.6	m	20	
D-glob =	1.00	m	$\gamma' = 18$	kN/m ³

Zemljina:

$\gamma =$	8.0	kN/m ³	$\phi' =$	20
$\phi =$	28		$c' =$	0.00
c =	0	kPa		

Mobilizacija:

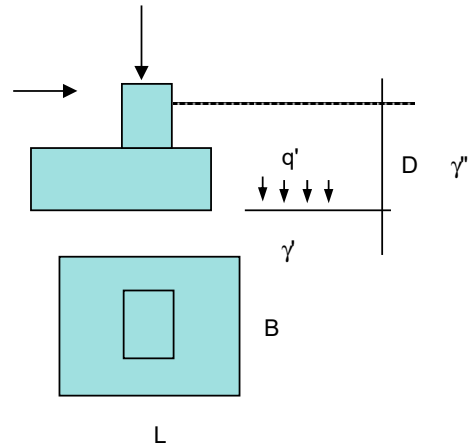
F _c =	2.0	(2.0 - 2.5)
F _φ =	1.5	(1.5)

Efektivna nap. na dnu temelja:

q' =	18.00	kPa
------	-------	-----

Koeficienti nosilnosti:

N _q (fi) =	6.10	
N _c (fi) =	14.39	
N _γ (fi) =	2.71	Canadian FEM 1985
N _γ (fi) =	5.03	Vesic (1975), Caquot&Kerisel 1953, EUROCODE
N _γ (fi) =	3.62	DIN 4017



F _{max_nef} =	43	kN
F _{max_nef} =	71	kN/m

Dopustna obremenitev:

qdop =	$c' * N_c + q' * N_q + 0.5 * B * \gamma' * N_\gamma$		
qdop (DIN) =	$0 * 14.39 + 18 * 6.1 + 0.5 * 0.6 * 8 * 3.61$		
c' * N _c =	0.0		
q' * N _q =	109.8		
0.5 * B * γ' * N _γ =	6.5	12.1	8.7
qdop =	116	122	119 kPa
	Can.FEM	EUR.	DIN

AVG
119 kPa

Design $\sigma_d = q_u / (\gamma_{RV})$	EC7	$\sigma_d (PP2) =$	168 kPa
---	-----	--------------------	---------

B=	15.0	m	F=	74.25	MN	750.0	KN/m'		
L=	99.0	m	Pos=	20.7	cm	15.6	cm=>	% h(nas)	8.29% - 6.22%
delH=	0.50	m	Q	50.0	kPa	=	2.5	m nasipa	K stalna = 482 643 kN/m3
Hmax=	26.0	m	Qkon	17	kPa		34.22%		K hipna = 241.1 kN/m3
Dod.nap	Glob	integ	Eod	Pos-sl	Pos	OCR			Pos (OCR) = 20.5 cm

The figure consists of three vertically aligned graphs sharing a common y-axis representing depth ('Globina') from 0.0 to 18.0 meters.

- Left Graph:** The y-axis is 'Globina' (0.0 to 18.0). The x-axis is 'Dodatna napetost (kPa)' (0 to 60). A thick black curve starts at approximately 16.0 m depth with a value of about 35 kPa and rises to about 55 kPa at the surface.
- Middle Graph:** The y-axis is 'Globina' (0.0 to 18.0). The x-axis is 'posed' (0.0 to 2.0). A grey curve starts at approximately 15.5 m depth with a value of about 0.5, rises to about 1.5 at 1.0 m depth, and then levels off near 2.0 at the surface.
- Right Graph:** The y-axis is 'Globina' (0.0 to 18.0). The x-axis is 'Skupni posedek (cm)' (0.0 to 30.0). Two curves are shown: a black curve labeled 'posedki' and a grey curve labeled 'posedki (OCR)'. Both curves start at approximately 16.0 m depth with a value of about 15 cm and rise to about 20 cm at the surface. The 'posedki (OCR)' curve is slightly higher than the 'posedki' curve in the middle range.

Konsolidacija brez ukrepov

KONSOLIDACIJA SLOJA

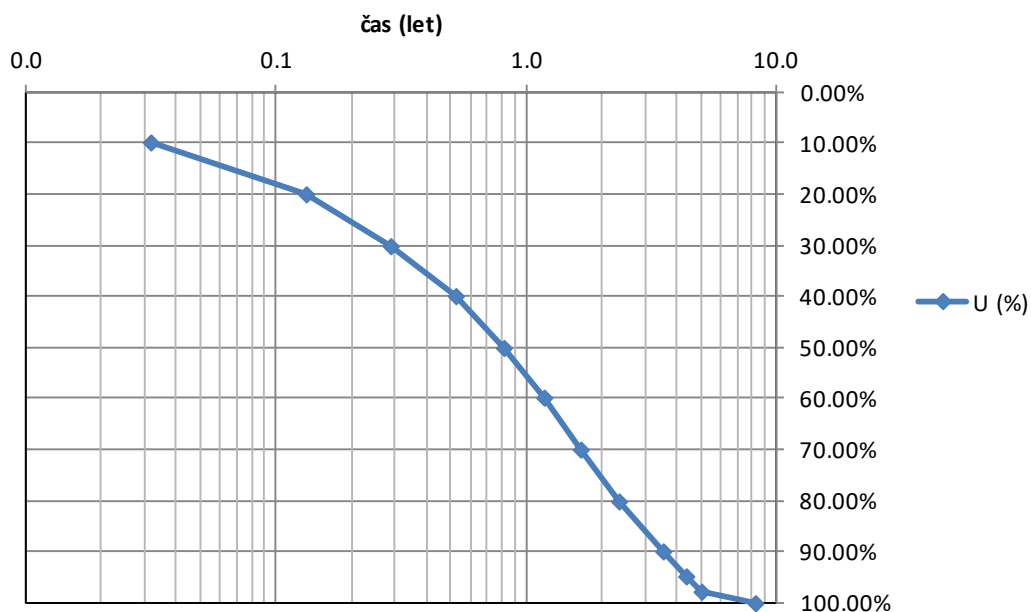
$s = 2$ dvosmerna (2), enosmerna (1)
 $h = 12.00$ m debelina sloja
 $kv = 1.00E-09$ m/s => 0 m/leto=> 0.0000 m/dan $1.00E-07$ cm/sek
 $Mv = 2800$ KPa $cv = 2.80E-07$ m²/sek => 8.83008 m²/leto

$T_v = 6.72E-04 \cdot t \text{ (days)}$

$$T_v = \frac{c_v \cdot t}{h^2} = \frac{k \cdot E_{oed} \cdot t}{\gamma_w \cdot h^2}$$

let	meseci	t	Tv=	U (%)	Pos	Hitrost pos.	
let		days	(0 do 1)	U (%)	10	m/mese	m/leto
0.0	0.4	1.1E+01	0.008	10.00%	1.0	-2.63	
0.1	1.6	4.8E+01	0.032	20.00%	2.0	-0.82	-9.85
0.3	3.4	1.0E+02	0.069	30.00%	3.0	-0.54	-6.49
0.5	6.2	1.9E+02	0.126	40.00%	4.0	-0.36	-4.31
0.8	9.9	3.0E+02	0.199	50.00%	5.0	-0.28	-3.32
1.2	14.3	4.3E+02	0.287	60.00%	6.0	-0.23	-2.73
1.7	19.9	6.0E+02	0.401	70.00%	7.0	-0.18	-2.13
2.4	28.2	8.5E+02	0.569	80.00%	8.0	-0.12	-1.44
3.5	42.1	1.3E+03	0.848	90.00%	9.0	-0.07	-0.87
4.4	52.5	1.6E+03	1.058	95.00%	9.5	-0.05	-0.58
5.0	60.3	1.8E+03	1.215	98.00%	9.8	-0.04	-0.46
8.3	99.2	3.0E+03	2.000	100.00%	10.0	-0.01	-0.06
						67%	Δ_{mm}
0.3	3.0	9.0E+01	0.061	28%	2.8	47%	5.3
0.6	6.9	2.1E+02	0.139	42%	4.2	70%	3.0
0.8	9.9	3.0E+02	0.199	50%	5.0	83%	1.7
3.5	42.1	1.3E+03	0.848	90%	9.0	150%	-5.0

Vertikalna konsolidacija



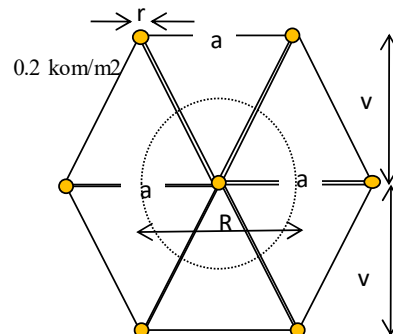
Konsolidacija z gručnatimi slopi (0.7m/2.4 m)

RADIALNA KONSOLIDACIJA SLOJA

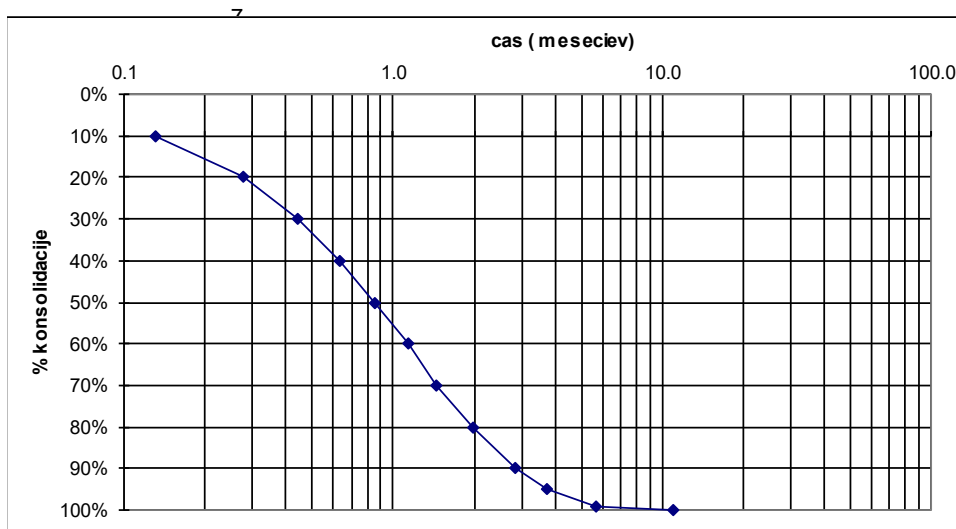
r =	0.700	m	oži premer drenaže
a =	2.4	m	drenaže v rastru =>
v =	2.08	m	
R =	1.785	m	radij dreniranja n=(R/d)= 2.55
kv=kr =	1.00E-09	m/s	1.00E-07 cm/sek
Mv =	2.8E+03	KPa	ch= 2.80E-07 kN/m/s

$$T_v = \frac{c_v \cdot t}{h^2} = \frac{k \cdot E_{sed} \cdot t}{\gamma_w \cdot h^2}$$

$$Tr = 7.59E-03 \cdot t(\text{days})$$



let	meseci	days	Tv	U (%)	Pos(cm)	Posedek preobrem (cm)	Dosežena konsol
			Tr(20)	(0 - 100)	10	13.3	%
0.0	0.1	4.0	0.03	0.1	1	1	13%
0.0	0.3	8.3	0.063	0.2	2	3	27%
0.0	0.4	13.3	0.101	0.3	3	4	40%
0.1	0.6	19.0	0.144	0.4	4	5	53%
0.1	0.9	25.8	0.196	0.5	5	7	67%
0.1	1.1	34.0	0.258	0.6	6	8	80%
0.1	1.4	43.5	0.33	0.7	7	9	93%
0.2	2.0	59.7	0.453	0.8	8	11	107%
0.2	2.8	85.5	0.649	0.9	9	12	120%
0.3	3.7	111.2	0.844	0.95	10	13	127%
0.5	5.7	171.0	1.298	0.99	10	13	132%
0.9	11.0	329.3	2.5	1	10	13	133%



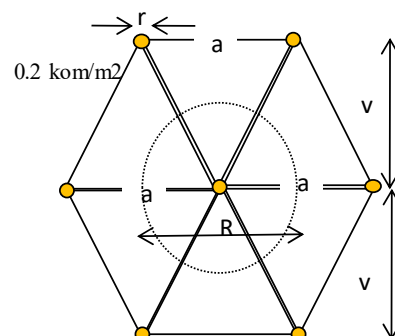
Vertikalne drenaže (raster 2.4m)

RADIALNA KONSOLIDACIJA SLOJA

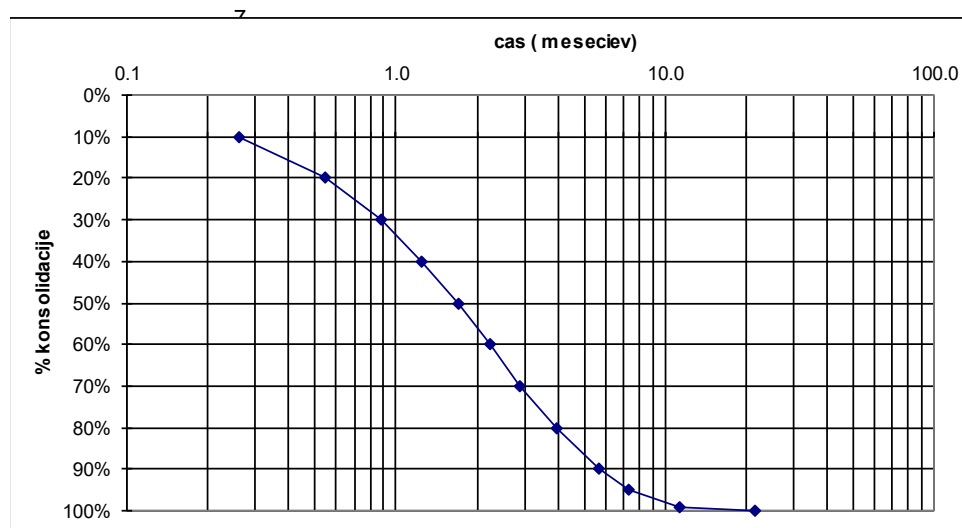
r =	0.010	m	ožji premer drenaže
a =	2.4	m	drenaže v rastru =>
v =	2.08	m	
R =	2.5095	m	radij dreniranja n=(R/d)= 250.95
kv=kr =	1.00E-09	m/s	1.00E-07 cm/sek
Mv =	2.8E+03	KPa	ch= 2.80E-07 kN/m/s

$$T_v = \frac{c_v \cdot t}{h^2} = \frac{k \cdot E_{sed} \cdot t}{\gamma_w \cdot h^2}$$

$$T_r = 3.84E-03 \cdot t(\text{days})$$

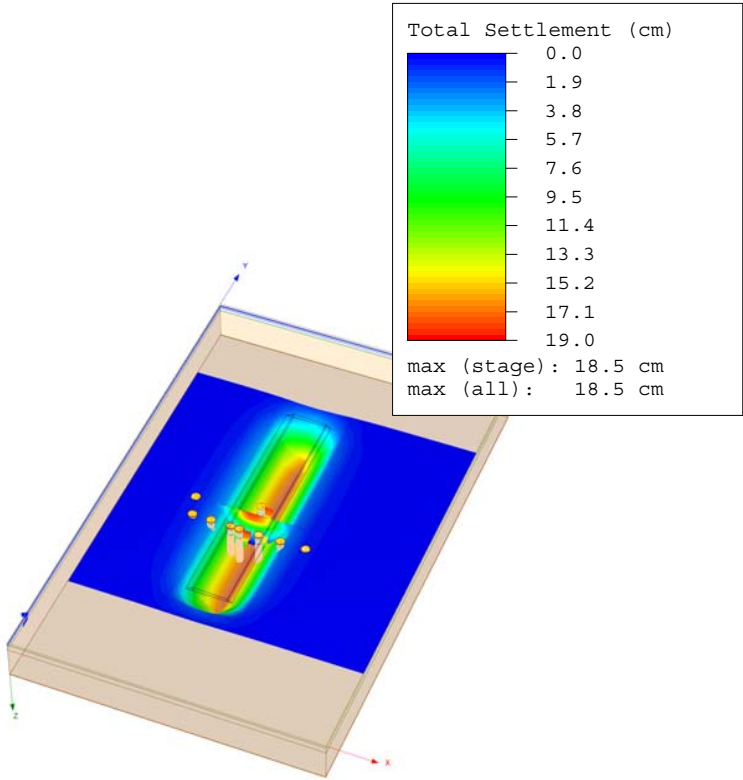
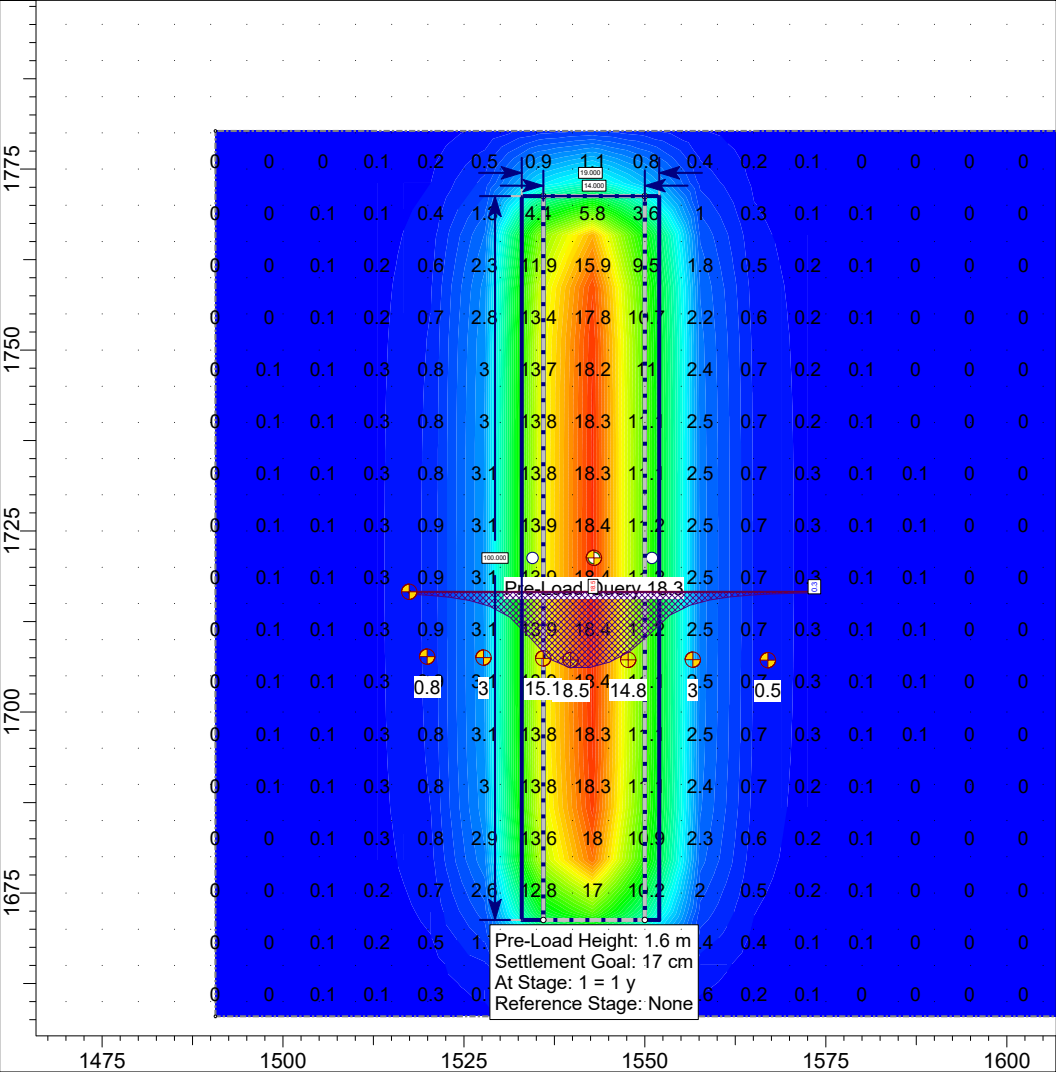


let	meseci	days	Tv	U (%)	Pos(cm)	Posedek preobrem (cm)	Dosežena konsol
			Tr(20)	(0 - 100)	10	13.3	%
0.0	0.3	7.8	0.03	0.1	1	1	13%
0.0	0.5	16.4	0.063	0.2	2	3	27%
0.1	0.9	26.3	0.101	0.3	3	4	40%
0.1	1.2	37.5	0.144	0.4	4	5	53%
0.1	1.7	51.0	0.196	0.5	5	7	67%
0.2	2.2	67.2	0.258	0.6	6	8	80%
0.2	2.9	85.9	0.33	0.7	7	9	93%
0.3	3.9	117.9	0.453	0.8	8	11	107%
0.5	5.6	168.9	0.649	0.9	9	12	120%
0.6	7.3	219.7	0.844	0.95	10	13	127%
0.9	11.3	337.9	1.298	0.99	10	13	132%
1.8	21.7	650.8	2.5	1	10	13	133%



Analize posedanja - Program SETTLE

Posedki in konsolidacija nasipa v P19 brez drenažnih ukrepov



	Project		VRHNIKA TOJNICE VERD	
	Analysis Description		OCENA POSEDKOV IN KONSOLIDACIJE	
	Drawn By	G.Strnisa	Company	SLP d.o.o. Ljubljana
	Date	6.5.2019	File Name	Ocena posedkov Cesta vrhnika & konsolidacija 1 konino stanje z PREDOBREMENITVijo.s3z

SETTLE3D 3.020

Settle3D Analysis Information

VRHNIKA TOJNICE VERD

Project Settings

Document Name	Ocena posedkov Cesta vrhnika & konsolidacija 1 končno stanje DRAINS .s3z
Project Title	VRHNIKA TOJNICE VERD
Analysis	OCENA POSEDKOV IN KONSOLIDACIJE
Author	G.Strnisa
Company	SLP d.o.o. Ljubljana
Date Created	6.5.2019
Stress Computation Method	Boussinesq
Time-dependent Consolidation Analysis	
Time Units	years
Permeability Units	meters/second
Use average properties to calculate layered stresses	
Improve consolidation accuracy	
Ignore negative effective stresses in settlement calculations	

Stage Settings

Stage #	Name	Time [years]
1	0	0
2	.1	0.1
3	.2	0.2
4	.3	0.3
5	.4	0.4
6	.5	0.5
7	1	1
8	2	2
9	5	5
10	7	7
11	10	10
12	12	12

Results

Time taken to compute: 0 seconds

Stage: 0 = 0 y

Data Type	Minimum	Maximum
Total Settlement [cm]	0	0
Consolidation Settlement [cm]	0	0
Immediate Settlement [cm]	0	0
Secondary Settlement [cm]	0	0
Loading Stress [kPa]	0	57.8278
Effective Stress [kPa]	0	144.945
Total Stress [kPa]	0	324.241
Total Strain	0	0
Pore Water Pressure [kPa]	0	179.296
Excess Pore Water Pressure [kPa]	0	57.8278
Degree of Consolidation [%]	0	0
Pre-consolidation Stress [kPa]	0.9	144.892
Over-consolidation Ratio	1	1
Void Ratio	0	0
Permeability [m/s]	1e-009	1e-007
Coefficient of Consolidation [m ² /s]	2.03976e-007	9.26698e-005
Hydroconsolidation Settlement [cm]	0	0
Average Degree of Consolidation [%]	0	0
Undrained Shear Strength	0	28.989

Stage: .1 = 0.1 y

Data Type	Minimum	Maximum
Total Settlement [cm]	0	13.8641
Consolidation Settlement [cm]	0	13.8641
Immediate Settlement [cm]	0	0
Secondary Settlement [cm]	0	0
Loading Stress [kPa]	0	57.8278
Effective Stress [kPa]	0	172.186
Total Stress [kPa]	0	324.241
Total Strain	-1.81778e-005	0.0251687
Pore Water Pressure [kPa]	0	152.466
Excess Pore Water Pressure [kPa]	0	20.6376
Degree of Consolidation [%]	0	99.7635
Pre-consolidation Stress [kPa]	0.9	172.07
Over-consolidation Ratio	1	1.004
Void Ratio	0	0
Permeability [m/s]	1e-009	1e-007
Coefficient of Consolidation [m ² /s]	2.03976e-007	9.26698e-005
Hydroconsolidation Settlement [cm]	0	0
Average Degree of Consolidation [%]	0	0
Undrained Shear Strength	0	30.0049

Stage: .2 = 0.2 y

Data Type	Minimum	Maximum
Total Settlement [cm]	0	18.16
Consolidation Settlement [cm]	0	18.16
Immediate Settlement [cm]	0	0
Secondary Settlement [cm]	0	0
Loading Stress [kPa]	0	52
Effective Stress [kPa]	0	172.186
Total Stress [kPa]	0	320.94
Total Strain	-2.93036e-005	0.0253777
Pore Water Pressure [kPa]	-6.85891	152.051
Excess Pore Water Pressure [kPa]	-6.85891	13.9399
Degree of Consolidation [%]	0	100
Pre-consolidation Stress [kPa]	0.9	172.115
Over-consolidation Ratio	1	1.0026
Void Ratio	0	0
Permeability [m/s]	1e-009	1e-007
Coefficient of Consolidation [m ² /s]	2.03976e-007	9.26698e-005
Hydroconsolidation Settlement [cm]	0	0
Average Degree of Consolidation [%]	0	0
Undrained Shear Strength	0	30.0049

Stage: .3 = 0.3 y

Data Type	Minimum	Maximum
Total Settlement [cm]	0	18.1507
Consolidation Settlement [cm]	0	18.1507
Immediate Settlement [cm]	0	0
Secondary Settlement [cm]	0	0
Loading Stress [kPa]	0	52
Effective Stress [kPa]	0	168.885
Total Stress [kPa]	0	320.94
Total Strain	-3.56649e-005	0.0223599
Pore Water Pressure [kPa]	-0.00105612	152.055
Excess Pore Water Pressure [kPa]	-0.130165	13.4883
Degree of Consolidation [%]	0	99.9987
Pre-consolidation Stress [kPa]	0.9	172.115
Over-consolidation Ratio	1	1.17851
Void Ratio	0	0
Permeability [m/s]	1e-009	1e-007
Coefficient of Consolidation [m ² /s]	2.03976e-007	9.26698e-005
Hydroconsolidation Settlement [cm]	0	0
Average Degree of Consolidation [%]	0	0
Undrained Shear Strength	0	29.889

Stage: .4 = 0.4 y

Data Type	Minimum	Maximum
Total Settlement [cm]	0	18.3525
Consolidation Settlement [cm]	0	18.3525
Immediate Settlement [cm]	0	0
Secondary Settlement [cm]	0	0
Loading Stress [kPa]	0	52
Effective Stress [kPa]	0	168.885
Total Stress [kPa]	0	320.94
Total Strain	-4.18305e-005	0.0223565
Pore Water Pressure [kPa]	0	152.055
Excess Pore Water Pressure [kPa]	0	12.9986
Degree of Consolidation [%]	0	99.9985
Pre-consolidation Stress [kPa]	0.9	172.115
Over-consolidation Ratio	1	1.17851
Void Ratio	0	0
Permeability [m/s]	1e-009	1e-007
Coefficient of Consolidation [m ² /s]	2.03976e-007	9.26698e-005
Hydroconsolidation Settlement [cm]	0	0
Average Degree of Consolidation [%]	0	0
Undrained Shear Strength	0	29.889

Stage: .5 = 0.5 y

Data Type	Minimum	Maximum
Total Settlement [cm]	0	18.4525
Consolidation Settlement [cm]	0	18.4525
Immediate Settlement [cm]	0	0
Secondary Settlement [cm]	0	0
Loading Stress [kPa]	0	52
Effective Stress [kPa]	0	168.885
Total Stress [kPa]	0	320.94
Total Strain	-4.57317e-005	0.0223576
Pore Water Pressure [kPa]	0	152.055
Excess Pore Water Pressure [kPa]	0	12.5057
Degree of Consolidation [%]	0	99.9992
Pre-consolidation Stress [kPa]	0.9	172.115
Over-consolidation Ratio	1	1.17851
Void Ratio	0	0
Permeability [m/s]	1e-009	1e-007
Coefficient of Consolidation [m ² /s]	2.03976e-007	9.26698e-005
Hydroconsolidation Settlement [cm]	0	0
Average Degree of Consolidation [%]	0	0
Undrained Shear Strength	0	29.889

Stage: 1 = 1 y

Data Type	Minimum	Maximum
Total Settlement [cm]	0	18.5278
Consolidation Settlement [cm]	0	18.5278
Immediate Settlement [cm]	0	0
Secondary Settlement [cm]	0	0
Loading Stress [kPa]	0	52
Effective Stress [kPa]	0	168.885
Total Stress [kPa]	0	320.94
Total Strain	-3.64939e-005	0.0223591
Pore Water Pressure [kPa]	0	152.055
Excess Pore Water Pressure [kPa]	0	9.95409
Degree of Consolidation [%]	0	100
Pre-consolidation Stress [kPa]	0.9	172.115
Over-consolidation Ratio	1	1.17851
Void Ratio	0	0
Permeability [m/s]	1e-009	1e-007
Coefficient of Consolidation [m ² /s]	2.03976e-007	9.26698e-005
Hydroconsolidation Settlement [cm]	0	0
Average Degree of Consolidation [%]	0	0
Undrained Shear Strength	0	29.889

Stage: 2 = 2 y

Data Type	Minimum	Maximum
Total Settlement [cm]	0	18.5289
Consolidation Settlement [cm]	0	18.5289
Immediate Settlement [cm]	0	0
Secondary Settlement [cm]	0	0
Loading Stress [kPa]	0	52
Effective Stress [kPa]	0	168.885
Total Stress [kPa]	0	320.94
Total Strain	-3.23877e-006	0.0223591
Pore Water Pressure [kPa]	0	152.055
Excess Pore Water Pressure [kPa]	0	6.06885
Degree of Consolidation [%]	0	100
Pre-consolidation Stress [kPa]	0.9	172.115
Over-consolidation Ratio	1	1.17851
Void Ratio	0	0
Permeability [m/s]	1e-009	1e-007
Coefficient of Consolidation [m ² /s]	2.03976e-007	9.26698e-005
Hydroconsolidation Settlement [cm]	0	0
Average Degree of Consolidation [%]	0	0
Undrained Shear Strength	0	29.889

Stage: 5 = 5 y

Data Type	Minimum	Maximum
Total Settlement [cm]	0	18.5289
Consolidation Settlement [cm]	0	18.5289
Immediate Settlement [cm]	0	0
Secondary Settlement [cm]	0	0
Loading Stress [kPa]	0	52
Effective Stress [kPa]	0	168.885
Total Stress [kPa]	0	320.94
Total Strain	-9.03749e-008	0.0223591
Pore Water Pressure [kPa]	0	152.055
Excess Pore Water Pressure [kPa]	-1.33454e-013	1.37589
Degree of Consolidation [%]	0	100
Pre-consolidation Stress [kPa]	0.9	172.115
Over-consolidation Ratio	1	1.17851
Void Ratio	0	0
Permeability [m/s]	1e-009	1e-007
Coefficient of Consolidation [m ² /s]	2.03976e-007	9.26698e-005
Hydroconsolidation Settlement [cm]	0	0
Average Degree of Consolidation [%]	0	0
Undrained Shear Strength	0	29.889

Stage: 7 = 7 y

Data Type	Minimum	Maximum
Total Settlement [cm]	0	18.5289
Consolidation Settlement [cm]	0	18.5289
Immediate Settlement [cm]	0	0
Secondary Settlement [cm]	0	0
Loading Stress [kPa]	0	52
Effective Stress [kPa]	0	168.885
Total Stress [kPa]	0	320.94
Total Strain	-8.85084e-008	0.0223591
Pore Water Pressure [kPa]	0	152.055
Excess Pore Water Pressure [kPa]	-5.00124e-013	0.511689
Degree of Consolidation [%]	0	100
Pre-consolidation Stress [kPa]	0.9	172.115
Over-consolidation Ratio	1	1.17851
Void Ratio	0	0
Permeability [m/s]	1e-009	1e-007
Coefficient of Consolidation [m ² /s]	2.03976e-007	9.26698e-005
Hydroconsolidation Settlement [cm]	0	0
Average Degree of Consolidation [%]	0	0
Undrained Shear Strength	0	29.889

Stage: 10 = 10 y

Data Type	Minimum	Maximum
Total Settlement [cm]	0	18.5289
Consolidation Settlement [cm]	0	18.5289
Immediate Settlement [cm]	0	0
Secondary Settlement [cm]	0	0
Loading Stress [kPa]	0	52
Effective Stress [kPa]	0	168.885
Total Stress [kPa]	0	320.94
Total Strain	-8.76531e-008	0.0223591
Pore Water Pressure [kPa]	-5.34883e-062	152.055
Excess Pore Water Pressure [kPa]	-1.81013e-013	0.116023
Degree of Consolidation [%]	0	100
Pre-consolidation Stress [kPa]	0.9	172.115
Over-consolidation Ratio	1	1.17851
Void Ratio	0	0
Permeability [m/s]	1e-009	1e-007
Coefficient of Consolidation [m ² /s]	2.03976e-007	9.26698e-005
Hydroconsolidation Settlement [cm]	0	0
Average Degree of Consolidation [%]	0	0
Undrained Shear Strength	0	29.889

Stage: 12 = 12 y

Data Type	Minimum	Maximum
Total Settlement [cm]	0	18.5289
Consolidation Settlement [cm]	0	18.5289
Immediate Settlement [cm]	0	0
Secondary Settlement [cm]	0	0
Loading Stress [kPa]	0	52
Effective Stress [kPa]	0	168.885
Total Stress [kPa]	0	320.94
Total Strain	-8.74955e-008	0.0223591
Pore Water Pressure [kPa]	-4.65965e-063	152.055
Excess Pore Water Pressure [kPa]	-3.52243e-013	0.0431175
Degree of Consolidation [%]	0	100
Pre-consolidation Stress [kPa]	0.9	172.115
Over-consolidation Ratio	1	1.17851
Void Ratio	0	0
Permeability [m/s]	1e-009	1e-007
Coefficient of Consolidation [m ² /s]	2.03976e-007	9.26698e-005
Hydroconsolidation Settlement [cm]	0	0
Average Degree of Consolidation [%]	0	0
Undrained Shear Strength	0	29.889

Loads

1. Rectangular Load

Length	100 m
Width	14 m
Rotation angle	90 degrees
Load Type	Flexible
Area of Load	1400 m ²
Depth	0 m
Installation Stage	0 = 0 y

Coordinates and Load

X [m]	Y [m]	Load Magnitude [kPa]
1549.98	1671.28	35
1549.98	1771.28	35
1535.98	1771.28	52
1535.98	1671.28	52

2. Rectangular Load

Length 100 m
 Width 3 m
 Rotation angle 90 degrees
 Load Type Flexible
 Area of Load 300 m²
 Depth 0 m
 Installation Stage 0 = 0 y

Coordinates and Load

X [m]	Y [m]	Load Magnitude [kPa]
1535.98	1671.28	52
1535.98	1771.28	52
1532.98	1771.28	0
1532.98	1671.28	0

3. Rectangular Load

Length 100 m
 Width 2 m
 Rotation angle 90 degrees
 Load Type Flexible
 Area of Load 200 m²
 Depth 0 m
 Installation Stage 0 = 0 y

Coordinates and Load

X [m]	Y [m]	Load Magnitude [kPa]
1551.98	1671.28	0
1551.98	1771.28	0
1549.98	1771.28	35
1549.98	1671.28	35

4. Pre-Load: "PRED OBREMENITEV"

Fill Unit Weight 18 kN/m³
 Settlement Goal 18 cm
 Settlement Goal Stage .2 = 0.2 y
 Relative from Reference Stage 0 = 0 y
 Calculated Fill Height 0.38105 m
 Load Type Flexible
 Area of Load 1400 m²
 Load 18 kPa

Advanced Staging

Stage	Load Factor	Depth [m]
0 = 0 y	1	0
.1 = 0.1 y	1	0
.2 = 0.2 y	0	0
.3 = 0.3 y	0	0
.4 = 0.4 y	0	0
.5 = 0.5 y	0	0
1 = 1 y	0	0
2 = 2 y	0	0
5 = 5 y	0	0
7 = 7 y	0	0
10 = 10 y	0	0
12 = 12 y	0	0

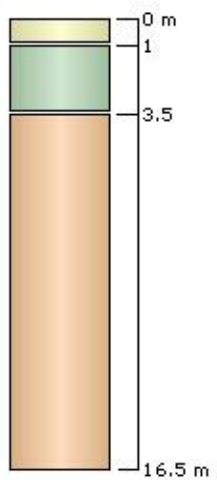
Coordinates

X [m]	Y [m]
1535.98	1671.28
1549.98	1671.28
1549.98	1771.28
1535.98	1771.28

Soil Layers

Ground Surface Drained: Yes

Layer #	Type	Thickness [m]	Depth [m]	Drained at Bottom
1	Nasip	1	0	No
2	SM/ML meljni pesek	2.5	1	No
3	CL/MLgline in meljna glina	13	3.5	Yes



Soil Properties

Property	Nasip	SM/ML meljni pesek	CL/MLglina in meljna glina
Color			
Unit Weight [kN/m ³]	18	18	18
Saturated Unit Weight [kN/m ³]	18	18	18
Primary Consolidation	Enabled	Enabled	Enabled
Material Type	Linear	Linear	Linear
mv [m ² /kN]	0.00013	0.00011	0.0005
mv bottom [m ² /kN]			0.00025
mvur [m ² /kN]	0.000133	0.00011	0.0005
mvur bottom [m ² /kN]			0.00025
K [m/s]	1e-007	1e-007	1e-009
K bottom [m/s]			1e-009
B-bar	1	1	1
Kh [m/s]	1e-007	1e-007	2e-009
Undrained Su A [kN/m ²]	0	0	0
Undrained Su S	0.2	0.2	0.2
Undrained Su m	0.8	0.8	0.8
Piezo Line ID	2	2	2

Groundwater

Groundwater method Piezometric Lines
 Water Unit Weight 9.81 kN/m³
 Generating excess pore pressure above water table

Piezometric Line Entities

ID	Depth (m)
1	2 m
2	1 m

Wick Drains

Wick Drain Region 1

Installation Stage 0 = 0 y
 Cross-Section Shape Circular
 Equivalent Drain Diameter 0.066
 Drain Spacing 1.6
 Drain Length 15
 Drain Pattern Square
 Ratio of diameter of smear zone to diameter of drain 2
 Ratio of undisturbed to smear zone permeability 2
 Discharge Capacity 20 m³/s

Coordinates

X [m]	Y [m]
1532.98	1771.28
1532.98	1671.28
1551.98	1671.28
1551.98	1771.28

Query Points

Point #	(X,Y) Location	Number of Divisions
4	1556.64, 1707.22	Auto: 47
5	1547.72, 1707.19	Auto: 47
6	1539.74, 1707.17	Auto: 47
30	1535.98, 1707.39	Auto: 47
31	1527.73, 1707.51	Auto: 47
32	1519.94, 1707.62	Auto: 47
33	1567.02, 1707.15	Auto: 47
34	1542.98, 1721.28	Auto: 47

Query Lines

Line #	Start Location	End Location	Horizontal Divisions	Vertical Divisions
1	1517.46, 1716.59	1572.81, 1716.59	20	Auto: 47

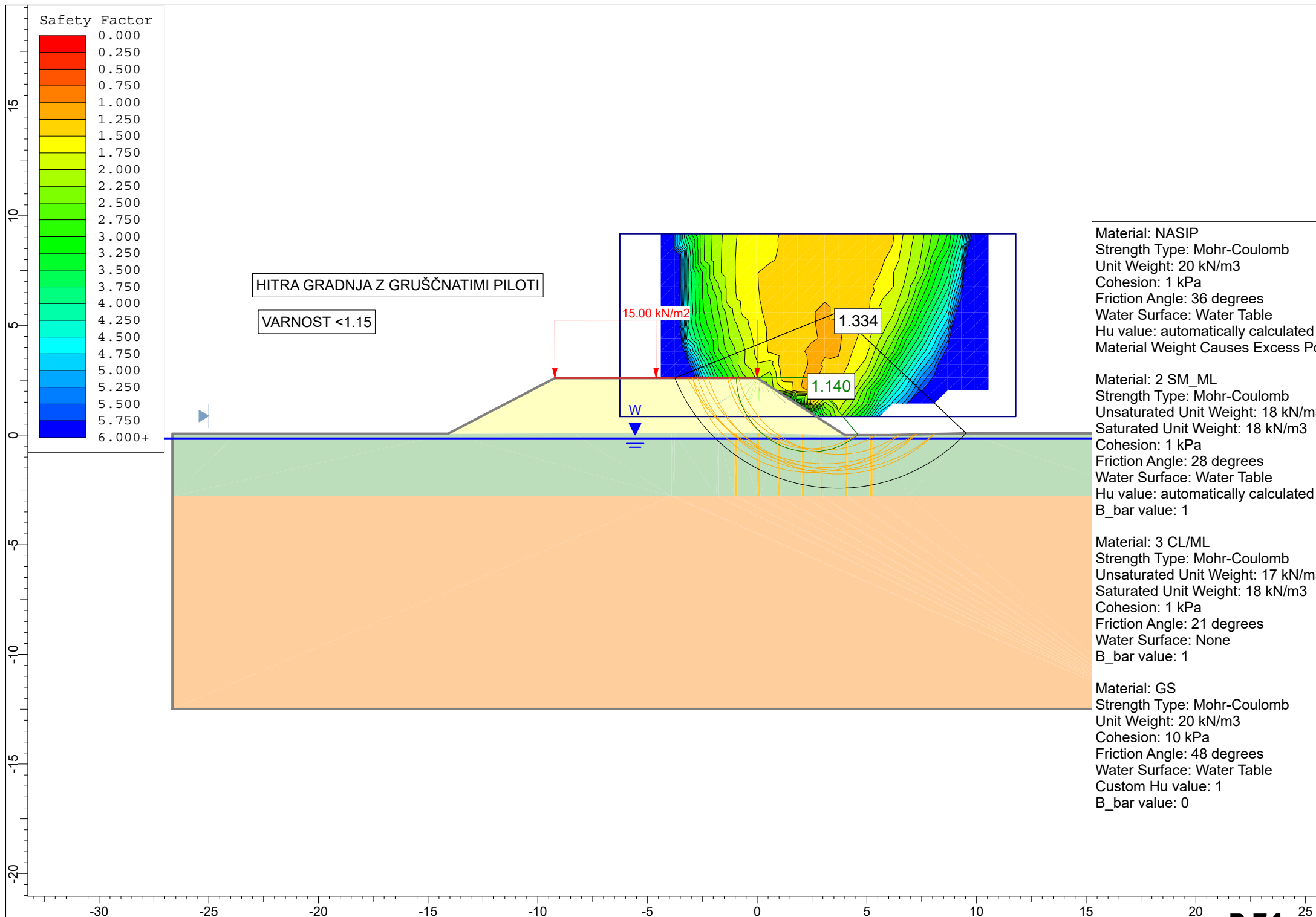
Field Point Grid

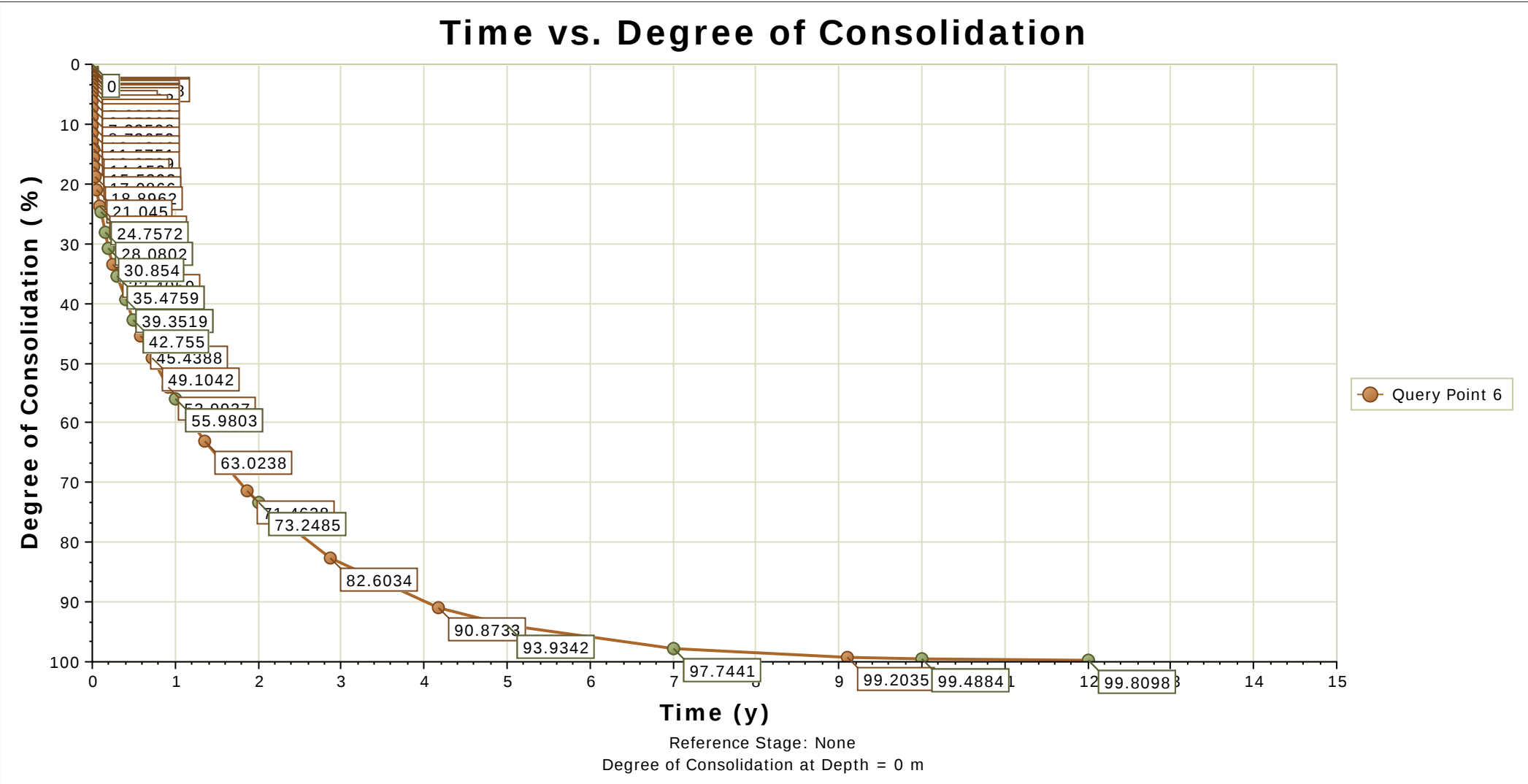
Number of points 306

Expansion Factor 2

Grid Coordinates

X [m]	Y [m]
1609.74	1821.28
1609.74	1621.28
1482.98	1621.28
1482.98	1821.28

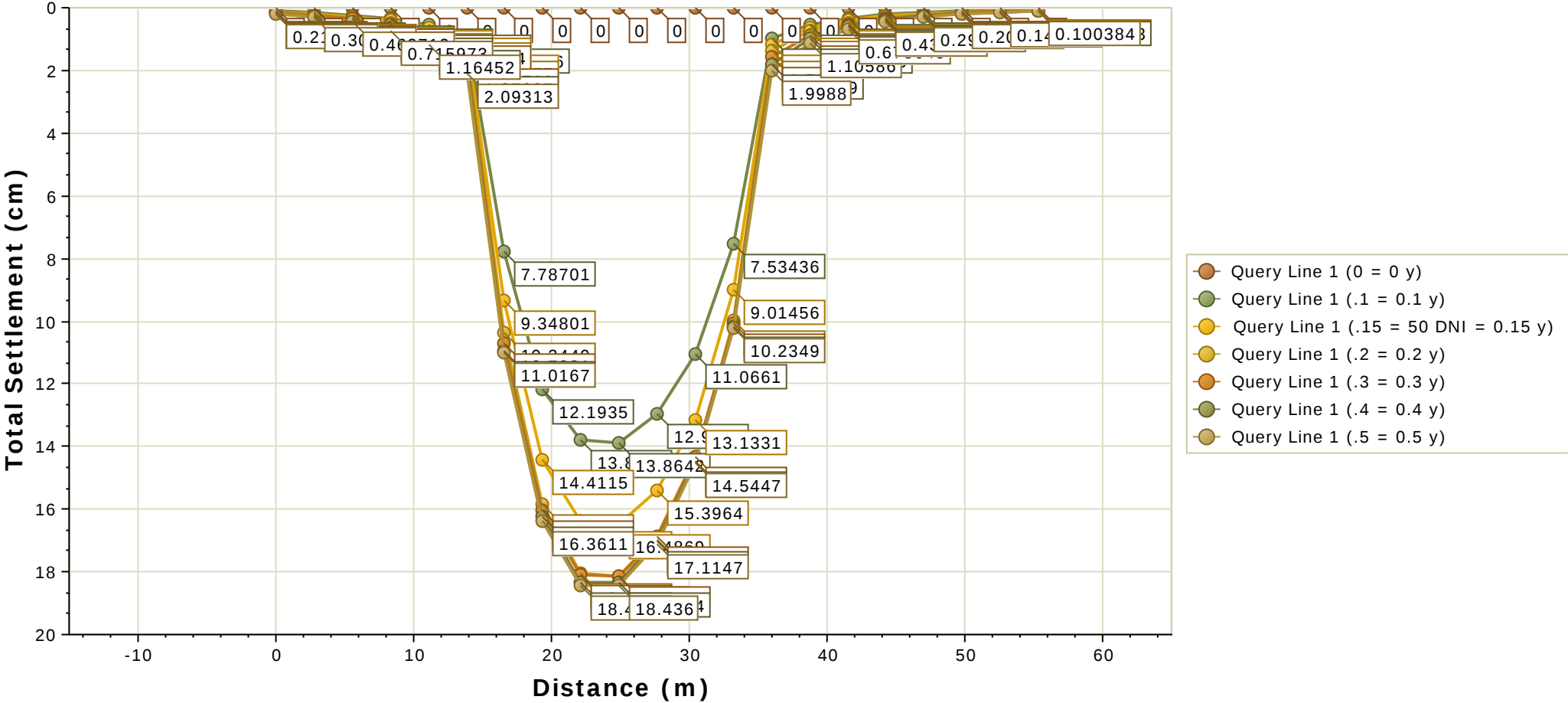




	Project		VRHNIKA TOJNICE VERD	
	Analysis Description		OCENA POSEDKOV IN KONSOLIDACIJE	
	Drawn By	G.Strnisa	Company	SLP d.o.o. Ljubljana
	Date	6.5.2019	File Name	Ocena posedkov Cesta vrhnika & konsolidacija 1 konino stanje BREZ PREDOBREMENITVE .s3z

Posedki in konsolidacija nasipa v P19 z drenažami raster 1.6m /17 m

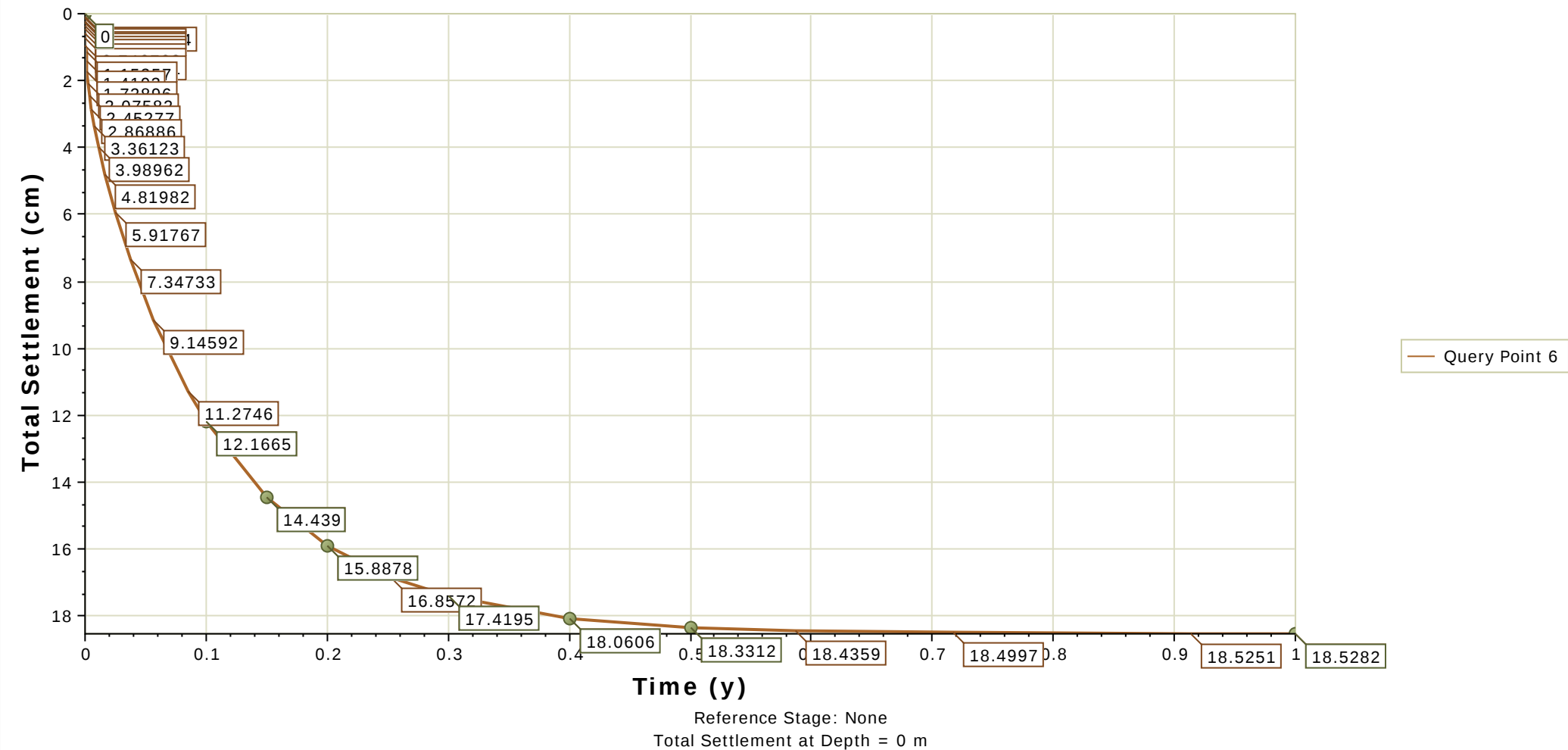
Distance vs. Total Settlement



Reference Stage: None
Total Settlement at Depth = 0 m

	Project		VRHNIKA TOJNICE VERD	
	Analysis Description		OCENA POSEDKOV IN KONSOLIDACIJE	
	Drawn By	G.Strnisa	Company	SLP d.o.o. Ljubljana
	Date	6.5.2019	Project Name	Ocena posedkov Cesta vrhnika & konsolidacija 1 konino stanje DRAINS .s3z (Recovered)

Time vs. Total Settlement

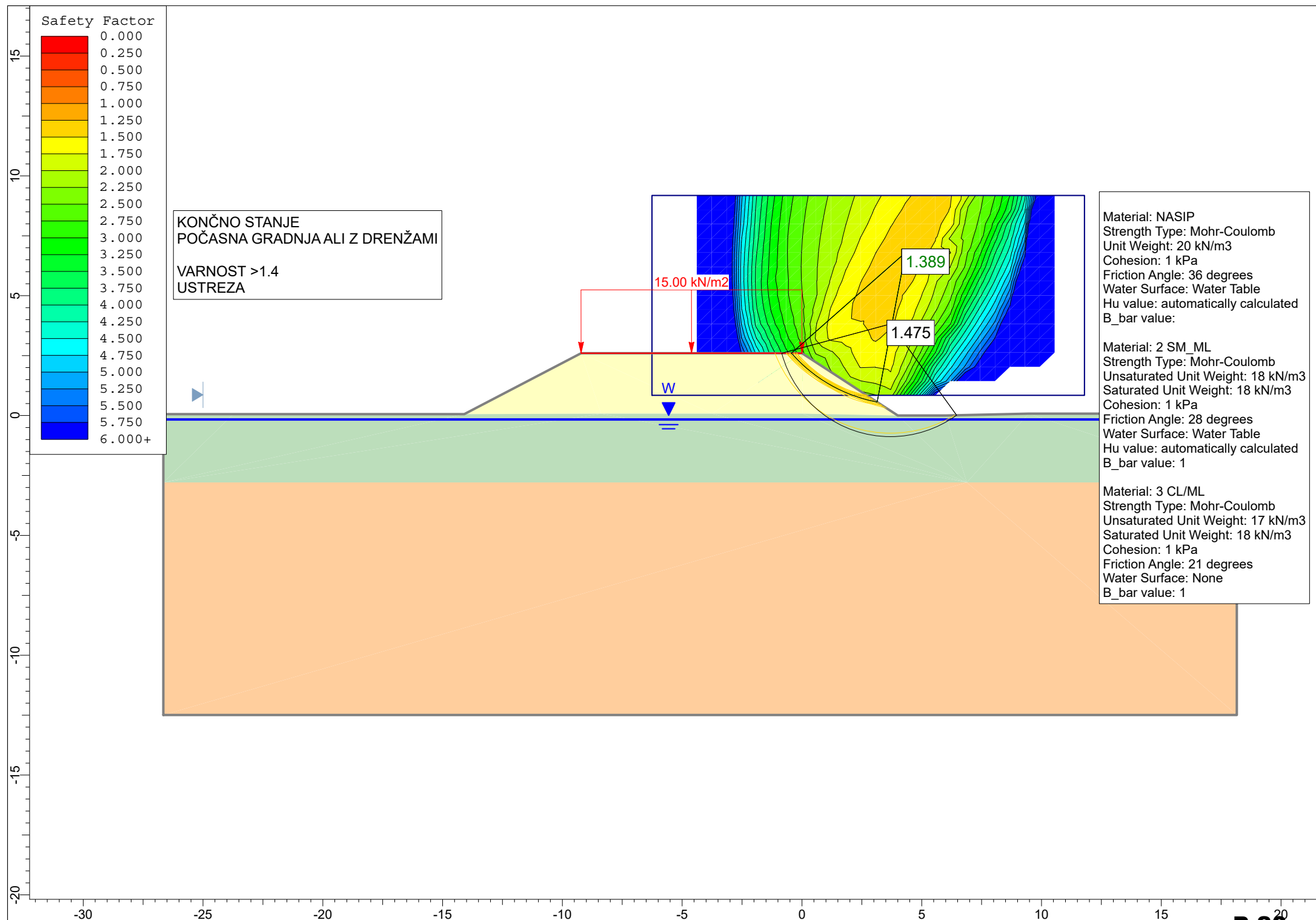


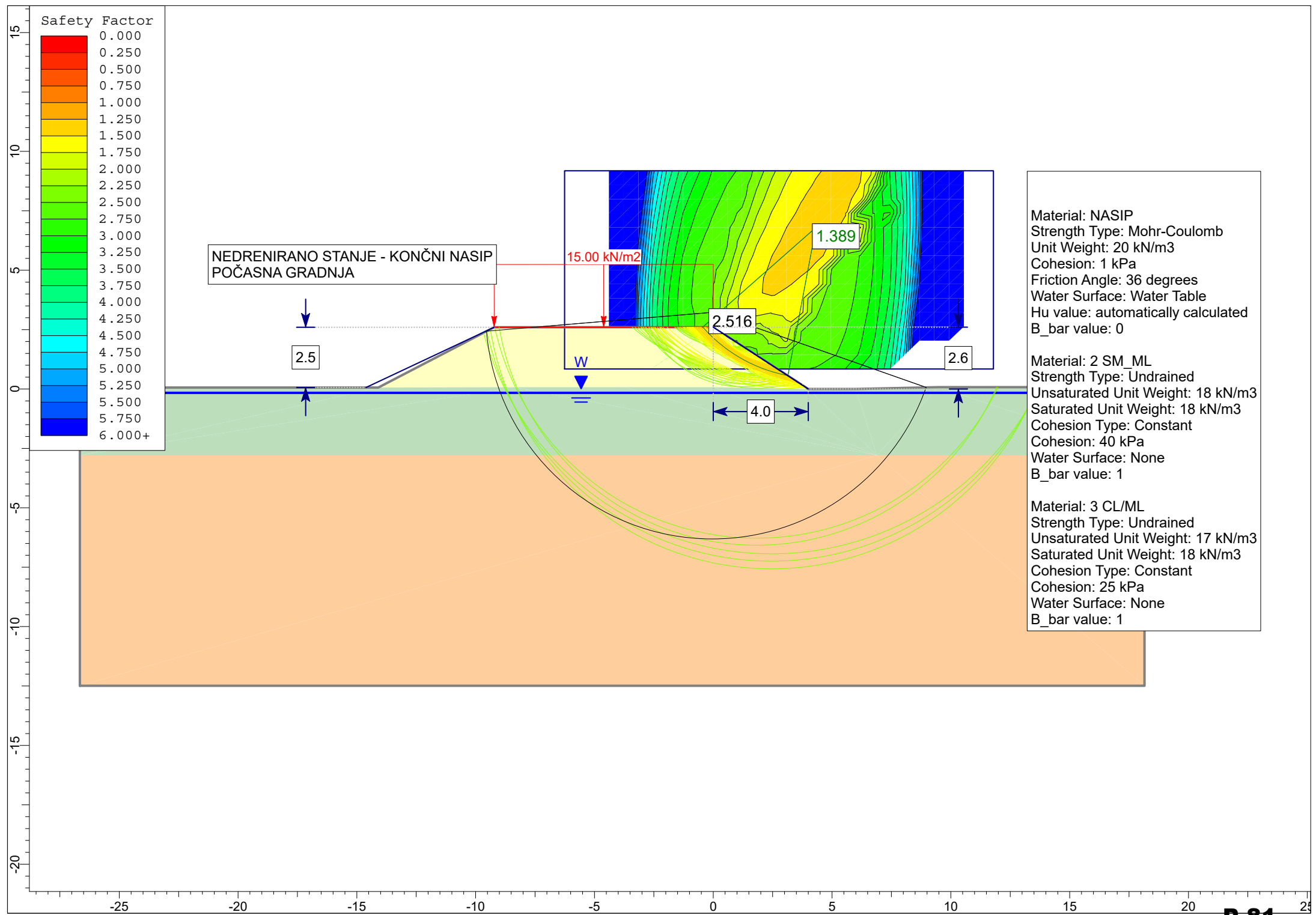
	Project		VRHNIKA TOJNICE VERD	
	Analysis Description		OCENA POSEDKOV IN KONSOLIDACIJE	
	Drawn By	G.Strnisa	Company	SLP d.o.o. Ljubljana
	Date	6.5.2019	File Name	Ocena posedkov Cesta vrhnika & konsolidacija 1 konino stanje DRAINS.s3z

STABILNOSTNE ANALIZE

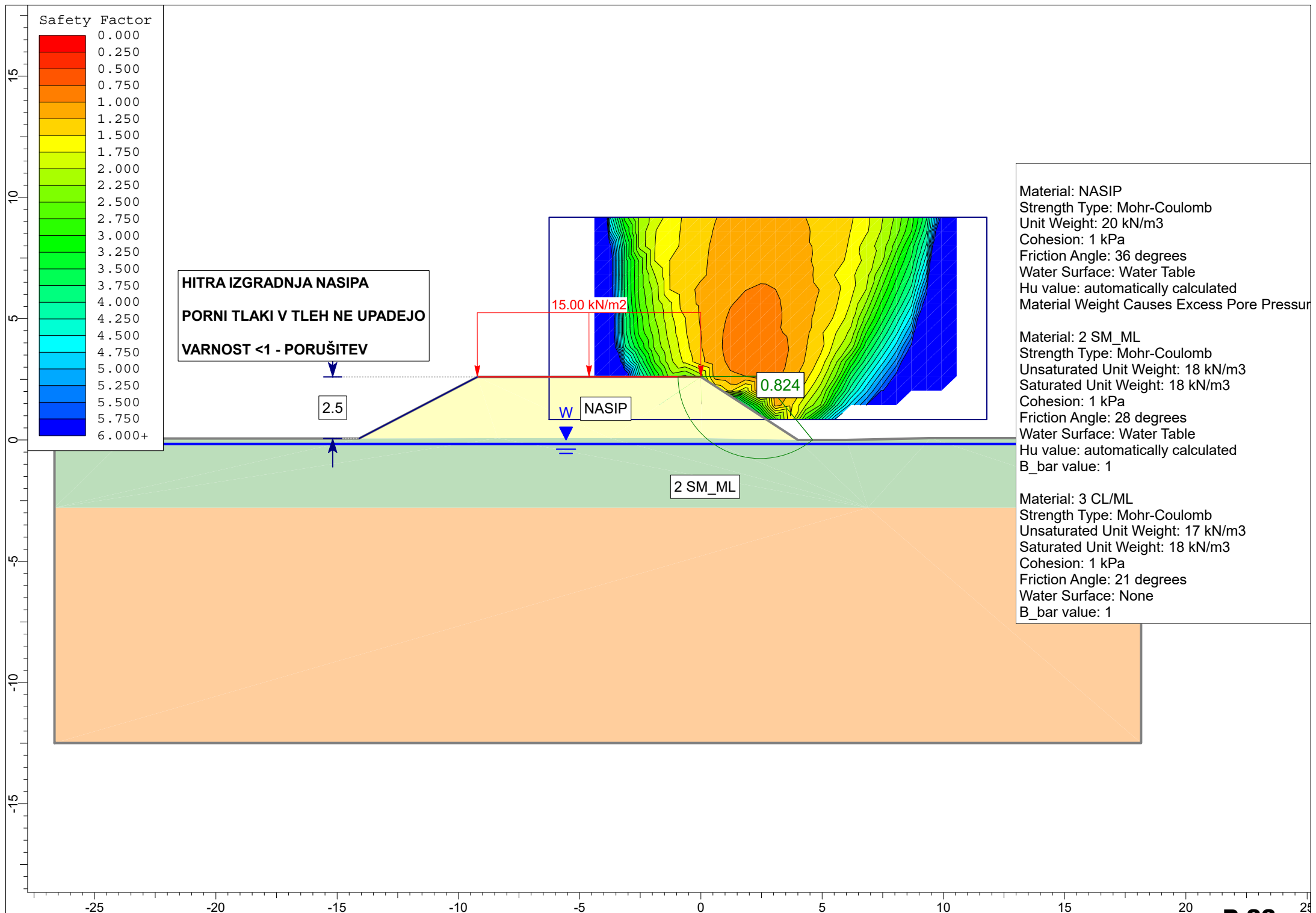
Program SLIDE

Varnost nasipa v konsolidiranem stanju

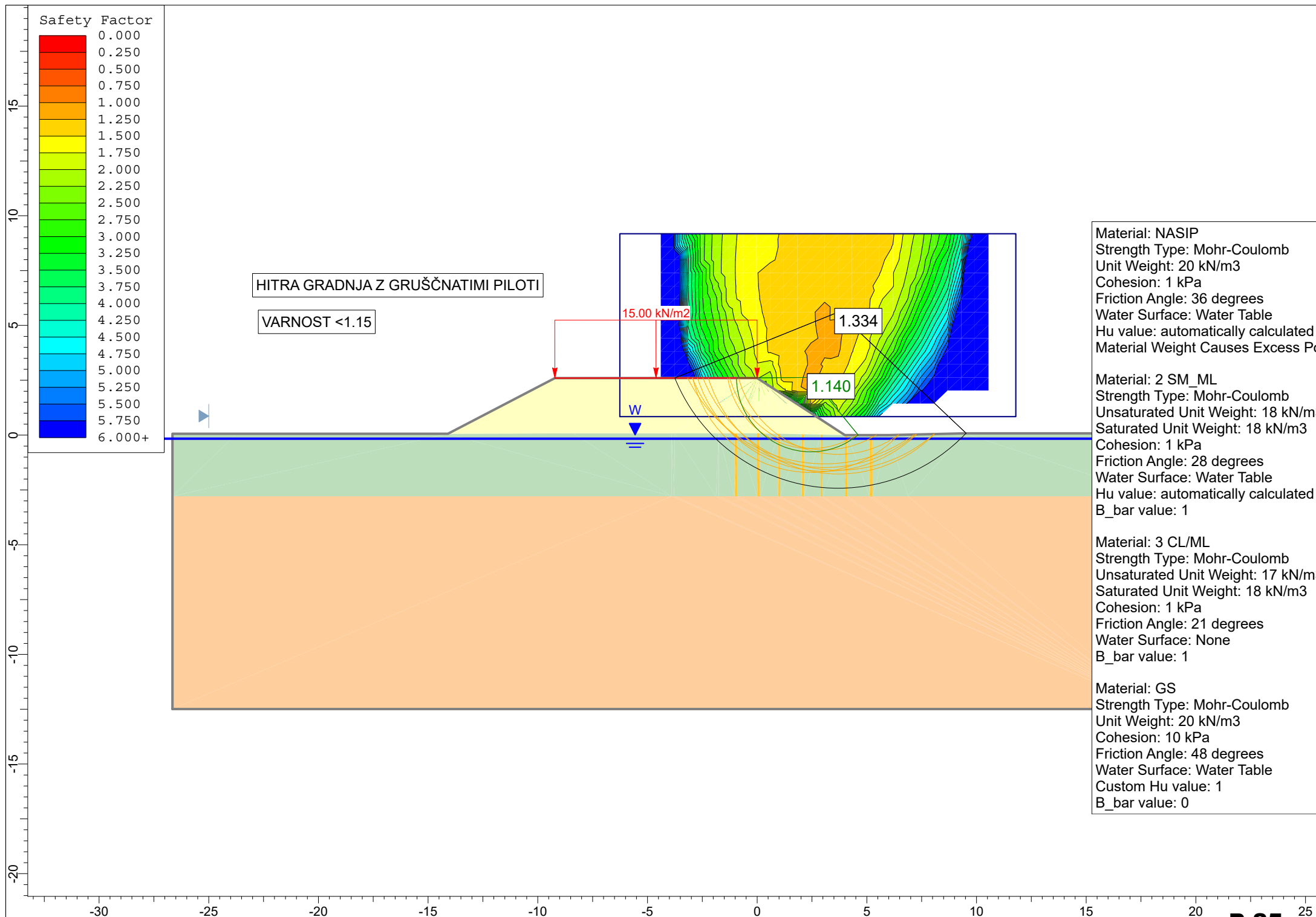




Varnost nasipa – pri hitri gradnji (nasip ceste povzroči dodatne porne tlake v zemljini pod nasipom)



Varnost nasipa s kratkimi gruščnatimi slopi – hitra gradnja



DIMENSIONIRANJE CESTIŠČA

Predlog dimenzij voziščne konstrukcije - enak kot za fazo 1

ŠTEVILČNA OZNAKA NAČRTA IN VRSTA NAČRTA:

Elaborat dimenzioniranja voziščne konstrukcije

INVESTITOR:

Občina Vrhnika, Tržaška cesta 1, 1360 Vrhnika

OBJEKT :

Gradnja povezovalne ceste Bajerji – Tojnice z mostom čez Ljubljanico
Navezava Ceste k opekarni (JP 966601) preko novega mostu na Pot na Tojnice (LC
466091), v občini Vrhnika

NAROČNIK :

SLP d.o.o. Ljubljana, Ulica Gradnikove brigade 4,-1000 Ljubljana

VRSTA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE:

PZI, pred recenzijo

PODJETJE-IZDELOVALEC ELABORATA:

igmat d.d., Polje 351c, 1260 Ljubljana

DIREKTOR:

Janez Prosen, univ.dipl.inž. grad.

[Signature]
Inštitut za gradbene materiale
Polje 351 C • 1260 Ljubljana-Polje

ODGOVORNI PROJEKTANT:

Aleksander Ljubič, univ.dipl.inž.grad., G-3034

ALEKSANDER LJUBIČ
univ.dipl.inž.grad.
IZS G-3034

ŠTEVILKA NAČRTA, KRAJ IN DATUM IZDELAVE NAČRTA IN IZVOD:

DN: 195-POA-18, Ljubljana, junij 2018, 1 2 3 4 A1

466091		004.0303	S.5.3	
--------	--	----------	-------	--

Vsebina:

1.0	Splošno	2
2.0	Dimenzioniranje nove voziščne konstrukcije	2
2.1	Analiza prometnih obremenitev	2
2.2	Določitev dimenzij voziščne konstrukcije	3
3.0	Priloge	5

1. SPLOŠNO

V skladu z naročilom naročnika za potrebe izdelave PZI projektne dokumentacije "Gradnja povezovalne ceste Bajerji – Tojnice z mostom čez Ljubljano, navezava Ceste k opekarni (JP 966601) preko novega mostu na Pot na Tojnice (LC 466091) v občini Vrhnika" smo na obravnavnem odseku izvedli dimenzioniranje nove voziščne konstrukcije ceste, hodnika za pešce in kolesarske steze.

Dimenzioniranje smo izvedli na podlagi geotehničnega poročila o izvedenih raziskavah tal in pogojih temeljenja št. GEO128-01-2016, ki ga je izdelal SLP d.o.o..

2. DIMENZIONIRANJE NOVE VOZIŠČNE KONSTRUKCIJE

Za dimenzioniranje nove asfaltne voziščne konstrukcije smo uporabili naslednjo tehnično regulativo:

- TSC 06.511:2009 Prometne obremenitve, določitev in razvrstitev
- TSC 06.512: 2003 Projektiranje, klimatski in hidrološki pogoji
- TSC 06.520:2009 Projektiranje, dimenzioniranje novih asfaltnih vozišč
- TSC 06.541:2009 Projektiranje, dimenzioniranje ojačitev obstoječih asfaltnih voziščnih konstrukcij
- TSC 06.300/06.410:2009 Smernice in tehnični pogoji za graditev asfaltnih plasti
- SIST 1038-1, SIST 1038-5, SIST 1038-7
- Posebni tehnični pogoji za zemeljska dela in voziščne konstrukcije, SCS Ljubljana 1989 ter sprejeta dopnila

2.1 ANALIZA PROMETNIH OBREMENITEV

Na osnovi podatkov prometne študije "Prometna preveritev preureditve AC priključka Vrhnika AC-A1, odsek 0150 in javne poti JP 966601 v povezovalno cesto med naseljem Verd in reko Ljubljano" v kateri je ocenjen promet na novi povezovalni cesti manjši od tistega na sosednjem odseku R3-642/1146 Vrhnika – Podpeč in

zadnjega štetja prometa (Prometne obremenitve 2016 DRSI, v prilogi) na odseku R3-642/1146 Vrhnika – Podpeč, katerega smo privzeli za določitev skupno prometno obremenitev v 20-letnem obdobju (2016-2036) skladno s TSC 06.511:2009 za nominalno osno obremenitev (NOO) 100 kN z upoštevanjem enake letne rasti prometa - 2 % - kot v prometni študiji za območje lokalnega prometa..

Preglednica 1: Skupno število prehodov NOO 100 kN v 20-letnem obdobju (2016-2036)

Vrsta vozil	Povprečno št. vozil na dan	Faktor ekvivalentnosti	Skupno št. prehodov NOO 100 kN
Osebna vozila	2579	0,00003	544
Avtobusi	11	0,85	65.791
Lahka tov. vozila <3,5 t	161	0,005	5.664
Srednja tov. vozila 3,5-7 t	18	0,4	50.663
Težka tov. vozila >7 t	19	1,00	133.693
Tovorna vozila s priklopniki	7	1,25	61.569
Vlačilci	26	1,25	228.685
Skupaj	2.282		546.610

Izbrani faktorji za izračun merodajne skupne prometne obremenitve so naslednji:

Časovno obdobje: 20 let

Letna stopnja rasti: 2 %

Faktor prečnega prereza vozišča (f_{pp}): 0,50

Faktor širine prometnega pasu (f_{sp}): 1,40

Faktor vzdolžnega nagiba nivelete (f_{nn}): 1,02

Faktor dodatnih dinamičnih vplivov (f_{dv}): 1,08

Faktor povečanja prometnih obremenitev (f_{ip}): 25

$T_{20} = 365 \times 77,682 \times 0,5 \times 1,4 \times 1,02 \times 1,08 \times 25 = 546.610$ prehodov NOO 100 kN $\approx 5,5 \cdot 10^5$ NOO 100 kN.

V predvidenem 20-letnem obdobju načrtovanja znaša merodajna skupna prometna obremenitev **$5,5 \cdot 10^5$ NOO 100 kN** v eni smeri obravnavanega odseka in spada po razpredelnici 7 v TSC 06.511:2009 v skupino **lahke prometne obremenitve**.

3.2 KLIMATSKI IN HIDROLOŠKI POGOJI

Trasa ceste ima po geotehničnem poročilu **neugodne hidrološke pogoje**.

Material podlage pod voziščno konstrukcijo je glede na ugotovitve iz geotehničnega poročila **zmrzlinsko neodporen**.

Klimatske razmere oz. obremenitve s slabo odpornostjo materiala pod voziščno konstrukcijo proti učinkom zmrzovanja in odtajevanja in v neugodnih hidroloških pogojih po razpredelnici 4 v TSC 06.520:2009 narekujejo izvedbo utrditve obstojne na mrazu in odporne proti preoblikovanju do globine najmanj **70 cm**.

$$h_{\min} = 0,7 \times h_m = 0,7 \times 100 \text{ cm} = 70 \text{ cm}$$

3.3 DOLOČITEV DIMENZIJ VOZIŠČNE KONSTRUKCIJE

Za predvidene prometne obremenitve na novi povezovalni cesti je potrebna debelina voziščne konstrukcije opredeljena z določitvijo debeline in vrste posameznih plasti glede na značilnosti materialov v skladu s TSC 06.520:2009. Za določitev dimenzij plasti nove voziščne konstrukcije z asfaltno krovno plastjo smo uporabili diagram na sliki 9 v TSC 06.520:2009, kar nam za ugotovljeno skupno število prehodov $T_n = 5,5 \cdot 10^5$ NOO 100 kN predstavlja potrebno debelino asfaltne krovne plasti $d_k = 12 \text{ cm}$.

Pri izračunu debelin posameznih plasti je upoštevana **nosilnost** z vrednostjo **CBR = 15 %** podlage voziščne konstrukcije z novo kamnito gredo - posteljico - v debelini najmanj 60 cm.

Za določitev debelin posameznih plasti – obrabne in nosilne asfaltne plasti ter spodnje nevezane nosilne plasti so uporabljeni količniki ekvivalentnosti materialov iz razpredelnice 3 v TSC 06.520:2009 ter upoštevani v izračunu potrebnega debelinskega indeksa D_{po} .

$$D_{po} = a_{rk} \cdot d_k = 0,38 \cdot d_k = a_o \cdot d_o + a_{zv} \cdot d_{zv}$$

Potreben debelinski indeks D_{po} za predvideno prometno obremenitev:

$$D_{po} = 12 \text{ cm} \times 0,38 + 20 \text{ cm} \times 0,14 = 7,36$$

Predlagamo novo voziščno konstrukcijo z naslednjimi plastmi:

Preglednica 2: Predlagana nova VK

Vrsta materiala v plasti	Debelina plasti (cm)	Količnik ekvivalentnosti a_i	Debelinski indeks $a_i \times h_i$
AC 11 B 70/100 A4 Z2 (bitumenski beton)	4	0,42	1,68
AC 22 base B 70/100 A4 (bitumenski beton)	8	0,35	2,80
TD 0/32 (tamponski drobljenec)	25	0,14	3,50
Posteljica iz zmrzljivo odpornega kamnitega materiala	60		
skupaj	97		7,98

Na **kolesarski stezi** in hodnikih za pešce je potrebna naslednja nova voziščna konstrukcija, kot je navedena v preglednici 3.

Preglednica 3: nova voziščna konstrukcija površin za pešce in kolesarske steze

Vrsta materiala v plasti	Debelina plasti (cm)	Debelinski indeks $a_i \times h_i \times k_u$ (cm)
AC 8 surf B70/100 A5 (bitumenski beton)	4	1,68
Tamponski drobljenec 0/32 mm (nevezana nosilna plast)	20	2,80
Posteljica iz zmrzlinso odpornega kamnitega materiala zrnivosti 0/63 mm (min. CBR = 15 %)	60	
skupaj	84	4,48

4. ZAKLJUČEK

Po naročilu naročnika smo izdelali elaborat dimenzioniranja voziščne konstrukcije za "Gradnja povezovalne ceste Bajerji – Tojnice z mostom čez Ljublanico, navezava Ceste k opekarni (JP 966601) preko novega mostu na Pot na Tojnice (LC 466091) v občini Vrhnika.

Pri sami izvedbi nove voziščne konstrukcije je potrebno pri zagotavljanju in kontroli kakovosti materialov in vgrajevanja smiselno upoštevati PTP posebne tehnične pogoje za voziščne konstrukcije in Dopolnila PTP ter ostalo tehnično regulativo, kot so tehnične specifikacije za javne ceste (TSC) in standardi (SIST EN). Na planumu posteljice naj bo ob gradnji dosežena minimalna nosilnost $E_{v2} > 80$ Mpa, zgoščenost $> 98\%$ MPP, na planumu nevezane nosilne plasti TD pa $E_{v2} > 120$ MPa, zgoščenost $> 98\%$ MPP, skladno z zahtevami PTP in TSC 06.100 in 06.200, kar naj med izvedbo del kontrolira geomehanik.

5. PRILOGE

- Priloga 1: Prometne obremenitve 2016
- Priloga 2: Dimenzioniranje voziščne konstrukcije (po TSC 06.520:2009)

Priloga 1: Prometne obremenitve 2016:

Kat. ceste	Štev. ceste	Štev. odseka	Prometni odsek	Stac. začetka	Stac. konca	Števno mesto	Ime števnege mesta	Tip štetja	Vsa vozila (PLDP)	Motorji	Osebnost vozila	Avtobusi	Lah. tov. < 3,5t	Sr. tov. 3,5-7t	Tež. tov. nad 7t	Tov. s prik.	Vlačilci	Dnevni NOO	Tip
R3	642	1146	VRHNIKA - PODPEČ	0	16.678	265	Borovnica	QLTC10	2.858	37	2.579	11	161	18	19	7	26	38	PLDP

- Priloga 2.1: Dimenzioniranje voziščne konstrukcije ceste (po TSC 06.520:2009)

$T_u=5,5E+05$ NOO (100 kN), za projektno obdobje=20 let

skupina prometne obremenitve (po TSC 06.511:2009):

lahka

po diagramu slika 9, TSC 06.520:2009 sledi potrebna minimalna debelina asfaltnih plasti 12 cm na podlago min. 20 cm nevezanega tamponskega drobljenca (ob upoštevanju nosilnosti podlage CBR=15%).

nova VK

material	asfalt	D _{pot}	
		drobljenec	skupaj
oznaka		TD	
debelina (cm)	12	20	32
količnik ekvivalentnosti a_i	0,38	0,14	
debelinski indeks	4,56	2,8	7,36
$h_{min}=0,7 \times h_m=$		0,7	70
		100	cm

nova VK

material	asfalt		drobljenec	skupaj
	AC 11 surf	AC 22 base		
oznaka	4	8	25	37
debelina (cm)			0,14	
količnik ekvivalentnosti a_i	0,42	0,35	1	
količnik uporabnosti k_u	1	1	1	
debelinski indeks	1,68	2,80	3,50	7,98

$D_{no} > D_{pot}$ 7,36