

Oddelek za geotehniko in prometnice
Odsek za mehaniko zemljin in geotehnična opazovanja

Zavod za gradbeništvo Slovenije

Slovenian National Building and Civil Engineering Institute

Dimičeva ulica 12, 1000 Ljubljana, Slovenija

<http://www.zag.si>, e-mail: info@zag.si

Ljubljana, 10.10.2011

GEOLOŠKO-GEOMEHANSKO POROČILO

št. P 486/11-710-1

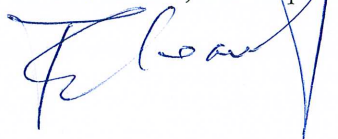
in dimenzioniranje voziščne konstrukcije za fazi IDZ
in PZI rušitve in novogradnje mostu čez Temenico pri
Ponikvah

Naročnik: GINEX INTERNATIONAL d.o.o., Rejčeva ulica 3, 5000 Nova Gorica

Naročilo/pogodba: Naročilnica št. 77/2011 z dne 13.05.2011

Nosilec naloge:

Ciril Erbežnik, univ.dipl.inž.grad.



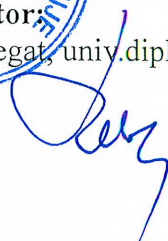
Vodja odseka:

Mojca Ravnikar Turk, univ.dipl.inž.grad.



Direktor:

izr.prof.dr.Andraž Legat, univ.dipl.fiz.



Poročilo se sme reproducirati samo v celoti.

Rok za reklamacije je 15 dni od izdaje poročila. Skupno število strain: 27; število prilog: 17.

Obr. P.S. 12-001-01/2

VSEBINA**TEKST**

1.	UVOD IN OSNOVNI PODATKI O OBJEKTU	3
2.	TERENSKA RAZISKOVALNA DELA	3
2.1	Sondažno vrtanje.....	3
2.2	Standardni penetracijski preiskus	3
3.	LABORATORIJSKE PREISKAVE	4
4.	INŽENIRSKO GEOLOŠKE RAZMERE NA OŽJEM OBMOČJU MOSTU ČEZ TEMENICO PRI PONIKVAH.....	4
4.1	Meritve nivoja podtalnice.....	4
4.2	Seizmičnost terena	5
5.	POGOJI TEMELJENJA OBJEKTA	5
5.1	Plitvo temeljenje mostu.....	5
5.2	Posedki objekta.....	5
5.3	Modul reakcije tal	6
5.4	Izvedba zasipnih klinov	6
5.5	Začasni izkopi.....	6
6.	TEMELJENJE ZAČASNEGA PREMOSTITVENEGA OBJEKTA	6
7.	DIMENZIONIRANJE VOZIŠČNE KONSTRUKCIJE	7
7.1	Obstoječe stanje voziščne konstrukcije	7
7.2	Podatki za dimenzioniranje voziščne konstrukcije	7
8.	ZAKLJUČEK	9

PRILOGE

1. Pregledna situacija z označeno lokacijo geomehanskih vrtin
2. Popis vrtin
3. Vzdolžni geološki prerez
4. Poročilo o rezultatih geomehanskih laboratorijskih preiskav



1. UVOD IN OSNOVNI PODATKI O OBJEKTU

Obstoječi most čez Temenico, na regionalni cesti R3-651/1198 v km 1,940, ki povezuje Trebnje in Ponikve, je v slabem stanju. Glede na način gradnje in poškodbe se je investitor odločil, da je rekonstrukcija mostu nesmiselna in se obstoječi most podre in na istem mestu zgradi nov most.

ZAG Ljubljana je za naročnika GINEX INTERNATIONAL d.o.o. izvedel geomehanske raziskave o sestavi tal in pogojih temeljenja mostu ter dimenzioniranje voziščne konstrukcije. Na lokaciji mostu sta bili izvedeni dve vrtini in sicer na levem in desnem bregu Temenice. Vrtalna dela so se izvajala 1. in 2.6. 2011. V obeh vrtinah smo dosegli hribinsko osnovo. Vrtalna dela je izvedlo podjetje Geokop d.o.o. z vrtalno garnituro Comacchio GEO 205.

2. TERENSKA RAZISKOVALNA DELA

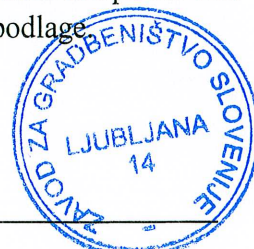
2.1 Sondažno vrtanje

Sondažno vrtanje smo izvajali 1. in 2.6.2011. Vrtine so bile izvedene do nepodajne hribinske podlage, ki jo gradi skladovit triasni apnenec. Lokacijo vrtin smo določili tako, da imamo podatke o sestavi tal za levobrežni opornik in za desnobrežni opornik. Med vrtanjem so bili v vseh vrtinah na določenih globinah izvedeni standardni penetracijski testi in popisano nivo talne vode. Po opravljenem vrtanju je bila popisana sestava jedr, izvedene meritve z ročnim penetrometrom, napravljena fotodokumentacija in odvzeti vzorci za laboratorijske preiskave. Ustaja vrtin sta bila geodetsko posneta. Vrtini sta vrisani na situaciji v prilogi 1. Vsi ti podatki so navedeni v geotehničnem profilu vrtin.

2.2 Standardni penetracijski preiskus

S standarnimi penetracijskimi preizkusi ocenjujemo gostotno stanje nevezanih zemljin in enoosne tlačne trdnosti koherentnih zemljin ter ocenimo strižne karakteristike ter module stisljivosti tal. Rezultate podajamo v obliki števila N (N je število udarcev, potrebnih, da se penetracijska igla zabije 30,5 cm globoko). V kolikor s 60 udarci penetracijske igle ne zabijemo 30,5 cm globoko, penetracijo izrazimo z ugrezom penetracijske igle pri 60 udarcih in jo imenujemo penetrabilnost (P).

Pri izvedbi raziskovalnih vrtin za most čez Temenico so bili izvedeni skupno 4 SPP, v vsaki vrtini 2. Prva dva preiskusa sta bila izvedena na globini 5,0 m, druga dva preiskusa pa sta bila izvedna na dnu vrtin in je bila z njima preverjena penetrabilnost hribinske podlage.



Vrtina	H(m)	N _{mer}	γ	σ'	C _N	λ	κ	N ₆₀	q _u (kN/m ²) ocena	M _v (MN/m ²) ocena	ϕ
V1	5	35	19	72	1,10	0,75	1,281	10,6	120	3	
V1	7	4cm/60ud.	19	114	0,95	0,85	1,281	3,6	> 600	> 40	
V2	5	2,9cm/60ud	19	72	1,10	0,75	1,281	18	> 600	> 40	
V2	6,8	2,5cm/60ud.	19	133	0,90	0,95	1,281	3,3	> 600	> 40	

Pri izračunu strižnih kotov smo upoštevali standard SIST EN 1997-2;2007, ki obravnava področje geotehnike. Tu se najprej reducira število udarcev, da se dobi normirano število udarcev, potem se na podlagi korelacije določi enoosna tlačna trdnost in modul stisljivosti, za nekoherentne zemljine pa strižni kot.

Nekorigirani rezultati SPP so podani v geotehničnih profilih vrtin (priloga 2).

3. LABORATORIJSKE PREISKAVE

Obvzeti so štirje vzorci izvrtanega materiala za laboratorijske preiskave in sicer trije vzorci iz vrtine V1 in en vzorec iz vrtine V2. Na vzorcu gline, odvzete na globini od 2,1m do 2,4m, v vrtini V2, so bile izvedene preiskave za določitev konsistenčnih mej ter strižnih karakteristik, na vzorcih gline odvzetih iz vrtine V1 pa so bile določene konsistenčne meje in prostorninska teža. Na vzorcu hribine iz vrtine V1 je bila izvedena samo preiskava za določitev le te.

4. INŽENIRSKO GEOLOŠKE RAZMERE NA OŽJEM OBMOČJU MOSTU ČEZ TEMENICO PRI PONIKVAH

Področje, kjer je lociran obravnavani objekt predstavlja tipični dolenski kras. Teren je blago valovit, na površini pa so odloženi relativno debeli sloji zemljine. Hribinska podlaga, ki jo gradi apnenec je zelo razgibana in se na dokaj majhni razdalji lahko pojavi na zelo različnih globinah. Za dolenski kras je značilna izrazita škrapavost hribine. Vse te škrapi so zapolnjene z glino. Zelo pogosta je tudi prisotnost kavernožnosti.

4.1 Meritve nivoja podtalnice

V obeh vrtinah je bila ugotovljena voda na nivoju struge potoka, to je na globini 3,1m pod koto ustja vrtine. Potok je hudourniškega značaja in nivo vode se ob večjem deževju lahko bistveno dvigne.

4.2 Seizmičnost terena

Po slovenskem standardu EN 1998-Evrokod 8, ki upošteva povratno dobo potresov 475 let, spada obravnavano področje v območje z vrednostjo projektnega pospeška tal $a_g = 0,175 g$. Na osnovi podatkov vrtine bi tla uvrstili v razred A, kjer je površinska plast debela do 5m slabšega površinskega materiala pod njim pa se nahaja skala ali skali podobna geološka formacija. Hitrosti strižnega valovanja so večje od 800 m/s.

Projektni pospešek je določen po karti "Potresna nevarnost Slovenije – projektni pospešek tal" (avtorji : Janez Lapajne, Barbara Šket Motnikar, Polona Zupančič).

5. POGOJI TEMELJENJA OBJEKTA

Objekt bo temeljen na dveh krajnih opornikih. Celotna širina mostu bo cca 24,0m. Glede na sestavo tal je smiselna izvedba plitvega temeljenja opornikov. Temelji morajo segati v hribinsko osnovo, ki jo gradi apnenec.

5.1 Plitvo temeljenje mostu

Na osnovi geomehanskih raziskav smo se odločili za plitvo temeljenje mostu. Temelji morajo biti vpeti v hribinsko podlago apnenca minimalno 0,5m.

Hribinsko podlago apnenca, v katero bosta temeljena opornika, lahko na osnovi izkustvenih podatkov ocenimo s strižnim kotom $\phi = 0$ in minimalno enoosno tlačno trdnostjo $q_u = 20 \text{ MN/m}^2$.

Maksimalne napetosti na stiku temelja in temeljnih tal naj ne presegajo $\sigma_{\max} = 800 \text{ kN/m}^2$.

Temeljenje opornika na lokaciji vrtine V1 naj se izvede na absolutni koti 260 m n.v., na lokaciji vrtine V2 pa na absolutni koti 261,70.

Po izkopu gradbene jame do kote temeljenja naj se pod vsakim opornikom izvedejo štiri vrtine, na izpihovanje do globine 5m pod dnom temeljev, za ugotavljanje kavernoznosti.

5.2 Posedki objekta

Opornika mostu bosta temeljena v nepodajno hribinsko podlago raščenege apnenca. Posedki objekta bodo zanemarljivi.



5.3 Modul reakcije tal

Pri dimenzioniranju pilotov naj se za posamezne plasti upošteva naslednje module reakcije tal:

Vrsta tal	C_v (MN/m ³)	C_h (MN/m ³)
Grušči in glina	20	14
Preperela hribina	100	70
Hribina	1430	1000

5.4 Izvedba zasipnih klinov

Zasipna klina naj se izvede z drobljenim kamnitim materialom. Dela je potrebno izvajati skladno z zahtevami posebnih tehničnih pogojev za zemeljska dela (vgrajevanje v plasteh in utrjevanje do predpisane zbitosti).

Glede na to, da bo niveleta ceste ostala praktično na isti višini in zato ni pričakovati dodatnega posedanja glinenih plasti, ter da bodo zasipni klini zgrajeni iz kamnitega materiala bodo posedki zasipnih klinov minimalni, glavnina pa se bo izvršila že v času gradnje.

5.5 Začasni izkopi

Obstoječi most se bo porušil in na istem mestu bo zgrajen nov most. Začasne izkopne brežine, ki bodo višine cca 4,0 m, se lahko izvedejo v naklonu 1:1. Zaradi začasnega obvoza, ki bo potekal v neposredni bližini gradbene jame za nov objekt, bosta morali biti izkopni brežini proti začasnemu obvozu bolj strmi hkrati pa bosta nižji. Varovanje izkopnih brežin naj se izvede s kamnito-betonsko oblogo, ki je lahko v naklonu 5:1. Izvedbo varovanja bo potrebno prilagoditi razmeram na terenu in dejstvu, da bo po začasnem obvozu že potekal promet. V času izvedbe varovanja naj poteka enosmerni promet na začasnem obvozu.

6. TEMELJENJE ZAČASNEGA PREMOSTITVENEGA OBJEKTA

Izvedba začasnega premostitvenega objekta je predvidena levo od obstoječega objekta v smeri proti Ponikvam. Temeljenje začasnega mostu se lahko izvede na dveh krajnih opornikih, ki bosta segala v raščeno rjavo glino. Temelj naj bo plitev, pasovni in dimenzioniran na maksimalne napetosti na stiku s temeljnimi tlemi $\sigma_{dop} = 200 \text{ kN/m}^2$.

Globino temeljenja mora biti minimalno na nivoju dna potoka oziroma mora biti temelj ustrezno zaščiten proti eroziji.



Slika 1: Foto 24177d-5 – Jedro vrtnice V1



Slika 2: Foto 24177d-11 – Jedro vrtnice V2

Oddelek za geotehniko in prometnice
Geomehanski laboratorij

Zavod za gradbeništvo Slovenije

Slovenian National Building and Civil Engineering Institute

Dimičeva ulica 12, 1000 Ljubljana, Slovenija

<http://www.zag.si>, e-mail: info@zag.si

Ljubljana, 13.07.2011



**SLOVENSKA
AKREDITACIJA**
SIST EN ISO/IEC 17025
LP-005

Rezultati označeni z # se nanašajo
na neakreditirano dejavnost

POROČILO

št. P 486/11-740-1

o rezultatih geomehanskih laboratorijskih
preiskav vzorcev zemljin z lokacije
MOST PONIKVE

Naročnik: GINEX INTERNATIONAL d.o.o., Rejčeva ul. 3, 5000 N.Gorica

Naročilo/pogodba: Naročilnica št.: 77/2011 z dne 13.05.2011

Nosilka naloge:

Marija Štefančič, geol.teh.

M. Štefančič



Vodja laboratorija:

doc. dr. Karmen Fifer Bizjak,
univ.dipl.inž.geol.

Karmen Fifer Bizjak

Direktor:

izr. prof. dr. Andraž Legat, univ.dipl.fiz.

Andraž Legat

SPLOŠNO

Predstavnik ZAG-a je 06.06.2011 odvzel in dostavil štiri (4) vzorce zemljine z lokacije MOST PONIKVE. Prejete vzorce smo v Geomehanskem laboratoriju ZAG Ljubljana označili z laboratorijsko številko G 12/11.

V geomehanskem laboratoriju ZAG Ljubljana smo skladno z naročilom opravili naslednje laboratorijske preiskave:

- | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| - makroskopski opis in klasifikacija | JUS U.B1.001/1990 |
| - določitev naravne vlažnosti w (%) | SIS-TS CEN ISO/TS 17892-1 |
| - določitev Atterbergovih meja plastičnosti w_p , w_L , I_p (%) | SIS-TS CEN ISO/TS 17892-12 |
| - določitev prostorninske mase ρ , ρ_d (Mg/m ³) | SIS-TS CEN ISO/TS 17892-2 |
| - določitev strižne trdnosti v direktnem strižnem aparatu τ_2 (ϕ' , c') (°, kPa) | SIS-TS CEN ISO/TS 17892-10 |

S preiskavami smo pričeli 08.06.2011 in končali 08.07.2011.

PODATKI O IZVEDENIH PREISKAVAH

- Makroskopski opis in klasifikacija, JUS U.B1.001

Klasifikacijo vzorca smo določili po postopku standarda JUS U.B1.001/1990.

- Vlažnost, w (%), SIS-TS CEN ISO/TS 17892-1

Vlažnost vzorca smo določili po postopku standarda SIS-TS CEN ISO/TS 17892-1.

- Plastičnost, w_p , w_L , I_p (%), SIS-TS CEN ISO/TS 17892-12

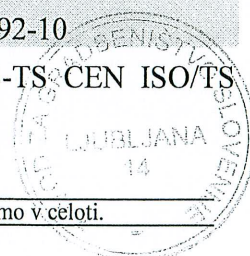
Atterbergove meje plastičnosti smo določili po postopku standarda SIS-TS CEN ISO/TS 17892-12, z uporabo konusnega penetrometra.

- Prostorninska masa, ρ , ρ_d (Mg/m³), SIS-TS CEN ISO/TS 17892-2

Prostorninsko maso zemljine smo določili po postopku standarda SIS-TS CEN ISO/TS 17892-2 po metodi s kalibriranimi cilindri.

- Direktna strižna preiskava, τ_2 (ϕ' , c') (°, kPa), SIS-TS CEN ISO/TS 17892-10

Direktno strižno preiskavo smo opravili po postopku standarda SIS-TS CEN ISO/TS 17892-10.



REZULTATI PREISKAV

Rezultati preiskav so razvidni iz preglednice 1 in grafičnih prilog.

Vsi podrobnejši podatki o preiskavah so razvidni iz delovnih zapisov, ki so arhivirani v mapi delovnega naloga 486/11-740-1, laboratorijska številka G 12/11 v geomehanskem laboratoriju ZAG Ljubljana.

Priloge:

1	Preglednica 1	1 stran
2	Strižna preiskava	10 strani

Pripravila:

Marija Štefančič, geol.teh.

Štefančič

Pregledala:

doc. dr. Karmen Fifer Bizjak,

univ.dipl.inž.geol.

K. Fifer



PREGLEDNICA 1:

Rezultati laboratorijskih preiskav vzorca zemljine z lokacije:

MOST PONIKVE

Vzorec		Opis #	Klasifi- kacija #	Nara- vna vlaga	Konsisten- čna meja		Indeks plasti- čnosti	Indeks židkosti	Prostor- ninska masa		Ročni pene- tro- meter #	Direktni strig τ ₂		Opombe		
Sonda	Globina m				W _p %	W _l %			I _p %	I _L		mokra ρ Mg/m ³	suha ρ _d Mg/m ³		φ' °	c' kN/m ²
V-1	1,4- 1,6		CL	20,5	21,7	42,0	20,3	-0,1	2,026	1,684	225- 250					
	5,5- 5,7		CH	26,9	25,4	54,4	29,0	-0,1	1,937	1,517	250					
	6,0- 8,0															
		Temno siv apnenec														
V-2	2,1- 2,4		CL	21,5	19,7	31,9	12,2	0,1			120- 150	28,1	10,3			



Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)

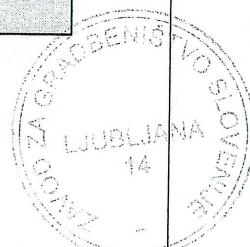
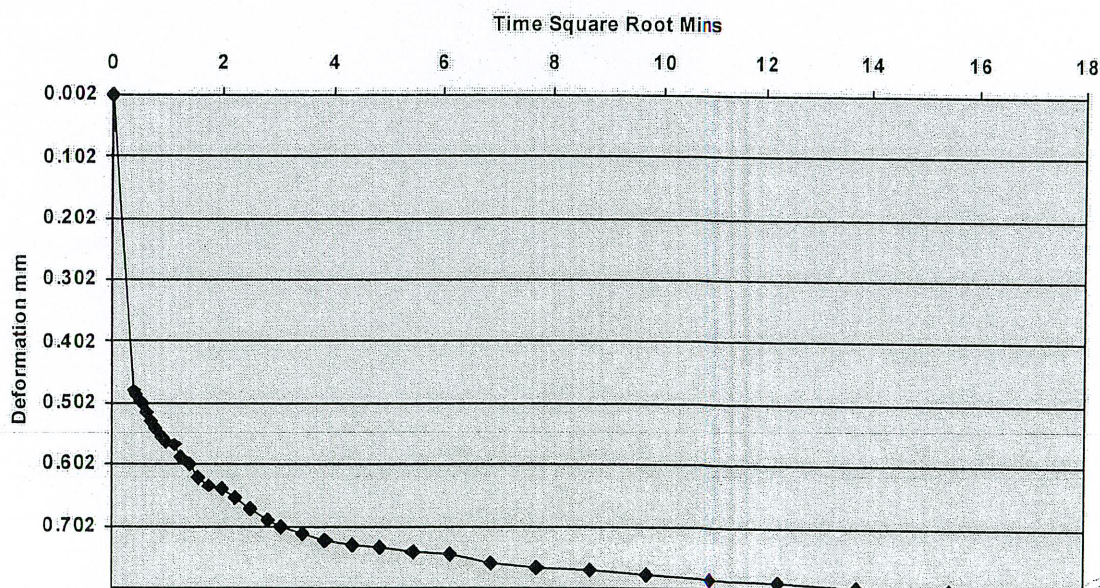


Client	ZAG	Specimen	A
Project	MOST PONIKVE	Job	G 12-11
Depth	2.1-2.4 m	Borehole	V-2

Test Details			
Standard	SIST-TS CEN ISO/TS 17892-10:2004	Particle Density	2.71 Mg/m ³
Sample Type	Core sample	Single or Multi Stage	Single Stage
Lab. Temperature	22.0 deg.C	Location	
Sample Description	Neporušen		
Variations from procedure	None		

Specimen Details			
Specimen Reference	A	Description	
Depth within Sample	0.00mm	Orientation within Sample	
Initial Height	19.550 mm	Area	3574.40 mm ²
Preparation		Initial Moisture Content	19.9 %
Bulk Density	1.99 Mg/m ³	Dry Density	1.66 Mg/m ³
Initial Voids Ratio	0.6289	Degree of Saturation	85.77 %
Dry or Submerged	Submerged		
Comments			

Settlement Vs Square Root Time

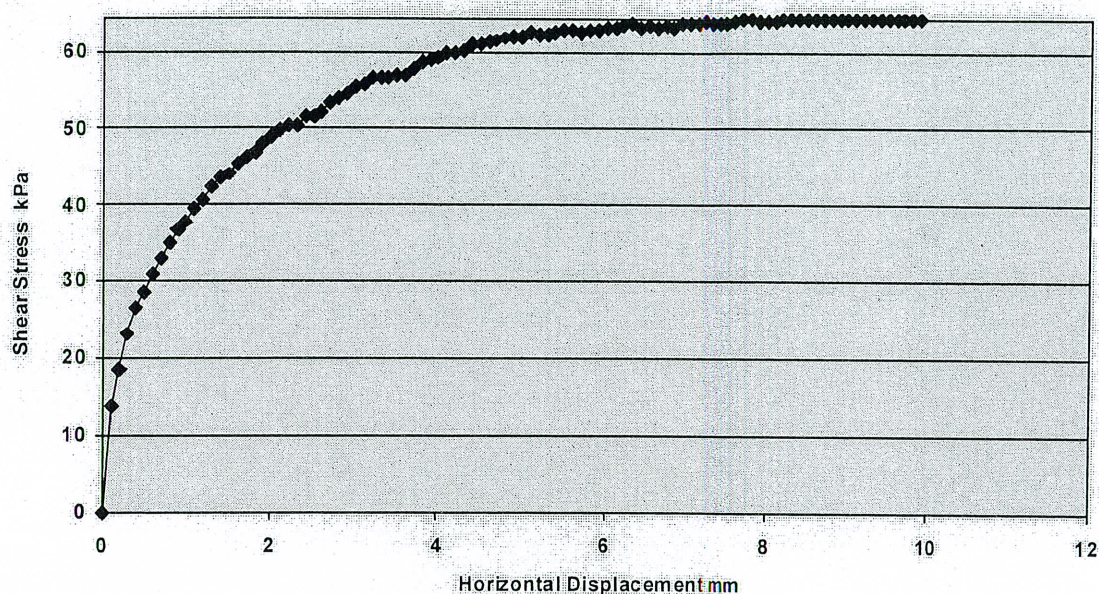


Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)

ZAG LJUBLJANA

Client	ZAG	Specimen	A
Project	MOST PONIKVE	Job	G 12-11
Depth	2.1-2.4 m	Borehole	V-2

Shear Stress Vs Displacement



Rates of Horizontal
Displacement

Stage 1: 0.0100mm/min

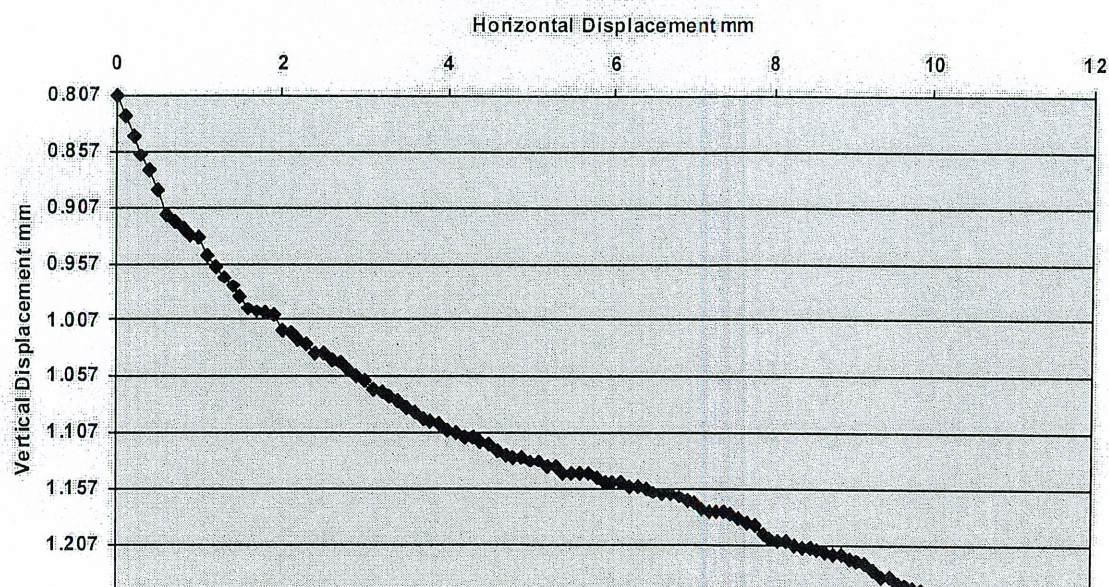


Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)



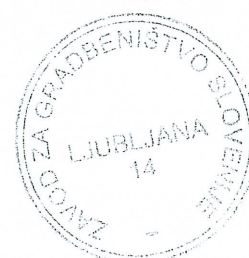
Client	ZAG	Specimen	A
Project	MOST PONIKVE	Job	G 12-11
Depth	2.1-2.4 m	Borehole	V-2

Change in Specimen Thickness Vs Displacement



Conditions at Failure	
Applied Normal Stress	100.0 kPa
Maximum Shear Stress	64.4 kPa
Horizontal Deformation	8.392 mm
Residual Shear Stress	0.0 kPa
Vertical Deformation	1.210 mm
Cumulative Horizontal Displacement	9.893 mm

Date:	8.6.2011
-------	----------



Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)

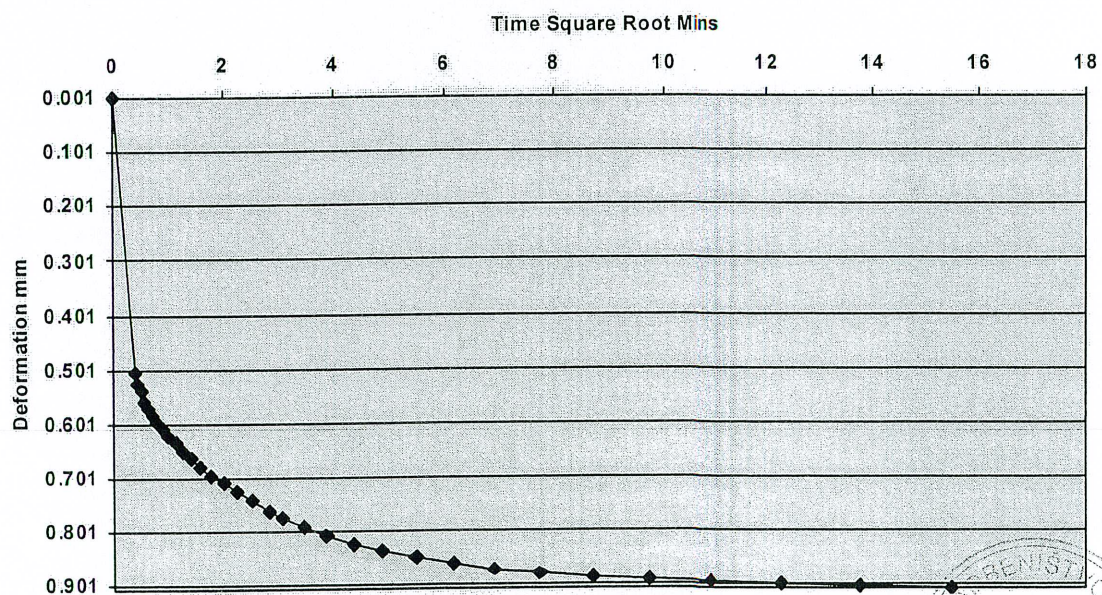


Client	ZAG	Specimen	B
Project	MOST PONIKVE	Job	G 12-11
Depth	2.1-2.4 m	Borehole	V-2

Test Details			
Standard	SIST-TS CEN ISO/TS 17892-10:2004	Particle Density	2.71 Mg/m ³
Sample Type	Core sample	Single or Multi Stage	Single Stage
Lab. Temperature	22.0 deg.C	Location	
Sample Description	Neporusen		
Variations from procedure	None		

Specimen Details			
Specimen Reference	B	Description	
Depth within Sample	0.00mm	Orientation within Sample	
Initial Height	19.560 mm	Area	3574.40 mm ²
Preparation		Initial Moisture Content	19.6 %
Bulk Density	2.02 Mg/m ³	Dry Density	1.69 Mg/m ³
Initial Voids Ratio	0.6031	Degree of Saturation	88.09 %
Dry or Submerged	Submerged		
Comments			

Settlement Vs Square Root Time

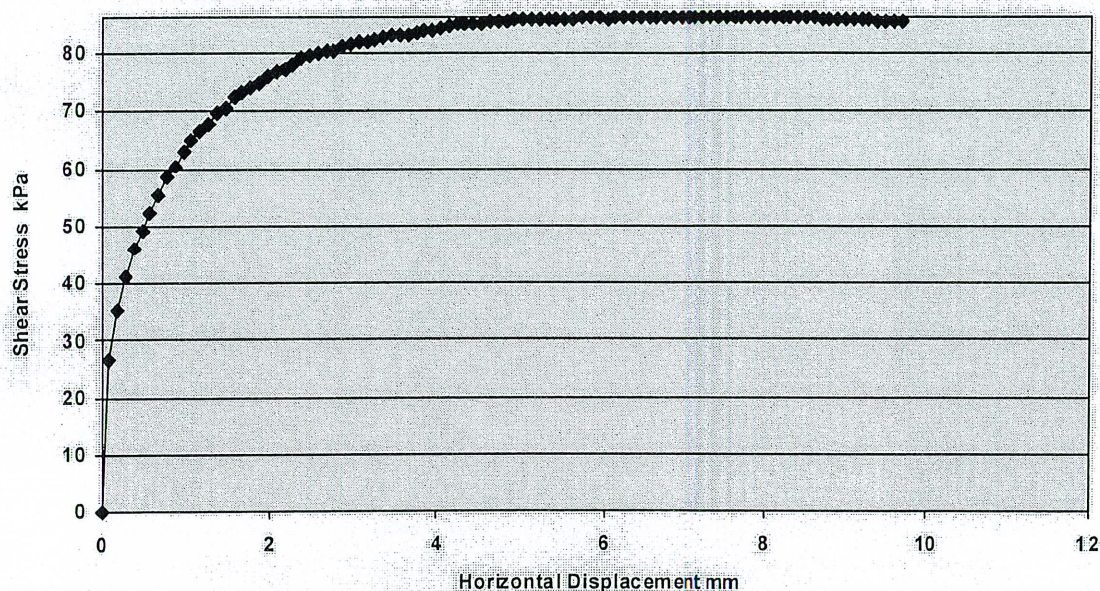


Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)

ZAG LJUBLJANA

Client	ZAG	Specimen	B
Project	MOST PONIKVE	Job	G 12-11
Depth	2.1-2.4 m	Borehole	V-2

Shear Stress Vs Displacement



Rates of Horizontal
Displacement

Stage 1: 0.0100mm/min

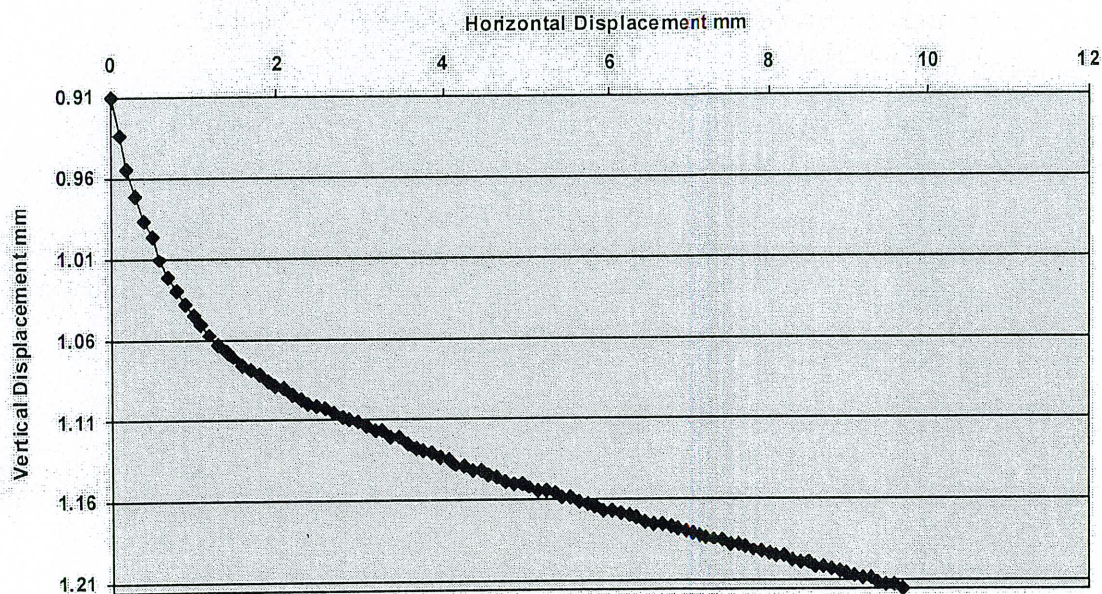


Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)



Client	ZAG	Specimen	B
Project	MOST PONIKVE	Job	G 12-11
Depth	2.1-2.4 m	Borehole	V-2

Change in Specimen Thickness Vs Displacement



Conditions at Failure	
Applied Normal Stress	150.0 kPa
Maximum Shear Stress	86.5 kPa
Horizontal Deformation	6.220 mm
Residual Shear Stress	0.0 kPa
Vertical Deformation	1.170 mm
Cumulative Horizontal Displacement	9.675 mm

Date: 8.6.2011



Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)

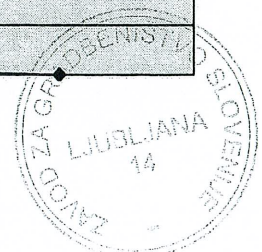
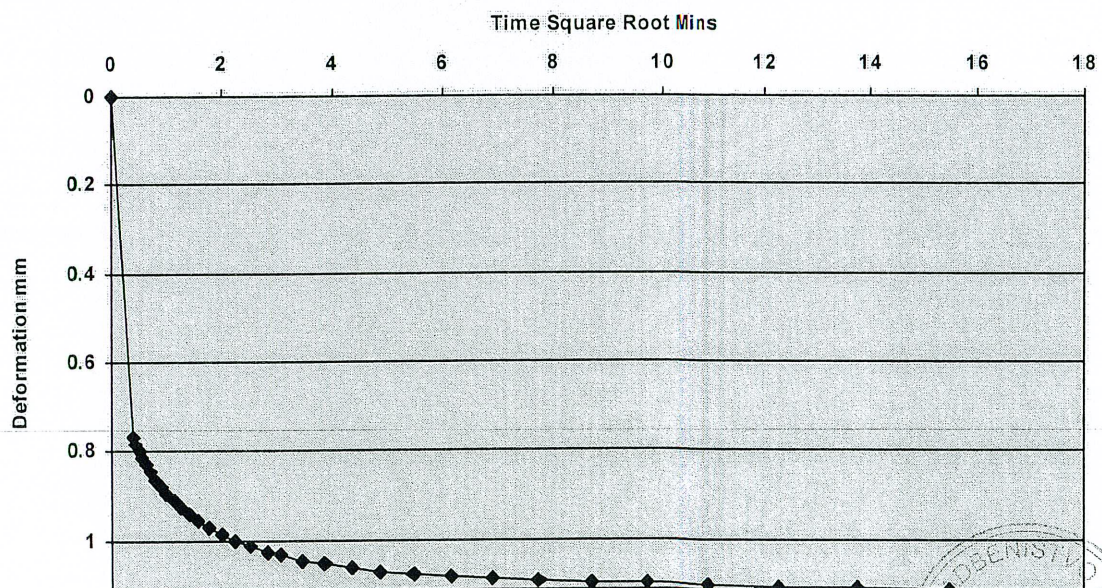
ZAG LIUBLJANA

Client	ZAG	Specimen	C
Project	MOST PONIKVE	Job	G 12-11
Depth	2.1-2.4 m	Borehole	V-2

Test Details			
Standard	SIST-TS CEN ISO/TS 17892-10:2004	Particle Density	2.71 Mg/m ³
Sample Type	Core sample	Single or Multi Stage	Single Stage
Lab. Temperature	22.0 deg.C	Location	
Sample Description	neporusen		
Variations from procedure	None		

Specimen Details			
Specimen Reference	C	Description	
Depth within Sample	0.00mm	Orientation within Sample	
Initial Height	19.560 mm	Area	3574.40 mm ²
Preparation		Initial Moisture Content	19.3 %
Bulk Density	1.99 Mg/m ³	Dry Density	1.66 Mg/m ³
Initial Voids Ratio	0.6278	Degree of Saturation	83.34 %
Dry or Submerged	Submerged		
Comments			

Settlement Vs Square Root Time

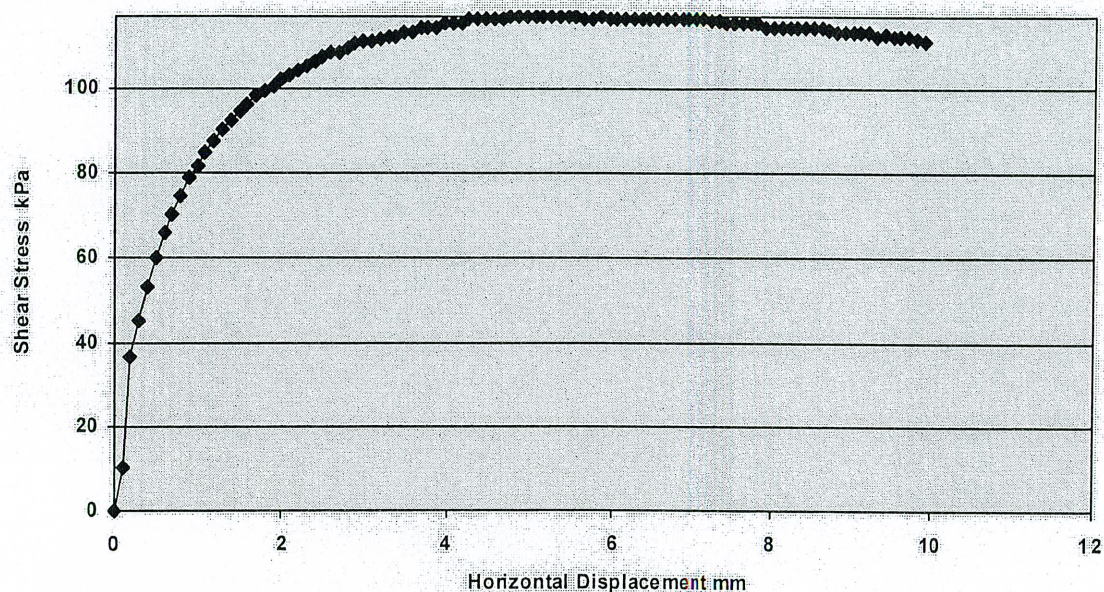


Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)



Client	ZAG	Specimen	C
Project	MOST PONIKVE	Job	G 12-11
Depth	2.1-2.4 m	Borehole	V-2

Shear Stress Vs Displacement



Rates of Horizontal
Displacement

Stage 1: 0.0100mm/min

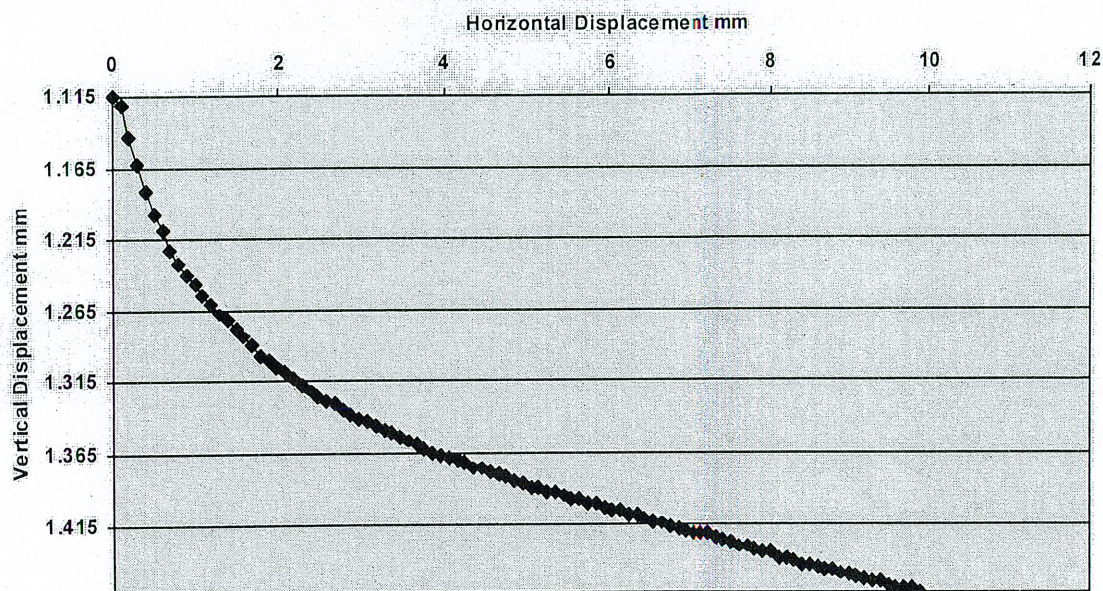


Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)

ZAG LIUBLJANA

Client	ZAG	Specimen	C
Project	MOST PONIKVE	Job	G 12-11
Depth	2.1-2.4 m	Borehole	V-2

Change in Specimen Thickness Vs Displacement



Conditions at Failure	
Applied Normal Stress	200.0 kPa
Maximum Shear Stress	117.1 kPa
Horizontal Deformation	5.040 mm
Residual Shear Stress	0.0 kPa
Vertical Deformation	1.389 mm
Cumulative Horizontal Displacement	9.885 mm

Date: 8.6.2011



Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)

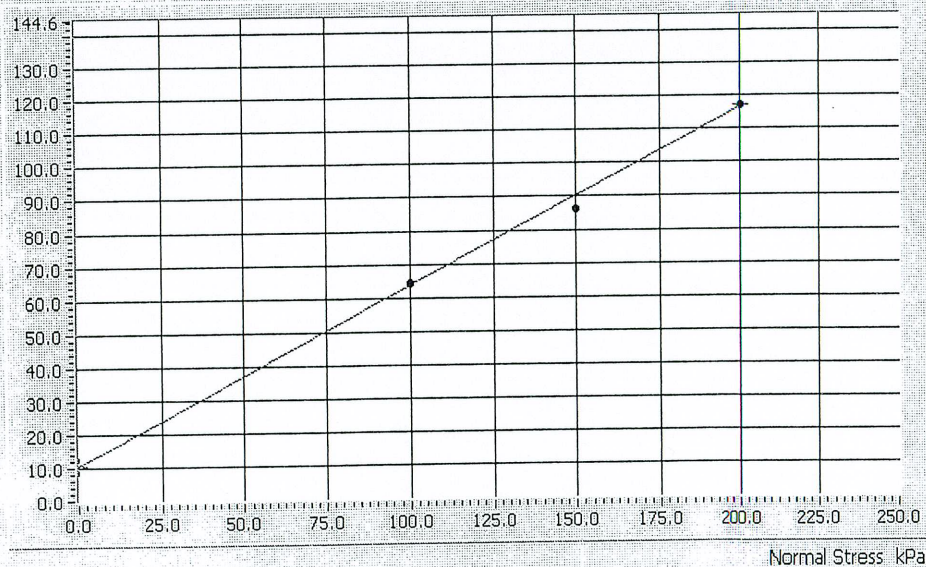


Test Summary

Reference	A	B	C	
Applied Normal Stress	100.0 kPa	150.0 kPa	200.0 kPa	
Peak Strength	64.4 kPa	86.5 kPa	117.1 kPa	
Corresponding Horizontal Displacement	8.392 mm	6.220 mm	5.040 mm	
Residual Shear Stress				
Rate(s) of Shear Displacement	Stage 1: 0.0100mm/min	Stage 1: 0.0100mm/min	Stage 1: 0.0100mm/min	
Final Height	18.31 mm	18.35 mm	18.10 mm	
Cumulative Displacement	9.893 mm	9.675 mm	9.885 mm	
Number of Traverses	1	1	1	

Maximum Shear Stress vs Normal Stress

Peak Shear Stress kPa



Peak ●

Angle of Shear Resistance
 Degrees

Cohesion
 kPa

