

GEOTEHNIČNO POROČILO O RAZISKAVAH TAL IN POGOJIH TEMELJENJA (PRELIMINARNO POROČILO)

Objekt: **STANOVANJSKO NASELJE »OPPN ROŽNIK«**

Lokacija: **LJUBLJANA, POD HRIBOM 55**

Naročnik: **INR družba za investicije in razvoj d.o.o.
Pod Hribom 55, SI-1000 Ljubljana**

Št. poročila: GEO013-01-2022 OPPN ROŽNIK-LJUBLJANA
Datum: MAJ 2022

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

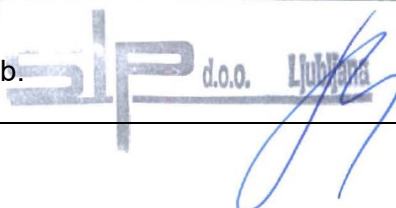
GORAZD STRNIŠA
univ. dipl. inž. grad.
IZS G-1623

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

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

SLP d.o.o. LJUBLJANA

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



VSEBINA

T.1	SPLOŠNO	3
T.1.2	Pregled opravljenih preiskav na vplivni okolici	4
T.1.3	Raziskovalna dela	4
T.1.3.1	Sondažno vrtanje	4
1.4	Inženirsko-geološki pregled terena	7
T.2	GEOTEHNIČNE RAZMERE	8
T.2.1	Geotehnični pregled posameznih slojev	8
T.2.2	Hidrogeološke razmere	9
T.2.3	Seizmičnost terena	10
T.3	GEOTEHNIČNO PROJEKTIRANJE	10
T.3.1	Opis načrtovanega posega in konstrukcije	10
T.3.2	Uporabljeni standardi	12
T.3.3	Primernost lokacije	12
T.3.4	Geotehnični projektni izračuni	12
T.3.4.1	Nosilnost tal in posedki	12
T.3.4.2	Nosilnost pilotov	12
T.4	GEOTEHNIČNI MONITORING	13
T.5	ZAKLJUČEK	14

Kazalo slik

Slika 1:	Lokacija izvedenih raziskav	3
Slika 2:	Rezultati SPT testov in enoosne tlačne trdnosti (RP) po globini	6
Slika 3:	Lokacija sondažne vrtine V-3 (levo) in V-1 na predmetni lokaciji (desno)	6
Slika 4:	Geološka karta lokacije (GEOZS OGG100.geo-zs.si)	7
Slika 5:	Tipičen geotehnični presek raziskane lokacije	8
Slika 6:	Tlorisna situacija kleti objektov iz OPPN	10
Slika 7:	Tlorisna situacija objektov iz OPPN	11
Slika 8:	Zasnova predvidenih objektov v 3D prikazu in pozicija vrtin	11

Kazalo tabel

Preglednica 1:	Pregled izvedenih preiskav tal	4
Preglednica 2:	Pregled izvedenih SPT preiskav s korekcijo	5
Preglednica 3:	Tipična sestava in geotehnični opis tal	9
Preglednica 4:	Ocena nosilnosti pilotov	13

PRILOGE

1 SITUACIJA

2 GEOTEHNIČNI PRESEKI

3 IZRAČUNI

4 RAZISKAVE

T.1 SPLOŠNO

Na območju OPPN 214 ROŽNIK, ki vključuje zemljišča s parcelnimi številkami 985/3, 985/4, 985/5 in 985/6 ter dele parcel 985/2, 986/11, 999/4, vsa k.o. 1739 Zgornja Šiška, se namerava zgraditi STANOVANJSKA SOSESKA. Za potrebe projektiranja temeljenja nove soseske, na lokaciji ob Ulici Pod hribom, v Ljubljani, so bile izvedene preliminarne geotehnične raziskave tal s sondažnimi vrtinami in hidrogeološke raziskave.

Namen preiskav je bil, da se ugotovi sestava tal in trdnostno-deformacijske karakteristike tal za geotehnične izračune in analize ter nivoje talne vode.



Slika 1: Lokacija izvedenih raziskav

Za potrebe izdelave preliminarne geotehnične poročila smo imeli na razpolago naslednjo tehnično dokumentacijo:

- [1] geodetski posnetek področja,
- [2] arhitekturno zazidalno situacijo iz OPPN 214 ROŽNIK (december 2021),
- [3] tloris objektov in karakteristične prereze (črtne skice)
- [4] predvidene kote +/- 0.00 posameznih objektov
- [5] arhivsko geotehnično poročilo o raziskavah temeljnih tal, pogojih temeljenja in pogojih izvedbe gradbene jame za PRIZIDEK 6a,b,c (med objektom 6 ENERGOPLANA in Matjanovo potjo) v območju urejanja SR 1/5 - TIVOLI, Šišenski hrib, november 2000, št. poročila: 16/00, ŠTERK, Grafika Geomehanika, Vojmir Šterk s.p.

Projektiranje stanovanjske soseske je še v idejni fazi. Predvidena je podkletitev vseh sedmih objektov. Objekti so predvideni v etažnosti K+P+2+2T. Predvidene kote +/-0.00 bodo različne glede na konfiguracijo terena, od +306.0m NMV do +309.60 m NMV. Ostalih podatkov v tej fazi načrtovanja temeljenja objektov še nismo prejeli.

Na podlagi arhivskih podatkov o sestavi tal, terenskega ogleda, rezultatov izvedenih geomehanskih terenskih in laboratorijskih raziskav s tem poročilom podajamo podatke o sestavi tal.

Preliminarno geološko-geotehnično poročilo smo izdelali skladno s SIST EN 1997:1-2005 in SIST EN 1997:2-2007 ter skladno z drugimi veljavnimi predpisi in standardi iz obravnavanega področja.

T.1.2 Pregled opravljenih preiskav na vplivni okolici

Na lokaciji so bile izvedene tri (3) sondažne vrtine, ki so se po končanju vrtanja opremile kot piezometri za opazovanje nihanja talne vode.

Na področju novogradnje smo od naročnika prejeli arhivske podatke iz leta 2000 o rezultatih vrtanja na dveh lokacijah. Dve že izvedeni sondažni vrtini imata podobno sestavo tal kot nove tri izvedene sonde.

T.1.3 Raziskovalna dela

V spodnji preglednici so prikazani osnovni podatki o izvedenih preiskavah tal.

Preglednica 1: Pregled izvedenih preiskav tal

Oznaka	Datum sondiranja	Globina sondiranja [m]	OPOMBA	Lokacija		
				NMV	x	y
V-1	17.02.2022	31.0	6xSPT; Piezo	305.74	459628.77	103159.36
V-2	15.02.2022	28.0	6xSPT; Piezo	307.90	459531.30	103195.11
V-3	14.02.2022	15.0	5xSPT; Piezo	305.28	459563.53	103128.96

LEGENDA:

SPT Standardni penetracijski test izveden v vrtini na določeni globini

Piezo..... Vse vrtine so opremljene kot piezometer za opazovanje nihanja podtalnice

Skupno je bilo izvedeno 74 m' vrtanja in 17 kom SPT testov med vrtanjem v vrtinah.

V vseh treh vrtinah so se izvedli piezometri s polnimi in filtrskimi cevmi, odvisno od hidrogeološke sestave tal. Podrobnosti so opisane v HG poročilu podjetja ALFAGEO d.o.o., Ljubljana.

T.1.3.1 Sondažno vrtanje

Vrtalna ekipa podjetja ROVS d.o.o., Ljubljana, je v dneh med 14.02.2022 in 18.02.2022, z vrtalno garnituro Comacchio GEO 305, izvedla tri vrtine. Vrtanje je potekalo rotacijsko in zabijalno z enojnim jedernikom in s kontinuiranim jedrovanjem. Vrtina je bila med vrtanjem zacevljena do konca vrtanja. Na jedru vrtine smo opravili vizualno USCS klasifikacijo zemljine.

Popis vrtin po USCS klasifikaciji, rezultati meritev z žepnim penetrometrom ter fotografije jedra izvedenih vrtin, so v prilogi tega poročila. Med vrtanjem vzorcev zemljin za potrebe izvedbe geomehanskih laboratorijskih preiskav smo odvzeli 7 kom vzorcev iz različnih globin.

Med vrtanjem so bili v vrtini, v nekoherentnih zemljinah, izvajani standardni penetracijski testi (SPT). Rezultat SPT preizkusov je število udarcev standardiziranega bata, potrebnih za penetracijo standardiziranega drogova v tla za 15cm (predstopnja) ter nato na isti globini še število udarcev bata za penetracijo drogova v tla za 30cm (N15/N30). Oprema

vrtalnega stroja za izvedbo SPT preiskav, ki ga je vrtalec uporabljal (GEO 305), zagotavlja koeficient prenosa energije v tla $k_{60}=1,55$. Ta podatek smo uporabili pri določitvi materialnih karakteristik temeljnih tal, kot je to prikazano v preglednici št. 2.

Preglednica 2: Pregled izvedenih SPT preiskav s korekcijo

$$N_{160} = N \cdot k_{60} \cdot \kappa \cdot \lambda \cdot CN$$

$$N_{60} = N \cdot k_{60} \cdot \kappa \cdot \lambda$$

OPPN ROŽNIK-SPT **KOREKCIJA SPT , N merjen - N₆₀**

	L	N _{merjen}	Lv	γ	σ'	CN	k ₆₀	λ	κ	N ₆₀	N ₁₆₀	Opis
V-1 305,74	2,5	8	5,0	18	45	1,49	1,55	0,82	0,8	8	12	SM
	5,0	14	5,0	18	90	1,05	1,55	0,92	0,8	16	17	SM
	8,0	18	5,0	18	114	0,94	1,55	1,00	0,8	22	21	SM
	15,0	23	5,0	19	185	0,74	1,55	1,00	0,8	29	21	GP/SP
	19,0	13	5,0	18	202	0,70	1,55	1,00	0,8	16	11	CL/ML
	31,0	200	5,0	20	360	0,53	1,55	1,00	0,8	248	131	HRIBINA
V-2 307,9	2,5	10	3,0	20	50	1,41	1,55	0,82	0,8	10	14	NASIP
	5,0	6	3,0	18	70	1,20	1,55	0,92	0,8	7	8	CL/ML
	8,0	13	3,0	19	102	0,99	1,55	1,00	0,8	16	16	GM/SM
	11,0	10	3,0	19	129	0,88	1,55	1,00	0,8	12	11	SM
	15,0	22	3,0	18	150	0,82	1,55	1,00	0,8	27	22	CL/ML
	28,0	257	3,0	20	310	0,57	1,55	1,00	0,8	319	181	HRIBINA
V-3 305,28	3,0	4	1,0	18	34	1,50	1,55	0,84	0,8	4	6	CL/ML
	5,0	4	1,0	18	50	1,41	1,55	0,92	0,8	5	6	CL/ML
	8,5	13	1,0	18	78	1,13	1,55	1,00	0,8	16	18	CL/ML
	11,5	11	1,0	18	102	0,99	1,55	1,00	0,8	14	14	CL/ML
	15,2	32	1,0	19	146,8	0,83	1,55	1,00	0,8	40	33	PREPERINA

OCENA TRDNOSTNIH KARAKTERISTIK

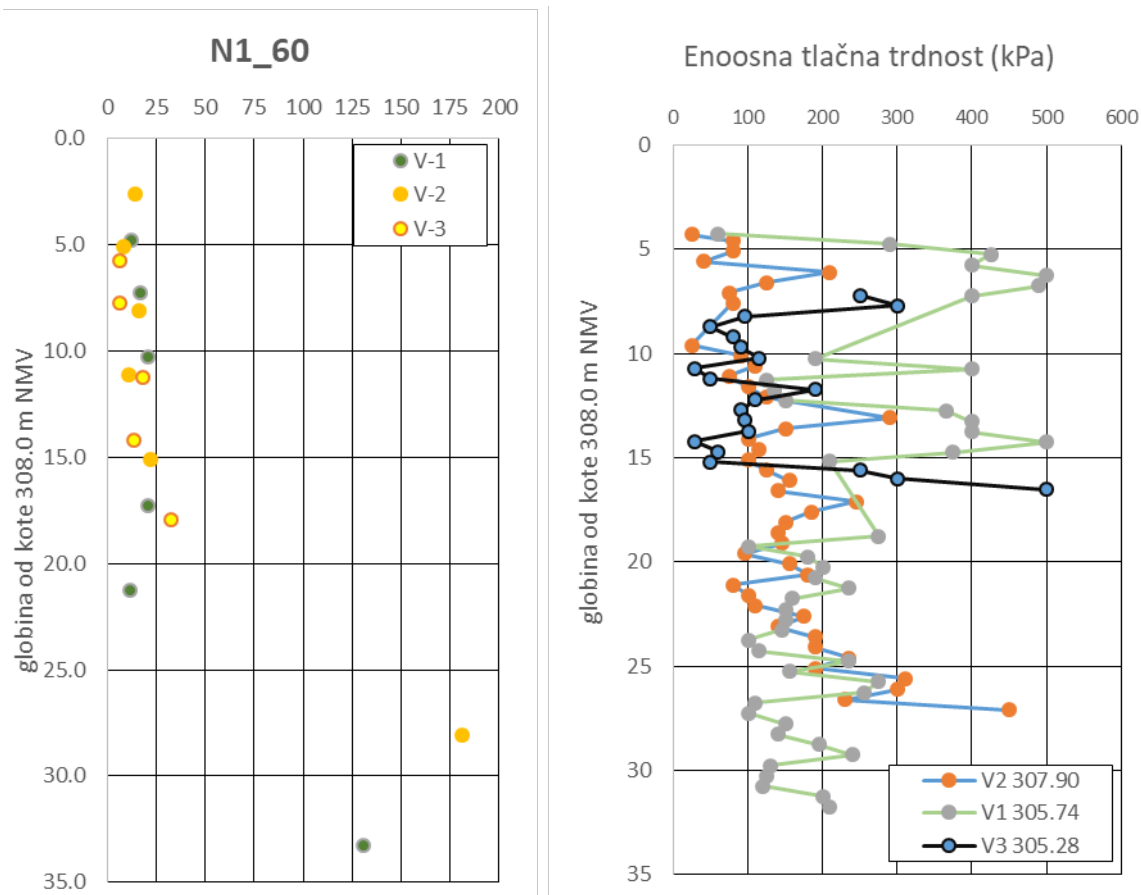
NEKOHERENTNA ZEMLJINA

N	FI	M-S	M-G	
ud/ 30cm	stop.	MPa	MPa	
3	28	1	2	zelo rahlo
4	28	3	4	rahlo-zelo
10	30	8	15	rahlo
30	36	15	40	srednje g
50	41	30	65	gosto
80	42	50	80	zelo g

KOHERENTNA ZEMLJINA

N	qu	Mv	
ud/ 30cm	kPa	MPa	
1	10	0.4	židko
2	25	0.5	židko-lah. gnetno
4	50	1	lahko gnetno
8	100	2	srednje gnetno
15	200	5	težko gnetno
30	400	20	poltrdno
50	600	40	trdno

konsistenca zemljine	Indeks konsist. Ic	enoosna tlačna trdnost q _u (kPa)	nedrenirana strižna trdnost c _u (kPa)
židka do lahko gnetna	0	0	0
lahko gnetna	0,25	25	12,5
srednje gnetna	0,50	50	25,0
težko gnetna	0,75	100	50,0
poltrdna	1,00	200	100,0
	1,25	400	200,0



Slika 2: Rezultati SPT testov in enoosne tlačne trdnosti (RP) po globini



Slika 3: Lokacija sondažne vrtnice V-3 (levo) in V-1 na predmetni lokaciji (desno)

Povprečna vrednost N_{160} do globine 5 m je 10 (od 6 do 17), v območju od 8-15 m je vrednost 16 (od 11 do 21), v preperini in v kompaktnem meljevcu (hribini) pa preko 150.

Sloji težko gnetene meljaste gline, mestoma s peskom in prodrom imajo N_{160} med 11 do 20.

1.4 Inženirsko-geološki pregled terena

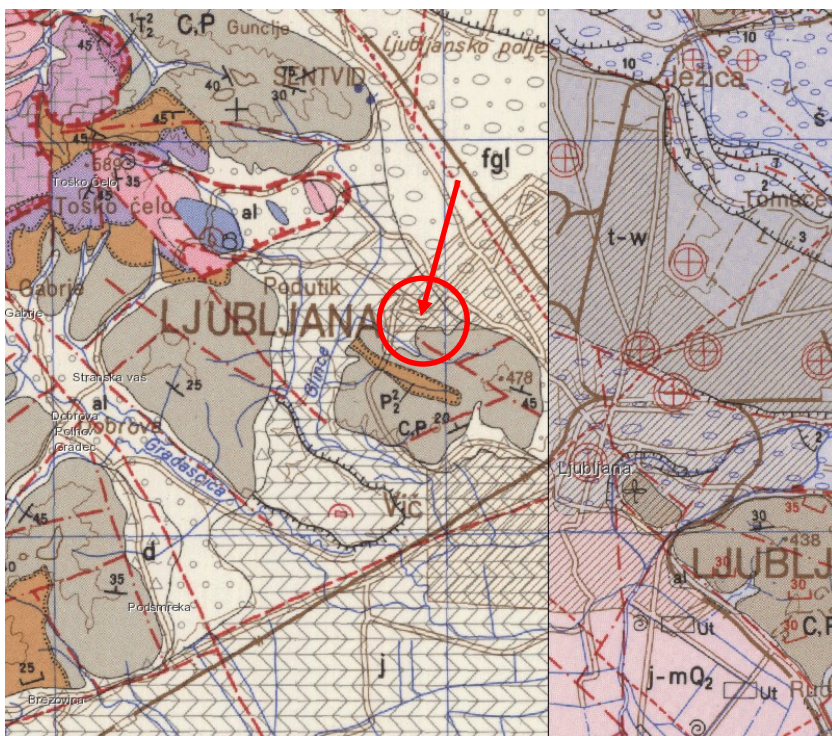
Lokacija na južni strani meji na hrib Rožnik in Matjanovo pešpot, na zahodni strani na pas gozda, kjer zelene površine preko ceste Večna pot prehajajo v stanovanjsko sosesko ob Koseškem bajerju, na severni strani območje omejuje ulica Pod hribom z že obstoječo pretežno eno stanovanjsko pozidavo, na vzhodni strani območje meji pa kmetijske in stanovanjske površine. Bodoča gradnja se nahaja južno ob Ulici Pod hribom, cca 150 m v smeri od križišča Šišenske ceste, Večne poti in Pod Hribom na lokaciji bivšega podjetja ENERGOPLAN d.d., v Ljubljani-Šiška.

Šišenski hrib sestavlja geološko gledano, na površju nekaj metrov debela plast glinaste preperine z gruščem, pod njo pa sledi permokarbonski skrilavi glinovec in meljevec s peščenjaki in z lečami gline. Vznóžje hriba sestavlja rjava deluvialna peščena glina, zaglinjen grušč hudournikov ter umetni nasip sestavljen iz odpadnega gradbenega materiala, grušča in proda. Po preperinski plasti v pobočju se preceja padavinska voda, ki se zadržuje v dnu pobočja na neprepustnih glinastih plasteh, se formira kot lebdeča podtalnica, ki odteka proti vzhodu in se izliva v globoko podtalnico ljubljanskega polja. Horizont viseče podtalnice je v vznóžju Šišenskega hriba plitvo pod površino.

Območje gradnje se nahaja na razmeroma razgibanem terenu. Kota terena niha med cca. +305.5 m do +307.8 m NMV ob cesti Ulica Pod hribom in med cca +311.3 do +309.6 m NMV na zahodnem delu lokacije prosti gozdu.

Na lokaciji je več pisarniških objektov in skladišč, parkirišč in deponije gradbenega materiala in opreme, ki se rušijo in odstranijo pred gradnjo.

Obstoječi najbližji objekti etažnosti P+2 ne kažejo poškodb, ki bi nastale kot posledica geotehničnih razmer.



j: Jezerski in barski sedimenti

Slika 4: Geološka karta lokacije (GEOZS OGK100.geo-zs.si)

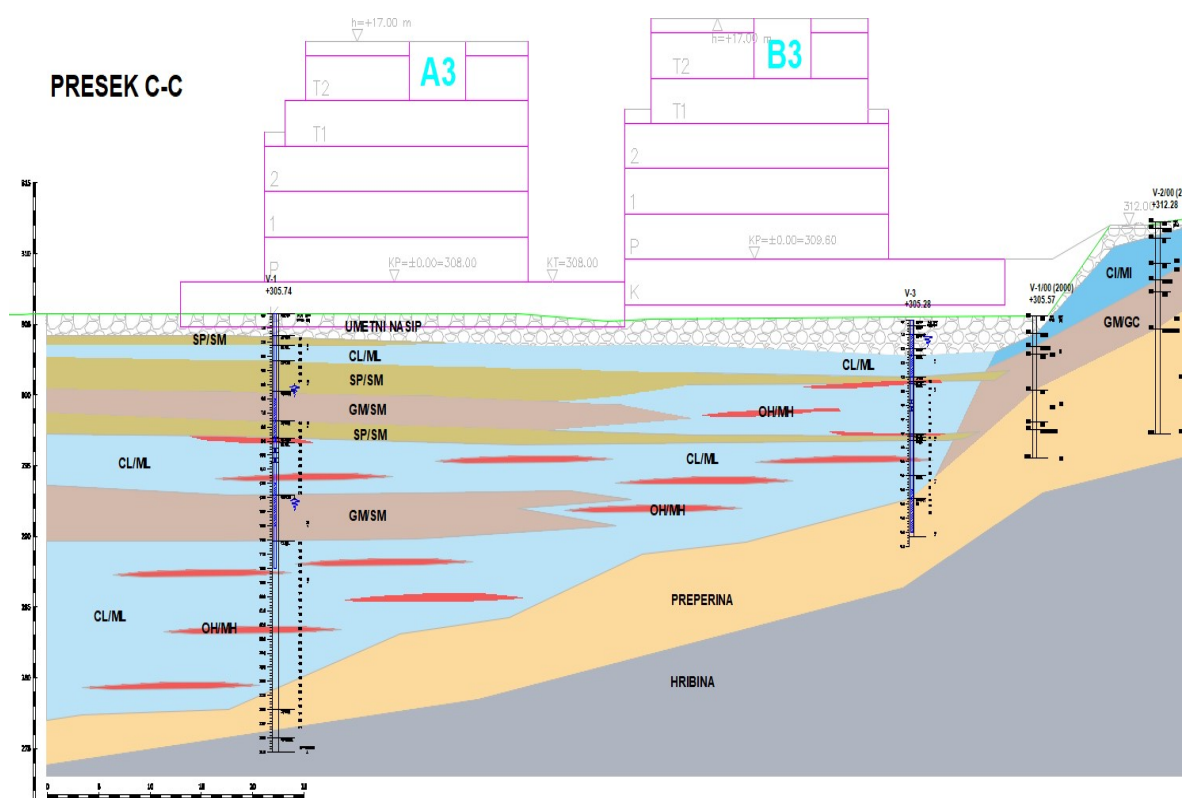
Za območje gradnje je ocenjena srednja stopnja nevarnosti lokalnega plazanja, ki pa ne more ogroziti predvidenih objektov.

T.2 GEOTEHNIČNE RAZMERE

T.2.1 Geotehnični pregled posameznih slojev

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

1. Površina je prekrita z umetnim nasipom v debelini od 1.5m (V-1) do 4m (V-2).
2. Pod nasipom so glinasti melji, ki so lokalno prekinjeni ali mešani s pretežno pobočnimi peski in grušči. Razporeditev gruščev in peskov je zelo neenakomerna. Slojev, kjer prevladujejo nekoherentni materiali je v izvedenih vrtinah po ocenah od 20% do 30%.
3. V globini od 12.5m (V-3) do 28m (V-1) se pojavi plast preperine hribinske podlage.
4. Pod preperino je hribina v obliki kompaktnega in trdnega, nestisljivega meljevca in peščenjaka.



Slika 5: Tipičen geotehnični presek raziskane lokacije

Za prevladujoč sloj gline z meljem (CL/ML) je bilo v laboratoriju ugotovljeno, da ima sledeče drenirane karakteristike:

Kohezija je od 5 do 10 MPa; Strižni kot pa od 25 do 27 °.

Tudi moduli stisljivosti sloja CL/ML so dokaj različni, od manj kot 3 do 6 MPa.

Nedrenirane strižne trdnosti tudi dokaj varirajo, saj so bile izmerjene od 100 do preko 200 kPa, v povprečju pa od 120 do 150 kPa; nedrenirano strižno trdnost lahko torej privzamemo cca 60 kPa.

Za nadaljnje računske analize lahko privzamemo geomehanske karakteristike tal za značilne sloje zemljin, kot je prikazano v preglednici 3.

Preglednica 3: Tipična sestava in geotehnični opis tal

Ozn.	Opis sestave tal		N ₁₆₀	R _p	c _u	c'	φ'	M _v	k
			ud/30cm	kPa		kPa	°	MPa	m/s
1	NASIP	Umetni nasip, iz močno zameljenega in zaglinjenega proda in peska, pomešan z organsko zemljino črne barve, ostanki preperelih koščkov opeke, vidni gradbeni odpadki.	<=10				29	10	1E-5
2	CL/ML	Glina z meljem, mestoma peščena, težko gnetne konsistence, svetlo rjave in sivo oker barve, mestoma temno rjave, lokalno organski melj črne barve.	8-15	100-250 (120)	60	10 (5)	27 (25)	3-6 (4)	1E-8
3	OH/MH	Visoko plastičen organski melj, temno rjav do črn.		50	25	1	21	>2	1E-9
4	SP/SM	Meljni pesek mestoma s koščki peščenjaka, svetlo rjave do oker barve	14-18				30	15	1E-6
5	GM/SM	Rahlo zameljen prod in pesek, sive barve, prodniki povprečno 20-30mm, mestoma do 50mm.	12-23				32	25	5E-6
6	PREP	Preperel meljevec, mestoma s koščki peščenjaka, svetlo rjave in oker barve, suh	150	>400	>200	80	27	>90	1E-9
7	HRIBINA	Trden meljevec in peščenjak, svetlo rjave do sivo zelene barve, suh.	200			100	30	>200	1E-9

T.2.2 Hidrogeološke razmere

Hidrogeološke razmere so bolj podrobno opisane v hidrogeološkem poročilu HG09142022. Iz HG poročila lahko povzamemo, da so tla srednje do slabo prepustna. Značilen je sub arteški novo podzemne vode. Pravi subarteški nivo podzemne vode je mogoče ugotoviti s CPTu preiskavami, ki jih predlagamo kot del dodatnih raziskav.

Po preperinski plasti v pobočju se preceja padavinska voda, ki se zadržuje na obravnavanem področju kot lebdeča podtalnica, ki odteka proti vzhodu in se izliva v globoko podtalnico ljubljanskega polja.

Talna voda se je med vrtanjem pojavila v vrtini V-1 na globini 5m oz. na koti +300.7 m, pri vrtini V-2 na globini 3 m oz. na koti +304.9 m in pri vrtini V-3 (pod hribom) na globini 1 m oz. na koti +304.2 m NMV.

Talna vode v globlje ležečih pretežno nekoherentnih slojih, ki so povezani z zaledjem, je v sub arteškem tlaku, kar je tudi vidno iz nivojev vode v piezometrih (V-1: 5m>1m, V-2: 3m>2.6m V-3: 1m>0.6m).

Po javno dostopnih podatkih se lokacija objektov nahaja na mestu kjer raščena tla niso poplavljeni pri 100 in 500 letnih poplavih.

T.2.3 Seizmičnost terena

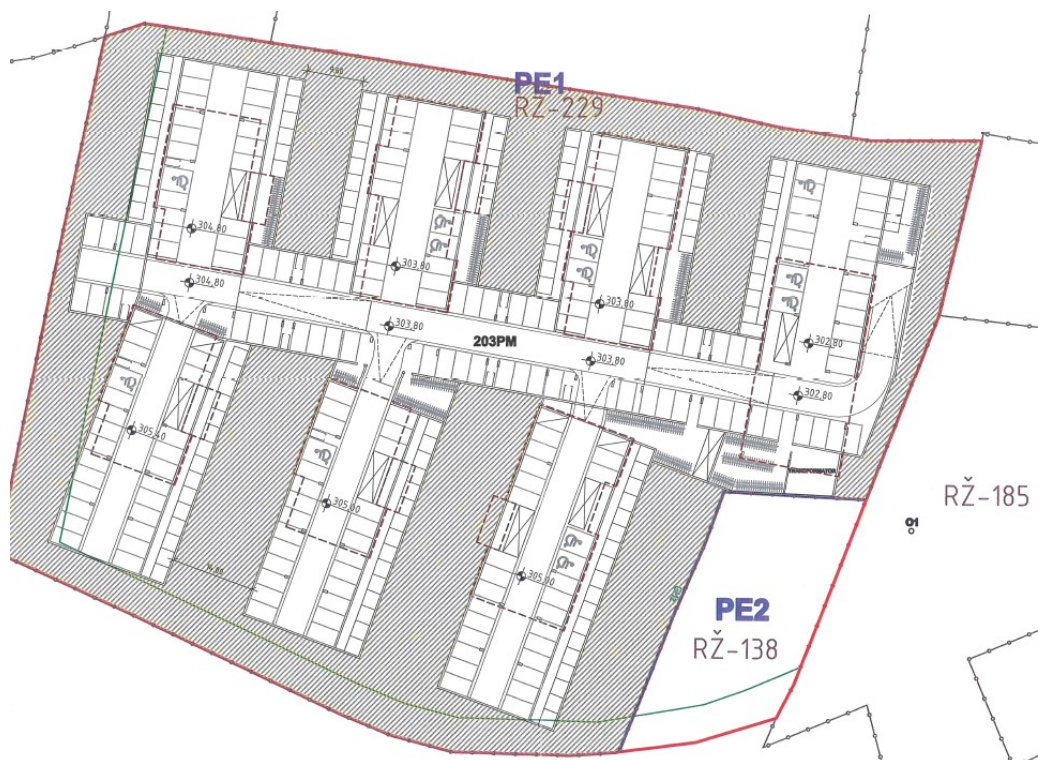
Glede na karto **Potresne nevarnosti Slovenije-projektne pospešek tal**, obravnavana lokacija gradnje sodi na območje s projektnim pospeškom tal **$a_g = 0.250 \text{ g}$** za povratno dobo 475 let. **Po SIST EN 1998-1:2006** tla uvrščamo v **tip D**.

T.3 GEOTEHNIČNO PROJEKTIRANJE

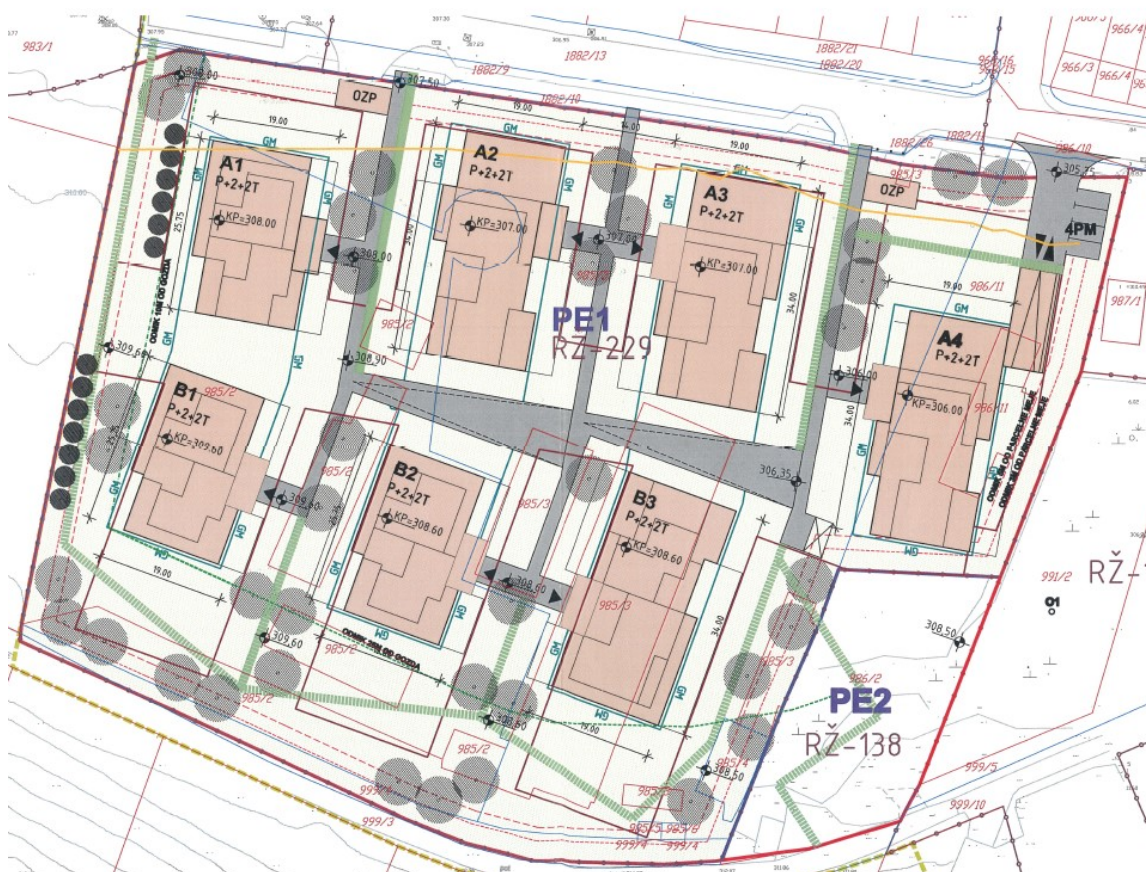
T.3.1 Opis načrtovanega posega in konstrukcije

Predvidena je gradnja sedmih objektov etažnosti K+P+2+2T. Tlorisno so objekti različnih dimenzij od 25.75 x 19m do 34.00 x 19.0 m

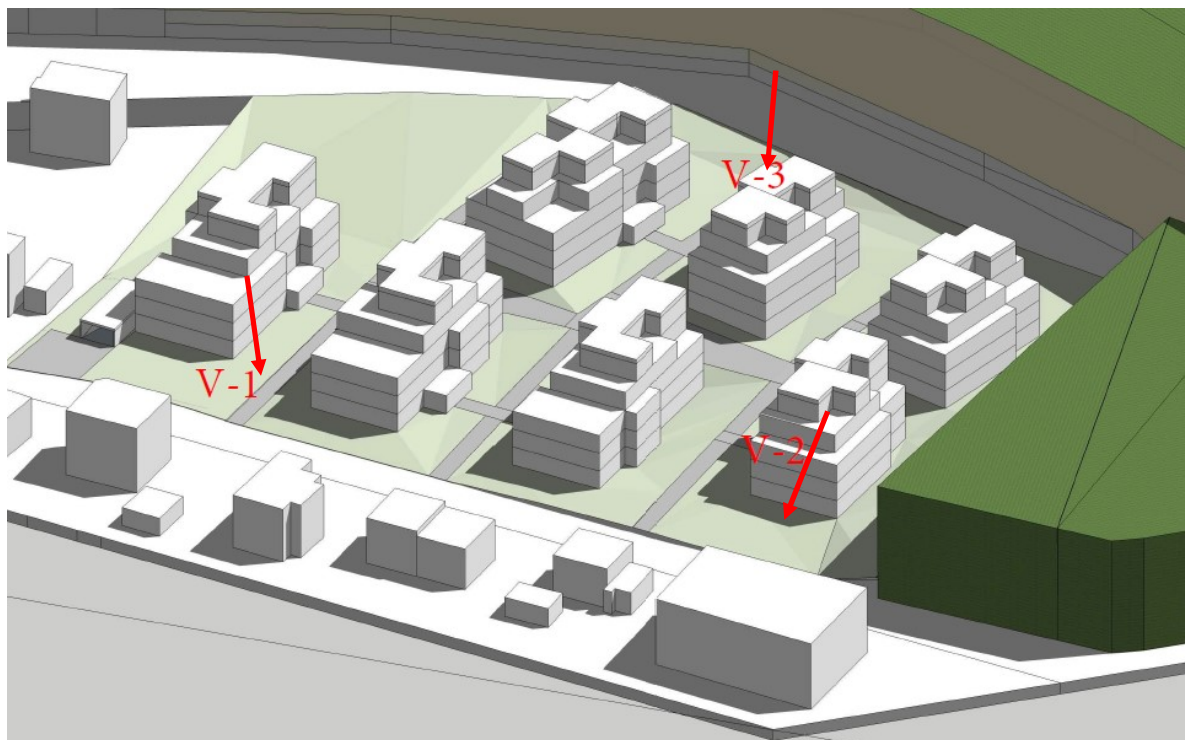
Objekti bodo predvidoma temeljeni na talni AB plošči.



Slika 6: Tlorisna situacija kleti objektov iz OPPN



Slika 7: Tlorisna situacija objektov iz OPPN



Slika 8: Zasnova predvidenih objektov v 3D prikazu in pozicija vrtin

Kota trenutnega terena je med cca. +305.5 m do +307.8 m NMV ob cesti Ulica Pod hribom in med cca +311.3 do +309.6 m NMV na zahodnem delu lokacije proti gozdu, torej med +305.5 m do +309.6 m NMV.

Obremenitve na temelje v tej fazi še niso poznane zato smo jih ocenili. MSU obremenitev od objekta pod talno ploščo je ≈ 105 kPa ($7 \times 13 + 25 \times 0.5$).

T.3.2 Uporabljeni standardi

Geotehnični načrt je pripravljen skladno z evropskim standardom EUROCODE 7-1 za geotehnično projektiranje (SIST EN 1997 -1: 2005).

Pri interpretaciji in analizah so bili upoštevani sledeči pravilniki in standardi:

- Pravilnik o mehanski odpornosti in stabilnosti objektov, UL RS št. 101, 11.11.2005
- SIST EN 1990 EUROCODE 0 – Osnove projektiranja
- SIST EN 1997 EUROCODE 7 – Geotehnično projektiranje
- SIST EN 1998 EUROCODE 8 – Projektiranje potresno odpornih konstrukcij

T.3.3 Primernost lokacije

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

T.3.4 Geotehnični projektni izračuni

Izvedeni so bili izračuni nosilnosti tal za plitvo temeljenje, posedanja in nosilnosti pilotov.

T.3.4.1 Nosilnost tal in posedki

Brez kakršnih koli izboljšav ali zamenjav tal je dopustna obremenitev tal pod temelji na globini cca 1m pod terenom $\sigma_{dop(MSU)} = 160$ kPa, projektna dopustna pa $\sigma_{proj(MSN)} = 230$ kPa.

Računski posedki talne plošče (brez pilotiranja) s stalno MSU obremenitvijo 100 kPa so do 35 cm.

Na mestih, kjer bo samo garažni del objekta bodo posedki minimalni.

T.3.4.2 Nosilnost pilotov

Glede na računske posedke objektov in realno možnost, da bo zaradi neenakomernih preteklih in novih obremenitev prišlo do diferenčnih posedkov in nagibov objekta, razpok v kletni konstrukciji, se predlaga temeljenje objektov na pilotih.

Zaradi neenakomernih računskih posedkov plitvo temeljenih objektov bo prišlo do nagibov objektov in razpok v kletni konstrukciji. Zato se predlaga temeljenje objektov na uvrtnih betonskih pilotih, ki se izvedejo do hribinske podlage.

Glede na sestavo tal so najprimernejši na licu mesta izvedeni betonski uvtani piloti izvedeni z zaščitno kolono.

Pilote je seveda smiselno izvesti do hribine meljevca, ki se glede na trenutno izvedene sonde prične na globinah od 12m do 30 m od trenutnega terena oz. na kotah od +292.7 m do +275.74 m NMV. Kote dna talnih AB plošč so od cca +302.8 m do +305.3 m NMV, kar pomeni dolžine pilotov od 13 do 28 m.

Posedki objekta temeljnega na pilotih bodo zanemarljivo majhni.

V nadaljevanju so tabelarično prikazani informativni izračuni nosilnosti za različne premere in dolžine pilotov.

Preglednica 4: Ocena nosilnosti pilotov

Nosilnost pilotov (kN)					
L(m)	D(m)	0.8	1.0	1.2	1.5
12	Rult	3,779	5,636	7,858	11,875
	Rd	2,454	3,660	5,103	7,711
29	Rult	4,863	7,015	9,542	14,034
	Rd	3,158	4,555	6,196	9,113

LEGENDA:

L (m) Dolžina pilota

D(m) Premer pilota

Rult (kN) Mejna – porušna nosilnost pilota

Rd (kN) Projektni odpor pilota po EC7

Varovanje izkopa gradbene jame

Glede na predvideno globino izkopa in odmik od gradbene parcele, varovanje gradbene jame najverjetneje ne bo potrebno.

V kolikor bi bila zaščita izkopa potrebna pa bo se bo reševalo z zagatnicami ali sidrano torkret steno.

T.4 GEOTEHNIČNI MONITORING

Med izvedbo se objekt po izvedbi kleti in prve etaže objektov se ta opremi s posedalnimi reperji, ki se ob vgradnji in pred tehničnim pregledom posnamejo. Vgraditi se morajo na vogale posameznih objektov.

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

T.5 ZAKLJUČEK

Na območju OPPN 214 ROŽNIK, ki vključuje zemljišča s parcelnimi številkami 985/3, 985/4, 985/5 in 985/6 ter dele parcel 985/2, 986/11, 999/4, vsa k.o. 1739 Zgornja Šiška, se namerava zgraditi STANOVANJSKA SOSESKA.

Za potrebe projektiranja temeljenja nove soseske, na lokaciji ob Ulici Pod hribom, v Ljubljani, so bile izvedene primarne geotehnične raziskave tal s tremi sondažnimi vrtinami, v katere so bili izvedeni piezometri.

Sestava tal je sledeča:

1. Površina je prekrita z umetnim nasipom v debelini od 1.5m (V-1) do 4 m (V-2).
2. Pod nasipom so glinasti melji, ki so lokalno prekinjeni ali mešani s pretežno pobočnimi peski in grušči. Razporeditev gruščev in peskov je zelo neenakomerna. Slojev, kjer prevladujejo nekoherentni materiali je v vrtinah po oceni od 20 do 30%.
3. V globini od 12.5m (V3) do 28m (V1) se pojavi tanka plast preperine hribinske podlage.
4. Pod preperino je hribina v obliki kompaktnega in trdnega, nestisljivega meljevca in peščenjaka.

Glede na računske posedke plitvo temeljenih objektov bo prišlo, zaradi neenakomerne sestave tal in različnih globin bolj stisljivih tal do diferenčnih posedkov, nagibov objektov in razpok v kletni konstrukciji. Zaradi tega se predlaga temeljenje objektov na uvrtenih betonskih pilotih, ki se izvedejo do hribinske podlage.

V okviru izdelave DGD/PZI dokumentacije se izvedejo dodatne vrtine pod vsakim od objektov, torej še štiri vrtine do hribinske podlage in vsaj dve CPTu sondi za ugotavljanje strižnih karakteristik tal in pornih tlakov v sub arteških slojih.

Za izvedbo pilotiranja je potrebno izdelati ustrezen načrt pilotiranja.

Ob izvedbi je potreben geotehnični nadzor.

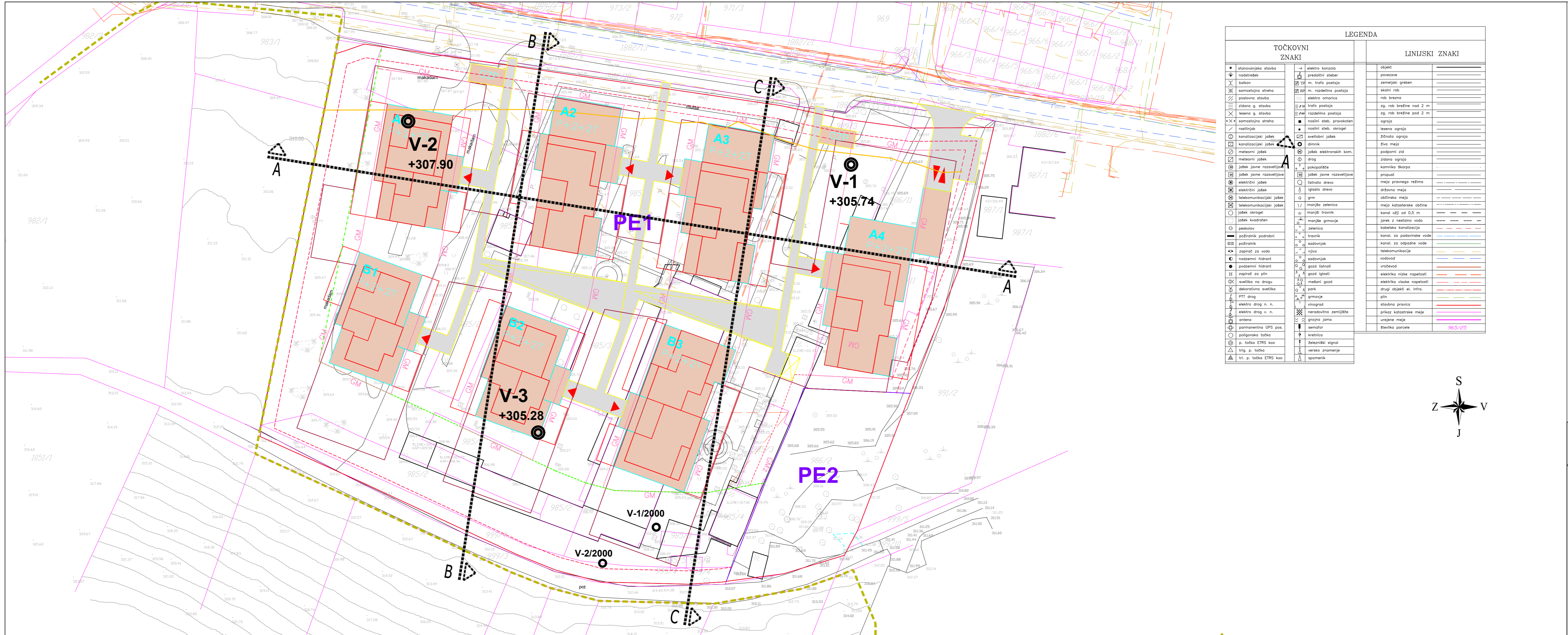


Obdelal:

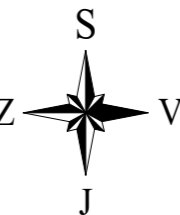
Gorazd STRNIŠA, univ.dipl.inž.grad.

PRILOGA

1 SITUACIJA



TOČKOVNI ZNAKI		LINIJSKI ZNAKI	
• stanovanjska stavba	→ elektro kanala	objekt	
▲ nadstrešek	▢ predalčni stebel	povezave	
✕ balkon	▢ m. trafo postaja	zemeljski greben	
✕ samostojna streha	▢ m. razdelina postaja	skalni rob	
▢ poslovna stavba	▢ elektro omarica	rob brezna	
▢ zidana g. stavba	▢ trafo postaja	zg. rob brežine nad 2 m	
▢ lesena g. stavba	▢ razdelina postaja	zg. rob brežine pod 2 m	
✕ samostojna streha	▢ nasilni steb. pravokoten	ogroja	
▢ rastlinjak	▢ nasilni steb. okrogel	lesena ograja	
▢ kanalizacijski jašek	▢ svetlobni jašek	žičnata ograja	
▢ kanalizacijski jašek	▢ dimnik	živa meja	
▢ meteorni jašek	▢ jašek elektronskih kom.	podporni zid	
▢ meteorni jašek	▢ drog	zidana ograja	
▢ jašek javne razsvetljave	▢ pokopalšče	kamnika škarpa	
▢ jašek javne razsvetljave	▢ jašek javne razsvetljave	propust	
▢ električni jašek	▢ listnato drevo	meja pravnega režima	
▢ električni jašek	▢ iglasto drevo	državna meja	
▢ telekomunikacijski jašek	▢ grm	občinska meja	
▢ telekomunikacijski jašek	▢ manjša zelenica	meja katastrske občine	
▢ jašek okrogel	▢ manjši travnik	kanal od 0,5 m	
▢ jašek kvadraten	▢ manjše grmovje	jarek z nestalno vodo	
▢ peskolov	▢ zelenica	kabelska kanalizacija	
▢ požarnik	▢ travnik	kanal, za podavinske vode	
▢ požarnik	▢ sadovnjak	kanal, za odpadne vode	
▢ zapiralič za vodo	▢ njiva	telekomunikacije	
▢ nadzemni hidrant	▢ sadovnjak	vodovod	
▢ podzemni hidrant	▢ gozd listnati	vročevod	
▢ zapiralič za plin	▢ gozd iglasti	elektrika nizke napetosti	
▢ svetilka na drugu	▢ mešani gozd	elektrika visoke napetosti	
▢ dekorativna svetilka	▢ park	drugi objekti el. infra.	
▢ PTT drog	▢ grmovje	plin	
▢ elektro drog n. n.	▢ vinograd	stabilna pravica	
▢ elektro drog v. n.	▢ nerodovito zemljišče	prikaz katastrske meje	
▢ antena	▢ gnojna jama	urejene meje	
▢ permanentna GPS pos.	▢ semafor	številka parcele	
▢ poligonska točka	▢ kretnica		
▢ p. točka ETRS koo	▢ železniški signal		
▢ trig. p. točka	▢ versko znamenje		
▢ tri. p. točka ETRS koo	▢ spomenik		



LEGENDA:

- - Sondažna vrtina (SLP 2022)
- - Sondažna vrtina (ARHIV 2000)
- ▢ - Predvideni novi objekti



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

SLP d.o.o. Ljubljana
Ulica Gradnikove brigade 4, SI-1000 Ljubljana
Tel.: +386 1 544 12 80; e-mail: contact@slp-pile.com

NAROČNIK	INR družba za investicije in razvoj d.o.o., Pod hribom 55, SI-1000 Ljubljana		
OBJEKT/PROJEKT	OPPN 214 Rožnik – Pod hribom		
NAČRT	GEOTEHNIČNO POROČILO		
RISBA	SITUACIJA		
ODG. VODJA PROJ.	Mojca Kalan Šabec, univ.dipl.inž.arh.	A-0275	
ODG. PROJEKTANT	Gorazd STRNIŠA, univ.dipl.inž.gradb.	G-1623	
SODELAVEC	Ivan LESJAK, univ.dipl.inž.gradb.	G-1625	
SODELAVEC	Matevž LESJAK		
ŠT. PROJEKTA	UP 19-005	FAZA	DGD
ŠT. NAČRTA	GE0013-01-2022	DATUM	MAJ 2022
		MERILO	1:500
			ŠT. 1

PRILOGA

2 GEOTEHNIČNI PRESEKI

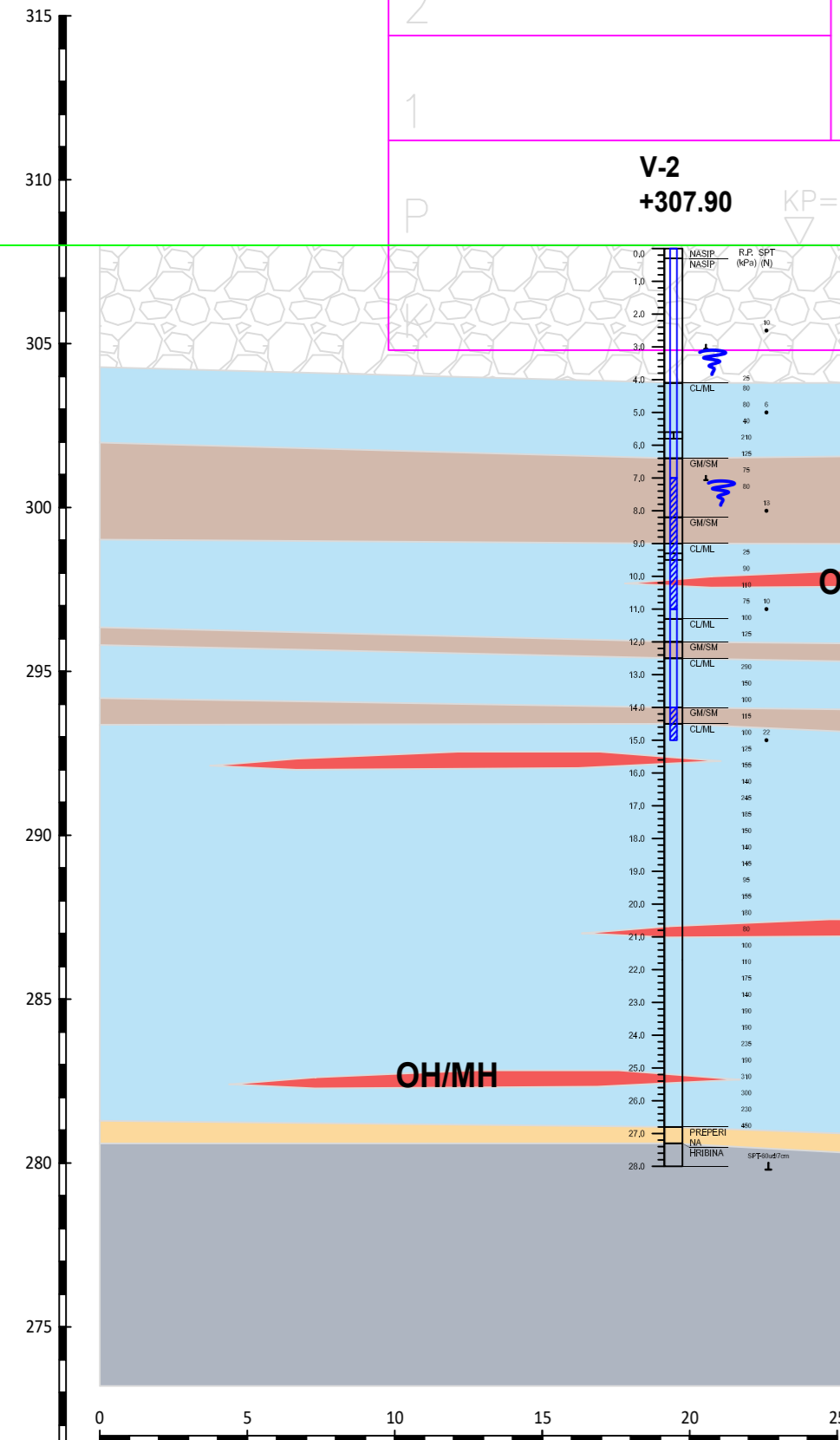
PRESEK A-A

A1

A2

A3

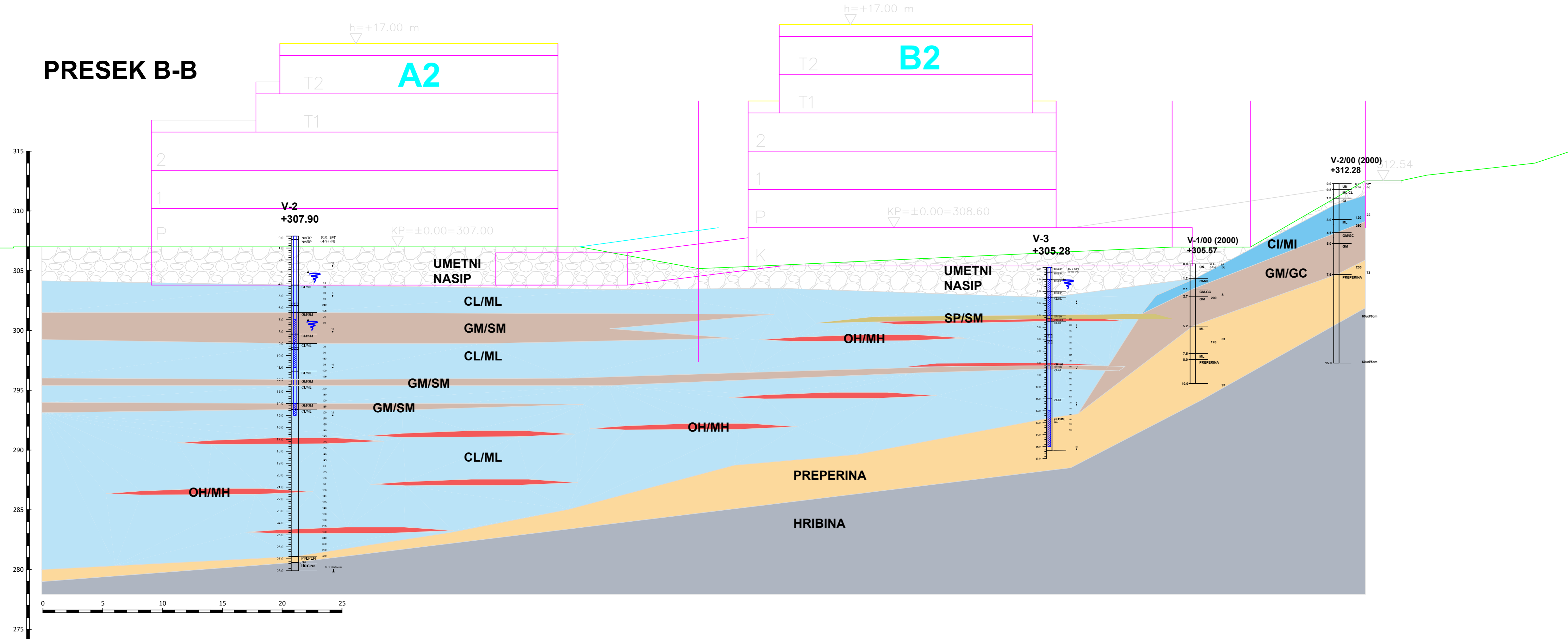
A4



SLP d.o.o. Ljubljana
Specializirano podjetje za temeljenje objektov
SLP d.o.o. Ljubljana
Ulica Gradnikove brigade 4, SI-1000 Ljubljana
Tel.: +386 1 544 12 80; e-mail: contact@slp-pile.com

NAROČNIK	INR družba za investicije in razvoj d.o.o., Pod hribom 55, SI-1000 Ljubljana		
OBJEKT/PROJEKT	OPPN 214 Rožnik – Pod hribom		
NAČRT	GEOTEHNIČNO POROČILO		
RISBA	PRESEK A-A		
ODG. VODJA PROJ.	Mojca Kalan Šabec, univ.dipl.inž.arh.	A-0275	
ODG. PROJEKTANT	Gorazd STRNIŠA, univ.dipl.inž.gradb.	G-1623	
SODELAVEC	Ivan LESJAK, univ.dipl.inž.gradb.	G-1625	
SODELAVEC	Matevž LESJAK		
ŠT. PROJEKTA	UP 19-005	FAZA	DGD
ŠT. NAČRTA	GEO013-01-2022	DATUM	MAJ 2022
		MERILO	1:200
		ŠT. LISTA	2

PRESEK B-B



SLP d.o.o. Ljubljana
Specializirano podjetje za temeljenje objektov
SLP d.o.o. Ljubljana
Ulica Gradnikove brigade 4, SI-1000 Ljubljana
Tel.: +386 1 544 12 80; e-mail: contact@slp-pile.com

NAROČNIK: INR družba za investicije in razvoj d.o.o., Pod hribom 55, SI-1000 Ljubljana
OBJEKT/PROJEKT: OPPN 214 Rožnik – Pod hribom
NAČRT: GEOTEHNIČNO POROČILO
RISBA: PRESEK B-B
ODG. VODJA PROJ.: Mojca Kalan Šabec, univ.dipl.inž.arh. A-0275
ODG. PROJEKTANT: Gorazd STRNIŠA, univ.dipl.inž.gradb. G-1623
SODELAVEC: Ivan LESJAK, univ.dipl.inž.gradb. G-1625
SODELAVEC: Matevž LESJAK
ŠT. PROJEKTA: UP 19-005 FAZA: DGD IDENTIF. ŠT.:
ŠT. NAČRTA: GE0013-01-2022 DATUM: MAJ 2022 MERILO: 1:200 ŠT. LISTA: 3

PRILOGA

3 RAZISKAVE

- *Sondažne vrtine /V-1; V-2; V-3;/*
- *Geomehanske laboratorijske preiskave*
- *Hidrogeološke raziskave*

PROJEKT: OPPN 214 ROŽNIK

LOKACIJA: Ljubljana

GLOBINA: 31 m

MERILO: 1:100

X: 459633.95

Y: 103189.27

Z: 305.735 m NMV

GLOBINA (m)	PROFIL	AC	LITOLOŠKI OPIS	NIVO VODE	VZORCI	R.P. (kPa)	KS (kPa)	SPT (N)	OPOMBE
0.0		NASIP	Nasip iz drobljenca, zgoraj 10cm asfalta, od globine 1.0-1.5m vidni gradbeni odpadki.						
1.0									
2.0		SP/SM	Meljast pesek, zelo rahel oz. lahko gnetne konsistence, svetlo rjave in črne barve.			60		8	
3.0		CL/ML	Glina, poltrdne konsistence, svetlo rjave barve s sledmi oker -rumene barve.			290		•	
4.0		SP/SM	Zbit, meljast pesek s preperelimi kosi peščenjaka, svetlo rjave barve.			425			
5.0						400			
6.0		GM/SM	Zameljen prod in pesek, prodniki povprečno premera 30mm, svetlo rjave barve, mestoma oker-rumene barve.	⊥		500		14	Voda ⊥
7.0						490		•	
8.0		SP/SM	Droben zameljen pesek (SU/SM), sivo zelene in svetlo rjave barve, prekinjen s sloji organskega melja (OH).			400		18	Nalivalni preizkus ⊥
9.0		OH/MH CL/ML	Visokoplastičen organski melj, temno rjav do črn .		1	125		•	
10.0			Nizkoplastična meljna glina in melj, svetlo rjave barve, s sledmi preperelih koščkov peščenjaka.		2	135			
11.0					3	150			
12.0						365			
13.0		GM/SM	Rahlo zameljen prod in pesek, sive barve, prodniki povprečno 20-30mm, mestoma do 50mm.	⊥		400			
14.0						400			
15.0						500			
16.0		CL/ML	Meljna glina in organska meljna glina, črne barve, s koščki preperelega peščenjaka (OH/MH), ter mestoma meljna glina, sive barve s sledmi preperelih ostankov organskih zemljin in peščenjaka.			375		23	Nalivalni preizkus ⊥
17.0						210		•	
18.0									Vgrajen piezometer 18m ⊥
19.0									
20.0									
21.0									

OPOMBE: Vrtina je bila vzpostavljena v Piezometer globine 18.0m (0-6m polna; 6-9m filter; 9-12m polna cev; 12-15m filter; 15-18m polna cev)



SLP d.o.o. Ljubljana
Ulica Gradnikove brigade 4
SI-1000 Ljubljana
Tel: +386 1 544 12 80
E-mail: contact@slp-pile.com
Web: www.slp-pile.com

NAROČNIK: INR d.o.o.

IZVAJALEC VRTANJA: ROVS d.o.o., Ljubljana

DATUM IZVEDBE: 17.02.2022

V-1

PROJEKT: OPPN 214 ROŽNIK

LOKACIJA: Ljubljana

GLOBINA: 31 m

MERILO: 1:100

X: 459633.95

Y: 103189.27

Z: 305.735 m NMV

GLOBINA (m)	PROFIL	AC	LITOLOŠKI OPIS	NIVO VODE	VZORCI	R.P. (kPa)	KS (kPa)	SPT (N)	OPOMBE
22.0						115			
						235			
23.0						155			
						275			
24.0						255			
						110			
25.0						100			
						150			
26.0						140			
						195			
27.0						240			
						130			
28.0		SP/SM	Meljni pesek, sive barve, s koščki peščenjaka, pojav vode!			125			
						120			
29.0						200			Ponikovalni preizkus 29-31m ⊥
						210			
30.0		HRIBINA	Kompakten peščenjak, sivo zelene barve, SPT na dnu 60ud/ 9cm.					200	
									SPT-60ud/9cm ⊥
31.0									

OPOMBE: Vrtina je bila vzpostavljena v Piezometer globine 18.0m (0-6m polna; 6-9m filter; 9-12m polna cev; 12-15m filter; 15-18m polna cev)

OBDELAL: Matevž Lesjak

PREGLEDAL: Ivan Lesjak

K60: 1.55

P-9 2

Vrtina: V-1

Projekt: OPPN 214 ROŽNIK

Lokacija: Ljubljana

Naročnik: INR d.o.o.

Izvajalec vrtanja: ROVS d.o.o., Ljubljana

Datum: 17.02.2022

X: 459633.95

Y: 103189.27

Z: 305.74

mNMV

K₆₀: 1.550

Od	Do	Δ	AC	Opis
0.0	1.5	1.5	NASIP	Nasip iz drobljenca, zgoraj 10cm asfalta, od globine 1.0-1.5m vidni gradbeni odpadki.
1.5	2.2	0.7	SP/SM	Meljast pesek, zelo rahel oz. lahko gnetne konsistence, svetlo rjave in črne barve.
2.2	3.3	1.1	CL/ML	Glina, poltrdne konsistence, svetlo rjave barve s sledmi oker -rumene barve.
3.3	5.5	2.2	SP/SM	Zbit, meljast pesek s preperelimi kosi peščenjaka, svetlo rjave barve.
5.5	7.6	2.1	GM/SM	Zameljen prod in pesek, prodniki povprečno premera 30mm, svetlo rjave barve, mestoma oker-rumene barve.
7.6	8.8	1.2	SP/SM	Droben zameljen pesek (SU/SM), sivo zelene in svetlo rjave barve, prekinjen s sloji organskega melja (OH).
8.8	9.0	0.2	OH/MH	Visokoplastičen organski melj, temno rjav do črn .
9.0	12.8	3.8	CL/ML	Nizkoplastična meljna glina in melj, svetlo rjave barve, s sledmi preperelih koščkov peščenjaka.
12.8	16.1	3.3	GM/SM	Rahlo zameljen prod in pesek, sive barve, prodniki povprečno 20-30mm, mestoma do 50mm.
16.1	28.0	11.9	CL/ML	Meljna glina in organska meljna glina, črne barve, s koščki preperelega peščenjaka (OH/MH), ter mestoma meljna glina, sive barve s sledmi preperelih ostankov organskih zemljin in peščenjaka.
28.0	30.0	2	SP/SM	Meljni pesek, sive barve, s koščki peščenjaka, pojav vode!.
30.0	31.0	1	HRIBINA	Kompakten peščenjak, sivo zelene barve, SPT na dnu 60ud/ 9cm.

VODA:

Voda v vrtini zaznana med vrtanjem na 5m in na 13m globine.

PREISKAVE V VRTINI:

V vrtini so se izvedle SPT preiskave, ročni penetrometer in nalivalna poskusa na 8m in 15m globine.

Vgrajen je bil Piezometer do globine 18m.

VZORCI:

Vzorci v vrtini so bili odvzeti na globinah: 8.7-9.0m, 9.5-9.8m in 10.2-10.5m.

PIEZOMETER:

Vgrajena cev PVC-U DN 100mm (0-6m polna; 6-9m filter; 9-12m polna; 12-15m filter; 15-18m polna;)

Vrtina je bila aktivirana s stisnjenim zrakom.





PROJEKT: OPPN 214 ROŽNIK

LOKACIJA: Ljubljana

GLOBINA: 28 m

MERILO: 1:100

X: 459534.28

Y: 103199.03

Z: 307.904 m NMV

GLOBINA (m)	PROFIL	AC	LITOLOŠKI OPIS	NIVO VODE	VZORCI	R.P. (kPa)	KS (kPa)	SPT (N)	OPOMBE
0.0		NASIP	Prod in pesek.						
1.0		NASIP	Umetni nasip, iz močno zameljenega in zaglinjenega proda in peska, pomešan z organsko zemljino črne barve, ostanki preperelih koščkov opeke, vidni gradbeni odpadki.					10	Voda
2.0									
3.0									
4.0		CL/ML	Meljna glina, svetlo rjave in sive barve, srednje do težko gnetne konsistence, vmes tanjši sloji (do 20cm) organske črne zemljine (CL/CI).			25		6	
5.0						80			
6.0					1	210			
7.0		GM/SM	Močno zaglinjen in zameljen prod in pesek (GM/GC, SM/SC), svetlo sive barve, s preperelimi koščki peščenjaka, mestoma peščena glina težko gnetne konsistence (CL/CI).			125			Voda
8.0		GM/SM	Zameljen prod in pesek svetlo sive barve in mestoma oker-rumene barve, prodniki povprečno 20-30mm, mestoma do 50mm. Pojav vode-zarušunje vrtine!			75		13	
9.0		CL/ML	Melj in meljno peščena glina, težko gnetne konsistence, temno rjave in črne barve.			80			
10.0					2	25		10	
11.0		CL/ML	Meljna glina in meljnat pesek, rjavo sive barve (CL/CI; SM), srednje do težko gnetne konsistence.			90			
12.0		GM/SM	Vložek močno zameljenega peska, vmes prodniki 30-50mm, lahko gnetne konsistence.			110			
13.0		CL/ML	Meljna glina, težko gnetne konsistence, sivo zelene barve, s posameznimi prodniki in preperelimi koščki peščenjaka.			75			
14.0		GM/SM	Močno zameljen prod in pesek, sive barve.			100		22	Piezometer 15m (5m filter, 10m polna)
15.0		CL/ML	Meljna glina s peskom, temno sive in črne barve z vložki (10-20cm) organske zemljine (OH).			125			
16.0						155			
17.0						140			
18.0						245			
19.0						185			
20.0						150			
21.0						145			
						95			
						155			
						180			
						80			
						100			

OPOMBE: Vrtina je bila vzpostavljena v Piezometer globine 15m (0-7m polna; 7-11m filter; 11-14m polna; 14-15m filter).



SLP d.o.o. Ljubljana
Ulica Gradnikove brigade 4
SI-1000 Ljubljana
Tel: +386 1 544 12 80
E-mail: contact@slp-pile.com
Web: www.slp-pile.com

NAROČNIK: INR d.o.o.

IZVAJALEC VRTANJA: ROVS d.o.o., Ljubljana

DATUM IZVEDBE: 15.02.2022

V-2

PROJEKT: OPPN 214 ROŽNIK

LOKACIJA: Ljubljana

GLOBINA: 28 m

MERILO: 1:100

X: 459534.28

Y: 103199.03

Z: 307.904 m NMV

GLOBINA (m)	PROFIL	AC	LITOLOŠKI OPIS	NIVO VODE	VZORCI	R.P. (kPa)	KS (kPa)	SPT (N)	OPOMBE
22.0						170			
						175			
23.0						140			
						190			
24.0						190			
						235			
25.0						190			
						310			
26.0						300			
						230			
27.0						450			
		PREPERI NA HRIBINA	Močno preprerel meljevec, svetlo rjave in oker barve. Suho!						
28.0			Trden meljevec, svetlo rjave barve. Suho!					257	SPT-60ud/7cm

OPOMBE: Vrtina je bila vzpostavljena v Piezometer globine 15m (0-7m polna; 7-11m filter; 11-14m polna; 14-15m filter).

OBDELAL: Matevž Lesjak

PREGLEDAL: Ivan Lesjak

K60: 1.55

P-14 2

Vrtina: V-2

Projekt: OPPN 214 ROŽNIK

Lokacija: Ljubljana

Naročnik: INR d.o.o.

Izvajalec vrtanja: ROVS d.o.o., Ljubljana

Datum: 15.02.2022

X: 459534.28

Y: 103199.03

Z: 307.90

K₆₀: 1.550

mNMV

Od	Do	Δ	AC	Opis
0.0	0.3	0.3	NASIP	Prod in pesek.
0.3	4.1	3.8	NASIP	Umetni nasip, iz močno zameljenega in zaglinjenega proda in peska, pomešan z organsko zemljino črne barve, ostanki preperelih koščkov opeke, vidni gradbeni odpadki.
4.1	6.4	2.3	CL/ML	Meljna glina, svetlo rjave in sive barve, srednje do težko gnetne konsistence, vmes tanjši sloji (do 20cm) organske črne zemljine (CL/CI).
6.4	8.2	1.8	GM/SM	Močno zaglinjen in zameljen prod in pesek (GM/GC, SM/SC), svetlo sive barve, s preperelimi koščki peščenjaka, mestoma peščena glina težko gnetne konsistence (CL/CI).
8.2	9.0	0.8	GM/SM	Zameljen prod in pesek svetlo sive barve in mestoma oker-rumene barve, prodniki povprečno 20-30mm, mestoma do 50mm. Pojav vode-zarušnje vrtine!
9.0	11.3	2.3	CL/ML	Melj in meljno peščena glina, težko gnetne konsistence, temno rjave in črne barve.
11.3	12.0	0.7	CL/ML	Meljna glina in meljnat pesek, rjavo sive barve (CL/CI; SM), srednje do težko gnetne konsistence.
12.0	12.5	0.5	GM/SM	Vložek močno zameljenega peska, vmes prodniki 30-50mm, lahko gnetne konsistence.
12.5	14.0	1.5	CL/ML	Meljna glina, težko gnetne konsistence, sivo zelene barve, s posameznimi prodniki in preperelimi koščki peščenjaka.
14.0	14.5	0.5	GM/SM	Močno zameljen prod in pesek, sive barve.
14.5	26.8	12.3	CL/ML	Meljna glina s peskom, temno sive in črne barve z vložki (10-20cm) organske zemljine (OH).
26.8	27.3	0.5	PREPERINA	Močno preperel meljevec, svetlo rjave in oker barve. Suho!
27.3	28.0	0.7	HRIBINA	Trden meljevec, svetlo rjave barve. Suho!

VODA:

Voda v vrtini zaznana med vrtanjem na 3m in na 7m globine.

PREISKAVE V VRTINI:

V vrtini so se izvedle SPT preiskave in ročni penetrometer. Vgrajen je bil Piezometer do globine 15m.

VZORCI:

Vzorci v vrtini so bili odvzeti na globinah: 5.6-5.8m in 9.3-9.5m.

PIEZOMETER:

Vgrajena cev PVC-U DN 100mm (0-7m polna; 7-11m filter; 11-14m polna; 14-15m filter;)

Vrtina je bila aktivirana s stisnjenim zrakom.

ČRPALNI/NALIVALNI POSKUS:





PROJEKT: OPPN 214 ROŽNIK

LOKACIJA: Ljubljana

GLOBALNA: 15.3 m

MERILO: 1:100

X: 459563.53

Y: 103128.96

Z: 305.279 m NMV

GLOBINA (m)	PROFIL	AC	LITOLOŠKI OPIS	NIVO VODE	VZORCI	R.P. (kPa)	KS (kPa)	SPT (N)	OPOMBE
0.0		NASIP	Nasip, drobljenec, zgoraj 3cm asfalta.	1					voda med vrtanjem 1
		NASIP	Meljasto glinena zemljina, rjave barve, vmes zdrobljena opeka.						
1.0		NASIP	Močno zaglinjen prod in pesek ter glina, lahko gnetne konsistence, svetlo rjave barve (CI/MI).						
2.0		NASIP	Vložek peska in zdrobljena opeka.						
3.0		CL/ML	Glinasta zemljina v plasteh z meljem, rumeno-rjave barve z vložki preperelega peščenjaka in drobnega grušča, svetlo sive barve.					4	
4.0		SP/SM	Meljast pesek, sivo-rjave barve.			250			
		OH/MH	Vložek šote (Pt-OH).						
		CL/ML	Glina, rjave in svetlo rjave barve.			300		4	
5.0						95			
6.0					1	50			
					2	80			
7.0						90			
						115			
8.0		OH/MH	Vložek šote (Pt-OH), črne barve.			28			
		SP/SM	Droben meljast pesek, sive barve.			50		13	
		CL/ML	Meljna glina, težko gnetne konsistence, sive in temno sive barve.			190			
9.0						110			
10.0						90			
						95			
11.0		CL/ML	Meljno glinena zemljina s preperelimi koščki peščenjaka, svetlo rjave barve, lahko gnetne konsistence			100			
						28		11	
12.0						60			
						50			
13.0		PREPERI NA	Močno preperel meljevec, svetlo rjave barve, s preperelim peščenjakom, tanko plastovit, vlažen.			250			
						300			
						500			
14.0									
15.0								32	Piezometer 15m (6m filter, 9m polna) 17.2. izveden 4. palni preizkus
16.0									

OPOMBE: Vrtina je bila vzpostavljena v piezometer globine 15.0m (0-1m polna; 1-4m filter; 4-12m polna; 12-15m filter)

OBDELAL: Matevž Lesjak

PREGLEDAL: Ivan Lesjak

K60: 1.55

P-18 1

Vrtina: V-3

Projekt: OPPN 214 ROŽNIK

Lokacija: Ljubljana

Naročnik: INR d.o.o.

Izvajalec vrtanja: ROVS d.o.o., Ljubljana

Datum: 14.02.2022

X: 459563.53

Y: 103128.96

Z: 305.28

K₆₀: 1.550

mNMV

Od	Do	Δ	AC	Opis
0.0	0.4	0.4	NASIP	Nasip, drobljenec, zgoraj 3cm asfalta.
0.4	1.0	0.6	NASIP	Meljasto glinena zemljina, rjave barve, vmes zdrobljena opeka.
1.0	2.0	1	NASIP	Močno zaglinjen prod in pesek ter glina, lahko gnetne konsistence, svetlo rjave barve (CI/MI).
2.0	2.5	0.5	NASIP	Vložek peska in zdrobljena opeka.
2.5	4.0	1.5	CL/ML	Glinasta zemljina v plasteh z meljem, rumeno-rjave barve z vložki prepererelega peščenjaka in drobnega grušča, svetlo sive barve.
4.0	4.3	0.3	SP/SM	Meljast pesek, sivo-rjave barve.
4.3	4.5	0.2	OH/MH	Vložek šote (Pt-OH).
4.5	8.0	3.5	CL/ML	Glina, rjave in svetlo rjave barve.
8.0	8.2	0.2	OH/MH	Vložek šote (Pt-OH), črne barve.
8.2	8.5	0.3	SP/SM	Droben meljast pesek, sive barve.
8.5	11.0	2.5	CL/ML	Meljna glina, težko gnetne konsistence, sive in temno sive barve.
11.0	12.6	1.6	CL/ML	Meljno glinena zemljina s preperelimi koščki peščenjaka, svetlo rjave barve, lahko gnetne konsistence
12.6	15.3	2.7	PREPERINA	Močno preperel meljevec, svetlo rjave barve, s preperelim peščenjakom, tanko plastovit, vlažen.

VODA:

Voda v vrtini zaznana med vrtanjem na 1m globine.

PREISKAVE V VRTINI:

V vrtini so se izvedle SPT preiskave in ročni penetrometer. Vgrajen je bil Piezometer do globine 15m.

VZORCI:

Vzorci v vrtini so bili odvzeti na globini: 5.6-5.9m in 6.1-6.4m.

PIEZOMETER:

Vgrajena cev PVC-U DN 100mm (0-1m polna; 1-4m filter; 4-12m polna; 12-15m filter;

Vrtina je bila aktivirana s stisnjenim zrakom.

ČRPALNI/NALIVALNI POSKUS:

Črpalni poskus dne 17.2.2022.







POROČILO O GEOMEHANSKIH LABORATORIJSKIH PREISKAVAH

vzorcev zemljin iz vrtin V-1, V-2 in V-3

Projekt: OPPN Rožnik, Ljubljana - Koseze

Naročnik:	SLP d.o.o Ulica Gradnikove brigade 4 1000 Ljubljana
Naročilo:	e-pošta Matevž Lesjak

Številka poročila:	L-03-22, rev. 0
Datum:	29.03.2022
Preiskave in poročilo:	dr. Jasna Smolar, univ.dipl.inž.grad. <i>J. Smolar</i> Manca Hrovat, mag.inž.stavb. <i>Manca</i>
Pregledal:	doc.dr. Matej Maček, univ.dipl.inž.grad. <i>Matej</i>
Predstojnik:	doc.dr. Boštjan Pulko, univ.dipl.inž.grad. <i>B. Pulko</i>

1. UVOD

Po naročilu SLP d.o.o. smo na UL FGG, Katedri za geotehniko (KGT) izvedli laboratorijske preiskave vzorcev zemljin, odvzetih iz vrtin **V-1**, **V-2** in **V-3**, izvedenih v sklopu projekta OPPN Rožnik, Ljubljana - Koseze.

Vzorci so na terenu odvzeti in v laboratorij dostavljeni predstavnik Naročnika. Ob dostavi so bili vzorci sledljivo označeni in tesno oviti v PVC folijo. V **Tab. 1.1** je pregled dostavljenih vzorcev.

Tab. 1.1: Kazalo dostavljenih vzorcev.

Vrtina	Globina [m]	Datum dostave
V-1	8,7-9,0	23.02.2022
V-1	9,5-9,8	
V-1	10,2-10,5	
V-2	9,3-9,5	
V-3	5,6-5,9	

2. POSTOPKI LABORATORIJSKIH PREISKAV

Laboratorijske preiskave smo opravili po naslednjih metodah:

Klasifikacija zemljin (USCS)	JUS U.B1.001, ASTM D2487
Ugotavljanje vlažnosti, w (%)	SIST EN ISO 17892-1:2015
Ugotavljanje gostote, ρ , ρ_d (Mg/m ³)	SIST EN ISO 17892-2:2015
Edometriški preskus s postopnim obremenjevanjem, E_{oed} (kPa)	SIST-TS CEN ISO/TS 17892-5:2004
Neposredni strižni preskus, c' (kPa), ϕ' (°)	SIST-TS CEN ISO/TS 17892-10:2004
Ugotavljanje meje židkosti in meje plastičnosti, w_L (%), w_P (%)	SIST EN ISO 17892-12:2018

2.1. Priprava preizkušancev

Preiskave stisljivosti in drenirane strižne trdnosti smo izvedli na »intaktnih« preizkušancih, ki smo jih izrezali iz dostavljenih vzorcev. »Intakten« pišemo v navednicah, ker ustreza stanju vzorcev ob dostavi v laboratorij, ne pa tudi nujno stanju zemljin v tleh. Vzorci so bili ob dostavi vidno deformirani od vrtanja in rokovanja (**Slika 1**).



Slika 1: Presek jedra vrtine, vzorec V-1 8,7-9,0 m.

Pregnetene preizkušance za ugotavljanje meje židkosti in meje plastičnosti smo pripravili po standardnem t.i. mokrem postopku priprave. To pomeni, da smo izhajali iz stanja zemljine (vlaga) ob dostavi v laboratorij.

3. ZAPIS REZULTATOV PREISKAV

Rezultati preiskav so zbrani v razpredelnicah rezultatov in za preiskave ugotavljanja stisljivosti in drenirane strižne trdnosti ločeno na priloženih obrazcih zapisa preiskav.

Priloge so urejene po naslednjem redu:

- priloge 1-1/2 in 1-2/2: Razpredelnici rezultatov preiskav
- priloge 2-1/5 do 2-5/5: Rezultati preiskav stisljivosti
- priloge 3-1/2 do 3-2/2: Rezultati preiskav drenirane strižne trdnosti

4. ANALIZA REZULTATOV PREISKAV

4.1. Identifikacijske raziskave

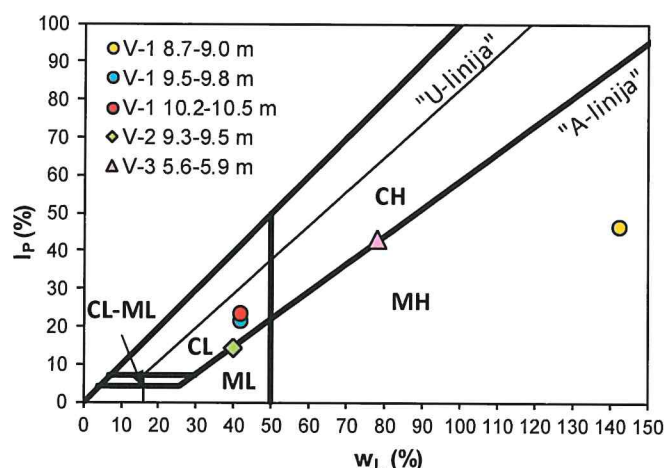
Preiskan vzorec **V-1 8,7-9,0 m** je po sestavi nehomogen, saj del (ca 1/4) vzorca predstavlja nehomogeno vlažen visokoplastičen organski melj (**OH**), polovico visokoplastičen melj z razpršeno organsko snovjo (**MH**), ki v zadnjem delu (ca 1/4) preizkušanca prehaja v pusto glino (**CL**) z lečami organske snovi (**Slika 2**).

Vzorca **V-1 9,5-9,8 m** in **V-1 10,2-10,5 m** sta nizkoplastični glini (**CL**) v srednjegnetnem in težkognetnem konsistenčnem stanju.

Vzorca **V-2 9,3-9,5 m** in **V-3 5,6-5,9 m** ležita v diagramu plastičnosti praktično na »A liniji«, ki ločuje gline in melje (**Slika 3**), pri čemer je prvi nizkoplastičen melj, drugi pa visokoplastična glina.



Slika 2: V-1 8,7-9,0 m – od leve proti desni: pusta glina z lečami organske snovi, visokoplastičen melj z razpršeno organsko snovjo in visokoplastičen organski melj (suh preizkušanec).

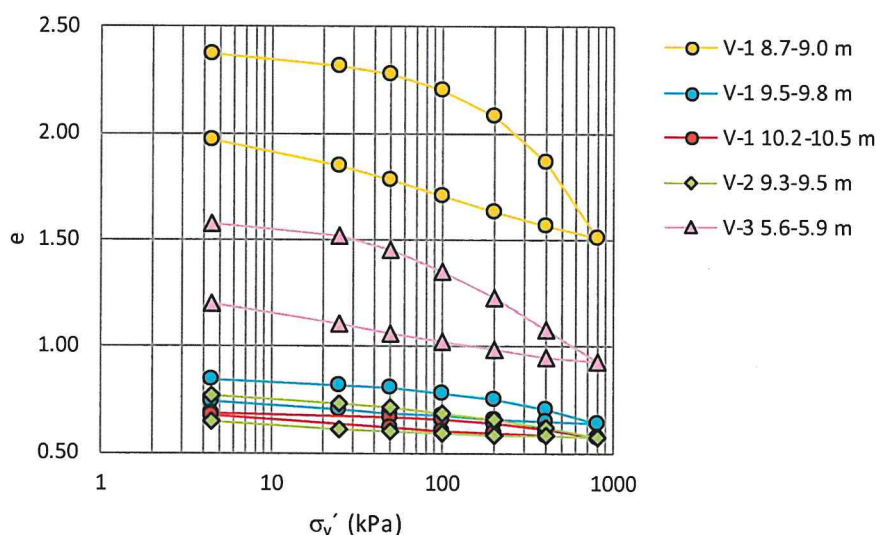


Slika 3: Diagram plastičnosti s položajem preiskanih vzorcev.

4.2. Stisljivost

V **Prilogi 2** in na **Sliki 4** so krivulje stisljivosti preiskanih zemljin v obremenilnem in razbremenilnem delu. Preizkušanec iz vzorca **V-1 10,2-10,5 m** smo v prvi stopnji obremenili s $\sigma_v' = 50$ kPa, saj je izkazoval nabrekalni potencial. Pri ostalih preizkušancih posebnosti nismo zaznali, zato smo v prvi stopnji izvedli obremenitev na $\sigma_v' = 25$ kPa, v naslednjih bremenskih stopnjah pa smo obremenitev povečevali s faktorjem 2 glede na predhodno.

Preizkušanec iz V-1 8,7-9,0 m je bil izrezan iz viskoplastičnega organskega melja (**Slika 2**, preizkušanec na desni). Gostoto zrn $\rho_s = 1,85$ Mg/m³, za vrednotenje preiskave stisljivosti smo predpostavili na način, da je bila saturacija preizkušanca po preiskavi v edometru približno 100 % ($S_r = 1,0$). Za ostale preizkušance pa smo gostoto zrn ocenili na $\rho_s = 2,70$ Mg/m³. Pri oceni gostote zrn smo upoštevali, da so drobnnozrnate zemljine pri vlagi nad mejo plastičnosti zasičene ($S_r \approx 100\%$).



Slika 4: Krivulje stisljivosti preiskanih zemljin.

Iz vrednotenih količnikov por odražajo indeks plastičnosti zemljin in/ali stanje preizkušancev ob dostavi v laboratorij. Z vidika stisljivosti lahko preiskane zemljine, kljub različnemu količniku por, generalno razdelimo v dve skupini: (1) V-1 8,7-9,0 m in V-3 5,6-5,9 m – bolj stisljivi zemljini – viskoplastičen organski melj in viskoplastična glina z malo razpršene organske snovi in (2) V-1 9,5-9,8 m, V-1 10,2-10,5 m in V-2 9,3-9,5 – manj stisljive nizkoplastične drobnnozrnate zemljine. Nabrekalni potencial zaradi razbremenitve (napetosti nižje od napetosti v naravi) se kaže tudi v obliki krivulje stisljivosti preizkušanca iz V-1 10,2-10,5 m

Kljub izvedbi preiskave do bremenske stopnje 800 kPa, vsi preizkušanci niso izkazovali prehoda v linearni del krivulje stisljivosti na obremenilnem delu. Slednji je potreben za določitev koeficienta stisljivosti C_c . Eden od možnih razlogov je poškodovanost vzorcev, narava vzorcev (za melje parameter m Hardening soil modela ni nujno enak 1), vpliv pa ima lahko tudi vsebnost organske snovi. Za preizkušance, ki niso izkazovali jasnega prehoda iz prekonsolidiranega v normalno konsolidiran del na krivulji stisljivosti, so vrednosti prekonsolidacijske napetosti σ_p težko določljive (**Priloga 2**, zapisano ležeče – groba ocena). Rezultate preiskav je treba smiselno interpretirati tudi v povezavi z izmerjenim nivojem podzemne vode na lokaciji, ki nam ni poznan, zato tudi ne moremo izračunati pričakovanih efektivnih napetosti na globini odvzema vzorcev.

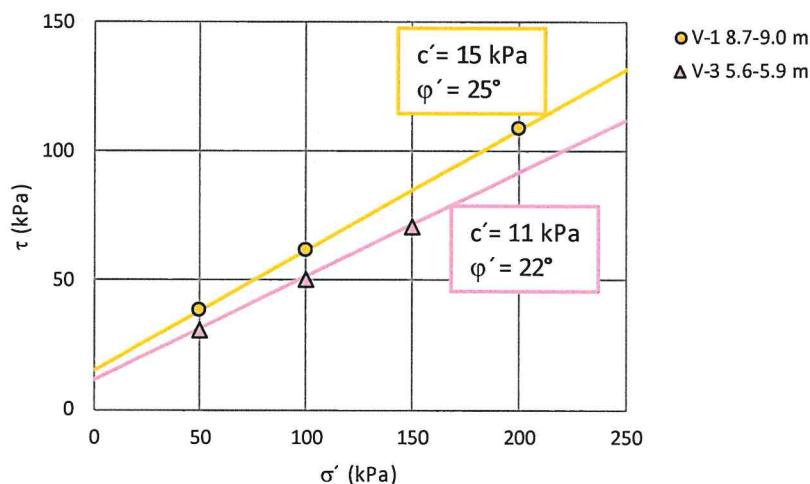
Koeficienti vodoprepustnosti, ocenjeni iz poteka konsolidacije (Taylorjev postopek) služijo kot groba ocena vrednosti tega parametra.

4.3. Drenirana strižna trdnost

Drenirane strižne karakteristike (kohezija, c' in strižni kot, φ') preiskanih »intaktnih« vzorcev so v **Prilogi 3** in na **Sliki 5**. Med konsolidacijo in v fazi striga so bili preizkušanci preplavljeni.

Iz vrednotene vrednosti količnika por in saturacije preizkušancev iz vzorca **V-1 8,7-9,0 m** so informativne in so v prilogi 3-1/2 zapisane sivo in ležeče. Preizkušanci so bili izrezani iz visokoplastičnega melja z razpršeno organsko snovjo (MH), za katerega smo ocenili gostoto zrn $\rho_s = 2,55 \text{ Mg/m}^3$.

Dodatno smo izmerili tudi drenirano strižno trdnost visokoplastične gline z malo razpršene organske snovi (**V-3 5,6-5,9 m**). Izmerjena kohezija in strižni kot preiskanih vzorcev visokoplastičnih drobnozrnatih zemljin sta pričakovana in ne zahtevata posebnega komentarja.



Slika 5: Rezultati neposrednega strižnega preskusa.

5. ZAKLJUČKI

Preiskani vzorci so drobnozrnatih zemljin. Vzorec **V-1 8,7-9,0 m** je nehomogen, sestavljen iz treh tipov zemljin z različno vsebnostjo organske snovi. Razpršena organska snov je prisotna tudi v vzorcu **V-3 5,6-5,9 m**. Ostali preiskani vzorci (**V-1 9,5-9,8 m**, **V-1 10,2-10,5 m** in **V-2 9,3-9,5 m**) so po klasifikaciji in stisljivosti primerljivi.

Rezultati preiskav drenirane strižne trdnosti in stisljivosti ter ocenjeni koeficienti vodoprepustnosti so pričakovani in odražajo naravo in stanje dostavljenih vzorcev.

Pripravila: dr. Jasna Smolar, univ.dipl.inž.grad.

J. Smolar

LOKACIJA: OPPN ROŽNIK

Katedra za
geotehniko
Jamova c.
2, p. p. 3422
1000 Ljubljana,
Slovenija

D.N.: 04/22

DATUM DOSTAVE: 23.2.22

POROČILO: L-03-22

DATUM POROČILA: 29.3.22

Vrtna	Globlina (m)	USCS klasifikacija	Preizkušane	Naravna vlaga*		Meja plastičnosti	Meja žilčnosti	Indeks plastičnosti	Indeks konsistence**	Gostota	Suha gostota**	Neposredni strižni preskus				Stišljivost (edometer)
				w ₀	wp	wL	Ip	Ic	p	p _d	hitrost striga	c´	φ´			
				%	%	%	%	-	Mg/m ³	mm/min	kPa	°				
V-1	8.7-9.0	visokoplastičen organski melj, srednjegneten, nehomogeno vlažen, temno rjav do črn	stanje ob dostavi v laboratorij (vzorec iz različnih tipov zemljin - glej poročilo)	124	97	143	46	0.41							✓	
		51.4 - 57.8						1.62	1.03	0.005	15	25.0				
	9.5-9.8	nizkoplastična glina, srednjegnetna, sivo rjava (marmorirana)	stanje ob dostavi v laboratorij (po makroskopski oceni homogen vzorec)	30.7-32.2	21	42	21	0.467	1.92	1.45					✓	
		22.7-23.9		19	42	23	0.787	2.00	1.61							
V-2	9.3-9.5	nizkoplastičen melj, težkogneten, siv	stanje ob dostavi v laboratorij (po makroskopski oceni nehomogeno vlažen vzorec, delno poškodovan od vrtnja)	28.3	26	40	14	0.836	1.96	1.53				✓		
V-3	5.6-5.9	visokoplastična glina, srednjegnetna, temno rjava, malo razpršene organske snovi		48.6-57.9	35	78	43	0.467	1.68	1.06				✓		

* Temperatura sušenja do konstantne mase: 105 °C, ** Izračun ob upoštevanju najvišje izmerjene vlage, *** Makroskopski opis

PREISKAVE: J. Smolar, M. Hrovat

ZAČ. PREISKAVE: 7.3.22

KON. PREISKAVE: 29.3.22

PREGLEDNICA: 1-1/2



EDOMETRSKI PRESKUS S POSTOPNIM OBREMENJEVANJEM

Katedra za geotehniko

Jamova c. 2, p.p. 3422
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon 01 4768 500
faks 01 4250 681

SIST-TS CEN ISO/TS 17892-5:2004

LOKACIJA: OPPN ROŽNIK

D.N.: 04/22

VRTINA: V-1

DATUM DOSTAVE: 23.2.22

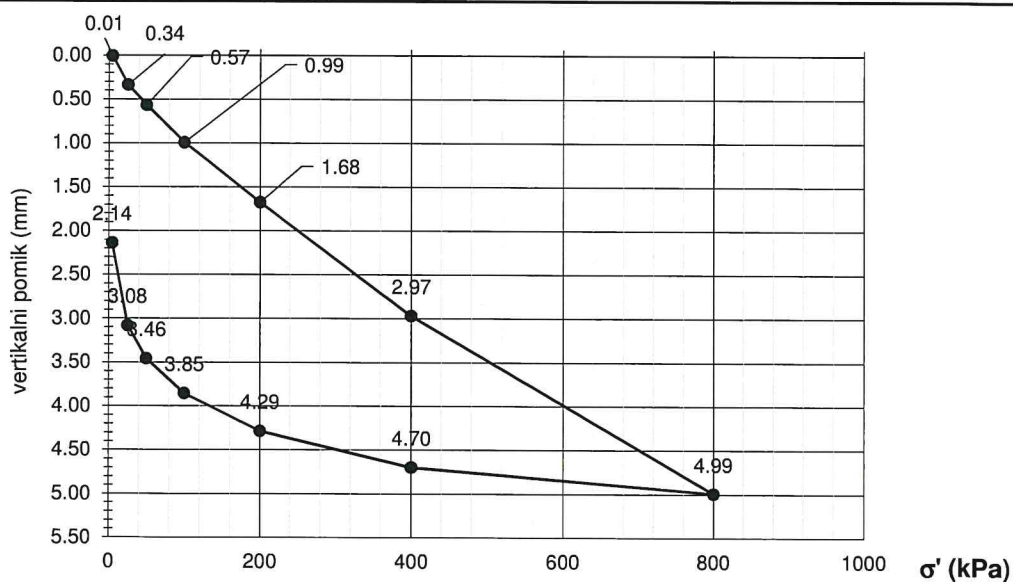
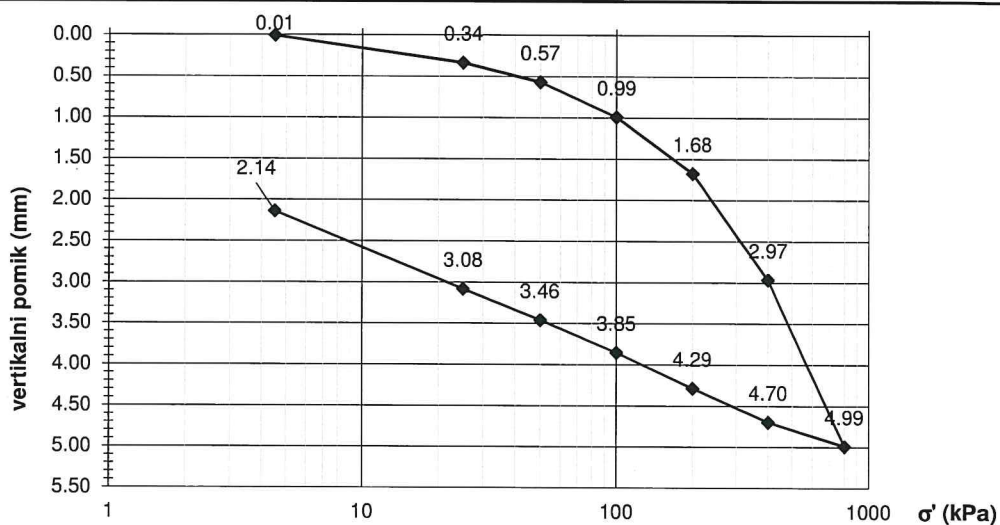
GLOBINA: 8.7-9.0 m

POROČILO: L-03-22

OPIS: OH, visokoplastičen organski melj

aparatus:	4	predpostavljena gostota zrn ρ_s :	1.85	Mg/m ³
višina vzorca:	19.55 mm	vлага vzorca pred preiskavo:	124.0	%
premer vzorca:	70.0 mm	vлага vzorca po preiskavi:	116.0	%
		začetna gostota ρ :	1.23	Mg/m ³
zalitje:	25.0 kPa	začetna suha gostota ρ_d :	0.548	Mg/m ³

KRIVULJA STISLJIVOSTI



PREISKAL: J. Smolar
ZAČ. PREISKAVE: 7.3.22
KON. PREISKAVE: 28.3.22

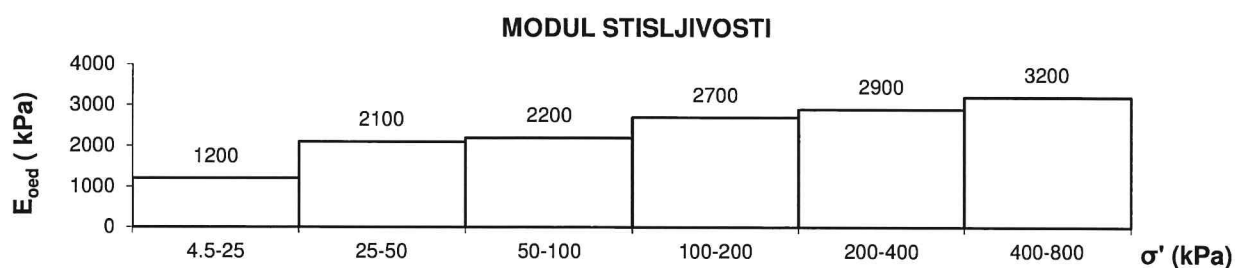
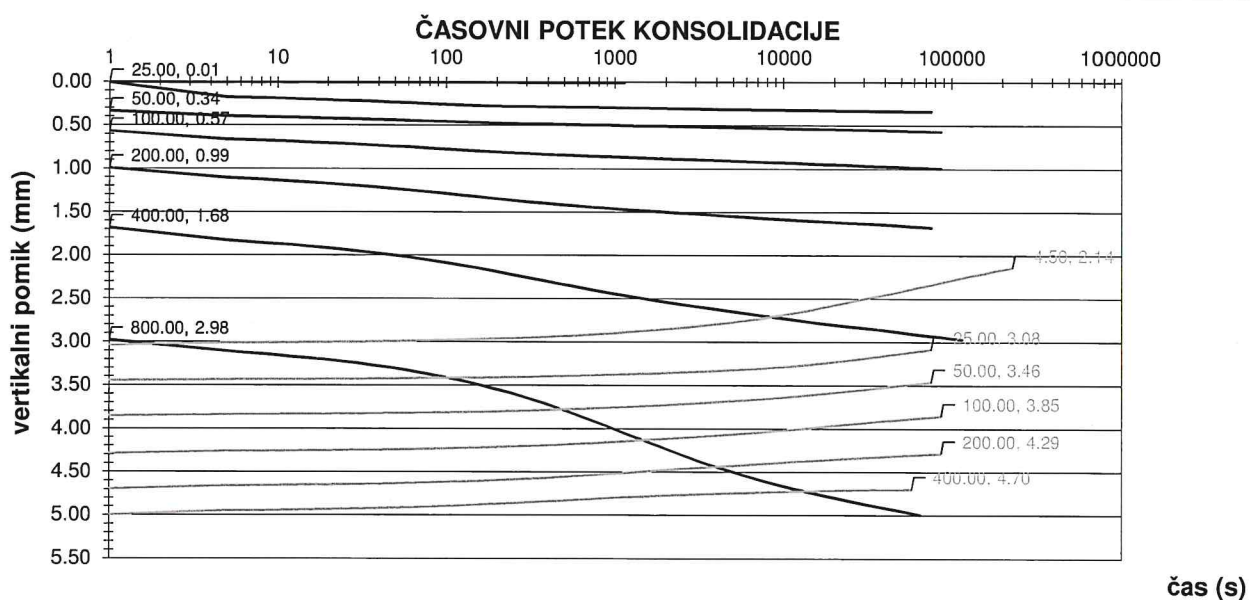
PRILOGA: 2-1/5.a

SIST-TS CEN ISO/TS 17892-5:2004

Jamova c. 2, p.p. 3422
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon 01 4768 500
faks 01 4250 681

OPIS: OH, viskoplastičen organski melj

e končni - informativne vrednosti



PRILOGA: 2-1/5.b



EDOMETRSKI PRESKUS S POSTOPNIM OBREMENJEVANJEM

Katedra za geotehniko

Jamova c. 2, p.p. 3422
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon 01 4768 500
faks 01 4250 681

SIST-TS CEN ISO/TS 17892-5:2004

LOKACIJA: OPPN ROŽNIK

D.N.: 04/22

VRTINA: V-1

DATUM DOSTAVE: 23.2.22

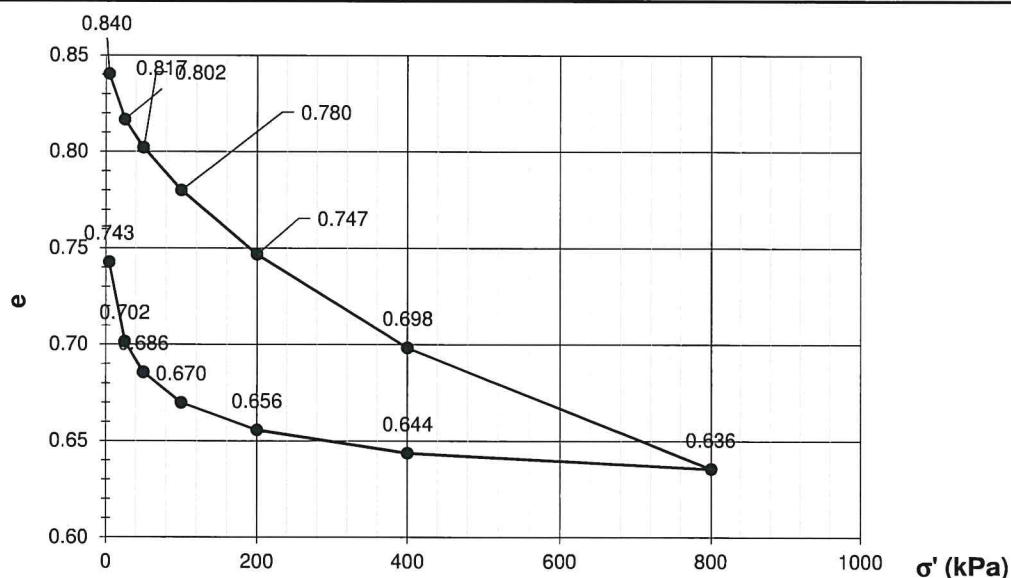
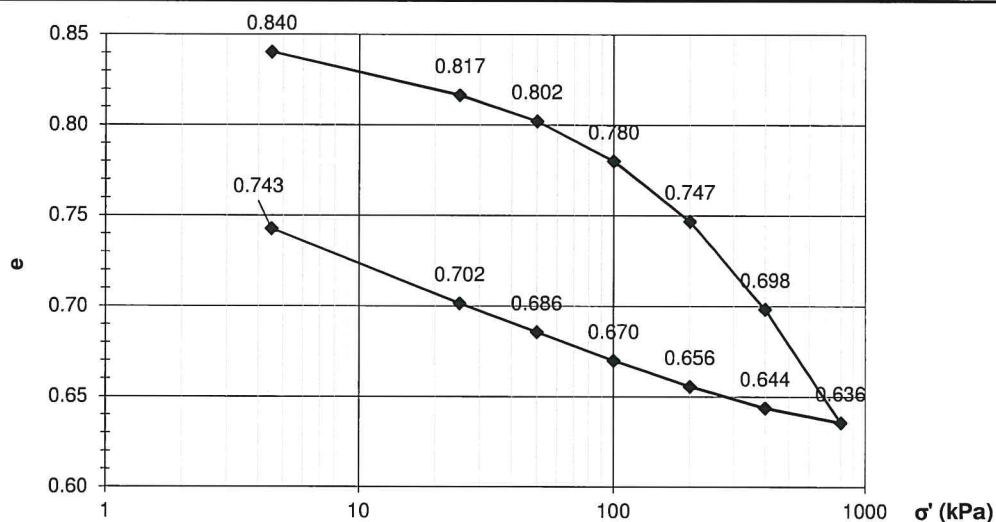
GLOBINA: 9.5-9.8 m

POROČILO: L-03-22

OPIS: CL, nizkoplastična glina

aparatus:	5	predpostavljena gostota zrn ρ_s :	2.70	Mg/m ³
višina vzorca:	19.68 mm	vлага vzorca pred preiskavo:	30.7	%
premer vzorca:	70.0 mm	vлага vzorca po preiskavi:	28.4	%
		začetna gostota ρ :	1.92	Mg/m ³
zalitje:	25.0 kPa	začetna suha gostota ρ_d :	1.47	Mg/m ³

KRIVULJA STISLJIVOSTI



PREISKAL: J. Smolar
ZAČ. PREISKAVE: 7.3.22
KON. PREISKAVE: 28.3.22

PRILOGA: 2-2/5.a



EDOMETRSKI PRESKUS S POSTOPNIM OBREMENJEVANJEM

SIST-TS CEN ISO/TS 17892-5:2004

Katedra za geotehniko

Jamova c. 2, p.p. 3422
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon 01 4768 500
faks 01 4250 681

LOKACIJA: OPPN ROŽNIK

VRTINA: V-1

GLOBINA: 9.5-9.8 m

OPIS: CL, nizkoplastična glina

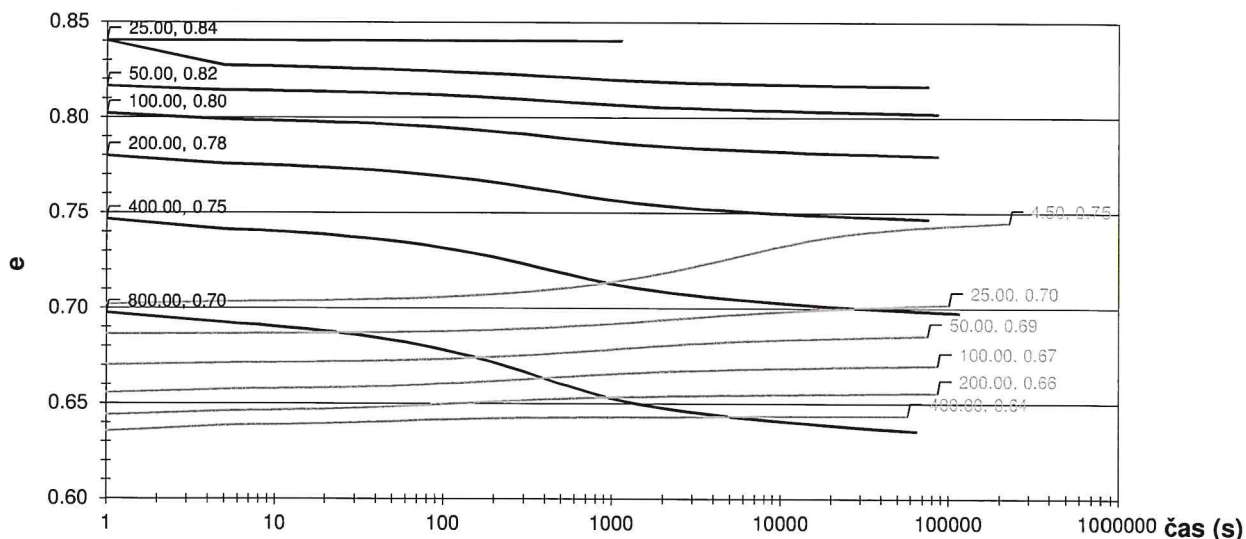
D.N.: 04/22

DATUM DOSTAVE: 23.2.22

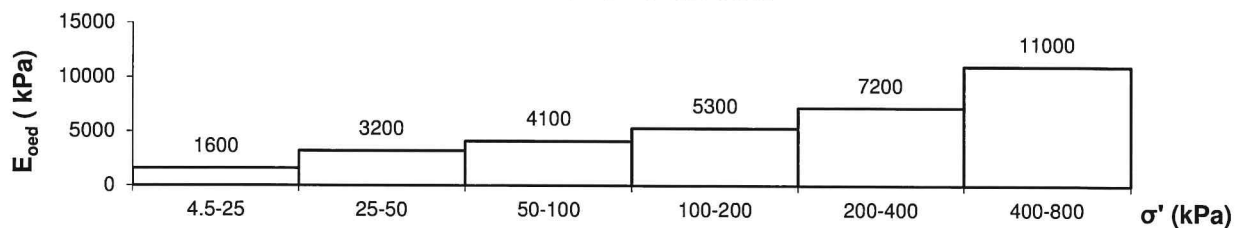
POROČILO: L-03-22

stopnja (kPa)	$e_{končni}$	E_{oed} (kPa)	c_v (m ² /s)	k (m/s)	C_a	σ'_p (kPa)	200
	0.840					C_c	0.185
0-4.5	0.840					C_s	0.048
4.5-25	0.817	1600				λ	0.080
25-50	0.802	3200	8.4E-08	2.6E-10	0.0010	κ	0.021
50-100	0.780	4100	1.0E-07	2.5E-10	0.0013		
100-200	0.747	5300	1.0E-07	1.9E-10	0.0020		
200-400	0.698	7200	9.8E-08	1.4E-10	0.0027		
400-800	0.636	11000	9.2E-08	8.4E-11	0.0040		
800-400	0.644	81000					
400-200	0.656	27000					
200-100	0.670	12000					
100-50	0.686	5300					
50-25	0.702	2600					
25-4.5	0.745	850					

ČASOVNI POTEK KONSOLIDACIJE



MODUL STISLJIVOSTI



PREISKAL: J. Smolar
ZAČ. PREISKAVE: 7.3.22
KON. PREISKAVE: 28.3.22

PRILOGA: 2-2/5.b



EDOMETRSKI PRESKUS S POSTOPNIM OBREMENJEVANJEM

SIST-TS CEN ISO/TS 17892-5:2004

Katedra za geotehniko

Jamova c. 2, p.p. 3422
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon 01 4768 500
faks 01 4250 681

LOKACIJA: OPPN ROŽNIK

D.N.: 04/22

VRTINA: V-1

DATUM DOSTAVE: 23.2.22

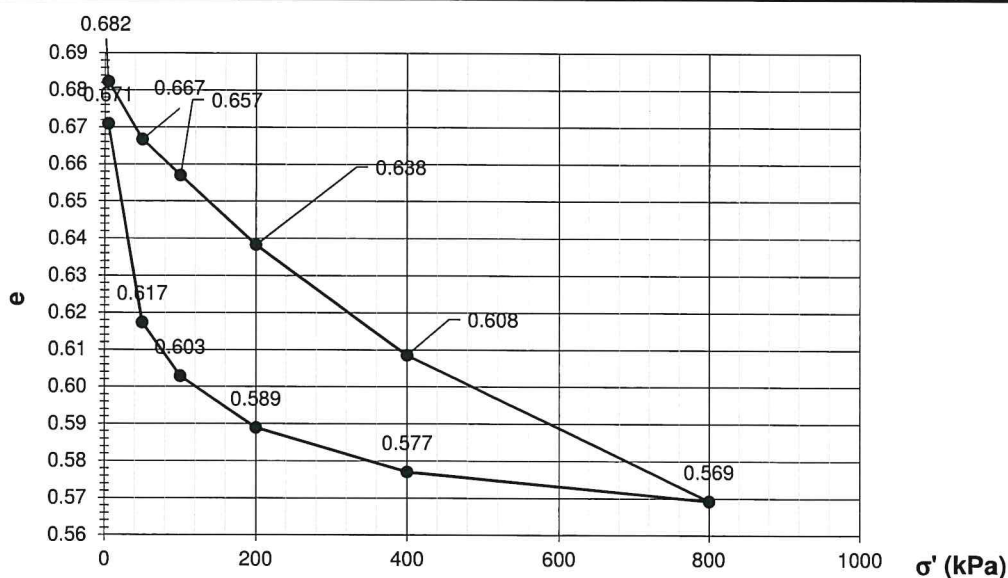
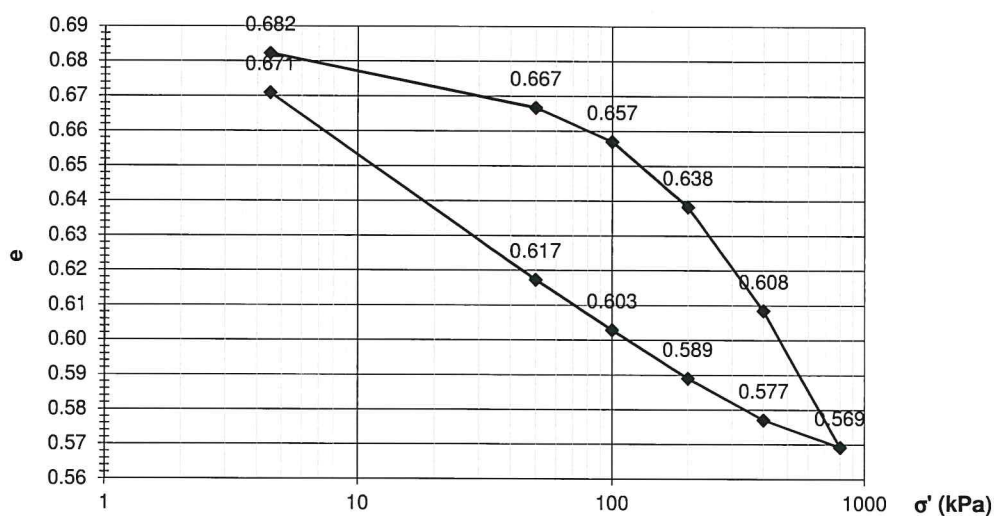
GLOBINA: 10.2-10.5 m

POROČILO: L-03-22

OPIS: CL, nizkoplastična glina

aparatus:	4	predpostavljena gostota zrn ρ_s :	2.70	Mg/m ³
višina vzorca:	19.19 mm	vлага vzorca pred preiskavo:	24.7	%
premer vzorca:	70.0 mm	vлага vzorca po preiskavi:	25.6	%
		začetna gostota ρ :	2.00	Mg/m ³
zalitje:	25.0 kPa	začetna suha gostota ρ_d :	1.61	Mg/m ³

KRIVULJA STISLJIVOSTI



PREISKAL: J. Smolar
ZAČ. PREISKAVE: 20.3.22
KON. PREISKAVE: 29.3.22

PRILOGA: 2-3/5.a



EDOMETRSKI PRESKUS S POSTOPNIM OBREMENJEVANJEM

Katedra za geotehniko

Jamova c. 2, p.p. 3422
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon 01 4768 500
faks 01 4250 681

SIST-TS CEN ISO/TS 17892-5:2004

LOKACIJA: OPPN ROŽNIK

D.N.: 04/22

VRTINA: V-2

DATUM DOSTAVE: 23.2.22

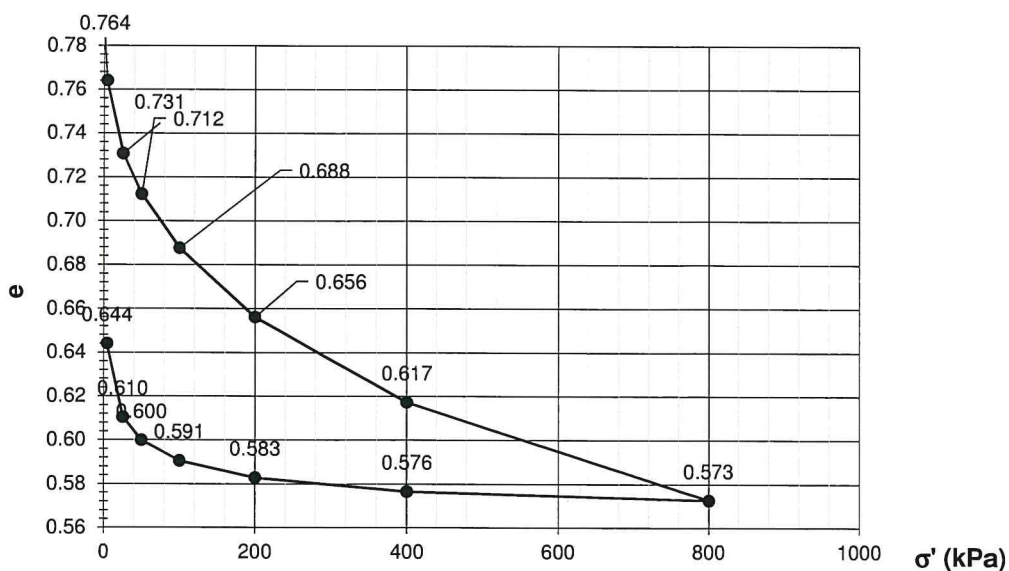
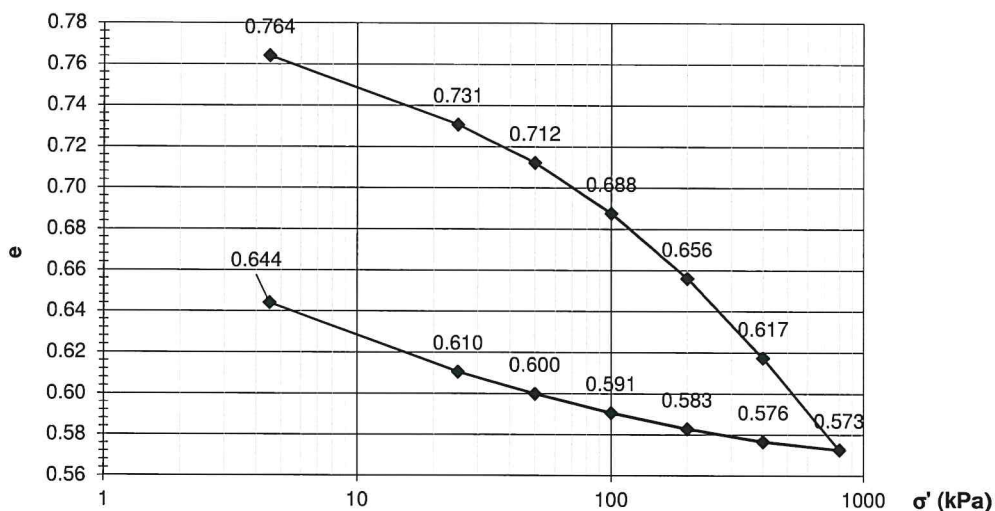
GLOBINA: 9.3-9.5 m

POROČILO: L-03-22

OPIS: ML, nizkoplastičen melj

aparatus:	6	predpostavljena gostota zrn ρ_s :	2.70	Mg/m ³
višina vzorca:	19.05 mm	vлага vzorca pred preiskavo:	28.3	%
premer vzorca:	70.0 mm	vлага vzorca po preiskavi:	24.4	%
		začetna gostota ρ :	1.96	Mg/m ³
zalitje:	25.0 kPa	začetna suha gostota ρ_d :	1.53	Mg/m ³

KRIVULJA STISLJIVOSTI



PREISKAL: J. Smolar
ZAČ. PREISKAVE: 7.3.22
KON. PREISKAVE: 28.3.22

PRILOGA: 2-4/5.a



EDOMETRSKI PRESKUS S POSTOPNIM OBREMENJEVANJEM

SIST-TS CEN ISO/TS 17892-5:2004

Katedra za geotehniko

Jamova c. 2, p.p. 3422
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon 01 4768 500
faks 01 4250 681

LOKACIJA: OPPN ROŽNIK

D.N.: 04/22

VRTINA: V-2

DATUM DOSTAVE: 23.2.22

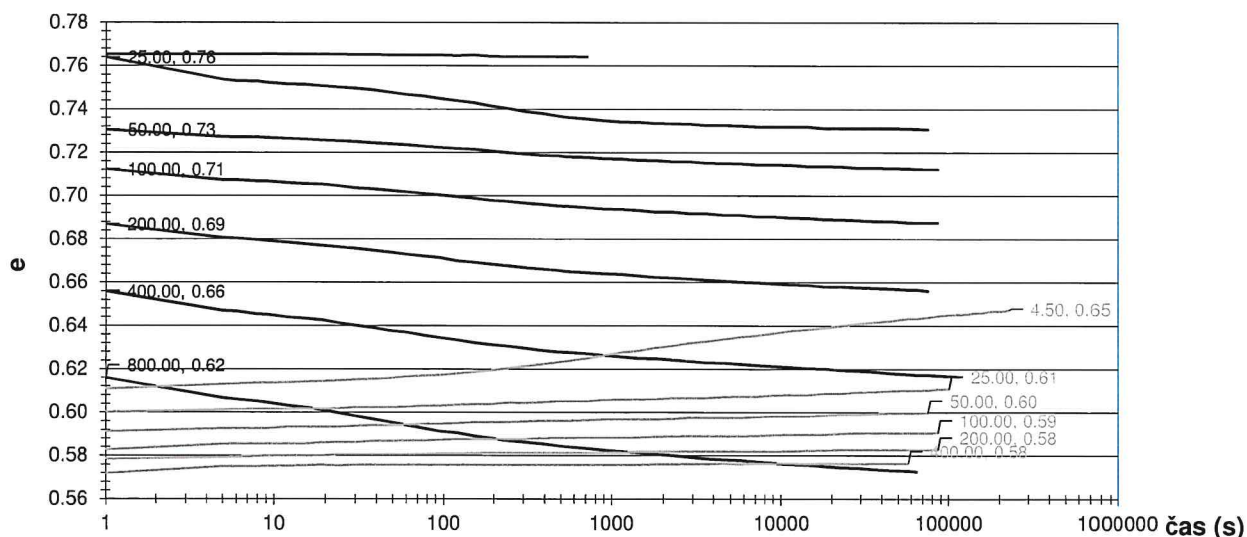
GLOBINA: 9.3-9.5 m

POROČILO: L-03-22

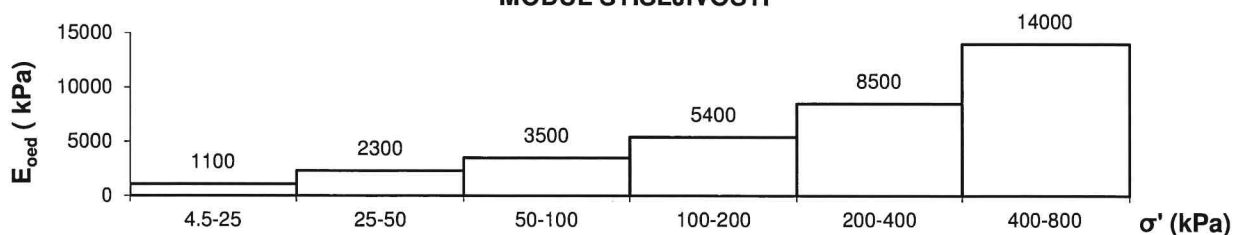
OPIS: ML, nizkoplastičen melj

stopnja (kPa)	$e_{končni}$	E_{oed} (kPa)	c_v (m ² /s)	k (m/s)	C_a	σ'_p (kPa)	η
0-4.5	0.765					C_c	0.139
	0.764					C_s	0.024
4.5-25	0.731	1100	2.4E-07	2.2E-09	0.0008	λ	0.060
25-50	0.712	2300	3.7E-07	1.6E-09	0.0013	κ	0.010
50-100	0.688	3500	5.7E-07	1.6E-09	0.0017		
100-200	0.656	5400	5.6E-07	1.0E-09	0.0023		
200-400	0.617	8500	5.4E-07	6.3E-10	0.0026		
400-800	0.573	14000	5.1E-07	3.6E-10	0.0033		
800-400	0.576	160000					
400-200	0.583	50000					
200-100	0.591	20000					
100-50	0.600	8600					
50-25	0.611	3800					
25-4.5	0.647	980					

ČASOVNI POTEK KONSOLIDACIJE



MODUL STISLJIVOSTI



PREISKAL: J. Smolar
ZAČ. PREISKAVE: 7.3.22
KON. PREISKAVE: 28.3.22

PRILOGA: 2-4/5.b



EDOMETRSKI PRESKUS S POSTOPNIM OBREMENJEVANJEM

SIST-TS CEN ISO/TS 17892-5:2004

Katedra za geotehniko

Jamova c. 2, p.p. 3422
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon 01 4768 500
faks 01 4250 681

LOKACIJA: OPPN ROŽNIK

D.N.: 04/22

VRTINA: V-3

DATUM DOSTAVE: 23.2.22

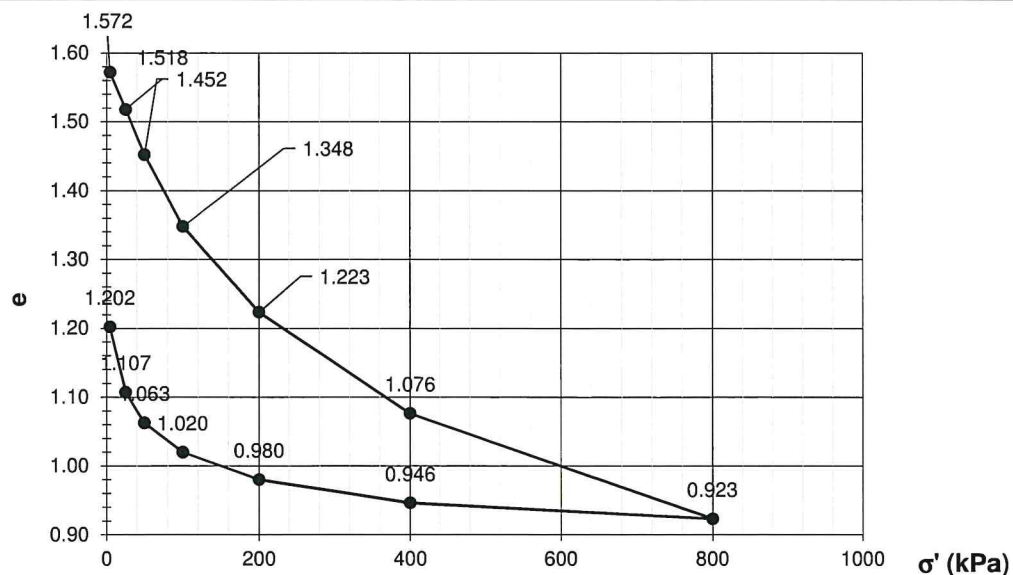
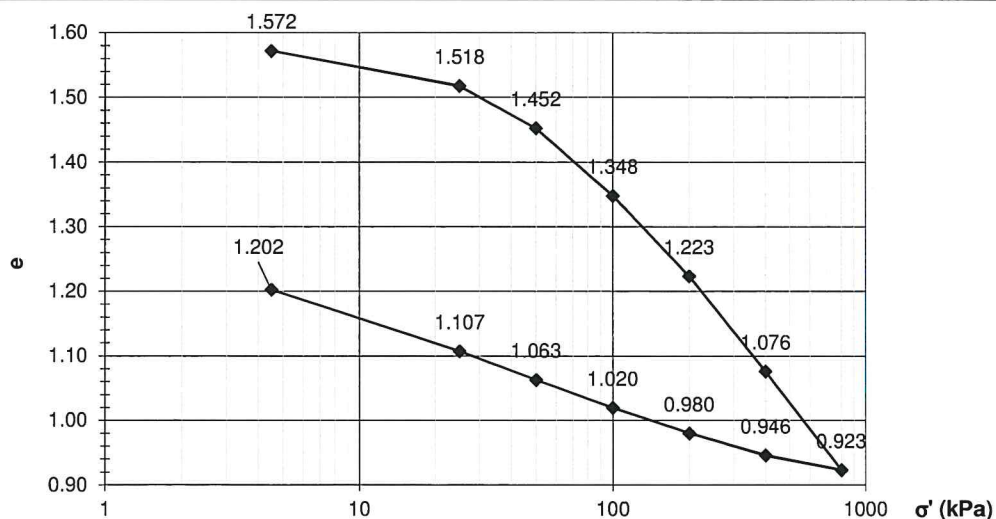
GLOBALNA: 5.6-5.9 m

POROČILO: L-03-22

OPIS: CH, visokoplastična glina, malo razpršene organske snovi

aparatus:	7	predpostavljena gostota zrn ρ_s :	2.70	Mg/m ³
višina vzorca:	19.12 mm	vлага vzorca pred preiskavo:	57.9	%
premer vzorca:	70.0 mm	vлага vzorca po preiskavi:	46.0	%
		začetna gostota ρ :	1.66	Mg/m ³
zalitje:	25.0 kPa	začetna suha gostota ρ_d :	1.05	Mg/m ³

KRIVULJA STISLJIVOSTI



PREISKAL: J. Smolar
ZAČ. PREISKAVE: 7.3.22
KON. PREISKAVE: 28.3.22

PRILOGA: 2-5/5.a



EDOMETRSKI PRESKUS S POSTOPNIM OBREMENJEVANJEM

SIST-TS CEN ISO/TS 17892-5:2004

Katedra za geotehniko

Jamova c. 2, p.p. 3422
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon 01 4768 500
faks 01 4250 681

LOKACIJA: OPPN ROŽNIK

D.N.: 04/22

VRTINA: V-3

DATUM DOSTAVE: 23.2.22

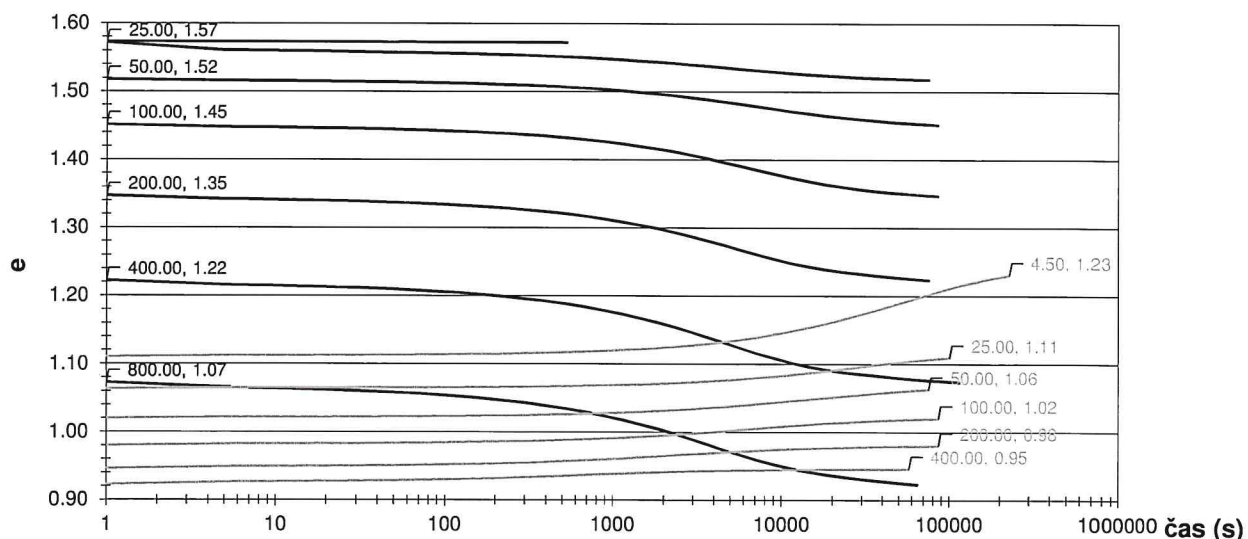
GLOBINA: 5.6-5.9 m

POROČILO: L-03-22

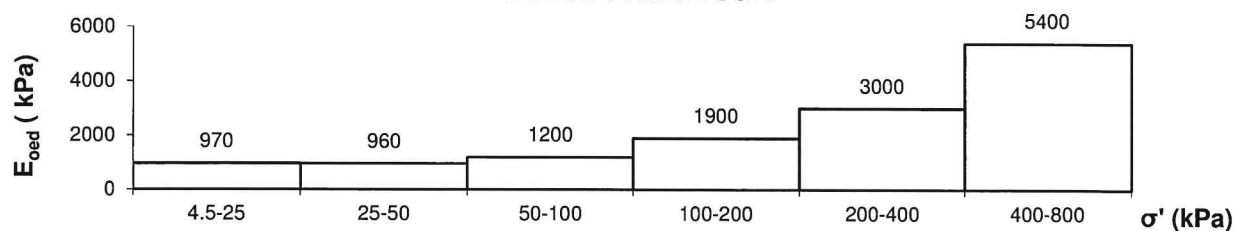
OPIS: CH, visokoplastična glina, malo razpršene organske snovi

stopnja (kPa)	$e_{končni}$	E_{oed} (kPa)	c_v (m ² /s)	k (m/s)	C_a	σ'_p (kPa)	γ
	1.573					C_c	0.498
0-4.5	1.572					C_s	0.123
4.5-25	1.518	970	1.0E-08	1.1E-10	0.0031	λ	0.216
25-50	1.451	960	4.9E-09	5.1E-11	0.0071	κ	0.053
50-100	1.347	1200	5.9E-09	4.9E-11	0.0079		
100-200	1.223	1900	6.8E-09	3.6E-11	0.0091		
200-400	1.073	3000	6.1E-09	2.0E-11	0.0094		
400-800	0.923	5400	6.6E-09	1.2E-11	0.0136		
800-400	0.946	34000					
400-200	0.980	11000					
200-100	1.020	5000					
100-50	1.063	2300					
50-25	1.109	1200					
25-4.5	1.231	450					

ČASOVNI POTEK KONSOLIDACIJE



MODUL STISLJIVOSTI



PREISKAL: J. Smolar
ZAČ. PREISKAVE: 7.3.22
KON. PREISKAVE: 28.3.22

PRILOGA: 2-5/5.b



NEPOSREDNI STRIŽNI PRESKUS

SIST-TS CEN ISO/TS 17892-10:2004

LOKACIJA: OPPN ROŽNIK

VRTINA: V-1

GLOBINA: 8.7-9.0 m

OPIS: MH, viskoplastičen melj, veliko razpršene organske snovi

D.N.: 04/22

DATUM DOSTAVE: 23.2.22

POROČILO: L-03-22

	w_z %	w_k %	ρ_z Mg/m ³	ρ_{dz} Mg/m ³	e_z	Sr_z %	σ_n kPa	τ_{max} kPa	$U_{\tau max}$ mm
Vzorec 1	56.1	48.2	1.62	1.04	1.46	98	200	108	4.5
Vzorec 2	60.2	58.1	1.63	1.02	1.51	102	100	61	4.0
Vzorec 3	56.9	57.8	1.61	1.03	1.48	98	50	38	3.8
Vzorec 4									
Vzorec 5									

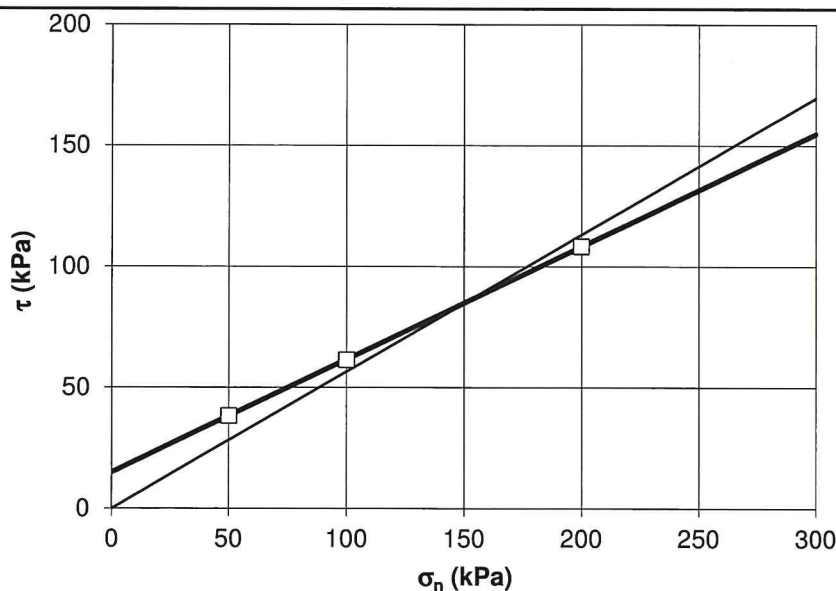
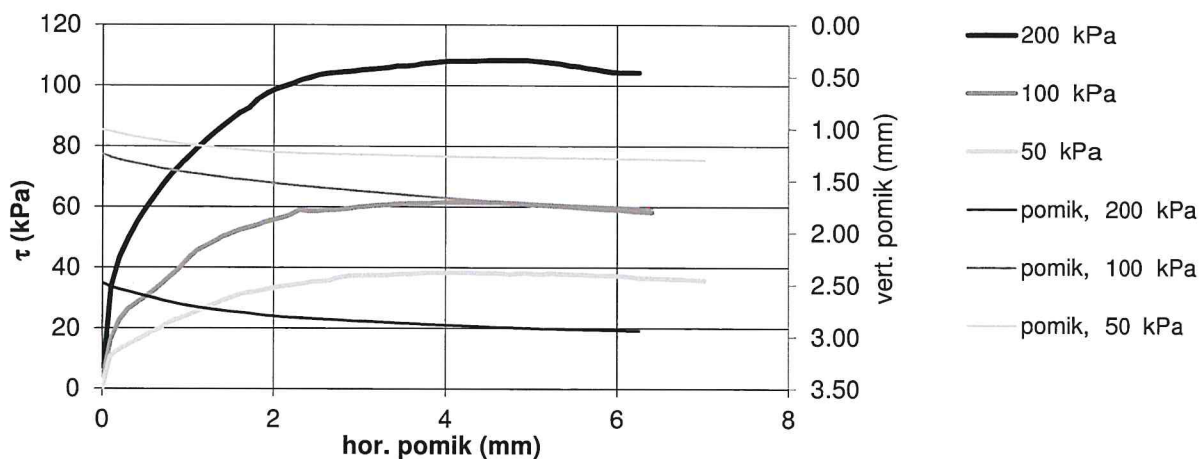
hitrost striženja: 0.005 mm/min

naprava: 60x60x20

preplavljenost: Da

 ρ_s : 2.55 Mg/m³ Gostota zrn je predpostavljena.

vrsta vzorca: Intakten; nekoliko deformiran od vrtnja



Vrhunska strižna trdnost:

 ϕ : 25.0°

c: 15 kPa

 $R^2 = 1.00$

PREISKAL: J. Smolar, M. Hrovat

ZAČ. PREISKAVE: 7.3.22

KON. PREISKAVE: 14.3.22

PRILOGA: 3-1/2



NEPOSREDNI STRIŽNI PRESKUS

SIST-TS CEN ISO/TS 17892-10:2004

Katedra za geotehniko
Jamova c. 2, p.p. 3422
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon 01 4768 500
faks 01 4250 681

LOKACIJA: OPPN ROŽNIK

VRTINA: V-3

GLOBINA: 5.6-5.9 m

OPIS: CH, visokoplastična glina, malo razpršene organske snovi

D.N.: 04/22

DATUM DOSTAVE: 23.2.22

POROČILO: L-03-22

	w_z %	w_k %	ρ_z Mg/m ³	ρ_{dz} Mg/m ³	e_z	Sr_z %	σ_n kPa	τ_{max} kPa	$U_{\tau max}$ mm
Vzorec 1	48.5	37.7	1.70	1.15	1.35	97	150	71	5.2
Vzorec 2	48.2	40.0	1.67	1.13	1.39	94	100	51	3.8
Vzorec 3	49.3	43.3	1.65	1.11	1.44	93	50	31	4.5
Vzorec 4									
Vzorec 5									

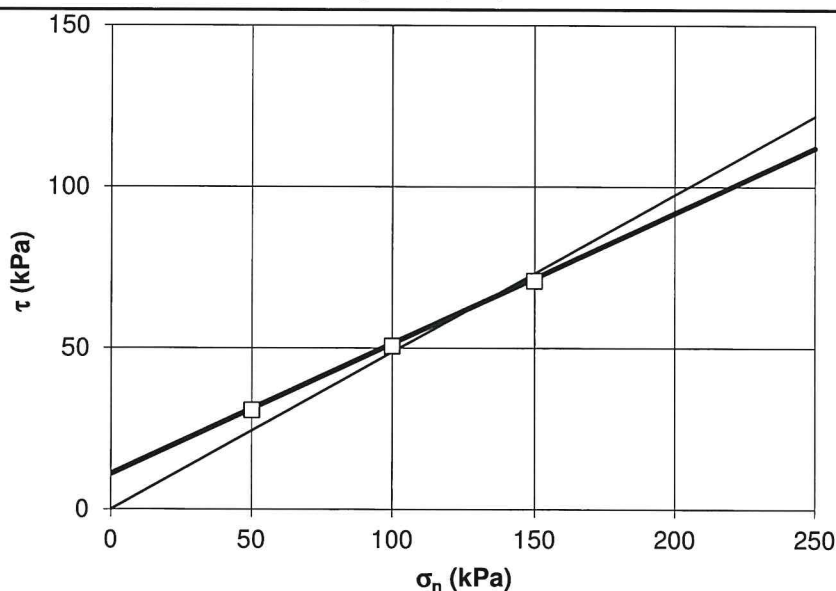
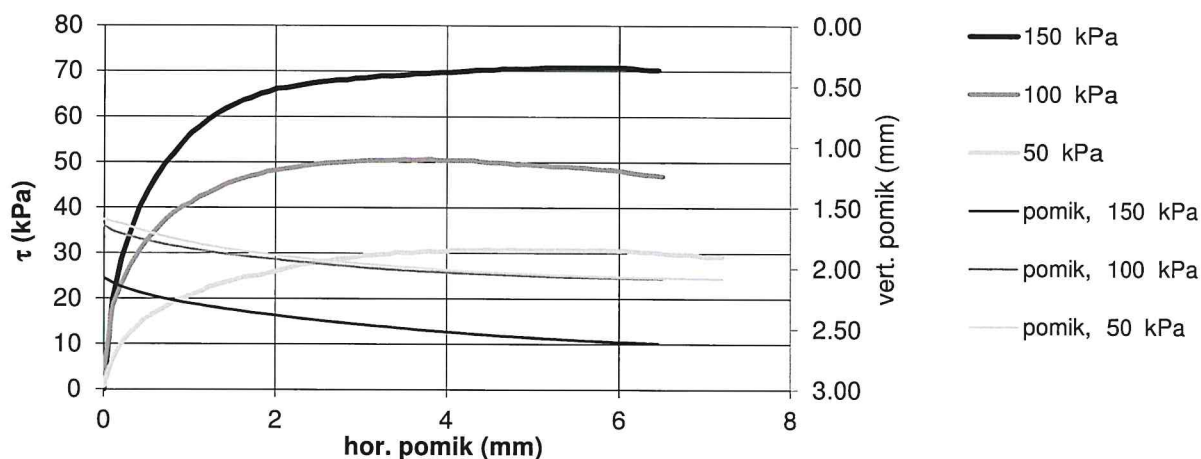
hitrost striženja: 0.002 mm/min

naprava: 60x60x20

preplavljenost: Da

ρ_s : 2.70 Mg/m³ Gostota zrn je predpostavljena.

vrsta vzorca: Intakten



Vrhunska strižna trdnost:

ϕ : 22.0°

c : 11 kPa

$R^2 = 1.00$

PREISKAL: J. Smolar, M. Hrovat

ZAČ. PREISKAVE: 11.3.22

KON. PREISKAVE: 14.3.22

PRILOGA: 3-2/2



LABTEST, geotehnična in druga tehnična testiranja, d.o.o.

Idrijska cesta 42, SI - 1360 Vrhnika

e-mail: info@labtest.si

ID za DDV: SI51322153

IBAN št.: SI56 0202 7026 3781 321

Matična št.: 8900655000

Vrhnika: 3. 3. 2022

Arh. št: P09-02-22

ELABORAT O GEOMEHANSKIH LABORATORIJSKIH PREISKAVAH VZORCEV Z LOKACIJE 'OPPN ROŽNIK – LJUBLJANA KOSEZE'

Naročnik:

SLP d.o.o.

Ulica Gradnikove brigade 4

1000 Ljubljana

Direktor:

Marjan Filipič

Izvedba preiskav: Marjan Filipič

Miha Peternel, mag.inž. geotehnol.

Priprava poročila: Marjan Filipič

VSEBINA

T.1	UVOD	3
T.2	PREISKAVE NARAVNE VLAGE IN GOSTOTE	3
T.3	UGOTAVLJANJE MEJE ŽIDKOSTI IN MEJE PLASTIČNOSTI	3
T.4	UGOTAVLJANJE STRIŽNE TRDNOSTI.....	4
T.5	UGOTAVLJANJE STISLJIVOSTI	4
T.6	ZAKLJUČEK.....	5

PRILOGE

P.1	Zbirna preglednica izvedenih geomehanskih laboratorijskih preiskav
P.2 do P.3	Rezultati ugotavljanja meje židkosti in plastičnosti
P.4 do P.7	Rezultati preiskav stisljivosti v edometru
P.8 do P.9	Rezultati neposrednih strižnih preskusov

T.1 Uvod

Od podjetja SLP d.o.o. smo v raziskavo dobili dva vzorca, ki sta bila na lokaciji Ljubljana Koseze na območju OPPN Rožnik odvzeta iz jeder vrtin izvedenih z rotacijskim jedrovanjem. Preskušanca sta bila ovita v PVC vrečke in zaščitena pred izhlapevanjem. Na vzorcih je bila poleg oznake sonde označena tudi globina odvzema. V preglednici na prilogi P.1 sicer oznaka P – porušen vzorec (oznaka I – intakten vz. pripada vzorcem odvzetim direktno v jedernik). Z drugimi podatki ne razpolagamo.

Vzorca zemljin, ki sta bila odvzeta 15.2. in 16.2. 2022, smo v laboratorij Labtest d.o.o. prejeli 22.2.2022.



Slika 1: Oprema na kateri smo izvajali preiskave

V nadaljevanju podajamo postopke in interpretacije meritev, ki so bile izvedene skladno s programom preiskav, ki jih je podal naročnik.

T.2 Preiskave naravne vlage in gostote

Naravno vlažnost smo določili na obeh preskušancih, zemljino smo jih do konstantne mase izsušili pri 105°C, skladno s standardom SIST 17892-1:2015.

Gostoto smo drobnozrnatim zemljinam določili po linearni metodi s tehtanjem vzorca v znanem volumnu, kot predpisuje standard SIST 17892-1:2015. S pomočjo znane vlage smo določili tudi suho gostoto.

T.3 Ugotavljanje meje židkosti in meje plastičnosti

Atterbergove meje smo določili po metodi s konusom (80g / 30°), analizirali po standardu SIST SIST EN ISO 17892-12:2018.

Parametri ugotovljeni s to preiskavo so nam služili tudi za klasifikacijo materialov, kot velewa tehnična specifikacija TSPI PG.05.200:2021. V preglednici na prilogi 1 podajamo tudi oznake za razvrščanje po USCS klasifikaciji.

Pri obeh preskušancih je bila evidentirana prisotnost grušča, kar smo predhodno odstranili s pomočjo sita 0.4mm.

T.4 Ugotavljanje strižne trdnosti

Parametre strižne trdnosti za Mohr-Coulombov porušitveni kriterij smo določili v neposrednem strižnem aparatu. Po tri preskušance iz vsakega vzorca smo najprej konsolidirali pri različnih navpičnih obremenilnih stopnjah, kar nam je služilo tudi za določitev strižne hitrosti, skladno s standardom SIST EN ISO 17892-10:2019.

Vsi preskušanci so bili analizirani v preplavljenem stanju. Tudi v tem primeru smo iz zemljine odstranili koščke grušča, ki so razvidni s spodnje fotografije.



T.5 Ugotavljanje stisljivosti

V tem primeru smo poleg začetne na 4 kPa izvedli še 4 obremenilne in 2 razbremenilni stopnji. Analize so bile izvedene v preplavljenem stanju.

Poleg edometriških modulov podajamo tudi časovne komponente za konsolidacijo (c_v), kar smo iz diagramov preiskav določili po metodi Casagrande ter druge parametre za numerično modeliranje tal (C_α , λ , κ), s pripombo da sekundarni del konsolidacije ni bil v popolnosti raziskan, saj je obremenitev na posamezni stopnji trajala praviloma 24h.

T.6 Zaključek

Rezultati laboratorijskih preiskav naj bodo upoštevani skladno z omejitvami, ki so splošno znane pri tovrstnih analizah (velikost, reprezentativnost in količina preskušancev, kvaliteta jedra itd.), zato jih je smiselno kombinirati z ostalimi znanimi podatki (in-situ raziskave in arhivski podatki).



LABTEST d.o.o.
Idrijska cesta 42, SI - 1360 VRHNIKA
e-mail: info@labtest.si

PREGLEDNICA REZULTATOV GEOMEHANSKIH LABORATORIJSKIH PREISKAV

OBJEKT: **OPPN ROŽNIK**
NAROČNIK: **SLP d.o.o.**

SONDA	INTERVAL GLOBINE	VRSTA VZORCA (l-intakten, p- porušen)	KLASIFIKACIJA TSG-211-002	USCS OZNAKA		NARAVNA VLAGA	GOSTOTA	SUHA GOSTOTA	MEJA ŽIDKOSTI	MEJA PLASTIČNOSTI	INDEKS PLASTIČNOSTI	INDEKS KONSISTENCE	ŽEPNI PENETROM.	NEPOSREDNI STRŽNI PRESKUS	STISLJIVOST V EDMETRU (preplavljeno)				OPOMBE		
						w ₀	ρ	ρ _d	w _L	w _p	I _p	I _c	q _{už}	c	φ	E _{oed}					
																	4 -50 kPa	50 -100 kPa	100-150 kPa	150-200 kPa	
	[m]					[%]	[Mg/m ³]	[Mg/m ³]	[%]	[%]	[%]		[kPa]	[kPa]	[o]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]		
V-2	5.6 - 5.8	P	CIM	CL	srednje plastična glina sg.-tg. z drobcu gruščja	26.6 - 33.0	1.93 - 1.98	1.40 - 1.57	44.7	18.3	18.3	0.69	70 - 100	1.2	30.1	1360	3410	4080	6150	naravna vlaga pogojena z deležem drobcu gruščja	
V-3	6.1 - 6.4	P	CIL	CL	nizko plastična glina tg. z drobcu gruščja	21.3 - 22.7	2.08-2.18	1.70 - 1.78	28.2	19.3	9.0	0.78	120 - 140	5.5	27.3	1130	4560	6180	10110		



LABTEST d.o.o.
Idrijska 42, 1360 SI - VRHNIKA
e-mail: info@labtest.si

UGOTAVLJANJE MEJE TEKOČINE IN PLASTIČNOSTI (PRESKUS

S KONUSOM 80g /30°)
(SIST EN ISO 17892-12:2018)

NAROČNIK: SLP d.o.o.

LOKACIJA : OPPN ROŽNIK, Ljubljana Koseze

SONDA: V-2

INTERNA OZNAKA:

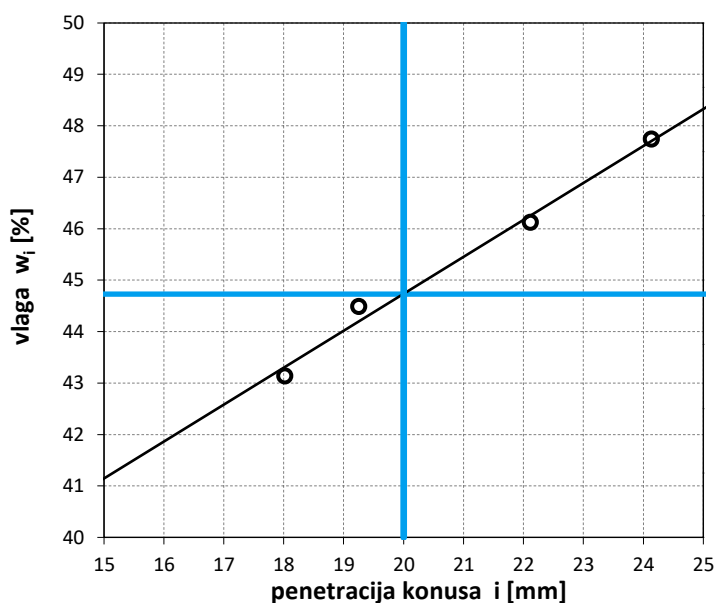
GLOBINA: 5.6 - 5.8 m

OPIS VZORCA IN ZEMLJINE: SREDNJE PLAST. GLINA Z DROBCI GR.

STANJE VZORCA: v vrečki

DATUM ODVZEMA VZORCA: 16.2.2022

DATUM PREVZEMA VZ. V LAB.: 22.2.2022



priprava materiala:

za w_p : navlažen, pregneten, svaljkan na steklu

za w_L : navlažen, pregneten

odsejek na 0,4mm: p_a : 2.48 [%]

naravna vlaga w : 26.6 [%]

meja židkosti w_L : 44.7 [%]

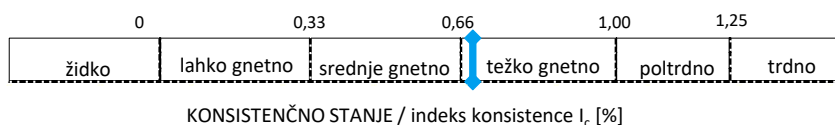
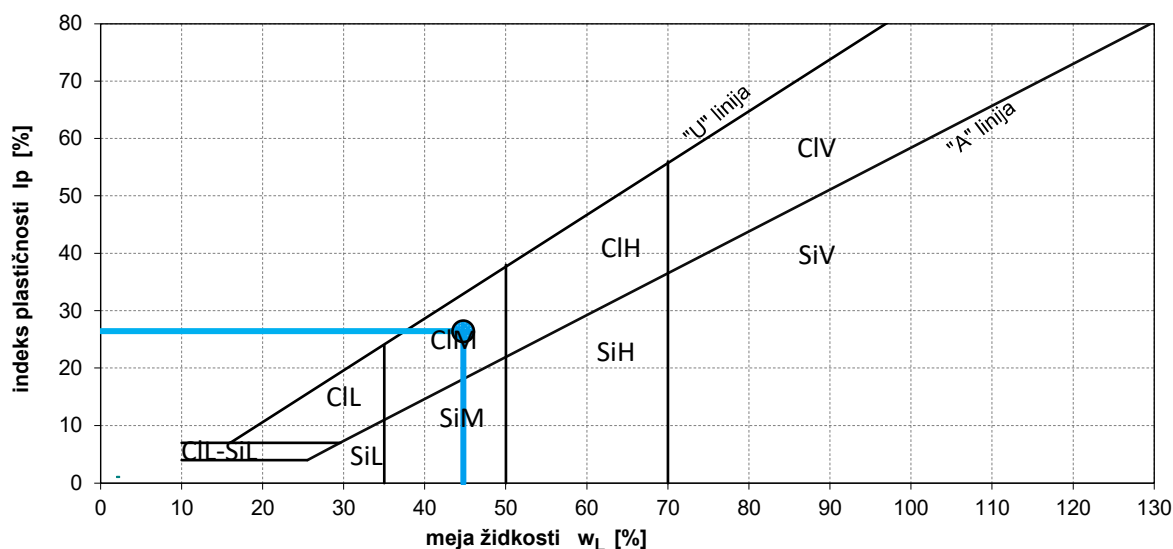
meja plastičnosti w_p : 18.3 [%]

indeks plastičnosti I_p : 26.4 [%]

indeks konsistence I_c : 0.69

indeks tečenja I_L : 0.31

DIAGRAM PLASTIČNOSTI (ASTM D 2487)



klasifikacija vzorca
CIM tg. kons.
(CL)

DATUM ZAČETKA PREISKAVE: 23.2.2022

PREISKAL: M. FILIPIČ

DATUM ZAKLJUČKA PREISKAVE: 25.2.2022

PREGLEDAL: M. PETERNEL, mag.inž. geotehnol.



LABTEST d.o.o.
Idrijska 42, 1360 SI - VRHNIKA
e-mail: info@labtest.si

UGOTAVLJANJE MEJE TEKOČINE IN PLASTIČNOSTI (PRESKUS

S KONUSOM 80g /30°)
(SIST EN ISO 17892-12:2018)

NAROČNIK: SLP d.o.o.

LOKACIJA : OPPN ROŽNIK, Ljubljana Koseze

SONDA: V-3

OPIS VZORCA IN ZEMLJINE: NIZKO PLAST. GLINA Z DROBCI GR.

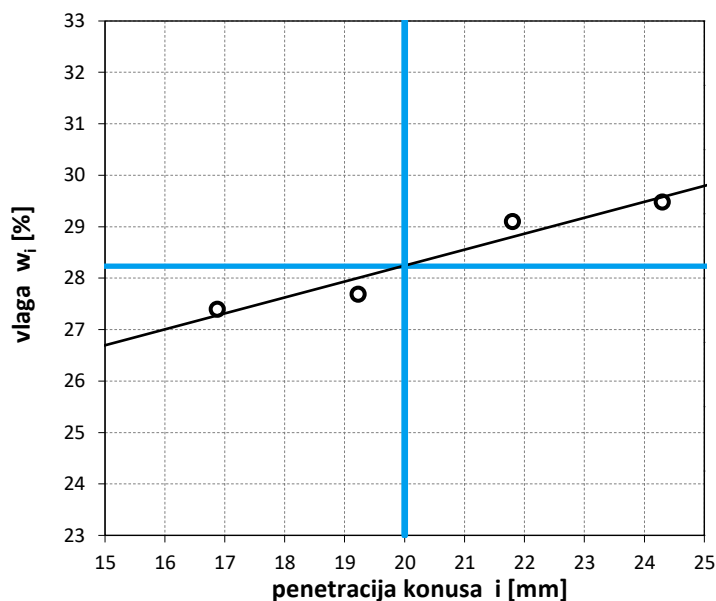
DATUM ODVZEMA VZORCA: 15.2.2022

INTERNA OZNAKA:

GLOBINA: 6.1 - 6.4 m

STANJE VZORCA: v vrečki

DATUM PREVZEMA VZ. V LAB.: 22.2.2022



priprava materiala:

za w_p : navlažen, pregneten, svaljkan na steklu

za w_L : navlažen, pregneten

odsejek na 0,4mm: p_a : 1.77 [%]

naravna vlaga w : 21.3 [%]

meja židkosti w_L : 28.2 [%]

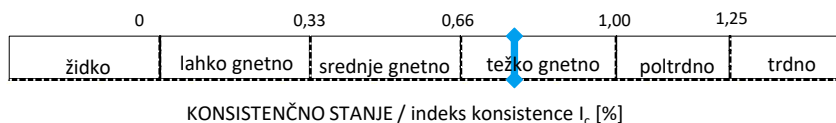
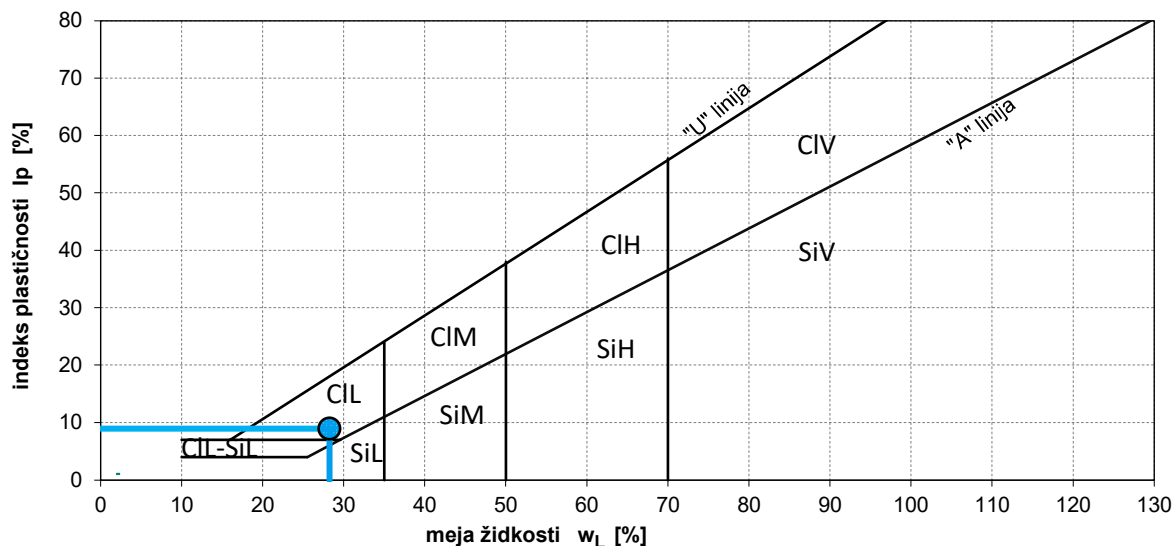
meja plastičnosti w_p : 19.3 [%]

indeks plastičnosti I_p : 9.0 [%]

indeks konsistence I_c : 0.78

indeks tečenja I_L : 0.22

DIAGRAM PLASTIČNOSTI (ASTM D 2487)



klasifikacija vzorca
CIL tg. kons.
(CL)

DATUM ZAČETKA PREISKAVE: 23.2.2022

DATUM ZAKLJUČKA PREISKAVE: 25.2.2022

PREISKAL: M. FILIPIČ

PREGLEDAL: M. PETERNEL, mag.inž. geotecnol.



LABTEST d.o.o.
Idrijska cesta 42, SI - 1360 VRHNIKA
e-mail: info@labtest.si

EDOMETRSKI PRESKUS S POSTOPNIM OBREMENJEVANJEM

(SIST EN ISO 17892-5:2017)

NAROČNIK: **SLP d.o.o.**

LOKACIJA : **OPPN ROŽNIK**

SONDA: **V-2**

GLOBINA: **5.6 - 5.8m**

OPIS VZORCA IN ZEMLJINE: **SREDNJE PLAST. GLINA**

STANJE VZORCA: **v vrečki**

INTERNA OZNAKA VZORCA:

ORIENTACIJA: **vertikalna**

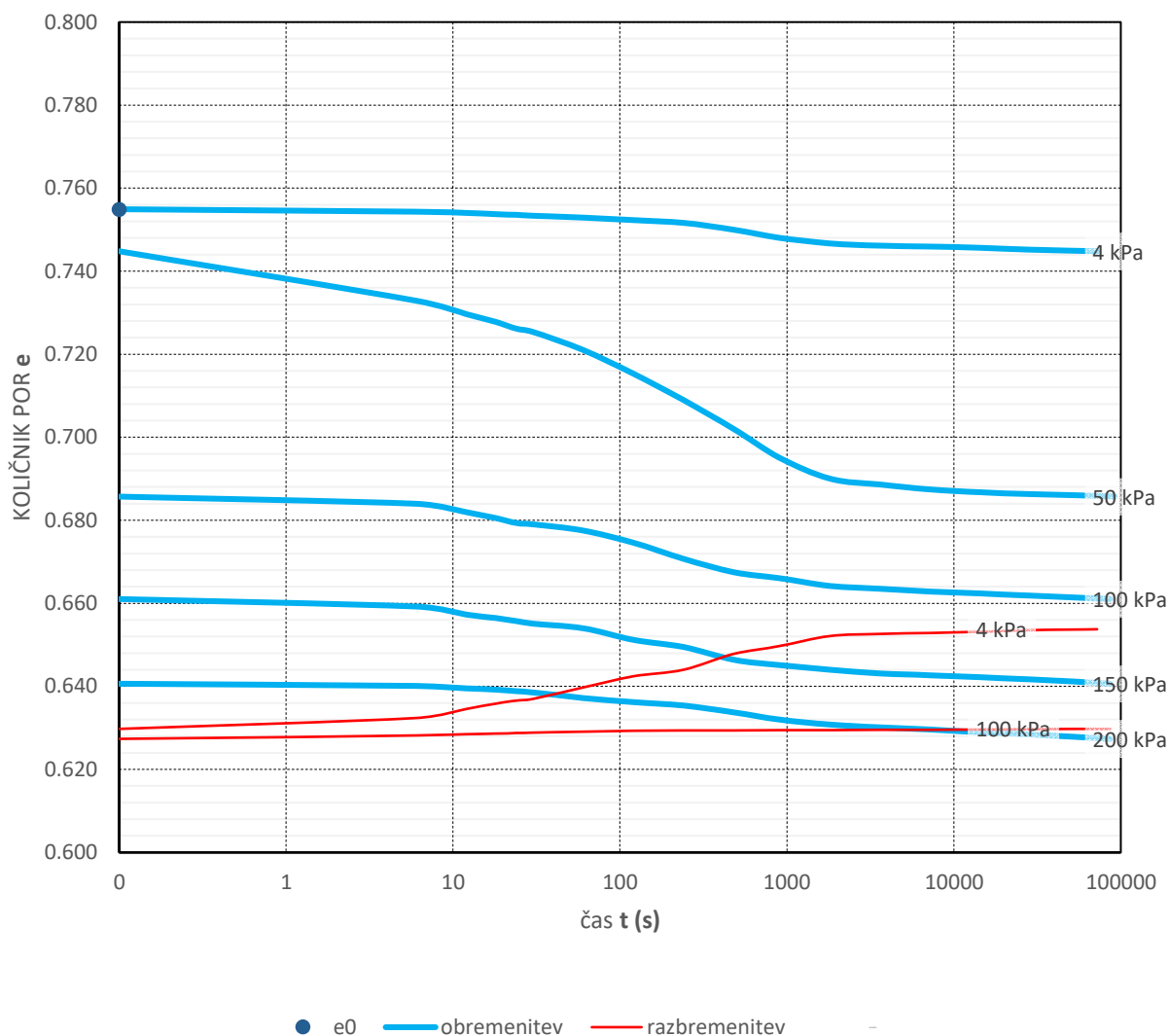
DATUM ODVZEMA VZORCA: **16.2.2022**

DATUM PREVZEMA VZ. V LAB.: **22.2.2022**

PREMER VZORCA D :	63.5 mm	ZAČETNA VIŠINA VZORCA H_0 :	20.8 mm
VLAŽNOST PRED PREISKAVO w_0 :	26.59 %	VLAŽNOST PO PREISKAVI w_k :	24.27 %
PREDPOSTAV. GOSTOTA ZRN ρ_s :	2.75 Mg/m ³	ZAČETNA GOSTOTA VZORCA ρ_0 :	1.985 Mg/m ³
VIŠINA SUHE SNOVI H_{ss} :	11.85 mm	ZAČETNA SUHA GOSTOTA VZ ρ_d :	1.568 Mg/m ³
ZAČETNA ZASIČENOST Sr_0 :	96.9 %	KONČNA ZASIČENOST Sr_k :	100.0 %

OPOMBE: **VZOREC PREPLAVLJEN PRI 4 kPa**

APARAT: **5**



DATUM ZAČETKA PREISKAVE: **22.2.2022**

PREISKAL: **M. FILIPIČ**

DATUM ZAKLJUČKA PREISKAVE: **3.3.2022**

PREGLEDAL: **M. PERNEL**, mag.inž. geotehol.



LABTEST d.o.o.
Idrijska cesta 42, SI - 1360 VRHNIKA
e-mail: info@labtest.si

**EDOMETRSKI PRESKUS S POSTOPNIM
OBREMENJEVANJEM**
(SIST EN ISO 17892-5:2017)

NAROČNIK: **SLP d.o.o.**

LOKACIJA : **OPPN ROŽNIK**

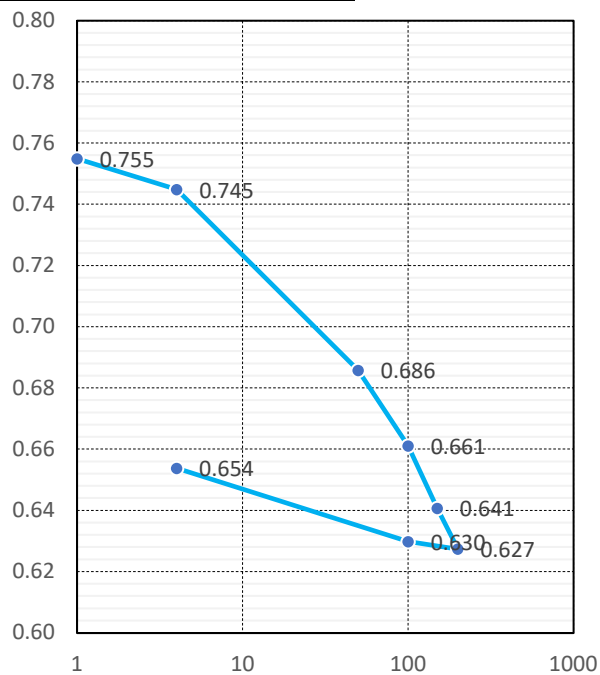
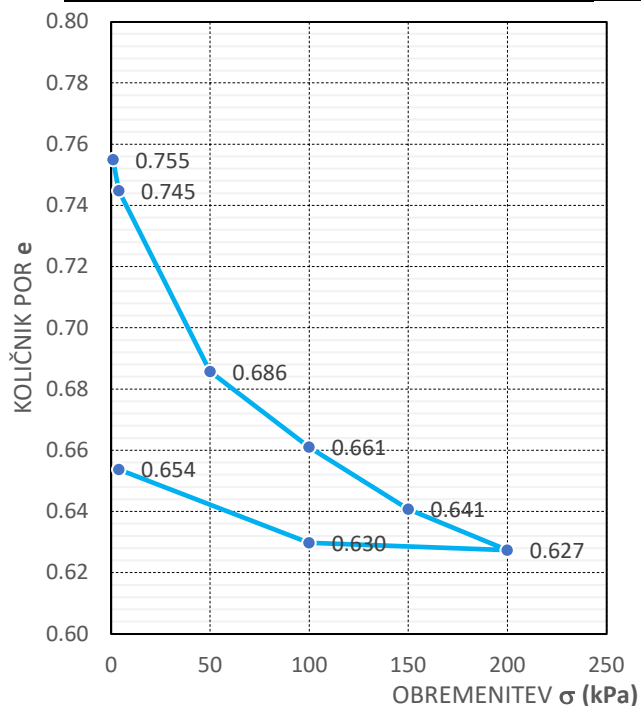
SONDA: **V-2**

GLOBINA: **5.6 - 5.8m**

OPIS VZORCA IN ZEMLJINE: **SREDNJE PLAST. GLINA**

	σ'_i	σ'_{i+1}	e_k	E_{oed}	mv	c_v	k	C_α
	(kPa)		(-)	(kPa)	(MPa ⁻¹)	(m ² /s)	(m/s)	(-)
0	0	1	0.7549					
1	1	4	0.7448					
2	4	50	0.6858	1360	0.735	2.0E-07	1.42E-09	9.96E-04
3	50	100	0.6610	3410	0.293	1.9E-07	5.52E-10	1.01E-03
4	100	150	0.6407	4080	0.245	1.9E-07	4.49E-10	1.33E-03
5	150	200	0.6274	6150	0.163	1.6E-07	2.55E-10	1.21E-03
6	200	100	0.6298	66510	0.015			
7	100	4	0.6538	6530	0.153			
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								

σ'_p (kPa)	95
OCR	0.9
Cc	0.1118
Cr	
Cs	0.0081
λ	0.0486
κ	0.0035



DATUM ZAČETKA PREISKAVE: **22.2.2022**

PREISKAL: **M. FILIPIČ**

DATUM ZAKLJUČKA PREISKAVE: **3.3.2022**

PREGLEDAL: **M. PETERNEL, mag.inž. geotehnol.**



LABTEST d.o.o.
Idrijska cesta 42, SI - 1360 VRHNIKA
e-mail: info@labtest.si

EDOMETRSKI PRESKUS S POSTOPNIM OBREMENJEVANJEM

(SIST EN ISO 17892-5:2017)

NAROČNIK: **SLP d.o.o.**

LOKACIJA : **OPPN ROŽNIK**

SONDA: **V-3**

OPIS VZORCA IN ZEMLJINE: **NIZKO PLAST. GLINA**

INTERNA OZNAKA VZORCA:

DATUM ODVZEMA VZORCA: **15.2.2022**

GLOBINA: **6.1-6.4 m**

STANJE VZORCA: **v vrečki**

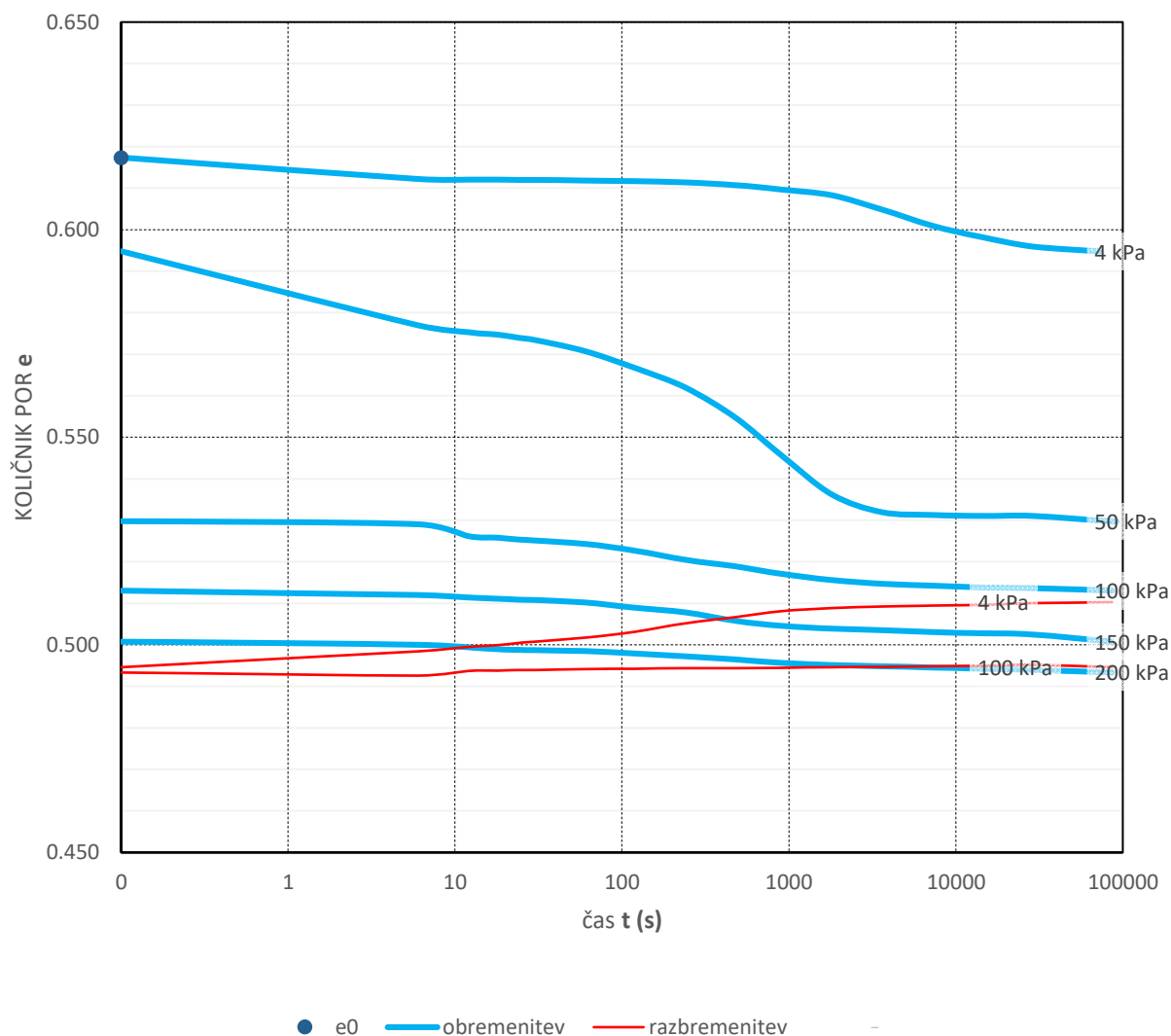
ORIENTACIJA: **vertikalna**

DATUM PREVZEMA VZ. V LAB.: **22.2.2022**

PREMER VZORCA D :	63.5 mm	ZAČETNA VIŠINA VZORCA H_0 :	21.8 mm
VLAŽNOST PRED PREISKAVO w_0 :	22.11 %	VLAŽNOST PO PREISKAVI w_k :	18.78 %
PREDPOSTAV. GOSTOTA ZRN ρ_s :	2.75 Mg/m ³	ZAČETNA GOSTOTA VZORCA ρ_0 :	2.078 Mg/m ³
VIŠINA SUHE SNOVI H_{ss} :	13.48 mm	ZAČETNA SUHA GOSTOTA VZ ρ_d :	1.702 Mg/m ³
ZAČETNA ZASIČENOST Sr_0 :	98.6 %	KONČNA ZASIČENOST Sr_k :	100.0 %

OPOMBE: **VZOREC PREPLAVLJEN PRI 4 kPa**

APARAT: **6**



DATUM ZAČETKA PREISKAVE: **22.2.2022**

DATUM ZAKLJUČKA PREISKAVE: **3.3.2022**

PREISKAL: **M. FILIPIČ**

PREGLEDAL: **M. PERNEL**, mag.inž. geotehnol.



LABTEST d.o.o.
Idrijska cesta 42, SI - 1360 VRHNIKA
e-mail: info@labtest.si

**EDOMETRSKI PRESKUS S POSTOPNIM
OBREMENJEVANJEM**
(SIST EN ISO 17892-5:2017)

NAROČNIK: **SLP d.o.o.**

LOKACIJA : **OPPN ROŽNIK**

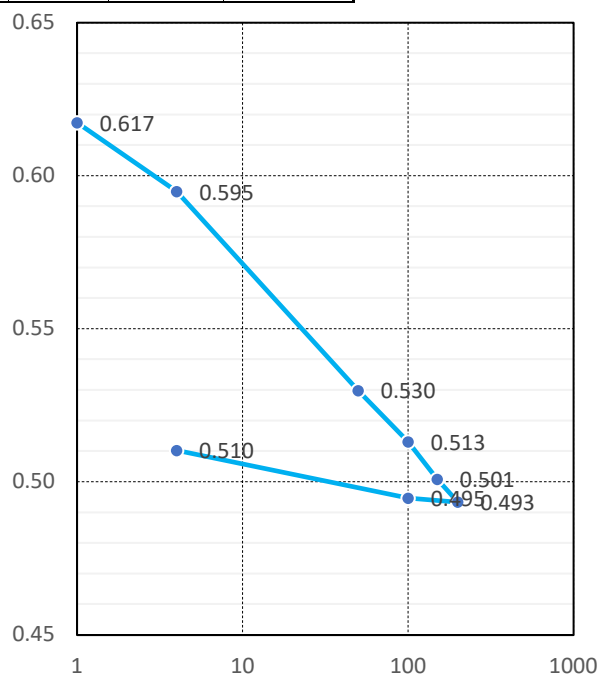
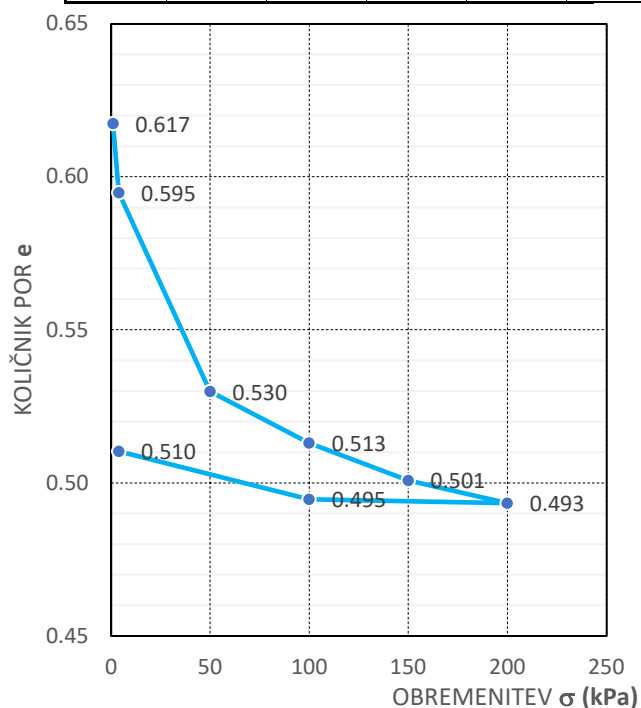
SONDA: **V-3**

GLOBINA: **6.1-6.4 m**

OPIS VZORCA IN ZEMLJINE: **NIZKO PLAST. GLINA**

	σ'_i	σ'_{i+1}	e_k	E_{oed}	mv	c_v	k	C_α
	(kPa)		(-)	(kPa)	(MPa ⁻¹)	(m ² /s)	(m/s)	(-)
0	0	1	0.6174					
1	1	4	0.5948					
2	4	50	0.5298	1130	0.885	1.9E-07	1.66E-09	1.25E-03
3	50	100	0.5131	4560	0.219	2.1E-07	4.43E-10	9.09E-04
4	100	150	0.5008	6180	0.162	1.7E-07	2.68E-10	9.44E-04
5	150	200	0.4934	10110	0.099	2.0E-07	1.94E-10	7.43E-04
6	200	100	0.4946	119820	0.008			
7	100	4	0.5103	9170	0.109			
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								

σ'_p (kPa)	
OCR	
Cc	0.0653
Cr	
Cs	0.0041
λ	0.0284
κ	0.0018



DATUM ZAČETKA PREISKAVE: **22.2.2022**

PREISKAL: **M. FILIPIČ**

DATUM ZAKLJUČKA PREISKAVE: **3.3.2022**

PREGLEDAL: **M. PETERNEL, mag.inž. geotehnol.**



LABTEST d.o.o.
Idrijska 42, 1360 SI - VRHNIKA
e-mail: info@labtest.si

NEPOSREDNI STRIŽNI PRESKUS

SIST EN ISO 17892-10:2019)

NAROČNIK: SLP d.o.o.

LOKACIJA: OPPN ROŽNIK, Ljubljana Koseze INTERNA OZNAKA:

SONDA: V-2

GLOBINA: 5.6 - 5.8 m

OPIS VZORCA IN ZEMLJINE: SREDNJE PLAST. GLINA Z DROBCI GR. STANJE VZORCA: v vrečki

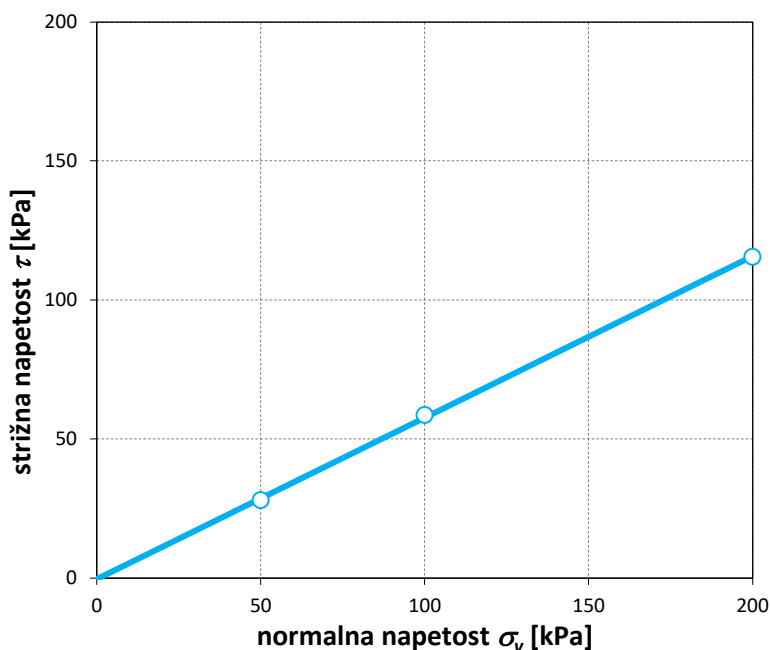
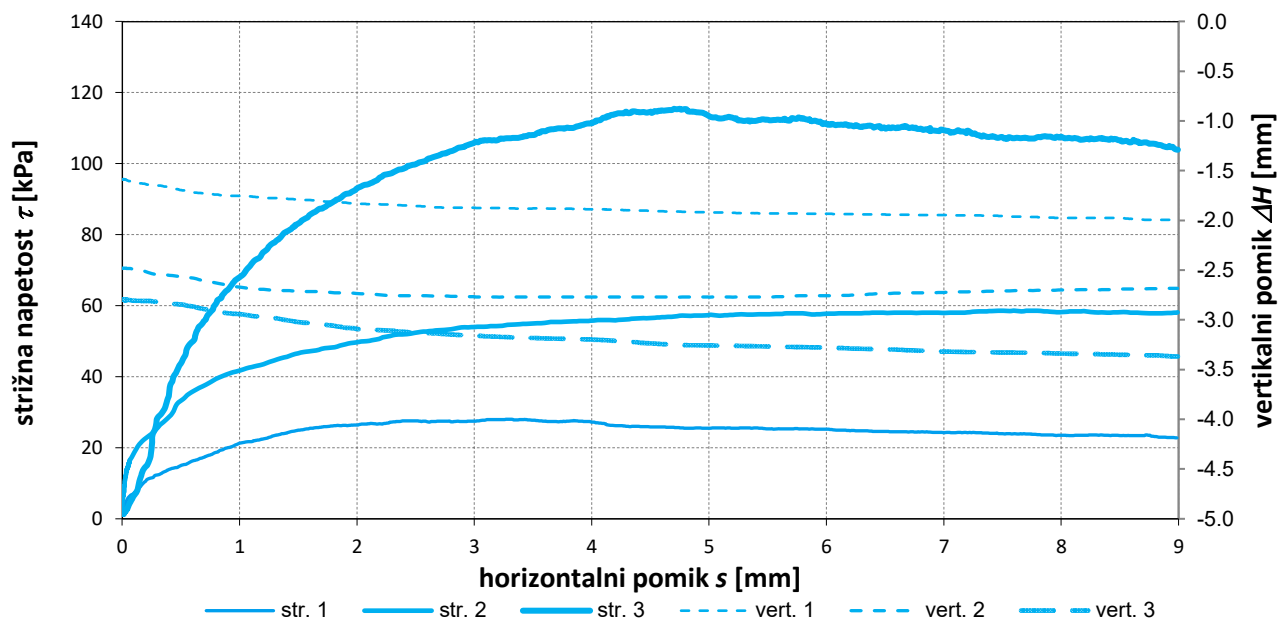
DATUM ODVZEMA VZORCA: 16.2.2022

DATUM PREVZEMA VZ. V LAB.: 22.2.2022

OPOMBA: ODSTRANJENI DROBCI GRUŠČA >4mm, PRESKUŠANCI VTISNjeni V VERTIKALNI SMERI; VZORCI PREPLAVLJENI IN KONSOLIDIRANI

dimenzije celice $d \times \bar{s} \times v$ [mm]: 60 x 60 x 21

hitrost striženja [mm/min]: 0.010



vzorec	1	2	3	4
σ_v [kPa]:	50	100	200	
w_0 [%]:	37.53	34.31	31.59	
w_k [%]:	33.02	32.88	28.33	
m_0 [g]:	145.9	147.1	149.9	
ρ_s - predpost. [Mg/m ³]:	2.70	2.70	2.70	
ρ_0 [Mg/m ³]:	1.93	1.95	1.98	
ρ_{0d} [Mg/m ³]:	1.40	1.45	1.51	
e_0 :	0.925	0.863	0.792	
Sr_0 [%]:	100.0	100.0	100.0	
$U \tau_{max}$ [mm]:	-1.88	-2.71	-3.25	
τ_{max} [kPa]:	28.1	58.6	115.5	

$$\phi = 30.1 [^\circ]$$

$$c = 1.2 \text{ [kPa]}$$

DATUM ZAČETKA PREISKAVE: 22.2.2022

PREISKAL: M. FILIPIČ

DATUM ZAKLJUČKA PREISKAVE: 24.2.2022

PREGLEDAL: M. PETERNEL, mag.inž. geotehnol.



LABTEST d.o.o.
Idrijska 42, 1360 SI - VRHNIKA
e-mail: info@labtest.si

NEPOSREDNI STRIŽNI PRESKUS

SIST EN ISO 17892-10:2019)

NAROČNIK: SLP d.o.o.

LOKACIJA: OPPN ROŽNIK, Ljubljana Koseze INTERNA OZNAKA:

SONDA: V-3

GLOBINA: 6.1 - 6.4 m

OPIS VZORCA IN ZEMLJINE: NIZKO PLAST. GLINA Z DROBCI GR.

STANJE VZORCA: v vrečki

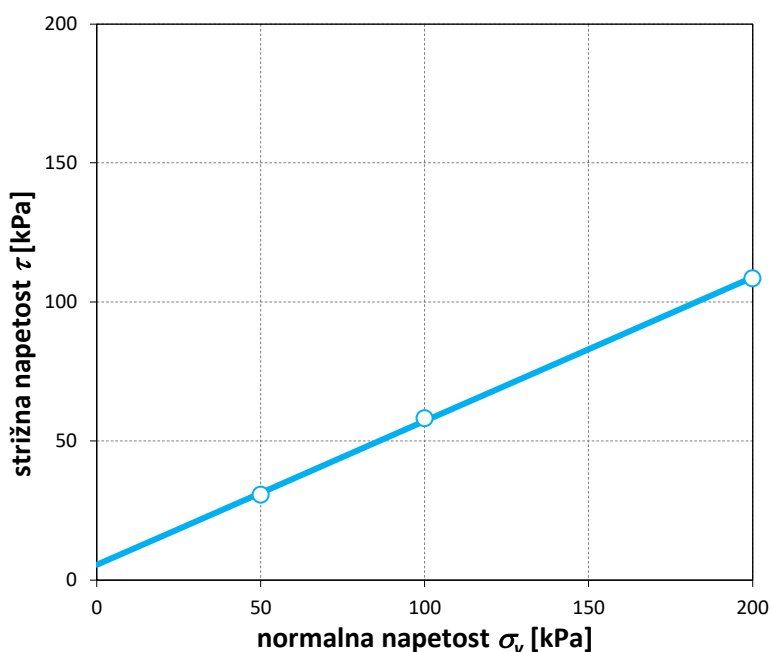
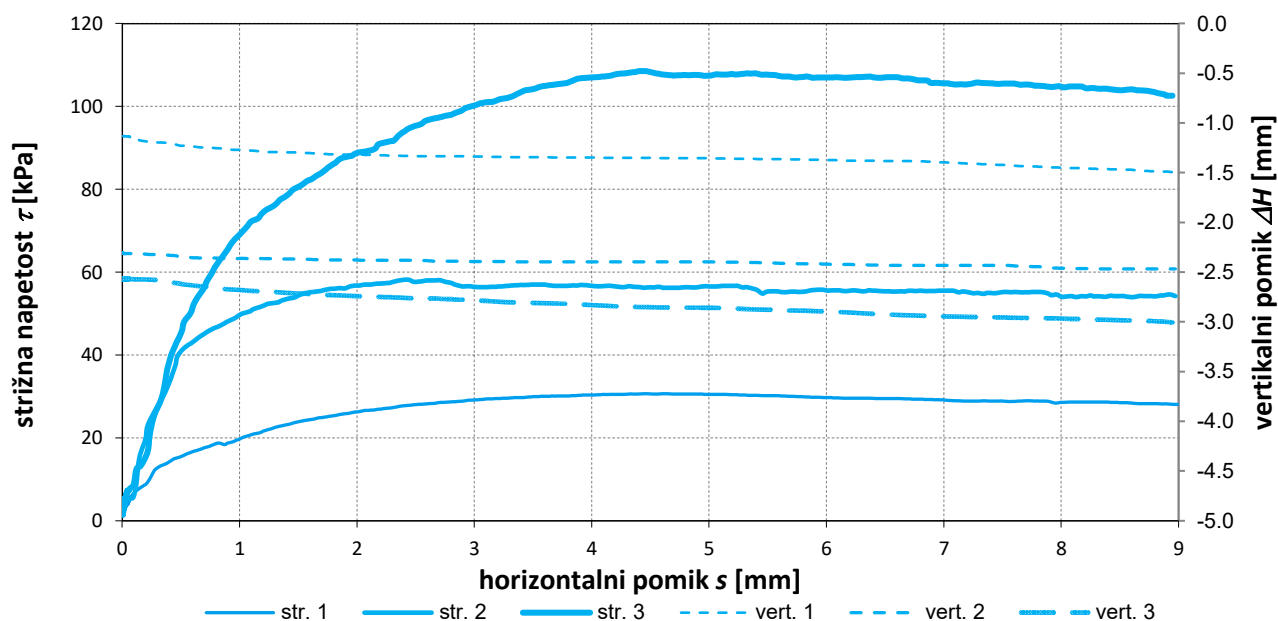
DATUM ODVZEMA VZORCA: 15.2.2022

DATUM PREVZEMA VZ. V LAB.: 22.2.2022

OPOMBA: ODSTRANJENI DROBCI GRUŠČA >4mm, PRESKUŠANCI VTISNjeni V VERTIKALNI SMERI; VZORCI PREPLAVLJENI IN KONSOLIDIRANI

dimenzije celice $d \times \bar{s} \times v$ [mm]: 60 x 60 x 21

hitrost striženja [mm/min]: 0.025



vzorec	1	2	3	4
σ_v [kPa]:	50	100	200	
w_0 [%]:	22.70	22.31	22.27	
w_k [%]:	21.29	20.94	20.56	
m_0 [g]:	161.9	163.8	164.6	
ρ_s - predpost. [Mg/m ³]:	2.70	2.70	2.70	
ρ_0 [Mg/m ³]:	2.14	2.17	2.18	
ρ_{0d} [Mg/m ³]:	1.74	1.77	1.78	
e_0 :	0.547	0.524	0.516	
Sr_0 [%]:	100.0	100.0	100.0	
$U \tau_{max}$ [mm]:	-1.35	-2.85	-2.85	
τ_{max} [kPa]:	30.7	58.2	108.5	

$$\phi = 27.3 [^\circ]$$

$$c = 5.5 \text{ [kPa]}$$

DATUM ZAČETKA PREISKAVE: 24.2.2022

PREISKAL: M. FILIPIČ

DATUM ZAKLJUČKA PREISKAVE: 26.2.2022

PREGLEDAL: M. PETERNEL, mag.inž. geotehnol.

obrazec: 06-STRIG-002 / 1

**POROČILO O IZVEDBI RAZISKOVALNO-
OPAZOVALNIH VRTIN V-1/22, V-2/22 IN V-3/22,
OPPN 214, POD HRIBOM,
Ljubljana**

ARH.ŠT.: HG09142022

DATUM: 03.06.2022

SESTAVIL: Jože Herič ing. rud in geotehnol.
IZS: RG 0159;
ZRud: 604-25/2011-11

JOŽEF HERIČ
inž.rud.ingeotehnol.
IZS RG0159

Ključne besede: opazovalne vrtnice, vrtanje, podzemna voda, poročilo,

Kazalo

1. UVOD	3
2. POTEK DEL	4
Lokacija vrtin	4
2.1 IZVEDBA RAZISKOVALNO-OPAZOVALNIH VRTIN	6
3. KOEFICIENTI VODOPREPUSTNOSTI »K«	9
3.2 FIZKALNO KEMIJSKE LASTNOSTI VODE	20
4. ZAKLJUČKI S PREDLOGI	20

IZVAJALEC

AlfaGeo d.o.o.
Letališka 32b,
1000 Ljubljana

NAROČNIK :
SLP d.o.o.
Ulica Gradnikove brigade 4,
1000 Ljubljana,

INVESTITOR:

INR družba za investicije in razvoj d.o.o.
Pod Hribom 55,
1000 Ljubljana

Seznam prilog:

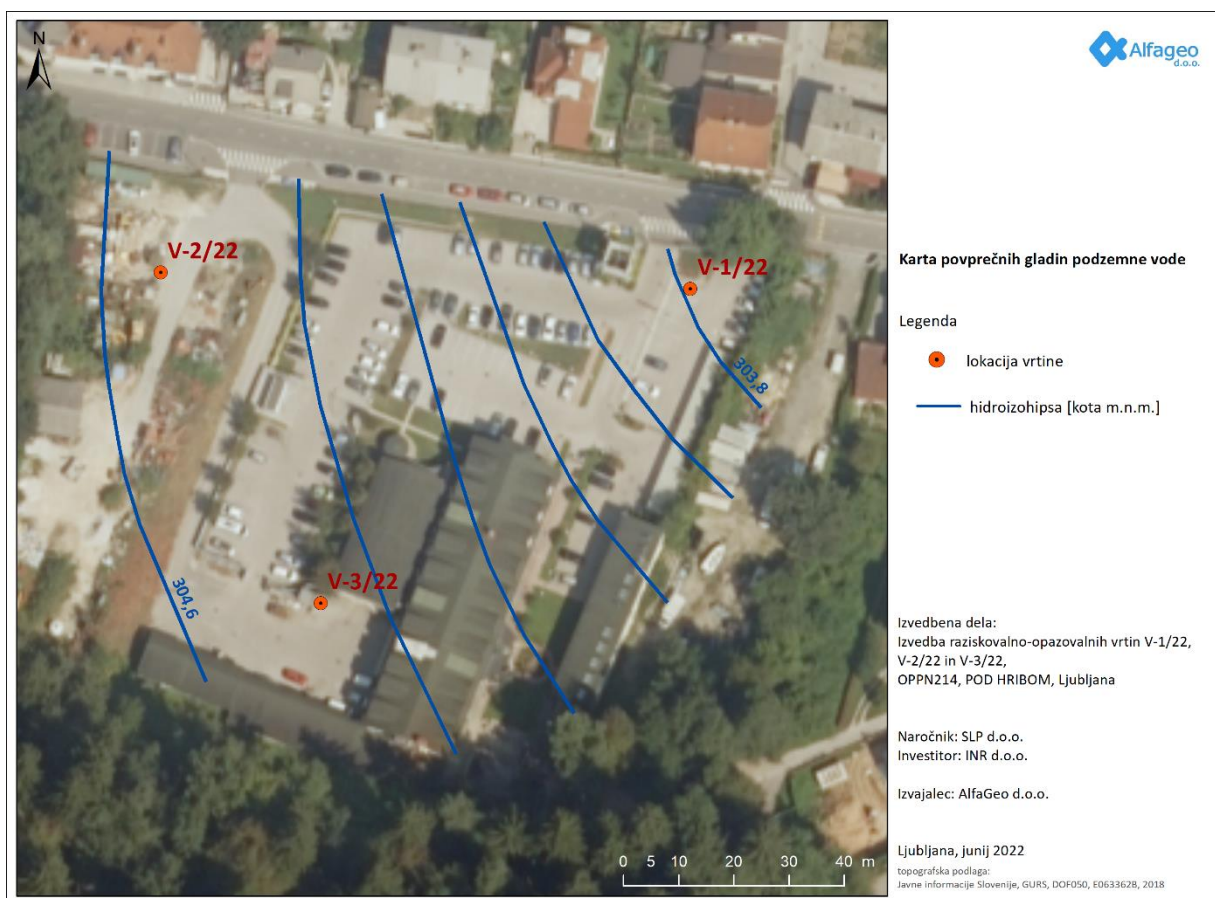
- Priloga 1: Lokacija raziskovalno-opazovalnih vrtin V-1/22, V-2/22 in V-3/22, M = 1:1500
- Priloga 2: Karta gladin podzemne vode

1. UVOD

Na osnovi naročila SLP d.o.o. je podjetje ROVS d.o.o. izvedlo vrtanje treh raziskovalno-opazovalnih vrtin. Opazovalne vrtnine so izvedena z namenom pridobitve osnovnih geološko-geomehanskih in hidrogeoloških karakteristik aluvialnega zasipa. Vrtine so bile izvedene z jedrovanjem premerov 143 mm in 131 mm.



Priloga 1: Lokacija vrtin (Vir: <http://gis.arso.gov.si/atlasokolja>)



Priloga 2: Karta gladin podzemne vode

2. POTEK DEL

Opazovalne vrtine so bile izvedene z jedrovanjem. Med vrtanjem pa se za stabilnost kanala vrtine uporablja začasno, kovinsko cevitev. Pri delu sta bila uporabljena jedrnika premera 143 in 131 mm, za cevljenje vrtin pa so bile uporabljene PVC-U DN 100 cevi. Predvidena globina opazovalnih vrtine je bila 25,0 m. Smer toka podzemne vode na obravnavani lokaciji poteka iz JZ proti SV (Priloga 2).

Lokacija vrtin

Mikrolokacija vrtin je bila izbrana na osnovi danosti, ki ga predstavlja parcela predvidenega objekta (priloga 1).

V-1/22

Koordinate:

GKY: 460003
GKX: 102707
Lat: 46°04'02,45" (46,067346°)
Lon: 14°28'41,48" (14,478188°)
ETRS89 X: 459633
ETRS89 Y: 103192
Nadmorska višina: 305,74
Parcelna št.: 985/3
K.O.: 1739, Zgornja Šiška

V-2/22

Koordinate:

GKY: 459907
GKX: 102710
Lat: 46°04'02,50" (46,067362°)
Lon: 14°28'37,01" (14,476946°)
ETRS89 X: 459537
ETRS89 Y: 103195
Nadmorska višina: 307,9
Parcelna št.: 985/2
K.O.: 1739, Zgornja Šiška

V-3/22

Koordinate:

GKY: 459936
GKX: 102650
Lat: 46°04'00,56" (46,066823°)
Lon: 14°28'38,38" (14,477327°)
ETRS89 X: 459566
ETRS89 Y: 103135
Nadmorska višina: 305,28
Parcelna št.: 985/2
K.O.: 1739, Zgornja Šiška

2.1 IZVEDBA RAZISKOVALNO-OPAZOVALNIH VRTIN

V-1/22

Vrtina V-1/22 je bila izvrtana na parceli 985/3, K.O. 1739 Zgornja Šiška in sicer z vrtno garnituro Commacio 305. V izvedeno vrtno so se vgradili PVC-U DN 100 filtri in cevi. Od kote terena do 6 m je vgrajena polna cev, sledijo filtri do 9 m, nato polna cev do globine 12 m, ki ji sledi filtrska cev do globine 15 m. Od globine 15-18 m je vgrajena polna cev. Po končani cevitvi je bila vrtna aktivirana s stisnjenim zrakom.

Litološki popis je bil izdelan na osnovi navrtanine.

Litološki popis V-1/22:

0,0 m – 1,50 m	NASIP
1,50 m – 5,50 m	PEŠČEN MELJ IN GLINA
5,50 m – 6,30 m	GLINA VMES PEŠČEN PROD
6,30 m – 8,80 m	MELJAST PESEK
8,80 m – 9,00 m	ŠOTA
8,80 m – 12,90 m	MELJNA GLINA IN MELJ VMES KOŠČKI PEŠČENJAKA
12,90 m – 16,00 m	RAHLO ZAMELJEN PROD IN PESEK
16,00 m – 20,00 m	ORGANSKI MELJ IN GLINA ČRNE BARVE
20,00 m – 28,10 m	SIVA MELJNA GLINA
28,10 m – 30,00 m	MELJ, PESEK S KOŠČKI PEŠČENJAKA
30,00 m – 31,00 m	SIVO-ZELEN PEŠČENJAK

Cevitev vrtnice:

Vrtina je bila zacevljena z PVC-U DN 100 cevmi (Priloga 2).

Zacevljena je:

0,00 m – 6,00 m	POLNA CEV
6,00 m – 9,00 m	FILTERSKA CEV (odprtine rež 1,0 mm)
9,00 m – 12,00 m	POLNA CEV
12,00 m – 15,00 m	FILTERSKA CEV (odprtine rež 1,0 mm)
15,00 m – 18,00 m	POLNA CEV

Po končani cevitvi je bila vrtna aktivirana s stisnjenim zrakom. Aktivacija je potekala dve uri.

Po končanem vrtnanju smo izmerili nivo in prehodnost vrtnice V-1/22:

Nivo = 1,04m (ustje vrtnice)

Prehodnost = 18,0m (ustje vrtnice)

V-2/22

Vrtina V-2/22 je bila izvrtana na parceli 985/2, K.O. 1739 Zgornja Šiška in sicer z vrtno garnituro Commacio 305. V izvedeno vrtino so se vgradili PVC-U DN 100 filtri in cevi. Od kote terena do 7 m je vgrajena polna cev, sledijo filtri do 11 m, nato polna cev do globine 14 m, ki ji sledi filtrska cev do globine 15 m. Po končani cevitvi je bila vrtina aktivirana s stisnjenim zrakom.

Litološki popis je bil izdelan na osnovi navrtanine.

Litološki popis V-2/22:

0,0 m – 4,10 m	NASIP
4,10 m – 8,10 m	MELJ IN GLINA VMES SLOJI OGANSKA ZEMLJINA-ČRNO
8,10 m – 9,10 m	ZAMELJEN PROD IN PESEK
9,10 m – 12,10 m	MELNO-PEŠČENA GLINA IN MELJAST PESEK
12,10 m – 12,50 m	ZAMELJEN PESEK S PRODNIKI
12,50 m – 14,00 m	MELJNA GLINA IN MELJ VMES KOŠČKI PEŠČENJAKA
14,00 m – 14,50 m	ZAMELJEN PROD IN PESEK
14,50 m – 20,00 m	MELJNA GLINA KI PREHAJA V MELJAST PESEK Z VLOŽKI ORGANSKE ZEMLJINE
20,00 m – 27,00 m	MELJNA GLINA
27,00 m – 27,30 m	PREPEREL MELJEVEC
27,30 m – 28,00 m	TRD MELJEVEC – KAMENINSKA PODLAGA

Cevitev vrtine:

Vrtina je bila zacevljena z PVC-U DN 100 cevmi (Priloga 2).

Zacevljena je:

0,00 m – 7,00 m	POLNA CEV
7,00 m – 11,00 m	FILTERSKA CEV (odprtine rež 1,0 mm)
11,00 m – 14,00 m	POLNA CEV
14,00 m – 15,00 m	FILTERSKA CEV (odprtine rež 1,0 mm)

Po končani cevitvi je bila vrtina aktivirana s stisnjenim zrakom. Aktivacija je potekala dve uri.

Po končanem vrtanju smo izmerili nivo in prehodnost vrtine V-2/22:

Nivo = 2,65 m (ustje vrtine)

Prehodnost = 15,0m (ustje vrtine)

V-3/22

Vrtina V-3/22 je bila izvrtana na parceli 985/2, K.O. 1739 Zgornja Šiška in sicer z vrtno garnituro Commacio 305. V izvedeno vrtino so se vgradili PVC-U DN 100 filtri in cevi. Od kote terena do 1 m je vgrajena polna cev, sledijo filtri do 4 m, nato polna cev do globine 12 m, ki ji sledi filtrska cev do globine 15 m. Po končani cevitvi je bila vrtina aktivirana s stisnjenim zrakom.

Litološki popis je bil izdelan na osnovi navrtanine.

Litološki popis V-3/22:

0,0 m – 2,30 m	NASIP
2,30 m – 4,00 m	GLINA VMES MELJ
4,00 m – 4,30 m	PEŠČEN MELJ
4,30 m – 4,50 m	ŠOTA
4,50 m – 8,00 m	MELJNO PEŠČENA GLINA
8,00 m – 8,20 m	ŠOTA
8,20 m – 8,50 m	PEŠČEN MELJ
8,50 m – 11,00 m	MELJNA GLINA
11,00 m – 12,50 m	MELJNA GLINA S KOPČKI PRŠČENJAKA
12,50 m – 15,30 m	PREPEREL MELJEVEC

Cevitev vrtine:

Vrtina je bila zacevljena z PVC-U DN 100 cevmi (Priloga 2).

Zacevljena je:

0,00 m – 1,00 m	POLNA CEV
1,00 m – 4,00 m	FILTERSKA CEV (odprtine rež 1,0 mm)
4,00 m – 12,00 m	POLNA CEV
12,00 m – 15,00 m	FILTERSKA CEV (odprtine rež 1,0 mm)

Po končani cevitvi je bila vrtina aktivirana s stisnjenim zrakom. Aktivacija je potekala dve uri.

Po končanem vrtanju smo izmerili nivo in prehodnost vrtine V-3/22:

Nivo = 0,65 m (ustje vrtine)

Prehodnost = 15,0m (ustje vrtine)

3. KOEFICIENTI VODOPREPUSTNOSTI »K«

Med vrtanjem so bili odvzeti vzorci za laboratorijske preiskave zrnivosti.

V-1/22

Odvzet vzorec jedra med 8,3-8,5m; koeficient vodoprepustnosti znaša:

Hazen: $2,2 \cdot 10^{-6}$ m/s

USBR: $2,0 \cdot 10^{-5}$ m/s

V-3/22

Odvzeta vzorca med 3,2-3,6m in 3,8-4,0m; koeficient vodoprepustnosti znaša:

Vzorec 3,2-3,6m:

Hazen: $2,4 \cdot 10^{-6}$ m/s

USBR: $4,6 \cdot 10^{-5}$ m/s

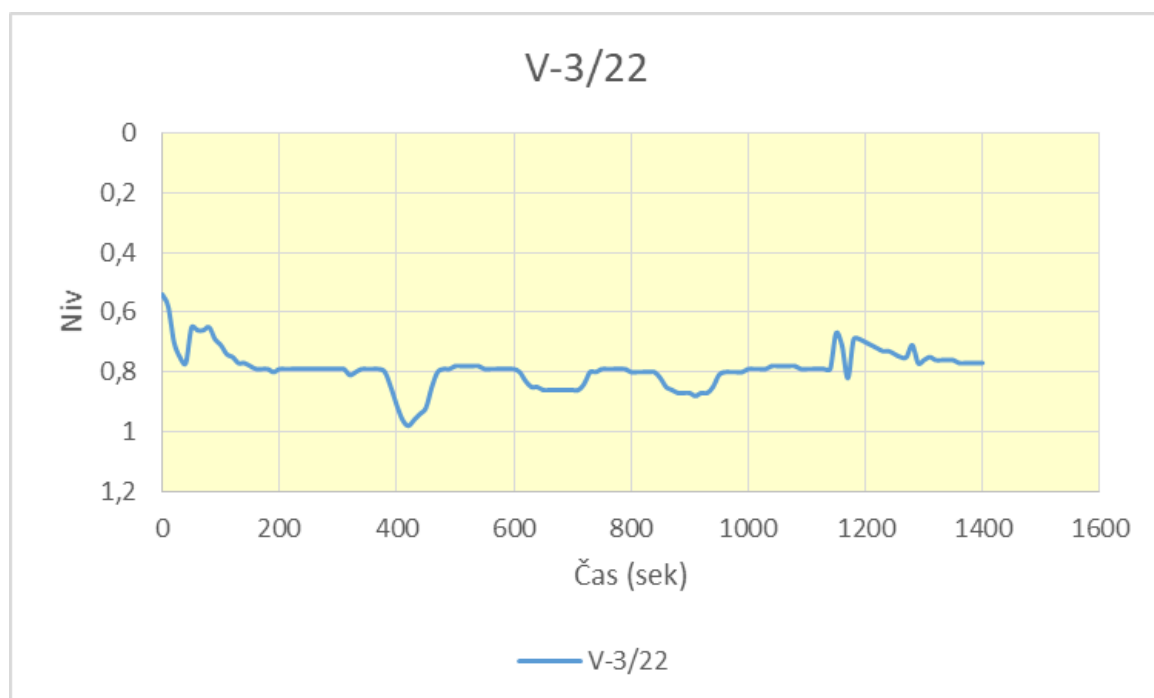
Vzorec 3,8-4,0m:

Hazen: $2,0 \cdot 10^{-7}$ m/s

USBR: $5,0 \cdot 10^{-7}$ m/s

Dna 17.2.2022 smo izvedli poskusno črpanje vrtine V-3/22. Črpanje je bilo izvedeno z 2 col potopno črpalko Grundfos MP-1. Maksimalna količina črpanja črpalke znaša 0,15 l/s, kar se je izkazalo za nezadostno količino s katero bi dosegli znatnejše znižanje. Ob testu smo zaznali, da voda močno kali in iznaša meljno frakcijo. Posledično je potopna črpalka ugašala.

Aktivacija je bila ponovljena dne 3.3.2022.



Nivogram črpanja vrtine V-3/22

Črpane teste smo ponovno izvedli med 15 in 17.5.2022.

Črpanje je izvedlo podjetje Geolab, Oliver Pavc s.p..

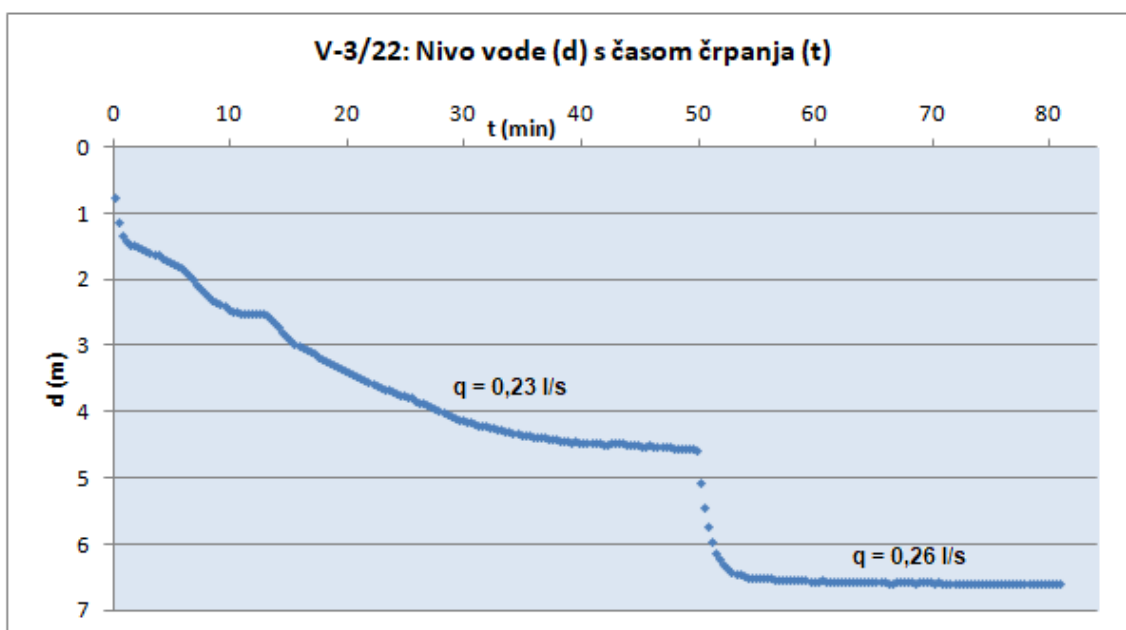
Dne 15.5.2022 statični nivo vode v posamezni zabeležen:

V-1/22....1,98 m

V-2/22....3,20 m

V-3/22....0,65 m

Najprej sicer bilo črpano iz **V-3/22**, pri čemer se nivo vode s časom pri določenem pretoku spreminjal:

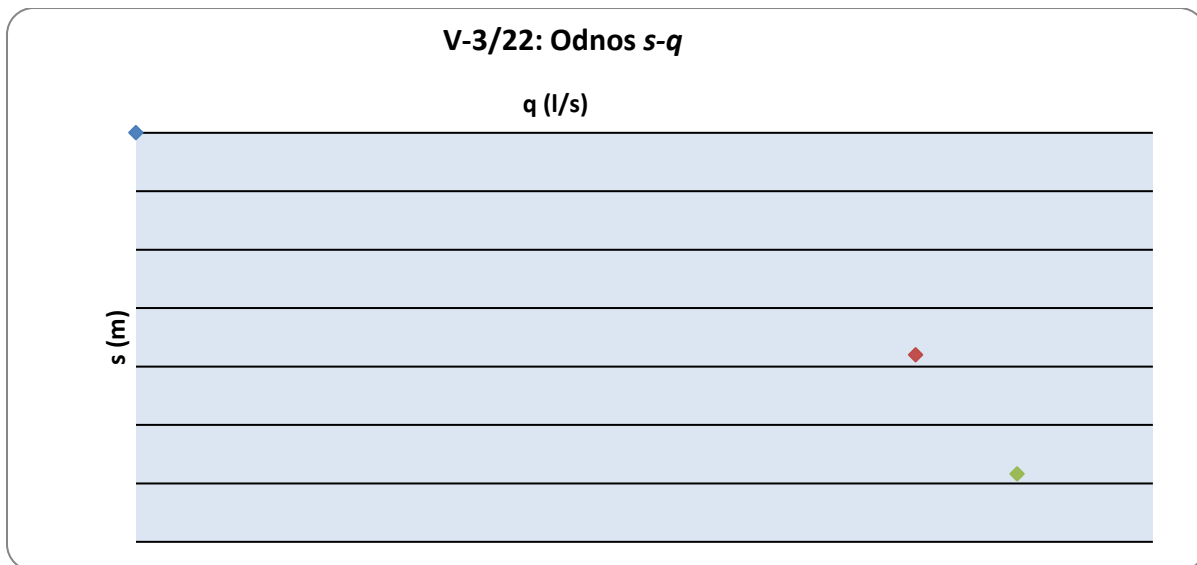


Tako dobljena odvisnost med pretokom in nivojem (njegovim znižanjem):

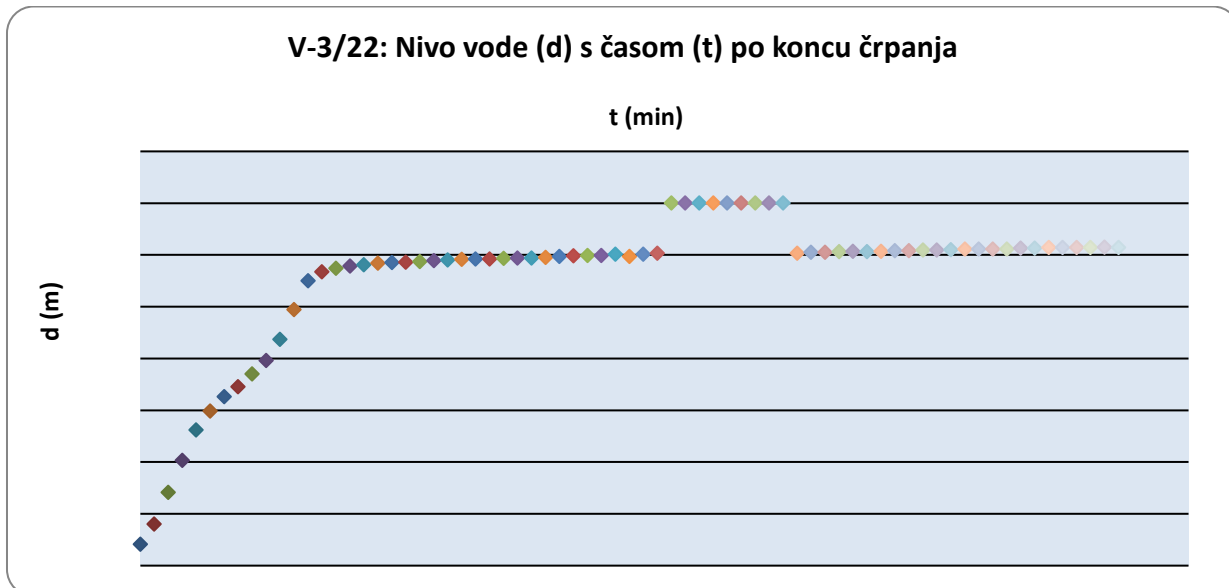
q (l/s)	d (m)	s (m)
	0,75	0
0,23	4,55	3,80
0,26	6,59	5,84

Tabela za **V-3/22**: Odnos med pretokom (**q**) in nivojem (**d**) oz. njegovim znižanjem (**s**).

In grafično:

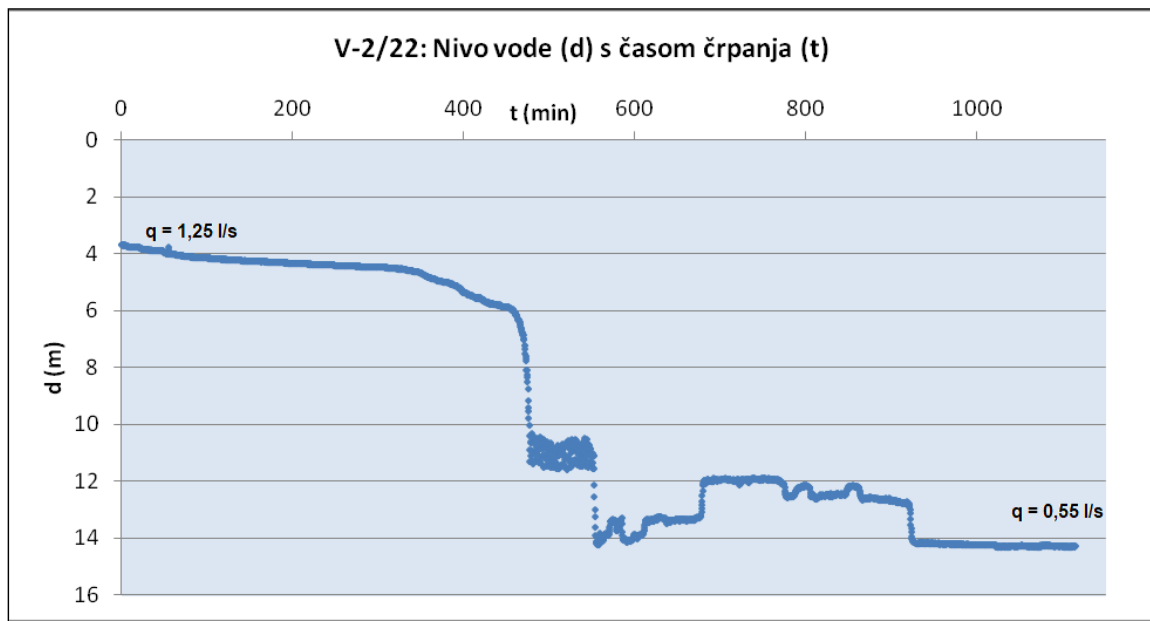


Po koncu črpanja sledil dvig nivoja:

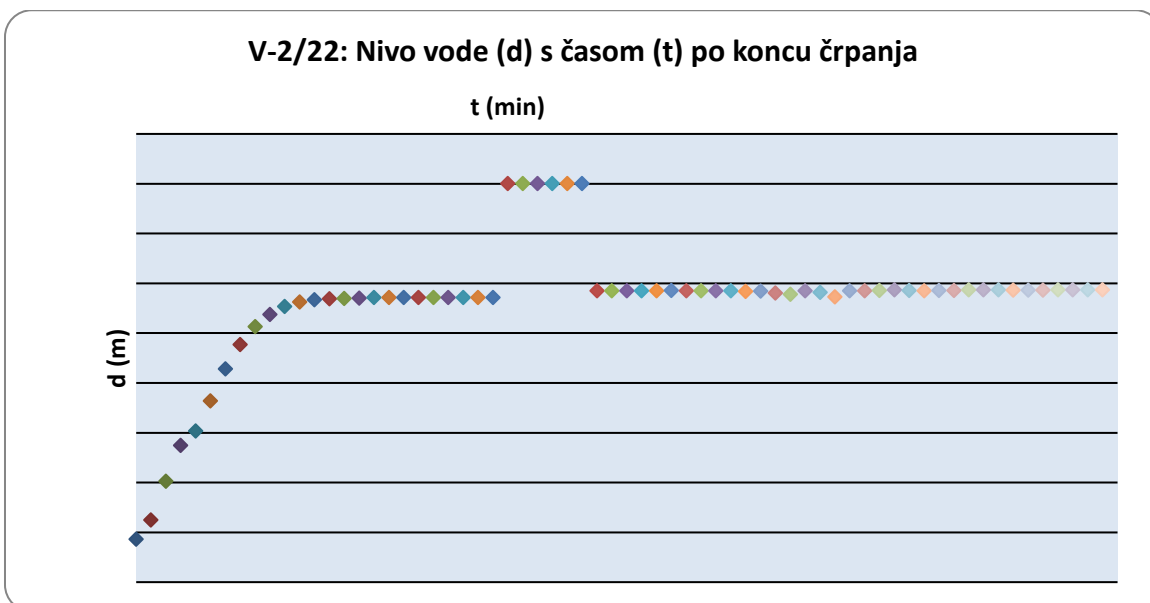


S 15. na 16. 5 se črpalo iz **V-2/22**:

Začelo se črpati s pretokom 1,25 l/s, pri čemer nivo vode v prvih petih urah razmeroma malo padel – za ca 0,5 m, ko pa sledil nagel padec in sicer do okrog 14 m, kar bila globina vgradnje črpalke. Proti koncu preizkusa se pretok samodejno (postopno) zmanjševal vse do 0,55 l/s:

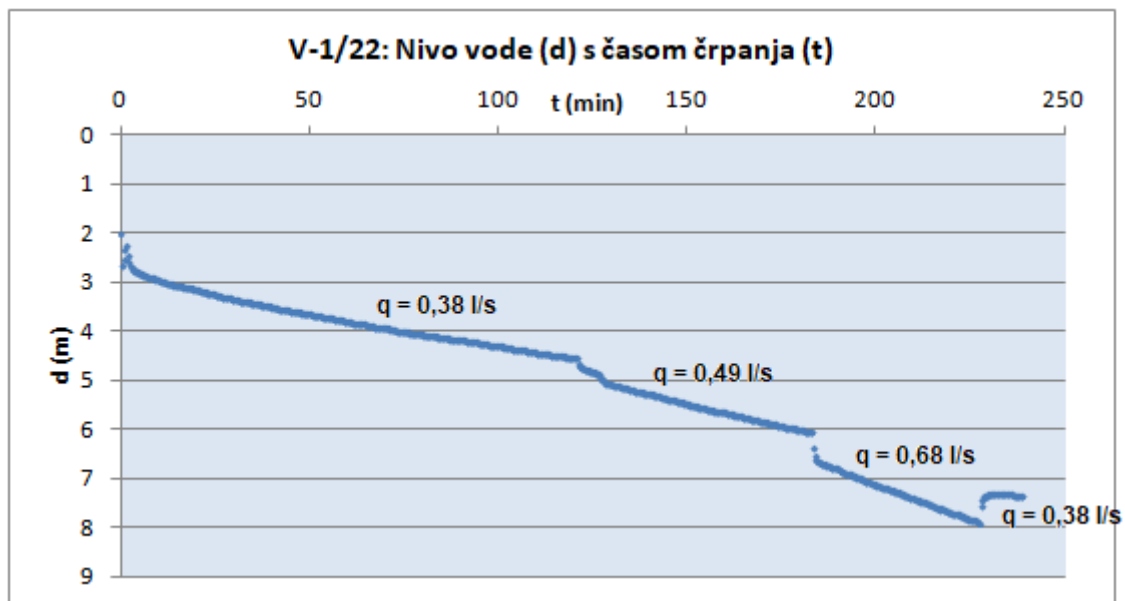


Po koncu črpanja pa dvig:

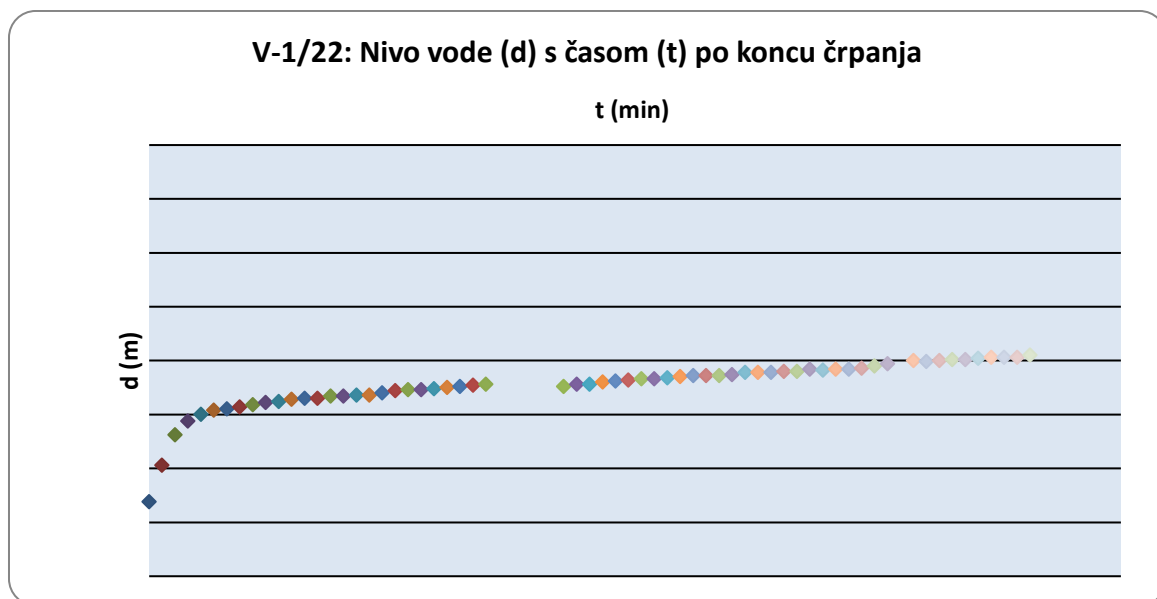


Dne 17.5.2022 črpanje iz **V-1/22**:

Kot sledi iz sledečega grafa, pretok črpanja bil zvezno povečevan (pretoki 0,38, 0,49 in 0,68 l/s), vendar do popolne ustalitve nivoja ni prišlo; zato proti koncu spet zmanjšan na vrednost **0,38 l/s**, ko pa nivo dejansko kazal trend stabilizacije na **7,30 m**:



Po koncu črpanja nivo narašča:



ČRPALNI TEST VRTIN

VRTINA V-3/22

Največje zabeleženo znižanje med črpanjem $Q=0,26$ l/s je znašalo $\Delta s=5,84$ m. Hidrogeološki parametri vrtine V-3/22 pridobljeni s črpalnim testom so:

K (Krasnopolski-zaprt vodonosnik) = $4,81 \times 10^{-6}$ m/s.

KRASNOPOLSKI			
Brez opazovalnih piezometrov			
$k = \frac{0,16 Q}{m \sqrt{rs}}$		$r \ll R$	
Polmer vrtine	r	0,057	m
Doseženo znižanje	s	5,84	m
Debelina vodonosnega sloja	m	15	m
Črpana količina	Q	0,26	l/s
Koeficient prepustnosti	K	4,81E-06	m/s

VRTINA V-2/22

Največje zabeleženo znižanje med črpanjem $Q=0,55$ l/s je znašalo $\Delta s=11,12$ m. Hidrogeološki parametri vrtine V-2/22 pridobljeni s črpalnim testom so:

K (Krasnopolski-zaprt vodonosnik) = $7,37 \times 10^{-6}$ m/s.

KRASNOPOLSKI			
Brez opazovalnih piezometrov			
$k = \frac{0,16 Q}{m \sqrt{rs}}$		$r \ll R$	
Polmer vrtine	r	0,057	m
Doseženo znižanje	s	11,12	m
Debelina vodonosnega sloja	m	15	m
Črpana količina	Q	0,55	l/s
Koeficient prepustnosti	K	7,37E-06	m/s

ČRPALNI TEST VRTINE V-1/22

Največje zabeleženo znižanje med črpanjem $Q=0,38$ l/s je znašalo $\Delta s=5,32$ m.
 Hidrogeološki parametri vrtine V-1/22 pridobljeni s črpalnim testom so:

K (Krasnopolski-zaprt vodonosnik) = $7,36 \times 10^{-6}$ m/s.

KRASNOPOLSKI			
Brez opazovalnih piezometrov			
$k = \frac{0,16 Q}{m \sqrt{rs}}$		$r \ll R$	
Polmer vrtine	r	0,057	m
Doseženo znižanje	s	5,32	m
Debelina vodonosnega sloja	m	15	m
Črpana količina	Q	0,38	l/s
Koeficient prepustnosti	K	7,36E-06	m/s

TABELA KOEFICIENTOV VODOPREPUSTNOSTI

"k"	V-1/22	V-2/22	V-3/22
Hazen	2,20E-06	8,3-8,5 m	2,40E-06 3,2-3,6m
USBR	2,00E-05	8,3-8,5 m	4,60E-05 3,2-3,6m
Hazen			2,00E-07 3,8-4,0m
USBR			5,00E-07 3,8-4,0m
test ponikanja		1,83E-06	
črpalni test	7,36E-06	7,37E-06	4,81E-06
"k" povprečje	9,85E-06	4,60E-06	1,08E-05
"k" skupno povp.	8,41E-06		

NIVOGRAM VRTINE V-3/22

V vrtino V-3/22 je bil vgrajen elektronski limnigraf GSR 130 NT za spremljanje nivoja podzemne vode v vrtini V-3/22. Čas odvzema podatkov je bil nastavljen na 2,0 uri.

V prilogi podajamo nivogram meritev nivojev podanih od kote terena ter v nadmorski višini. V opazovanem obdobju je značilno relativno majhno nihanje podzemne vode v vrtini V-3. Razlika med najvišjo izmerjeno koto 304,9 m.n.m. in najnižjo koto 304,6 m.n.m. znaša torej 0,3 m.



Nivogram podzemne vode v vrtini V-3/22 (meritve nivoja od kote terena)



Nivogram podzemne vode v vrtini V-3/22 (meritve nivoja v nadmorski višini)

ROČNE MERITVE NIVOJEV PODZEMNE VODE

		kota terena		kota terena		kota terena	
V-1/22		305,74	V-2/22	307,9	V-3/22	305,28	
		kota		kota		kota	
Nivo	m	m.n.m.	m	m.n.m.	m	m.n.m.	
17.02.2022	1,76	303,98	2,93	304,97	0,54	304,74	
8.04.2022	1,73	304,01	2,9	305	0,58	304,7	
15.05.2022	2	303,74	3,2	304,7	0,65	304,63	
30.05.2022	1,97	303,77	3,13	304,77	0,6	304,68	

Ponikalni test vrtine V-2/22

Datum ponikanja: 17.2.2022

metoda HVORSLEV - nestacionarno stanje

A('PI*r ²)	L(dolžina nal. odseka)	D(premer nal.odseka)	F	h1-h2	t1-t2
0,01347822	2	0,131	3,675610834	0,50	1000

k (m/s)

2. ponikanje

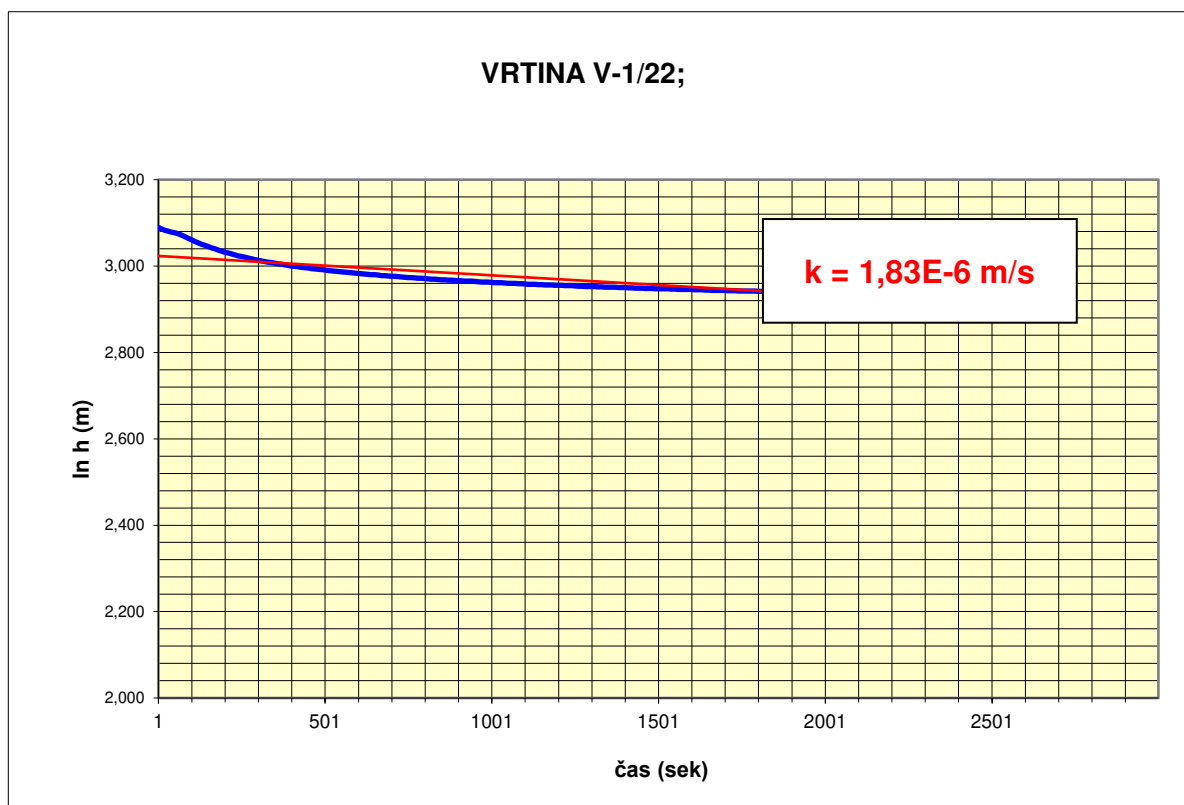
1,83E-06


Diagram ponikalnega testa vrtine V-1/22 (odsek 29-31m)



Slika 1: Ponikalni test vrtine V-1/22



Slika 2: Test vrtine V-3/22



Slika 3: Čiščenje vrtine (začetek) V-3/22



Slika 4: Čiščenje vrtine V-3/22

3.2 FIZKALNO KEMIJSKE LASTNOSTI VODE

Med črpanjem smo merili temperaturo in elektroprevodnost vode in tako sta povprečni vrednosti:

$T = 12,3^{\circ}\text{C}$ (merjeno na iztoku)

El. prevodnost = $130\ \mu\text{S/cm}$

$\text{pH} = 7,2$

4. ZAKLJUČKI S PREDLOGI

- Na osnovi naročila so bile izvrtane opazovalne vrtine V-1/22, V-2/22 in V-3/22. Vrtine so prevtale nasip in aluvialne sedimente. Po analizah zrnivosti, nalivalnem testu in črpalnih testih znaša povprečni koeficient prepustnosti »k« je $8,41 \cdot 10^{-6}\ \text{m/s}$ kar jih uvršča po prepustnosti v območje "srednje do slabe prepustnosti" ($1 \cdot 10^{-7}$ do $5 \cdot 10^{-5}\ \text{m/s}$; Custodio & Llamas, 1976).
- S črpalnimi testi smo ugotovili da znaša največji skupni dotok iz vseh treh vrtin pod $1,2\ \text{l/s}$ ($4,32\ \text{m}^3/\text{h}$)
- Znatnejši dotoki vode so se med vrtanjem pojavili pod globino 7,6 m od kote terena.
- Značilen je subarteški nivo podzemne vode in relativno majhno nihanje nivojev podzemne vode.
- Opozarjamo na dotoke površinske in pripovršinske vode z zaledja (Debeli hrib).
- Glede na geološko sestavo in pridobljene koeficiente vodoprepustnosti, predvidevamo, da na lokaciji OPPN 214, Pod hribom, ne bo možno ponikati padavinskih vod.

Ljubljana, 3.6.2022

PRILOGE



Priloga 1: Lokacija vrtin (Vir: <http://gis.arso.gov.si/atlasokolija>)


Priloga 2: Karta gladin podzemne vode

PRILOGA

4 IZRAČUNI

- *Dopustne obremenitve plitvega temeljenja*
- *Ocene posedkov*
- *Nosilnosti pilotov*

OPPN ROŽNIK, Ljubljana

NOSILNOST TAL EC7

Širina temelja	B =	19,0	m
Dolžina temelja	L =	30,0	m
Globina temelja	d =	1,5	m
Prostorninska teža	γ_{soil} =	9,0	kN/m ³
Kohezija	c (cu) =	60,0	kPa
Kot notranjega trenja	φ =	0,0	°

EC 7

Enote: m, kN, kPa

H =	0,0
V =	1,0
eB =	1,00
θ =	0,0

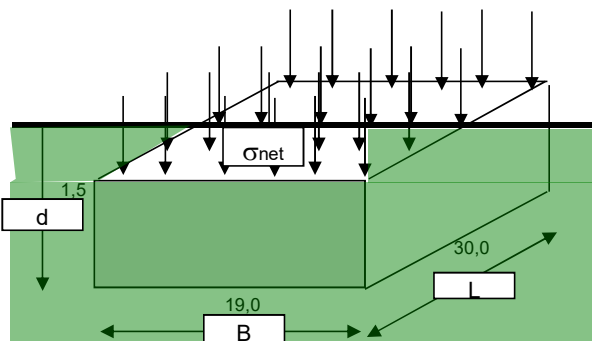
PP3	JUS
48,0	30,0
0,0	0,0

Koeficienti	Nc =	5,14
	Nq =	1,00
	N γ =	1,00
	Sc =	1,00
	Sq =	1,00
	S γ =	0,81
	ic =	1,00
	iq =	1,00
	iy =	1,00
	m =	1,39

PP3	JUS
5,14	5,14
1,00	1,00
0,00	0,00

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

Rezultat

 Porušna nosilnost tal $q_u =$ **378** kPa


Parcialni faktorji

	PP2
$\gamma_G =$	1,35
$\gamma_Q =$	1,50
$\gamma_{\varphi} =$	1,00
$\gamma_c =$	1,00
$\gamma_{cu} =$	1,00
$\gamma_{Rv} =$	1,40

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

1,25	1,50
1,25	2,00
1,40	2,00
1,40	1,00

Projektna nosilnost (ULS/MSN)

	PP2
Projektna $\sigma_d = q_u / (\gamma_{RV})$ EC7 $\sigma_d (PP2/3) =$	270

PP3
234

Dopustna obremenitev tal za

SLS/MSU	$\sigma_{dop} (MSU) =$	76	kPa	$F_{lump} =$	5,0
SLS/MSU	$\sigma_{dop} (MSU) =$	168	kPa	$F_\varphi =$	1,5
ULS/MSN	$\sigma_{dop} (MSN) =$	252	kPa		

Račun posedkov - max

Objekt : OPPN ROŽNIK

 B 19,0 m
 L 30,0 m

q = 100,0 kPa

qkon = 29 kPa 29%

F= 57,00 MN 1.900 KN/m'

=> K stalna = 0 MN/m²K hipna = 2 MN/m³

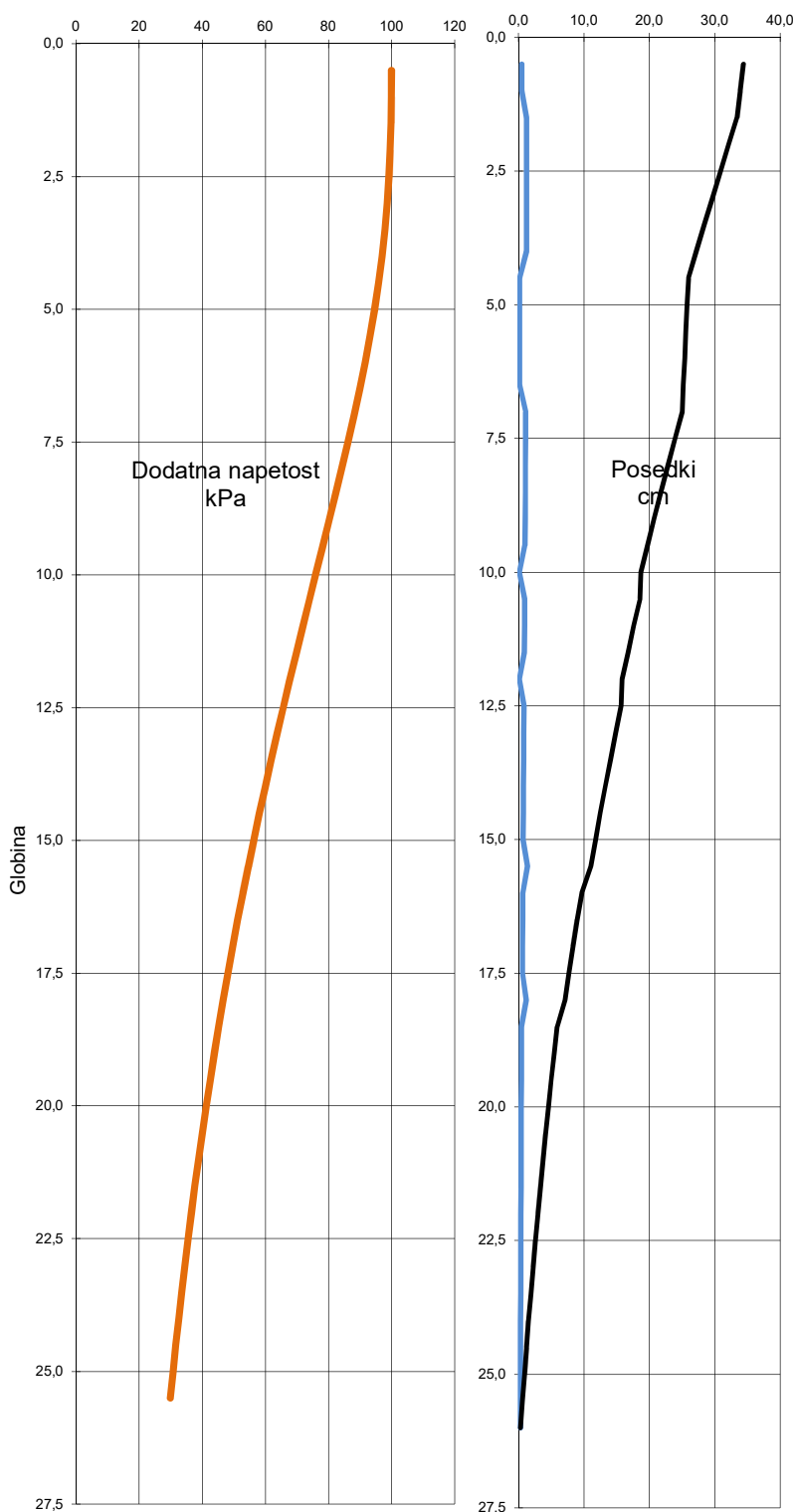
del_gl= 0,5 m

gl_max= 26,0 m

34,4 cm - ### cm cm

=> % h(nas) = 6,88% - 5,16%

Dod.nap	Glob	integ	Eod	Pos-sl	Pos
kPa	m	kPam	MPa	cm	cm
100	0,5	50	10	0,500	34,38
100	1,0	50	10	0,500	33,88
100	1,5	50	4	1,248	33,38
100	2,0	50	4	1,246	32,14
99	2,5	50	4	1,242	30,89
99	3,0	49	4	1,236	29,65
98	3,5	49	4	1,228	28,41
97	4,0	49	4	1,218	27,18
96	4,5	48	25	0,193	25,97
95	5,0	48	25	0,190	25,77
93	5,5	47	25	0,188	25,58
92	6,0	46	25	0,185	25,39
90	6,5	45	25	0,182	25,21
88	7,0	44	4	1,112	25,03
86	7,5	44	4	1,089	23,92
84	8,0	43	4	1,065	22,83
82	8,5	42	4	1,040	21,76
80	9,0	41	4	1,015	20,72
78	9,5	40	4	0,989	19,71
76	10,0	38	25	0,154	18,72
74	10,5	37	4	0,936	18,56
72	11,0	36	4	0,910	17,63
70	11,5	35	4	0,884	16,72
68	12,0	34	25	0,137	15,83
66	12,5	33	4	0,833	15,70
64	13,0	32	4	0,808	14,86
62	13,5	31	4	0,784	14,05
60	14,0	30	4	0,760	13,27
58	14,5	29	4	0,737	12,51
56	15,0	29	4	0,715	11,77
55	15,5	28	2	1,385	11,06
53	16,0	27	4	0,671	9,67
51	16,5	26	4	0,651	9,00
50	17,0	25	4	0,631	8,35
48	17,5	24	4	0,611	7,72
47	18,0	24	2	1,185	7,11
45	18,5	23	5	0,460	5,92
44	19,0	22	5	0,446	5,46
43	19,5	22	5	0,432	5,02
41	20,0	21	5	0,419	4,59
40	20,5	20	5	0,407	4,17
39	21,0	20	5	0,394	3,76
38	21,5	19	5	0,383	3,37
37	22,0	19	5	0,371	2,98
36	22,5	18	5	0,361	2,61
34	23,0	18	5	0,350	2,25
34	23,5	17	5	0,340	1,90
33	24,0	17	5	0,330	1,56
32	24,5	16	5	0,321	1,23
31	25,0	16	5	0,312	0,91
30	25,5	15	5	0,303	0,60
29	26,0	15	5	0,295	0,29



Račun posedkov - min

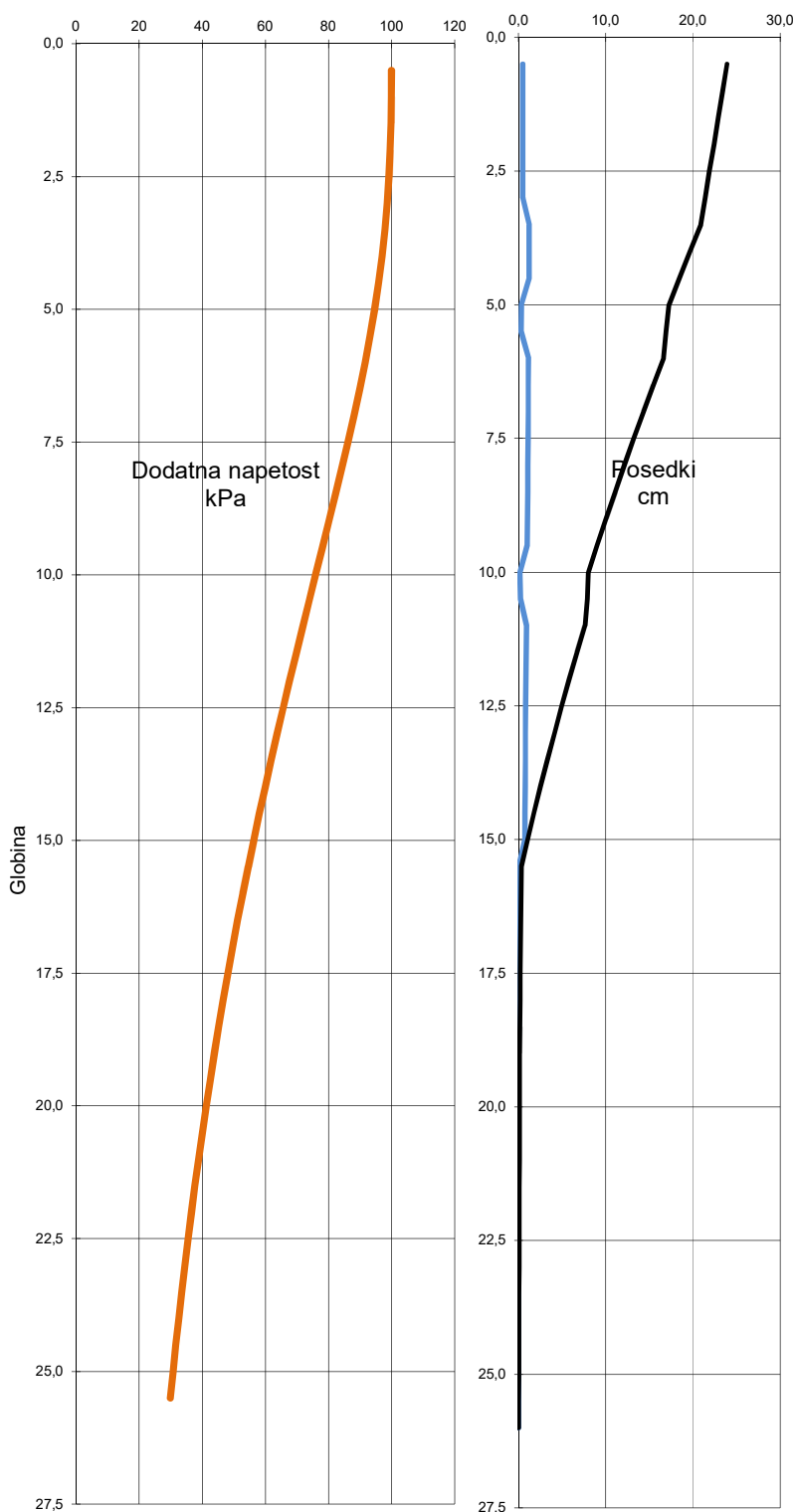
Objekt : OPPN ROŽNIK

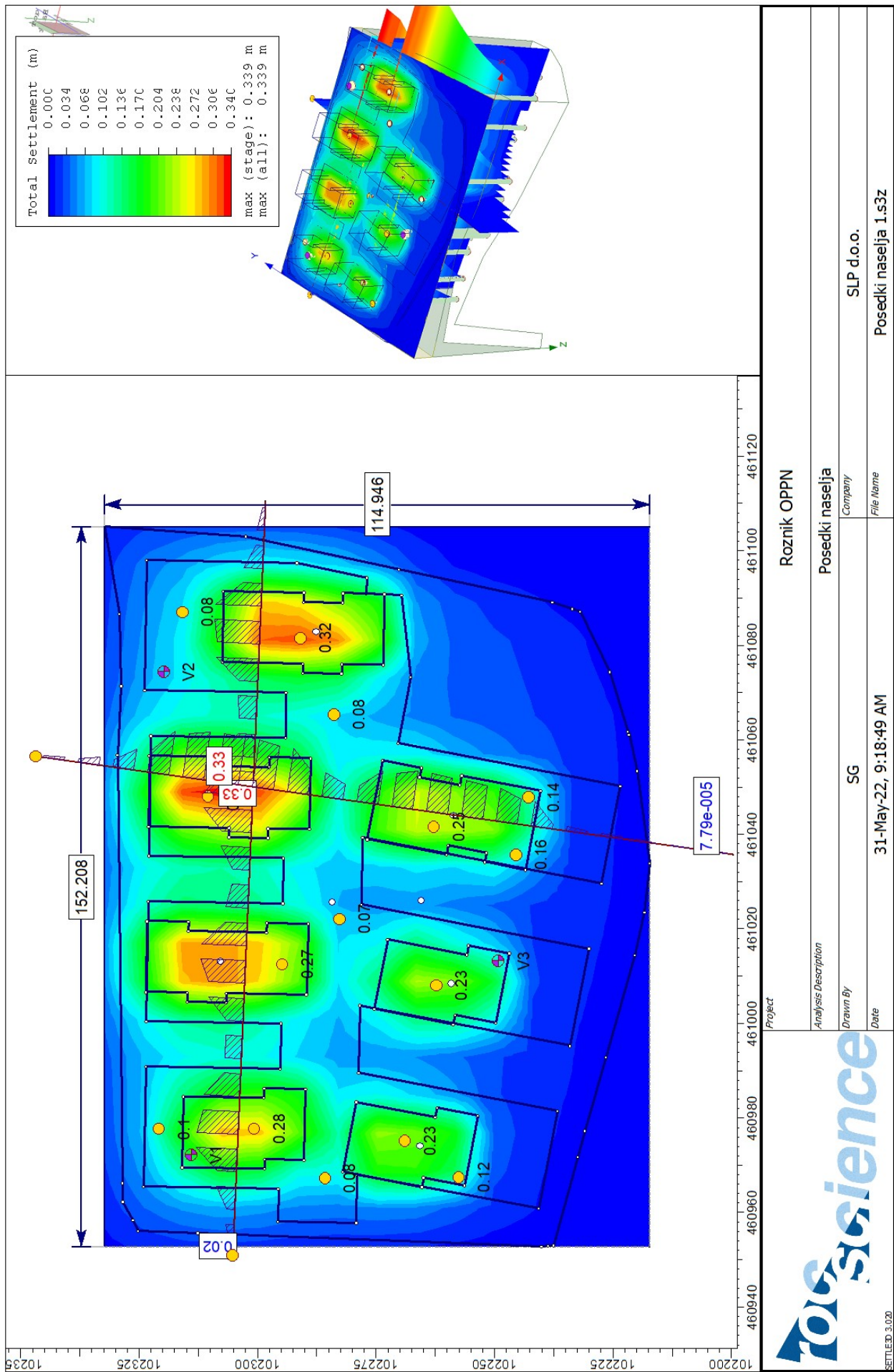
 B 19,0 m
 L 30,0 m
 del_gl= 0,5 m
 gl_max= 26,0 m

 q = 100,0 kPa
 qkon = 29 kPa 29%
 F= 57,00 MN 1.900 KN/m'
 23,9 cm - ### cm cm

 => K stalna = 1 MN/m²
 K hipna = 3 MN/m³
 => % h(nas) = 4,78% - 3,58%

Dod.nap	Glob	integ	Eod	Pos-sl	Pos
kPa	m	kPam	MPa	cm	cm
100	0,5	50	10	0,500	23,90
100	1,0	50	10	0,500	23,40
100	1,5	50	10	0,499	22,90
100	2,0	50	10	0,498	22,40
99	2,5	50	10	0,497	21,90
99	3,0	49	10	0,494	21,40
98	3,5	49	4	1,228	20,91
97	4,0	49	4	1,218	19,68
96	4,5	48	4	1,205	18,46
95	5,0	48	15	0,317	17,26
93	5,5	47	15	0,313	16,94
92	6,0	46	4	1,155	16,63
90	6,5	45	4	1,134	15,47
88	7,0	44	4	1,112	14,34
86	7,5	44	4	1,089	13,23
84	8,0	43	4	1,065	12,14
82	8,5	42	4	1,040	11,07
80	9,0	41	4	1,015	10,03
78	9,5	40	4	0,989	9,02
76	10,0	38	25	0,154	8,03
74	10,5	37	15	0,250	7,87
72	11,0	36	4	0,910	7,62
70	11,5	35	4	0,884	6,71
68	12,0	34	4	0,859	5,83
66	12,5	33	4	0,833	4,97
64	13,0	32	4	0,808	4,14
62	13,5	31	4	0,784	3,33
60	14,0	30	4	0,760	2,55
58	14,5	29	4	0,737	1,79
56	15,0	29	4	0,715	1,05
55	15,5	28	90	0,031	0,33
53	16,0	27	90	0,030	0,30
51	16,5	26	90	0,029	0,27
50	17,0	25	90	0,028	0,24
48	17,5	24	90	0,027	0,22
47	18,0	24	90	0,026	0,19
45	18,5	23	90	0,026	0,16
44	19,0	22	200	0,011	0,14
43	19,5	22	200	0,011	0,13
41	20,0	21	200	0,010	0,11
40	20,5	20	200	0,010	0,10
39	21,0	20	200	0,010	0,09
38	21,5	19	200	0,010	0,08
37	22,0	19	200	0,009	0,07
36	22,5	18	200	0,009	0,07
34	23,0	18	200	0,009	0,06
34	23,5	17	200	0,008	0,05
33	24,0	17	200	0,008	0,04
32	24,5	16	200	0,008	0,03
31	25,0	16	200	0,008	0,02
30	25,5	15	200	0,008	0,01
29	26,0	15	200	0,007	0,01





Nosilnost pilota iz SPT

D = 0.8 m

A = 0.50 m²

Obs = 2.51 m

Ocena odporov:

plašč Robert (1997)

konica (Robert 1997)

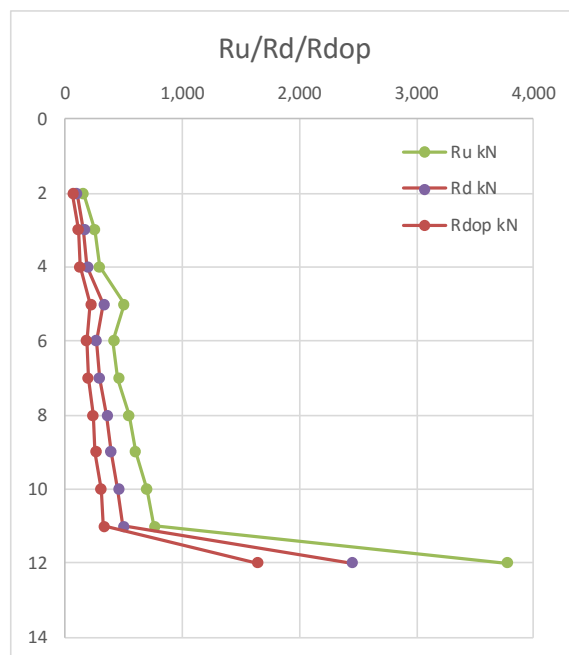
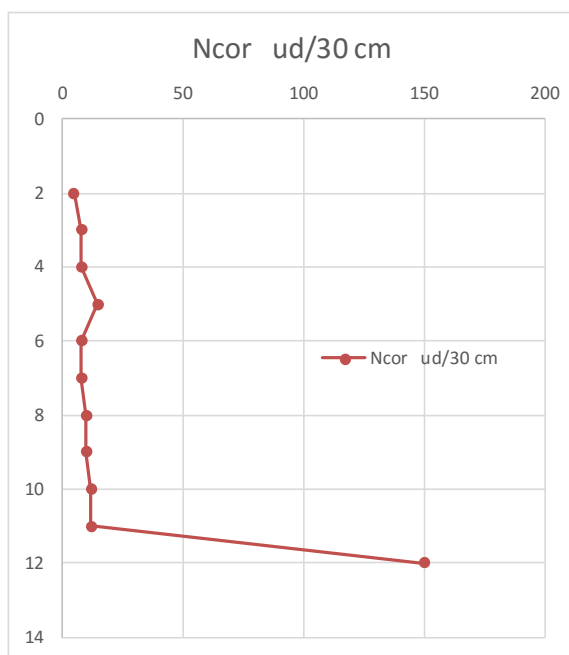
fs = > 1.9*Ncor - uvertani (1-3) fs_max= 150

qt = > $\sigma' + 9.5 \cdot 4N$ qt_max= 22,000

Globina	Ncor	sloj	Pov(i)	fs	qt	Fs_sloj	Fs	Rt	Ru	Rd	Rdop
m	ud/30 cm	m	m ²	kPa	kPa	kN	kN	kN	kN	kN	kN
2	5	2	5.03	10	208	48	48	105	152	99	66
3	8	1	2.51	15	331	38	86	166	252	164	110
4	8	1	2.51	15	340	38	124	171	295	192	128
5	15	1	2.51	29	615	72	196	309	505	328	220
6	8	1	2.51	15	358	38	234	180	414	269	180
7	8	1	2.51	15	367	38	272	184	457	297	199
8	10	1	2.51	19	452	48	320	227	547	355	238
9	10	1	2.51	19	461	48	368	232	599	389	261
10	12	1	2.51	23	546	57	425	274	699	454	304
11	12	1	2.51	23	555	57	482	279	761	494	331
12	150	1	2.51	150	5,808	377	859	2,919	3,779	2,454	1,643

D = 0.8 m

Lp = 12 m



Nosilnost pilota iz SPT

D = 0.8 m
A = 0.50 m²
Obs = 2.51 m

Ocena odporov:

plašč Robert (1997)

fs = > 1.9*Ncor - uvertani (1-3) fs_max= 150

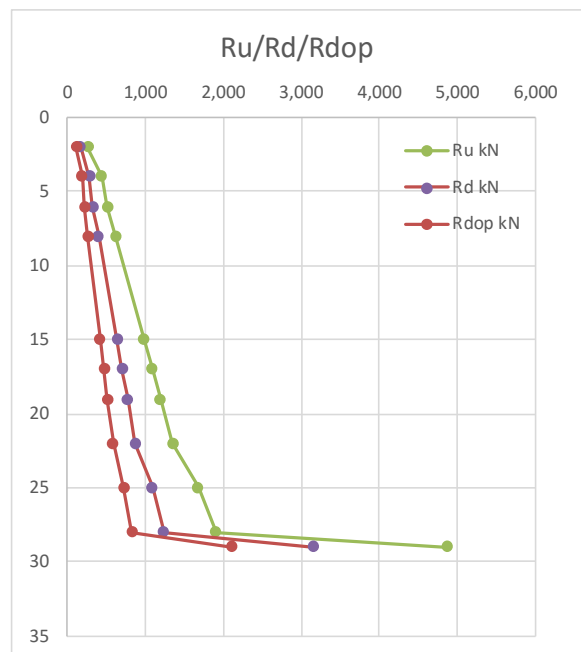
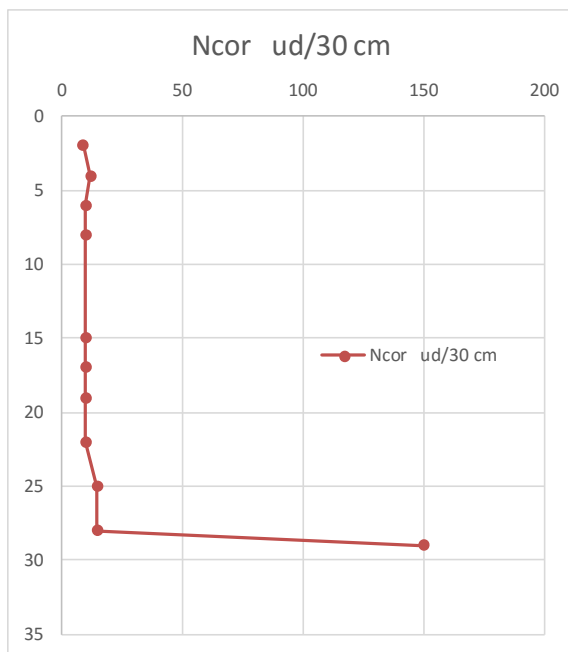
konica (Robert 1997)

qt = > $\sigma' + 9.5 \cdot 4N$ qt_max= 22,000

Globina	Ncor	sloj	Pov(i)	fs	qt	Fs_sloj	Fs	Rt	Ru	Rd	Rdop
m	ud/30 cm	m	m ²	kPa	kPa	kN	kN	kN	kN	kN	kN
2	9	2	5.03	17	360	86	86	181	267	173	116
4	12	2	5.03	23	492	115	201	247	448	291	195
6	10	2	5.03	19	434	96	296	218	514	334	224
8	10	2	5.03	19	452	96	392	227	619	402	269
15	10	7	17.59	19	515	334	726	259	985	639	428
17	10	2	5.03	19	533	96	821	268	1,089	707	474
19	10	2	5.03	19	551	96	917	277	1,194	775	519
22	10	3	7.54	19	578	143	1,060	291	1,351	877	587
25	15	3	7.54	29	795	215	1,275	400	1,675	1,087	728
28	15	3	7.54	29	822	215	1,490	413	1,903	1,236	827
29	150	1	2.51	150	5,961	377	1,867	2,996	4,863	3,158	2,114

D = 0.8 m

Lp = 29 m



Številka: GEO013-01-2022 OPPN ROŽNIK-LJUBLJANA.doc
Ljubljana, 31. MAJ 2022

INR družba za investicije in razvoj d.o.o.
Pod Hribom 55
SI-1000 Ljubljana

Kontakt:

ga. Andreja VILHAR, univ. dipl. inž. gradb.

e-pošta: andreja.vilhar@epu.si

Zadeva: GEOTEHNIČNO POROČILO

Objekt: STANOVANJSKO NASELJE »OPPN ROŽNIK«

Lokacija: LJUBLJANA, POD HRIBOM 55

V prilogi dopisa Vam pošiljamo tri (3) izvode geotehničnega poročila št.: GEO013-01-2022 OPPN ROŽNIK-LJUBLJANA za zgoraj naveden objekt in lokacijo.

Poročilo je bilo posredovano tudi v elektronski obliki.

Za sodelovanje se zahvaljujemo in vas lepo pozdravljamo.

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

PRILOGA:

- Poročilo (3x v mapi)