

**GEOLOŠKO-
GEOTEHNIČNO
POROČILO****INVESTITOR****MINISTRSTVO ZA OBRAMBO**Vojkova cesta 59
SI-1000 Ljubljana**OBJEKT**

NZCIR Ljubljana

IZDELOVALEC POROČILA**IRGO Consulting d.o.o.**Slovenčeva 93
SI-1000 Ljubljana**VRSTA PROJEKTA**
Poročilo**ŠT. POROČILA**
3030922-a**KRAJ IN DATUM**
Ljubljana, JUNIJ 2025

PODATKI O SODELUJOČIH

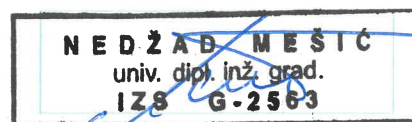
PROJEKTANT ELABORATA

IRGO Consulting d.o.o.,
Slovenčeva 93, SI-1000 Ljubljana
dr. Vladimir Vukadin,
univ. dipl. inž. geol.



VODJA PROJEKTA

PI Nedžad Mešić,
univ. dipl. inž. grad., G-2563


NEDŽAD MEŠIĆ
univ. dipl. inž. grad.
IZS G-2563

SODELAVCI

PRIPRAVA POROČILA IN OBDELAVA

Dijana Marković
mag.inž.grad.

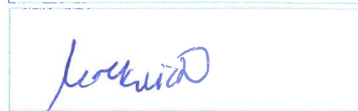


KOORDINACIJA TERENSAKIH PREISKAV, POPIS VRTIN IN OBDELAVA TERENSKIH PREISKAV

Urška Anžlovar
dipl.inž.geol.



Dijana Marković
mag.inž.grad.



IZVEDBA IN OBDELAVA TERENSKIH PREISKAV

Antonio Ljubomirovski
teh.sod.



Amadej Hauptman
teh.sod.

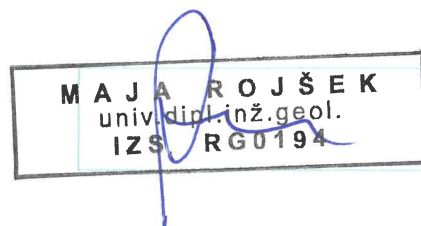


Matjaž Kužner
teh.sod.



LABORATORIJSKE PREISKAVE

Maja Rojšek
univ. dipl. inž. geol.


MAJA ROJŠEK
univ. dipl. inž. geol.
IZS RG0194

VRTALNA DELA

ROVS D.O.O.
Dimičeva ulica 16
SI—2000 Maribor

Kazalo vsebine

1.	UVOD	5
2.	TERENSKÉ PREISKAVE	6
2.1.	SONDAŽNO GEOMEHANSKO VRTANJE	6
2.2.	STANDARDNI PENETRACIJSKI TEST (SPT)	7
2.3.	PRESIOMETRIČNE MERITVE (PMT)	8
2.4.	DINAMIČNE PENETRACIJE TAL (DPSH)	9
3.	LABORATORIJSKE PREISKAVE TAL	10
4.	HIDROGEOLOŠKE PREISKAVE	10
5.	TERENSKÉ RAZMERE IN SESTAVA TAL	11
5.1.	TERENSKÉ RAZMERE	11
5.2.	GEOLOŠKA SESTAVA TAL	11
5.3.	SEIZMIČNOST TERENA	12
6.	HIDROGEOLOŠKE RAZMERE	13
7.	GEOTEHNIČNI MODEL TAL	14
8.	GEOTEHNIČNI POGOJI GRADNJE	15
8.1.	TEMELJENJE OBJEKTA	15
8.2.	IZKOP IN VAROVANJE GRADBENE JAME	16
8.3.	VOZIŠČNA KONSTRUKCIJA MANIPULATIVNIH POVRŠIN	16
8.4.	POGOJI GRADNJE IN IZRABA PODZEMNE VODE	18
8.5.	ZAŠČITA PODZEMNE VODE	19
9.	ZAKLJUČEK	20
10.	IZJAVA PROJEKTANTA O SKLADNOSTI POSEGA Z OPN MOL ID	21

Kazalo slik

Slika 1: Obravnavano območje (VIR: GURS (http://gis.arso.gov.si), z dne 06.06.2025)	5
Slika 2: Geološka sestava tal območja gradnje (Vir: Grad, K., Ferjančič, L., 1968: Osnovna geološka karta Republike Slovenije, list Kranj, 1:100 000. zvezni geološki zavod Beograd)	11

Kazalo preglednic

Preglednica 1: Rezultati SPT preiskav v vrtinah	7
Preglednica 2: Rezultati meritev z zemljinim presiometrom	8
Preglednica 3: Ocena indeksa gostote in strižnega kota iz $(N_1)_{60}$	9
Preglednica 4: Kontrola ročne meritve do podzemne vode, merjeno od ustij piezometra	10
Preglednica 5: Zbirna tabela izvedenih hidravličnih poizkusov z rezultati	10
Preglednica 6: Geomehanske karakteristike karakterističnih slojev zemljin	14
Preglednica 7: Zahtevane lastnosti ločilnega geosintetika	17



Kazalo prilog

Priloga A: Geološko geotehnični profili sondažnih vrtin s fotodokumentacijo

Priloga B: Poročilo o izvedenih preiskavah s presiometrom – PMT

Priloga C: Poročilo o izvedenih preiskavah z dinamičnim penetrometrom – DPSH

Priloga D: Poročilo o geomehanskih laboratorijskih preiskavah

Priloga E: Hidrogeološko poročilo

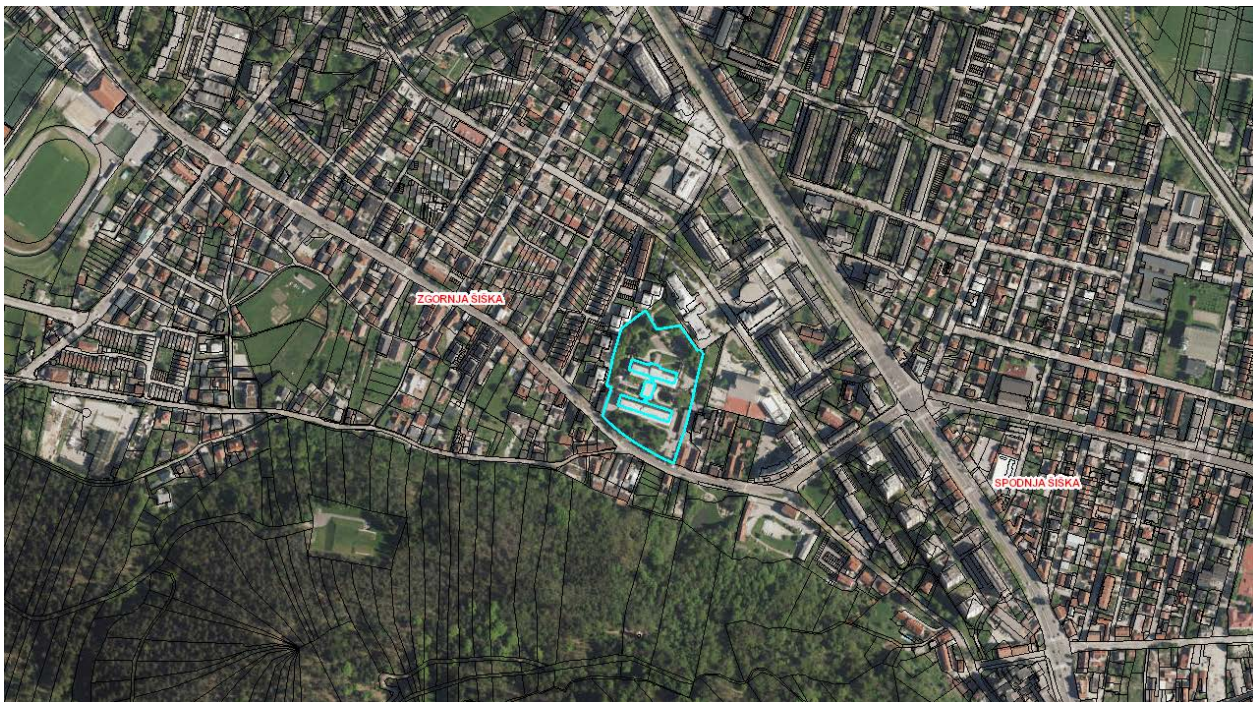
Priloga F: Analiza posedka objekta

Priloga G: Grafične priloge

1. UVOD

Po naročilu podjetja LUZ d.d. smo pripravili geološko-geotehnično poročilo za potrebe projektiranja in izgradnje objekta »NZCIR Ljubljana«.

Obravnavano območje predvidene gradnje objekta se nahaja v naselju Šiška, v mestni občini Ljubljana, na območju parcele št. 654/1, k.o. 1739 – Zgornja Šiška.



Slika 1: Obravnavano območje (VIR: GURS (<http://gis.arso.gov.si>), z dne 06.06.2025)

Za potrebe izdelave tega poročila smo od naročnika prejeli naslednjo tehnično dokumentacijo:

- [1] Geodetski načrt za pripravo projektne dokumentacije (LUZ d.d., št. certifikata LUZ-2025/2420, maj 2025)
- [2] Tlorisi in prečni prerezi objekta (LUZ d.d., št. projekta 9440, junij 2025)

Ob obstoječi bolnici sestavljeni iz južnega trakta, etažnosti K+P+2 in severnega trakta B, etažnosti K+P+3, ki je dotrajana in ima funkcionalno tehnično neustrezne prostore, je predvidena izgradnja novega Nacionalnega zdravstvenega centra za izredne razmere kot vojaške bolnice. Severni prizidek bolnišnice dr. Petra Držaja (novi trakt) je etažnosti 3K+P+4N. Kletna etaža je nepravilne tlorisne oblike, maksimalne velikosti podkletenega dela 84,65m x 47,24m. Pritličje ter nadstropja so pravokotne tlorisne oblike, velikosti 66,0m x 24,0m. Nosilna konstrukcija objekta je predvidena kot armirano-betonska (AB), streha pa kot ravna. Relativna višinska kota objekta $\pm 0,00$ je predvidena na absolutni nadmorski višini $\pm 0,00 = 303,65\text{m.n.v.}$

V sklopu izvedbe celovitih raziskav lokacije za potrebe tega poročila so bile izvedene tudi hidrogeološke preiskave tal in je bilo izdelano poročilo o hidrogeoloških preiskavah, ki je tudi sestavni del tega poročila (**priloga E**):

- [3] Hidrogeološko poročilo o izvedenih delih za NZCIR Ljubljana, IRGO Consulting (št. 3031601).

Na podlagi terenskega ogleda, rezultatov izvedenih geološko-geomehanskih raziskav, rezultatov hidrogeoloških preiskav ter na podlagi predvidenega gradbenega posega s tem poročilom podajamo podatke o sestavi tal in geotehnične pogoje za potrebe projektiranja in izgradnje objekta.

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.

2. TERENSKÉ PREISKÁVE

Za potrebe izdelave tega poročila smo poleg terenskega ogleda izvedli:

- tri (3) sondažne geomehanske vrtine do globine največ 20,0m. Od teh sta bili dve opremljeni kot piezometri. V vrtinah se je izvedlo:
 - o petindvajset (25) SPT preiskav,
 - o devet (9) preiskav z zemljskim presiometrom – PMT
 - o vzpostavitev monitoringa podzemne vode
 - o dva (2) nalivalna testa za namen ugotovitve ponikalnih sposobnosti tal
 - o dva črpalna poizkusa
- dve (2) preiskavi tal s super težkim dinamičnim penetrometrom – DPSH

2.1. SONDAŽNO GEOMEHANSKO VRTANJE

Vrtalna ekipa podjetja ROVS d.o.o. je v dneh med 15.05.2025 in 27.05.2025, z vrtalno garnituro FRASTE ML, izvedla tri (3) sondažne geomehanske vrtine do globine največ 20,0 m in sicer:

Oznaka vrtine	Globina [m]	D96 Y [m]	D96 X [m]	Z [m.n.v.]
V-1	20,0	460340,74	103277,66	303,00
V-2P	18,0	460322,35	103303,92	303,10
V-3P	18,0	460374,92	103287,09	302,85

Vrtine so bile v celoti jedrovane z enostenskimi jedrniki. Za stabilizacijo ostenja vrtin so bile le te začasno cevlfene z obložnimi cevmi po celotnem globinskem profilu. Jedra vrtin smo zlagali v lesene zaboje za namene geološkega kartiranja jedra. Jedra so bila za nadaljnje preiskave odvzeta dnevno, pred vremenskimi vplivi so bila zaščitena s PVC folijo.

Na jedru vrtin smo opravili prepoznavanje zemljin ter določitev USCS klasifikacije posameznim prepoznanim členom. V členih, kjer so bile prepoznane koherentne zemljine smo izvedli meritve enoosne tlačne trdnosti (q_u) z žepnim penetrometrom.

Med vrtanjem je bilo odvzetih osem (8) vzorcev materiala za potrebe izvedbe geomehanskih laboratorijskih preiskav. Odvzeti vzorci so bili uvrščeni v kategorijo 4 po EC7.

Geološko-geotehnični profili vrtin z označenimi globinskimi odseki odvzetih vzorcev, globinskimi odseki in rezultati meritev izvedenih presiometričnih preiskav (poglavje 2.3), globinami in rezultati izvedenih SPT meritev (poglavje 2.2) in fotografije jedra izvedenih vrtin so v **prilogi A** tega poročila.

2.2. STANDARDNI PENETRACIJSKI TEST (SPT)

Med vrtanjem so bili v vrtinah izvedeni standardni dinamični penetracijski testi (SPT), ki se uporabljajo za oceno trdnostnih in deformabilnostnih karakteristik zemljin. Meritve so se izvajale skladno s standardom SIST EN ISO 22476-3:2005.

Rezultat SPT testa je število udarcev standardiziranega bata, potrebnih za penetracijo standardiziranega drogova v tla za 15 cm (predstopnja) ter na to na isti globini še število udarcev bata za penetracijo drogova v tla za 30 cm (N15/N30).

Oprema za izvedbo SPT preiskav, ki je bila uporabljena v sklopu vrtnega stroja, oprema stroja FRASTE ML zagotavlja koeficient prenosa energije v tla $k_{60}=1,1$. Te podatke smo uporabili tudi pri vrednotenju in izbiri materialnih karakteristik posameznih slojev temeljnih tal. Rezultati izračunov so podani v preglednici št. 1.

Rezultati SPT preiskav so bili obdelani ob upoštevanju zahtev standarda SIST EN 1997-2: 2007. Poleg korigiranih podatkov po zahtevah standarda smo podatke pridobljene iz SPT preiskav uporabili še za izračun naslednjih parametrov:

- Indeks gostote materiala [I_d] (Skempton, 1986)
- strižni kot [φ] (Skempton, 1986)
- Youngov elastični modul [E_s] (Begermann, 1974)

Preglednica 1: Rezultati SPT preiskav v vrtinah

"REZULTATI SPT TERENSKIH PREISKAV"													
	z [m]	USCS/litologija	N _{spt}	σ'_v [kPa]	λ	k_{60}	C _n [kPa/100]	N1(60)	I _d [%]	ϕ [°]	E _s [MPa]	gostotno stanje	konsistenčno stanje
V-1	3,0	GW	43	57,9	0,75	1,1	1,33	47,15	89,83	40,47	53,38	ZGO	/
	5,0	GW	26cm / 60ud	97,9	0,85	1,1	1,01	zelo visoko penetrabilno					
	7,5	CH	4	144,4	0,95	1,1	0,82	3,42	16,68	31,67	2,83	/	LGT
	9,5	SC	14	162,4	0,95	1,1	0,76	11,15	40,56	34,06	5,15	SGO	/
	11,5	peščen glinavec	17 cm / 60 ud	180,4	1,00	1,1	0,68	zelo visoko penetrabilno					
	15,0	peščen glinavec	25 cm / 60 ud	218,9	1,00	1,1	0,59	zelo visoko penetrabilno					
	18,0	peščen glinavec	26cm / 60ud	251,9	1,00	1,1	0,53	zelo visoko penetrabilno					
V-2P	1,0	UN	25cm / 60ud	20,0	0,75	1,1	1,89	zelo visoko penetrabilno					
	3,3	GC/GM	21cm / 60ud	61,8	0,75	1,1	1,29	zelo visoko penetrabilno					
	5,0	GC/GM	28cm / 60ud	103,8	0,85	1,1	0,98	zelo visoko penetrabilno					
	7,0	GC	20	146,4	0,95	1,1	0,81	16,96	50,82	35,08	17,16	SGO	/
	9,0	GC	13	174,4	0,95	1,1	0,73	9,90	38,36	33,84	19,08	SGO	/
	11,0	peščen glinavec	60	199,8	1,00	1,1	0,63	41,59	84,51	39,68	46,70	/	/
	13,0	peščen glinavec	17cm / 60ud	219,8	1,00	1,1	0,59	zelo visoko penetrabilno					
	14,3	peščen glinavec	15cm / 60ud	232,8	1,00	1,1	0,56	visoko penetrabilno					
V-3P	18,0	peščen glinavec	17cm / 60ud	269,8	1,00	1,1	0,50	zelo visoko penetrabilno					
	1,0	GW-GM	59	21,0	0,75	1,1	1,87	90,93	130,87	46,63	105,92	ZGO	/
	3,3	GW-GM	22 cm / 60 ud	73,9	0,75	1,1	1,18	zelo visoko penetrabilno					
	5,3	GW-GM	30cm / 60ud	119,9	0,85	1,1	0,90	zelo visoko penetrabilno					
	7,0	GP-GM	46	156,6	0,95	1,1	0,75	36,06	78,02	38,70	40,08	GO	/
	9,0	GM	25	182,6	0,95	1,1	0,71	18,49	53,51	35,35	18,99	SGO	/
	11,5	peščen glinavec	12cm / 60ud	209,9	1,00	1,1	0,61	visoko penetrabilno					
	13,5	peščen glinavec	16cm / 60ud	229,9	1,00	1,1	0,57	zelo visoko penetrabilno					
	15,0	peščen glinavec	18cm / 60ud	244,9	1,00	1,1	0,54	zelo visoko penetrabilno					
	18,0	peščen glinavec	15cm / 60ud	274,9	1,00	1,1	0,49	visoko penetrabilno					

Rezultati meritev so zapisani tudi v geotehničnih profilih vrtin v **prilogi A**.

2.3. PRESIOMETRIČNE MERITVE (PMT)

Strokovno osebje IRGO Consulting d.o.o. je med izvajanjem sondažnih vrtin izvedlo devet (9) terenskih preiskav z zemljiškim Menardovim presiometrom.

Namen preiskav je bil pridobiti podatke o deformabilnosti in trdnosti slojev temeljnih tal. Preiskave so bile izvedene v geomehanskih vrtinah in sicer:

Oznaka vrtine	D96 Y [m]	D96 X [m]	Št. meritev	Globina meritve [m]
V-1	460340,74	103277,66	3	4,1; 7,0; 15,0
V-2P	460322,35	103303,92	3	4,2; 11,7; 14,8
V-3P	460374,92	103287,09	3	6,2; 10,7; 15,7

Meritve z Menardovim presiometrom so bile izvedene skladno s standardom SIST EN 1997-2:2007 (Evrokod 7: Geotehnično projektiranje - 2. del: Preiskovanje in preskušanje tal), SIST EN ISO 22476-4:2013 (Geotehnično preiskovanje in preskušanje - Preskušanje na terenu - 4. del: Menardov preskus) in skladno z navodili proizvajalca opreme.

Oprema presiometra (Menard) sestoji iz sonde, kontrolne enote, izvora tlaka in kablov za povezavo med sondo in kontrolno enoto. Meritev se izvede običajno v 7 do 14 prirastkih tlaka, pri čemer se meri ustrezne prirastke deformacij (sprememba volumna ali sprememba radija sonde). Če je potrebno, se izvede tudi ena ali več razbremenilnih zank. Neposreden rezultat take meritve je krivulja, ki prikazuje odnos med tlakom na stene vrtine in radialno deformacijo. Iz krivulje se nato definirata t.i. presiometrski modula pri obremenitvi in razbremenitvi ter mejni tlak.

Natančen postopek meritev, izračun in obdelava merjenih podatkov so predstavljeni v **prilogi B**, osnovni rezultati meritev pa v preglednici št. 2.

Preglednica 2: Rezultati meritev z zemljiškim presiometrom

INFORMACIJE O TESTU			IZVREDNOTENI PARAMETRI					
Objekt	Vrtina	PMT test	p_f	p_l	E_M	E_R	E_M/p_l	Material
		(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)		
Stavba C	V-1	4,1	1,82	5,73	84,1	412,5	14,68	GP
Stavba C	V-1	7,0	0,02	0,02	0,2	/	10,00	CH
Stavba C	V-1	15,0	2,89	3,6	35,2	418,2	9,78	permokarbonski peščen glinavec
Stavba C	V-2	4,2	2,8	4,48	75,1	339,0	16,76	GP
Stavba C	V-2	11,7	2,21	2,81	25,2	229,6	8,97	permokarbonski peščen glinavec
Stavba C	V-2	14,8	4,85	4,85	64,0	455,1	13,20	permokarbonski peščen glinavec
Stavba C	V-3	6,2	0,82	1,92	17,1	163,2	8,91	GP
Stavba C	V-3	10,7	0,33	1,09	8,3	51,91	7,61	GC
Stavba C	V-3	15,7	0,54	2,26	45,5	146,5	20,13	permokarbonski peščen glinavec

2.4. DINAMIČNE PENETRACIJE TAL (DPSH)

Strokovno osebje IRGO Consulting d.o.o. je v dneh 19.05.2025 in 20.05.2025 izvedlo dve (2) terenski preiskavi sestave in lastnosti tal s super težkim dinamičnim penetrometrom (DPSH) v skupni dolžini 15,0m. Preiskave so bile izvedene skladno s standardom SIST EN ISO 22476-2:2005. Izvedli smo naslednje preiskave:

Oznaka preiskave	Globina [m]	D96 Y [m]	D96 X [m]	Z [m.n.v.]
DPSH-1	12,7	460322,98	460357,50	302,90
DPSH-2	2,3	103284,60	103271,87	303,04

Pri tem tipu preiskave se bat z maso 63,5 kg spušča z višine 75 cm in se beležili število udarcev potrebnih za 20 cm penetracije (število N_{20}). Uporabljena je bila 90° konica premera 51 mm. V rezultatih je prikazano izmerjeno število udarcev potrebnih za 20 cm prodiranja konice (N_{20}). Iz razmerja specifičnega dela, ki je potrebno za korak penetracije (30 cm pri SPT in 20 cm pri DPSH), je bilo določeno ekvivalentno število SPT udarcev N_{SPT} .

Korigirane in normalizirane vrednosti števila udarcev SPT pridobljene na podlagi preiskave DPSH so v našem primeru:

$$(N_1)_{60} = N_{20} \cdot C_z \cdot C_e \cdot \lambda \cdot C_N,$$

kjer je:

$(N_1)_{60}$ korigirana vrednost udarcev/30 cm pri SPT testu

N_{20} izmerjena vrednost udarcev/20 cm pri DPSH testu

C_z koeficient odvisen od vrste zemljine (v našem primeru 1.5)

C_e koeficient prenosa energije (1.22)

λ koeficient dolžine drogova

C_N korekcija zaradi efektivne napetosti

Normalizirane SPT vrednosti $(N_1)_{60}$ so nam služile za oceno nekaterih materialnih karakteristik preiskanih zemljin. Podlago obravnavanega območja gradijo koherentne in nekoherentne zemljine, pri katerih smo določili indeks gostote in strižni kot v skladu s spodnjo preglednico 3 (Skempton, 1986):

Preglednica 3: Ocena indeksa gostote in strižnega kota iz $(N_1)_{60}$

gostota	zelo rahlo	rahlo	srednje gosto	gosto	zelo gosto		
(N ₁) ₆₀	0	3	8	15	25	42	58
I _d (%)	0	15	35	50	65	85	100
φ(°)		28	30	33	36	41	44

Podajamo tudi oceno edometerskega modula, kjer smo za nekoherentne materiale uporabili metodo, ki jo je podal Begemann, (1974):

$$E_{oed} = 4 + c \cdot ((N_1)_{60} - 6) \quad (\text{za } (N_1)_{60} > 15) \quad [\text{MPa}]$$

$$E_{oed} = c \cdot ((N_1)_{60} + 6) \quad (\text{za } (N_1)_{60} < 15) \quad [\text{MPa}]$$

($c = 0.3$ za drobne peske in peske z meljem, $c = 1.2$ za grušč s peskom)

Za koherentne zemljine pa smo edometerski modul ocenili po relaciji, ki sta jo podala Stroud in Butler, 1975:

$$m_v = 1 / (450 \cdot N_{60}) \quad [\text{m}^2/\text{kN}] \quad \text{iz česar sledi} \quad E_{oed} = 1/m_v \quad [\text{kPa}]$$

Natančen postopek meritev, izračun in obdelava merjenih podatkov so predstavljeni v **prilogi C**.

3. LABORATORIJSKE PREISKAVE TAL

Za ugotavljanje materialnih lastnosti tal smo na štirih (4) od osmih (8) odvzetih vzorcih zemljin iz geomehanskih vrtin izvršili geomehanske laboratorijske preiskave. Preiskave zemljin so bile izvajane v geomehanskem laboratoriju podjetja IRGO. Na vzorcih zemljin so bile izvedene sledeče geomehanske laboratorijske preiskave:

- Klasifikacija zemljin SIST EN ISO 17892-1:2015
- Ugotavljanje zrnastostne sestave SIST EN ISO 17892-4:2017

Poročilo s podrobnim opisom izvedenih analiz, rezultati in zbirno preglednico izvedenih geomehanskih laboratorijskih preiskav je v **prilogi D**.

4. HIDROGEOLOŠKE PREISKAVE

V sklopu hidrogeoloških raziskav območja gradnje objekta je strokovna ekipa IRGO Consulting d.o.o. izvedla:

- vgradnjo merilne opreme in vzpostavitev monitoringa podzemne vode
- dva (2) nalivalna poskusa za namen določevanja ponikalnih sposobnosti tal
- dva (2) črpalna poizkusa v slabše prepustni plasti (enota IG2).

Natančen postopek meritev izračun in obdelava merjenih podatkov so predstavljeni v prilogi E, osnovni rezultati meritev pa v preglednicah št. 4 in št. 5.

Preglednica 4: Kontrola ročne meritve do podzemne vode, merjeno od ustij piezometra

PIEZOMETER	6. 6. 2025 [M]
V-2P	6,96
V-3P	6,79

Preglednica 5: Zbirna tabela izvedenih hidravličnih poizkusov z rezultati

VRTINA/TESTIRAN ODSEK	POIZKUS	K_{JACOB} [M/S]	K_{THEIS} [M/S]	$K_{SREDNJU}$ [M/S]	PREVLADUJOČA LITOLOGIJA
V-1 (4,0-6,6m)	nalivalni	5,5E-03	1,9E-03	3,2E-03	slabo do dobro graduiran prod z meljem in peskom
V-3P (5,4-8,0m)	nalivalni	3,3E-03	7,8E-04	1,6E-03	slabo graduiran prod z meljem in peskom
V-2P (7,0-10,8m)	črpalni	1,4E-05	1,1E-05	1,2E-05	glinast prod s peskom, podrejeno prodnata pusta glina
V-3P (6,8-10,9m)	črpalni	3,0E-05	2,6E-05	2,8E-05	slabo graduiran prod z meljem in peskom, podrejeno mastna glina s prodrom

5.1. TERENSKE RAZMERE

5.2. GEOLOŠKA SESTAVA TAL

Na osnovi izvedenih geološko-geomehanskih raziskav tal smo dobili dober vpogled v dejansko sestavo tal na obravnavani lokaciji. Na podlagi strokovnih ugotovitev lahko temeljna tla na obravnavani lokaciji razdelimo na sledeče karakteristične sloje:

pod površjem terena se na območju parkirišč nahaja od 1,0m do 2,1m utrjeno umetno nasutje iz slabo graduiranega proda in grušča z glino in peskom ter kosi opeke, svetlo rjave do rjave barve ter kamniti drobljenec in prodnata pusta glina s kosi opeke, rjavo sive do sive barve. Na območju zatravljenih površin se do globine 1,2m pojavlja sloj glinastega proda in grušča, rjave barve, ki ga zaradi relativne primerljivosti uvrščamo v enoto IG0.

- | | | |
|--------------|---|---|
| (IG1) | GW/GW-GM/
GP/GP-GM/
GC/GC-GM | Od sloja IG0 do globine največ 7m pod koto terena se na celotnem območju obdelave pojavlja sloj gostega do zelo gostega dobro in slabo graduiranega proda s peskom ali peskom in meljem do meljasto glinastega proda s peskom, sive do sivo rjave barve. |
| (IG2) | GC/GP-GC/
GM/SC/CH/CL | Od sloja IG1 naprej se v tleh pojavlja sloj srednje gostega glinastega proda s peskom, slabo graduiranega proda z glino in peskom, meljastega proda s peskom in glinastega peska s prodom, sive do sivo rjave barve. Sloj se na območju obdelave pojavlja do globine največ 11,8m. Podrejeno se v sloju pojavlja do 1,2m debela plast lahkognetne puste in mastne gline s prodom, sivo rjave barve. |
| (IG3) | prepereli
permokarbonski
peščeni glinavec

C,P | Pod slojem IG2 smo na globini cca. 11,5m dosegli preperelo podlago iz permokarbonskega peščenega skrilavca rjave do sive barve. |

Med izvedbo terenskih preiskav se je v vrtinah pojavila podtalna voda na globini 7,2m pod koto terena.

5.3. SEIZMIČNOST TERENA

Glede na karto Potresne nevarnosti Slovenije-vršni pospešek tal, obravnavana lokacija gradnje sodi na območje s projektnim pospeškom tal 0,275g za povrtano dobo 475 let. Po SIST EN 1998-1:2006 tla uvrščamo **v tip B** (zelo gost pesek, prod ali zelo toga glina, debeline vsaj nekaj deset metrov - Preglednica 3.1).

6. HIDROGEOLOŠKE RAZMERE

Območje obdelave se nahaja na kvartarnih naplavinah, ki zapolnjujejo tektonsko pogojeno Ljubljansko kotlino. Spodnji del kvartarnega zasipa sestavljajo pretežno prodno-peščeni nanosi rek, vrhnji del pa predstavljajo nanosi potočnega materiala iz obronkov (ostanki vršajev) ter peski, meljasti peski, melj in meljaste gline, ki predstavljajo poplavni sediment ali pa celo zasip ostanka meandra reke Save. Jezerski sedimenti (gline) so zastopani na celotnem ožjem raziskovanem območju, vendar proti vzhodu (od Pivovarne Union proti Delu) izginjajo.

Na območju obdelave pa se predkvartarna podlaga nahaja na koti med 291 m.n.v. in 292 m.n.v. (oz. 11,0 in 12 m), globina do podlage narašča z oddaljenostjo od Rožnika.

Poseg se nahaja v območju vodonosniku Ljubljanskega barja, kot podsistemu omenjenega vodnega telesa s št. 1001. Na hidrogeološki karti je vodonosnik označen kot obširni in srednje do visoko izdatni medzrnski vodonosnik (tip IAH 1.1).

Podatke o dinamiki nihanja nivojev podzemne vode na tem območju še ne moremo podati zaradi zelo kratkega opazovalnega niza. Podzemna voda se je v času raziskav pojavila na koti med 296 in 296,2 m n.v.

Na podlagi opravljenih hidrogeoloških raziskav v različnih intervalih za potrebe ponikanja meteornih voda je bila ugotovljena dobra prepustnost in znašala od **$1,6 \times 10^{-3}$ m/s** do **$3,2 \times 10^{-3}$ m/s**.

Glede na opravljena črpalna poizkusa ugotavljamo, srednjo vodoprepustnost zasičene cone vodonosnika v IG2, ta znaša od **$1,2 \times 10^{-5}$ m/s** do **$2,8 \times 10^{-5}$ m/s**. Majhen del zasičenega vodonosnika, ki se pojavlja višje, od globine 7,0 m (cca 0,2 m), je v karakteristični plasti IG1 za katerega ocenjujemo, da prepustnost znaša **$1,0 \times 10^{-4}$ m/s**.

7. GEOTEHNIČNI MODEL TAL

Na podlagi ugotovljene slojevitosti tal (poglavje 5.2) in glede na rezultate terenskih geotehničnih raziskav tal (poglavje 2), rezultate laboratorijskih preiskav (poglavje 3) ter rezultate hidrogeoloških raziskav tal (poglavje 4) smo izdelali geotehnični model tal na območju predvidenega gradbenega posega.

Geotehnični model tal je sestavljen iz posameznih enot, ki jih lahko opišemo z geomehanskimi materialnimi karakteristikami, kot je to prikazano v preglednici št. 6.

Preglednica 6: Geomehanske karakteristike karakterističnih slojev zemljin

SLOJ	Globina	Opis sloja	USCS klasifikacija	Debelina [m]	Karakteristične vrednosti materialnih karakteristik tal			
IG0	0	umetni nasip	UN: GW/GC/GP/ CL	od 1,0 do 2,1m	$\gamma' =$	20	kN/m ³	*
	$c' =$				0	kPa	*/**	
	$\varphi' =$				34	°	**	
	$E_{oed} =$				25	MPa	**	
IG1	2,1m	prod s peskom, prod z meljem in peskom do glinast prod s peskom	GW/GW- GM/GP/ GP- GM/GC/GC- GM	od 3,2m do 5,8m	$\gamma' =$	20	kN/m ³	*
	$c' =$				0	kPa	*/**	
	$\varphi' =$				39	°	**	
	$E_{oed} =$				100	MPa	*/**	
IG2a	7m	glinast prod s peskom, prod z glino in peskom in pesek s prodom	GC/GP- GC/GM/SC	od 4,1 m do 4,5m	$\gamma' =$	19	kN/m ³	*
					$c' =$	0	kPa	*
					$\varphi' =$	33	°	**
					$E_{oed} =$	20	MPa	*/**
	pusta in mastna glina	CH/CL	$\gamma' =$		18	kN/m ³	*	
			$s_u =$		35	kPa	**	
			$c' =$		1	kPa	*	
			$\varphi' =$		30	°	**	
11,8m			$E_{oed} =$	2,0	MPa	*/**		
IG3	11,8m	prepereli permokarbonski peščeni glinavec	C,P	-	$\gamma' =$	21	kN/m ³	*
	$c' =$				15	kPa	*	
	$\varphi' =$				30	°	*/**	
	-				$E_{oed} =$	75	MPa	*/**

OPOMBA:

- * ocenjena/arhivska vrednost
- ** podatki pridobljeni iz terenskih preiskav
- *** podatki pridobljeni iz laboratorijskih preiskav

8. GEOTEHNIČNI POGOJI GRADNJE

Na osnovi rezultatov izvedenih terenskih raziskav tal in glede na zasnovo predvidenega gradbenega posega ocenjujemo, da je predvidena gradnja, ob upoštevanju navodil tega poročila, v geotehničnem smislu možna in srednje zahtevna.

8.1. TEMELJENJE OBJEKTA

Glede na ugotovljeno sestavo tal, kjer se v tleh na koti temeljenja predvidenega objekta pojavlja preperela podlaga permokarbonskega peščenega glinavca (IG3), bo **temeljenje možno izvesti kot plitvo, na AB plošči**, skladno z navodili tega poročila.

Po odkopu gradbene jame do kote dna podložnega betona, ki se mora na območju planuma temeljnih tal izvajati s strojem z ravno žlico (planirko), naj se planum temeljnih tal pregleda in potrdi s strani geomehanskega nadzora. Po pregledu sestave tal s strani geomehanskega nadzora, naj se po potrebi izvede poglobitev izkopa in se izvede tamponska blazina minimalne debeline 40cm, iz materiala kamnitega drobljenca 0-63mm ($E_{vd} > 40$ MPa).

Na pripravljen in utrjen planum temeljnih tal ali planum tamponske blazine, se izvede podložni beton v potrebni debelini (predvidoma 10cm) in se lahko izvede temeljna plošča objekta skladno z zahtevami projekta.

Pri izvedbi hidrogeoloških raziskav tal se je podzemna voda pojavila na koti 296m.n.v., kar je potrebno upoštevati pri statični analizi objekta v smislu vzgona in dodatnih negativnih obremenitev na temeljno ploščo in stene podzemnega dela objekta ter je potrebno celoten podzemni del objekta izvesti v vodo-nepropustni izvedbi (»bela kad«, ustrezna hidroizolacija...).

Pri statični analizi objekta za primer temeljenja objekta na temeljni plošči velikosti cca. 47,3m x 66,0m in ocenjene projektne obremenitve na temeljna tla v jakosti 160 kPa (MSU-8N*20kPa), se lahko pri prvi iteraciji statične analize objekta upošteva vertikalni modul reakcije tal velikosti **$k_v = 8.500 \text{ kN/m}^3$** , pri čemer je pričakovati **posedek objekta velikosti do $u_y = 1,9 \text{ cm}$** , ki se bo izvršil že med samo gradnjo objekta.

Zgoraj navedene ocenjene vrednosti projektnega odpora tal oz. vertikalnega modula reakcije tal je potrebno v fazi projektiranja, na osnovi dejanskih projektnih obremenitev objekta na temeljna tla, ponovno preveriti in sicer na podlagi geološko geomehanskih pogojev in lastnosti tal podanih v poglavju 7, v preglednici št. 6.

Pri izvedbi izkopov in temeljenja je potrebno zagotoviti sprotni geomehanski nadzor, ki bo po odkopu na koto temeljenja opravil pregled sestave tal in po potrebi podal dodatna navodila za izvedbo varnega in stabilnega temeljenja objekta.

8.2. IZKOP IN VAROVANJE GRADBENE JAME

KATEGORIJE IZKOPA

Skladno s TSPI PG.05.100:2021 ugotovljena sestava tal na obravnavani lokaciji sodi v:

- II. kategorijo izkopa (umetni nasip – IG0, glinast prod s peskom, glinast pesek s prodom, puste in mastne gline – IG2, preperela podlaga peščenega glinavca – IG3)
- III. kategorijo izkopa (prod – IG1),

ki se jo lahko koplje z uporabo večjih gradbenih strojev z žlico.

Izkopni material (II. kategorija izkopa – IG0, IG2 in IG3) bo v splošnem potrebno v celoti deponirati na trajni deponiji in sicer na podlagi klasifikacije odpadka in elaborata o ravnanju z odpadki, ki nastanejo pri gradnji, kar je potrebno pripraviti pred začetkom izvedbe del. Glede na lastnosti slojev temeljnih tal, bi bila morebitna izkopana zemljina iz sloja IG1 (prod) primerna za direktno nadaljnjo uporabo pri izvedbi nosilnih nasipov v gradbeništvu.

VAROVANJE GRADBENE JAME

S predvideno zasnovo objekta je predviden poseg v tla do globine cca. 17m glede na trenutno koto terena. Zaradi ugotovljenih geomehanskih in hidrogeoloških razmer v tleh, bo potrebno izkop gradbene jame tudi ustrezno varovati z začasno varovalno konstrukcijo.

Kot primerna in optimalna tehnologija varovanja gradbene jame se lahko uporabi tehnologija varovanja izkopa gradbene jame s sidranimi uvrtnimi AB piloti v kombinaciji z jet grouting piloti, ki se jih po obodu podpre z začasnimi geotehničnimi sidri v potrebnih nivojih. Varovalna konstrukcija gradbene jame mora poleg nosilne konstrukcije zagotavljati tudi tesnitev sten izkopa gradbene jame.

Za potrebe izbire najbolj optimalne varovalne konstrukcije izvedbe izkopa in zaščite gradbene jame je potrebno, ob upoštevanju predvidenega posega ter lastnosti tal navedenih v preglednici št. 6, izdelati ustrezen Načrt varovanja gradbene jame. V sklopu načrta je potrebno predvideti in tudi obdelati način zniževanja podtalne vode med izvedbo izkopa gradbene jame.

8.3. VOZIŠČNA KONSTRUKCIJA MANIPULATIVNIH POVRŠIN

Pri izgradnji morebitnih voziščnih in manipulativnih povoznih površin na območju izven tlorisne velikosti kleti objekta je potrebno zagotoviti ustrezno temeljenje ter debelino voziščne konstrukcije. Za potrebe izvedbe voziščne konstrukcije je potrebno izvesti odkop tal minimalno do globine zmrzovanja, ki za obravnavano lokacijo znaša $h_m = 100$ cm oz. ob ustrezno izvedeni voziščni konstrukciji in upoštevanju razmer v tleh, do globine **$h_{min} \geq 0.8 * h_m = 80$ cm pod niveleto ceste** (geomehanski nadzor).

Po odkopu terena do ustrezne globine, ki se mora v celoti izvajati s strojem z ravno žlico (planirko), se izvede statično utrjevanje planuma izkopa z valjarjem ter se na planum izkopa položi ločilni geosintetik (preglednica št. 5 - potrebna potrditev predloga po pregledu tal na koti temeljenja s strani geomehanskega nadzora).

Preglednica 7: Zahtevane lastnosti ločilnega geosintetika

<i>Natezna trdnost-vzdolžno:</i>	$\geq 20 \text{ kN/m}$
<i>Natezna trdnost-prečno:</i>	$\geq 20 \text{ kN/m}$
<i>Raztezek pri maksimalni obremenitvi-vzdolžno:</i>	$\geq 100 \%$
<i>Raztezek pri maksimalni obremenitvi-prečno:</i>	$\geq 40 \%$
<i>Odpornost na prebod (CBR-test):</i>	$\geq 2,900 \text{ N}$
<i>Dinamični prebod:</i>	$\leq 19 \text{ mm}$
<i>Vodoprepustnost skozi ravnino:</i>	$\leq 80 \text{ l/m}^2\text{s}$
<i>Karakteristična velikost por O_{90}:</i>	$\leq 95 \text{ }\mu\text{m}$
<i>Površinska masa:</i>	$\geq 260 \text{ g/m}^2$

Na tako pripravljeno podlago se izvedejo ustrezne plasti voziščne konstrukcije, skladno s pogoji prometne obremenitve. Vsa zemeljska dela je potrebno izvajati v suhem in stabilnem vremenu ob sprotne odkopu in nasipavanju kamnite posteljice. Po odkopu terena je po planumu izkopa prepovedana vožnja kakršnih koli vozil. Dovoz in vgradnja materiala se mora izvajati z narivanjem s plugom in z vožnjo po že nasutem in utrjenem delu kamnite posteljice.

Pri izgradnji voziščne konstrukcije je potrebno upoštevati Tehnične smernice za ceste TSC, ki se uporabljajo pri gradnji cest.

Pod posteljico naj se izvede utrjena nasipna plast iz ustrezno vgradljivega kamnitega materiala (izkopni material IG1), v potrebni debelini, glede na dejansko potrebno globino izkopa in niveleto ceste, nazivne velikosti zrn 0-63mm. Na planumu nasipne plasti je, potrebno zagotoviti vrednost deformacijskega modula $E_{vd} \geq 30 \text{ MPa}$.

Posteljica se skladno s TSC 06.100 ustrezno vgradi v minimalni debelini 40cm iz zmrzljivo odpornega kamnitega agregata, nazivne velikosti zrn 0-63mm. Na planumu kamnite posteljice je, skladno s TSC, zahtevana vrednost deformacijskega modula $E_{vd} \geq 40 \text{ MPa}$ oz. $E_{v2} \geq 80 \text{ MPa}$, pri čemer mora biti izpolnjen pogoj $E_{v2}/E_{v1} \leq 3$ ter zgoščenost nasipa, merjena z izotopsko sondo, mora biti $\geq 95\%$ po Proctorju (MPP).

Nevezana nosilna plast (NNP) se izvede v minimalni debelini 20cm iz ustreznega, certificiranega tamponskega materiala (0-31mm), skladno s TSC 06.200. Na planumu NNP je zahtevana vrednost deformacijskega modula $E_{vd} \geq 45 \text{ MPa}$ oz. $E_{v2} \geq 100 \text{ MPa}$, pri čemer mora biti izpolnjen pogoj $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,2$ ter zgoščenost nasipa, merjena z izotopsko sondo, mora biti $\geq 98\%$ po Proctorju (MPP).

8.4. POGOJI GRADNJE IN IZRABA PODZEMNE VODE

Na podlagi izvedenih hidrogeoloških raziskav tal in podane interpretacije hidrogeoloških razmer na obravnavani lokaciji (priloga E) v nadaljevanju podajamo povzetek hidrogeoloških pogojev, ki jih je potrebno upoštevati pri projektiranju in gradnji objekta:

- **Odvodnja padavinske vode:**

Najvišje izmerjena globina do podzemne vode se na območju gradnje na podlagi dosedanjih preiskav nahaja na cca 6,8 m. Karakteristična enota IG1, ki se večinsko nahaja v nezasičeni coni, je dobro prepustna, zato je ponikanje padavinske vode v tla izvedljivo. Vodo s predvidenih parkirnih površin je potrebno pred izvedbo ponikanja ustrezno kanalizirati preko peskolovov in lovilcev olj.

- **Delovanje vzgona in vodotesnost kletnih prostorov:**

Pri izračunu vzgona se naj upošteva trenutni nivo vode, ki je na koti 296,1 m.n.v. + 1 m, torej 297,1 m.n.v. Bolj zanesljive podatke bomo pridobili z nadaljnjim monitoringom.

Kletni deli objektov morajo biti izvedeni v vodotesni izvedbi (npr. sistem bele kadi).

- **Črpanje vode in posedki okoliških objektov:**

Za potrebe izkopa je potrebno predvideti črpanje vode iz gradbene jame, katere bo predvidoma zaradi relativno tanke vodonosne plasti in srednje prepustnosti mogoče (v odvisnosti od sočasnih ukrepov tesnitev) izčrpavati s pomočjo muljnih potopnih črpalk (red velikosti dotoka 5 – 20 l/s).

Razbremenjevanje hidravličnega tlaka ob izkopu lahko povzroči padec hidrostatskih tlakov tudi pod sosednjimi objekti, zato je potrebno preveriti nevarnost za posedke okoliških objektov.

- **Izraba podzemne vode za potrebe plitve geotermalne energije:**

Vodonosnik, ki se na obravnavanem območju začne na okoli 6,8 m globine, ni primerne debeline in zadostne izdatnosti za izrabo plitve geotermije sistema voda-voda. Potencialno je mogoča izraba preko sistema zemlja-voda (geosonde), v kolikor je to smiselno glede na celovito shemo oskrbe objektov z energijo.

8.5. ZAŠČITA PODZEMNE VODE

Predvideno območje gradnje se nahaja na širšem vodovarstvenem območju z oznako VVO III A, kar pomeni podobmočje z milejšim vodovarstvenim režimom. Pogoje posega na tem območju ureja *Uredba o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnikov Ljubljanskega barja in okolice Ljubljane (Uradni list RS, št. 115/07, 9/08 – popr., 65/12 in 93/13)*, kjer prepovedi, omejitve in podrobnejše pogoje za gradnjo določa Priloga 3 omenjene Uredbe.

Glede na omejitve Uredbe je treba objekte na širšem vodovarstvenem območju Ljubljanskega polja graditi nad srednjo gladino podzemne vode, velja tako za enostanovanjske kot večstanovanjske stavbe. Če se transmisivnost vodonosnika na mestu gradnje ne zmanjša za več kakor 10%, je gradnja izjemoma dovoljena tudi globlje, ob pogoju, da se izvede analiza tveganja za količinsko in kakovostno stanje podzemne vode. Če je med gradnjo ali obratovanjem treba drenirati ali črpati podzemno vodo, je za to treba pridobiti vodno soglasje.

Srednja gladina ali nivo podzemne vode je srednja vrednost v nizu meritev med najvišjo in najnižjo izmerjeno gladino ali nivojem podzemne vode. Kot niz meritev gladine podzemne vode se upoštevajo podatki monitoringa podzemne vode na vodovarstvenem območju, ki ga vodi Agencija RS za okolje ali podatki meritev gladine podzemne vode, ki jih izvaja upravljavec vodnega vira na podlagi zahtev, predpisanih v vodnem dovoljenju za izvajanje monitoringa podzemne vode, ali podatki meritev s samodejnimi merilci nivojev podzemne vode ali najmanj dvakrat mesečnih ročnih meritev gladine podzemne vode na vodovarstvenem območju, v obdobju najmanj dveh hidroloških ciklusov (dve leti opazovanj), ki jih na območju predvidenega posega izvaja investitor.

Uredba omejuje tudi globino izkopa na VVO III nad srednjo gladino podzemne vode, razen če je izpolnjen pogoj o transmisivnosti iz prejšnjega odstavka.

Glede na predvideno globino izkopa, ki znaša približno 286,1m n. v., ter izmerjen nivo podzemne vode na koti 296,2 m n. v., se bo transmisivnost vodonosnika z ocenjeno debelino 4,6 m zmanjšala za 100 %. Zato bo potrebno izvesti analizo tveganja za vpliv gradnje na transmisivnost vodonosnika z vključitvijo tudi ostalih že zgrajenih objektov v okolici obravnavanega območja.

9. ZAKLJUČEK

Na podlagi izvedenih geološko-geomehanskih raziskav na lokaciji predvidene izgradnje objekta »**NZCIR Ljubljana**« v Ljubljani, smo ugotovili, da je gradnja objekta na obravnavanem območju z geostatičnega stališča možna in srednje zahtevna.

Glede na ugotovljeno sestavo tal, kjer se v tleh, na predvideni koti temeljenja pojavlja preperela permokarbonska podlaga peščenega glinavca, bo temeljenje objekta možno izvesti kot plitvo na AB temeljni plošči.

Ugotovljena sestava tal na obravnavani lokaciji, v območju vpliva izkopa gradbene jame objektov, sodi v II. in III. kategorijo izkopa (skladno z TSPI PG.05.100:2021), ki se jo lahko koplje z uporabo večjih rovokopačev z žlico.

Izkop gradbene jame bo potrebno varovati z ustrezno začasno varovalno konstrukcijo, za kar bo potrebno izdelati Načrt varovanja gradbene jame in sicer ob upoštevanju navodil in usmeritev tega poročila, hidrogeološkega poročila ter zapovedi in prepovedi veljavnih relevantnih zakonskih aktov.

Skladno z ugotovljeno sestavo tal in hidrogeološkimi pogoji v tleh ocenjujemo, da je odvajanje meteorne vode s ponikanjem mogoče. Vodo s predvidenih parkirnih površin je potrebno pred izvedbo ponikanja ustrezno kanalizirati preko peskolovov in lovilcev olj.

V času izvedbe del bo potrebno zagotoviti sproti geomehanski nadzor, ki bo po odkopu na koto temeljenja opravil pregled sestave tal in po potrebi podal dodatna navodila za izvedbo varnega in stabilnega temeljenja objekta.

10. IZJAVA PROJEKTANTA O SKLADNOSTI POSEGA Z OPN MOL ID

Na podlagi izvedenih geološko-geomehanskih in hidrogeoloških raziskav tal na območju predviden gradnje obravnavanega objekta

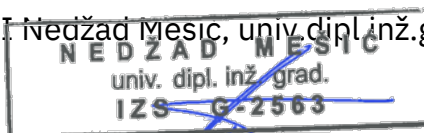
IZJAVALJAMO,

- da geomehanske razmere dopuščajo predvideno gradnjo ob upoštevanju vseh potrebnih ukrepov za zagotavljanje varnosti in stabilnosti izkopa predvidenem v tem poročilu
- hidrološke razmere dopuščajo predvideno gradnjo ob upoštevanju vseh potrebnih ukrepov za predvidenih v tem načrtu, pri čemer pa objekt s podzemnim delom ne sega v varovano območje podtalnice
- potek komunalnih vodov je takšen, da ne vpliva na izkop in gradnjo samega objekta, pri čemer je potreben pri zasnovi varovanja gradbene jame upoštevati prisotnost komunalnih vodov v tleh, v vplivnem območju varovanja gradbene jame,
- zaščita podtalnice je zagotovljena s tem, da bo izkop gradbene jame po celotnem obodu varovan s tesno varovalno konstrukcijo
- stabilnost sosednjih objektov je zagotovljena s tem, da bo za potrebe izkopa gradbene jame izvedena začasna varovalna konstrukcija, skladno z navedbami v tem poročilu
- glede na izvedene terenske raziskave in pridobljene podatke ugotavljamo, da gradnja ne bo imela negativnih vplivov na okolje in na sosednja območja in objekte. S tem je poseg skladen z 78a. členom OPN MOL, ki omejuje gradnjo pod nivojem terena na območjih krovnih plasti vodonosnika, kamor med drugim spada tudi območje »Visoke savske terase«, na katerem se nahaja lokacija predvidenega posega.

Na podlagi zgoraj navedenega so izpolnjeni vsi lokacijski pogoji iz določbe 2. točke, 1. odstavka, 12 člena OPN MOL ID ter je poseg skladen z 78a. členom OPN MOL ID.

PRIPRAVIL:

P. Nedžad Mesic, univ. dipl. inž. grad.





PRILOGA A

GEOLOŠKO-GEOMEHANSKI POPIS VRTIN S FOTODOKUMENTACIJO

Projekt	GEOLOŠKO-GEOTEHNIČNO POROČILO
Objekt	NZCIR Ljubljana
Št. poročila	3030922

Projekt: NZCIR Ljubljana

Investitor: MINISTRSTVO ZA OBRAMBO

Naročnik: LUZ d.d.

Izvajalec vrtanja: ROVS d.o.o., k60=1.1

Območje: Vodnikova cesta 62

Datum: 15.05.2025-19.05.2025

Objekt: Novogradnja

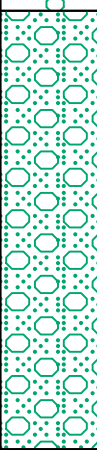
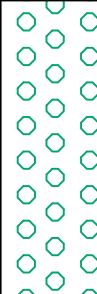
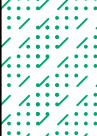
Globina: 20 m

D96 Y: 460340,74

D96 X: 103277,66

Z: 303 m n.v.

Z ustja: /

m n. v. m	Geološko-geotehnični opis	Šrafura	USCS	IG enota	R. P. (kPa) K.S. (kPa)	SPT N/(N ₁) ₆₀ ali P [cm/60ud]	Vzorec	Presiometer	Rezultati/ Opombe	Piezometer/ HG meritve
303,0 0,0	(0,0-2,1m) UMETNI NASIP: Svetlo rjav do rjav slabo graduiran prod z glino in peskom [Prod (70%; Dmax/Dpovp = 4/1 cm), Pesek (20%), Melj, Glina (10%)] - V sloju se pojavljata prod in grušč s kosi opeke. Vlažno.		GP-GC	IG0						
302,5 0,5										
302,0 1,0	(2,1-5,0m) Siv dobro graduiran prod s peskom [Prod (80%; Dmax/Dpovp = 5/0.5 cm), Pesek (16%), Melj, Glina (4%)] - Suho.		GW	IG1		43 ud/ 47 ud			EM=84,1MPa, pl=5,73MPa	
301,5 1,5										
301,0 2,0	(5,0-7,0m) Siv slabo graduiran prod z meljem in peskom [Prod (75%; Dmax = 4 cm), Pesek (20%), Melj, Glina (5%)] - V sloju je zabeležena voda na globini 7.2m.		GP-GM			26 cm				
300,5 2,5										
300,0 3,0	(7,0-8,2m) Rjava mastna glina s prodrom [Prod (15%; Dmax = 1 cm), Pesek (5%), Melj, Glina (80%)] - V sloju se pojavljata prod in grušč. V sloju je zabeležena voda.		CH		300-325	4 ud/ 3 ud			EM=0,2MPa, pl=0,02MPa	
299,5 3,5										
299,0 4,0	(8,2-9,0m) Siv glinast prod s peskom [Prod (40%; Dmax = 3 cm), Pesek (20%), Melj, Glina (40%)] - Vlažno.		GC							
298,5 4,5										
298,0 5,0	(9,0-10,0m) Siv glinast pesek s prodrom [Prod (20%), Pesek (40%), Melj, Glina (40%)] - Do globine 9,2m je večja vsebnost prodra. Mokro		SC	IG2		14 ud/ 11 ud				
297,5 5,5										
297,0 6,0	(10,0-11,1m) Siv slabo graduiran prod z glino in peskom									
296,5 6,5										
296,0 7,0										
295,5 7,5										
295,0 8,0										
294,5 8,5										
294,0 9,0										
293,5 9,5										
293,0 10,0										

m n. v. m	Geološko-geotehnični opis	Šrafura	USCS	IG enota	R. P. (kPa) K.S. (kPa)	SPT N/(N ₁ /60 ali P [cm/60ud]	Vzorec	Presiometer	Rezultati/ Opombe	Piezometer/ HG meritve
292,5 10,5	[Prod (70%), Pesek (20%), Melj, Glina (10%)] - Glina je sprana. Mokro.		GP-GC							
292,0 11,0	(11,1-11,5m) Siv glinast prod s peskom [Prod (50%), Pesek (20%), Melj, Glina (30%)] - Se drobi, trdo. Vlažno.		GC							
291,5 11,5	(11,5-11,8m) Rjava preperela podlaga - permokarbonski peščen glinavec.					17 cm				
291,0 12,0	(11,8-20,0m) Siva preperela podlaga - permokarbonski peščen glinavec.									
290,5 12,5										
290,0 13,0										
289,5 13,5										
289,0 14,0										
288,5 14,5										
288,0 15,0						25 cm			EM=35,2MPa, pl=3,6MPa	
287,5 15,5										
287,0 16,0										
286,5 16,5										
286,0 17,0										
285,5 17,5										
285,0 18,0						26 cm				
284,5 18,5										
284,0 19,0										
283,5 19,5										
283,0 20,0										

Oznaka vrtine:
V-1

FOTOGRAFIJE JEDRA VRTIN

Projekt:
NZCIR Ljubljana

Datum vrtanja:
15.-19.05.2025



Oznaka vrtine:
V-1

FOTOGRAFIJE JEDRA VRTIN

Projekt:
NZCIR Ljubljana

Datum vrtanja:
15.-19.05.2025



Projekt: Bolnica Petra Držaja

Investitor: MINISTRSTVO ZA OBRAMBO

Naročnik: LUZ d.d.

Izvajalec vrtanja: ROVS d.o.o., k60=1.1

Območje: Vodnikova cesta 62

Datum: 19.05.2025-22.05.2025

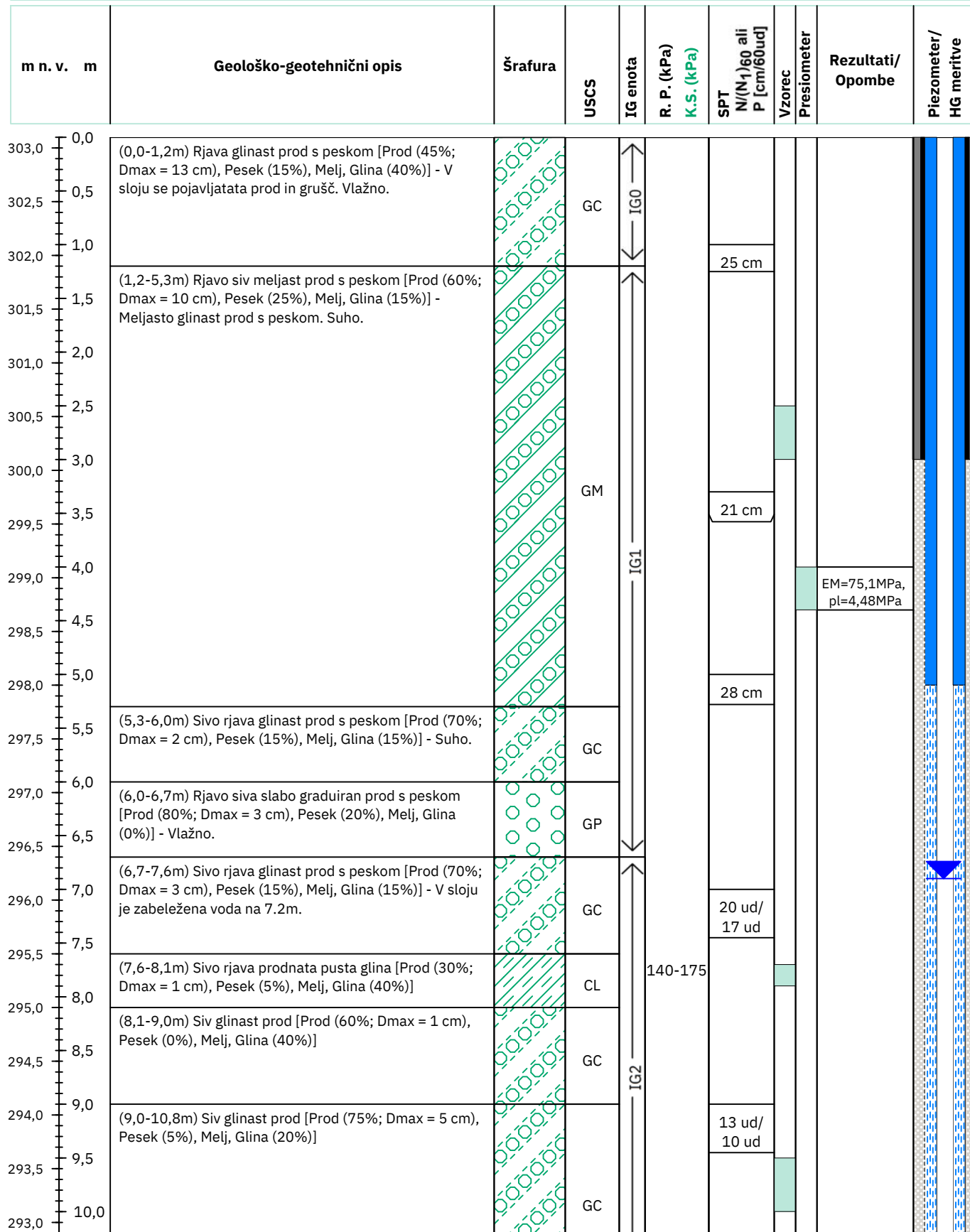
Objekt: Novogradnja

Globina: 18 m

D96 Y: 460322,35

D96 X: 103303,92

Z: 303.1 m n.v.

Z ustja: 303.02 m n.v.


m n. v. m	Geološko-geotehnični opis	Šrafura	USCS	IG enota	R. P. (kPa) K.S. (kPa)	SPT N/(N ₁ /60 ali P [cm/60ud]	Vzorec	Presiometer	Rezultati/ Opombe	Piezometer/ HG meritve
292,5 10,5	(10,8-11,0m) Rjava preperela podlaga - permokarbonski peščen glinavec.									
292,0 11,0	(11,0-18,0m) Temno siva preperela podlaga - permokarbonski peščen glinavec.					60 ud/ 42 ud				
291,5 11,5									EM=25,2MPa, pl=2,81MPa	
291,0 12,0										
290,5 12,5										
290,0 13,0						17 cm				
289,5 13,5										
289,0 14,0										
288,5 14,5				IG3		15 cm			EM=64MPa, pl=4,85MPa	
288,0 15,0										
287,5 15,5										
287,0 16,0										
286,5 16,5										
286,0 17,0										
285,5 17,5										
18,0						17 cm				

Oznaka vrtine:
V-2P

FOTOGRAFIJE JEDRA VRTIN

Projekt:
NZCIR Ljubljana

Datum vrtanja:
19.-22.05.2025



Oznaka vrtine:
V-2P

FOTOGRAFIJE JEDRA VRTIN

Projekt:
NZCIR Ljubljana

Datum vrtanja:
19.-22.05.2025



Projekt: Bolnica Petra Držaja

Investitor: MINISTRSTVO ZA OBRAMBO

Naročnik: LUZ d.d.

Izvajalec vrtanja: ROVS d.o.o., k60=1.1

Območje: Vodnikova cesta 62

Datum: 22.05.2025-27.05.2025

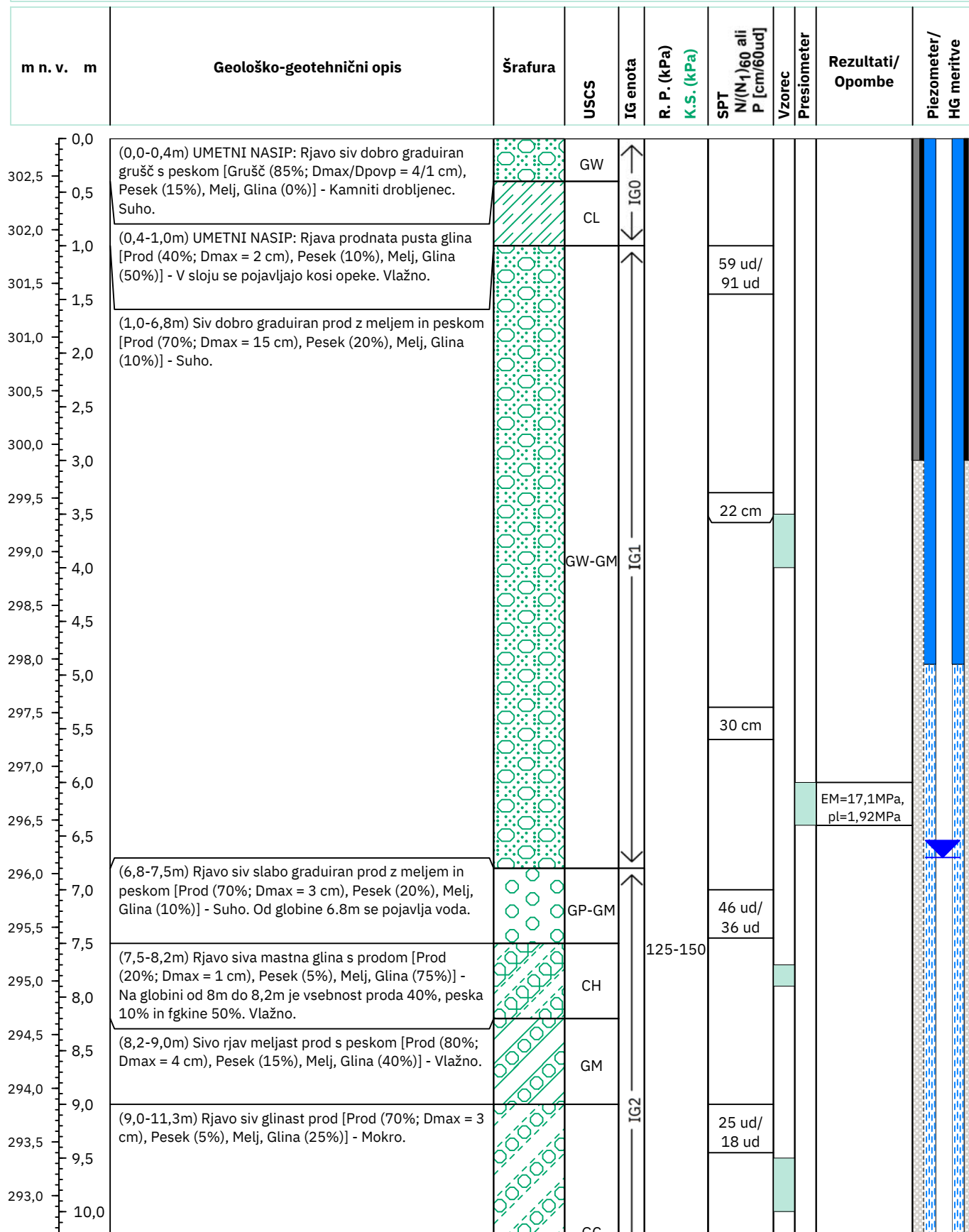
Objekt: Novogradnja

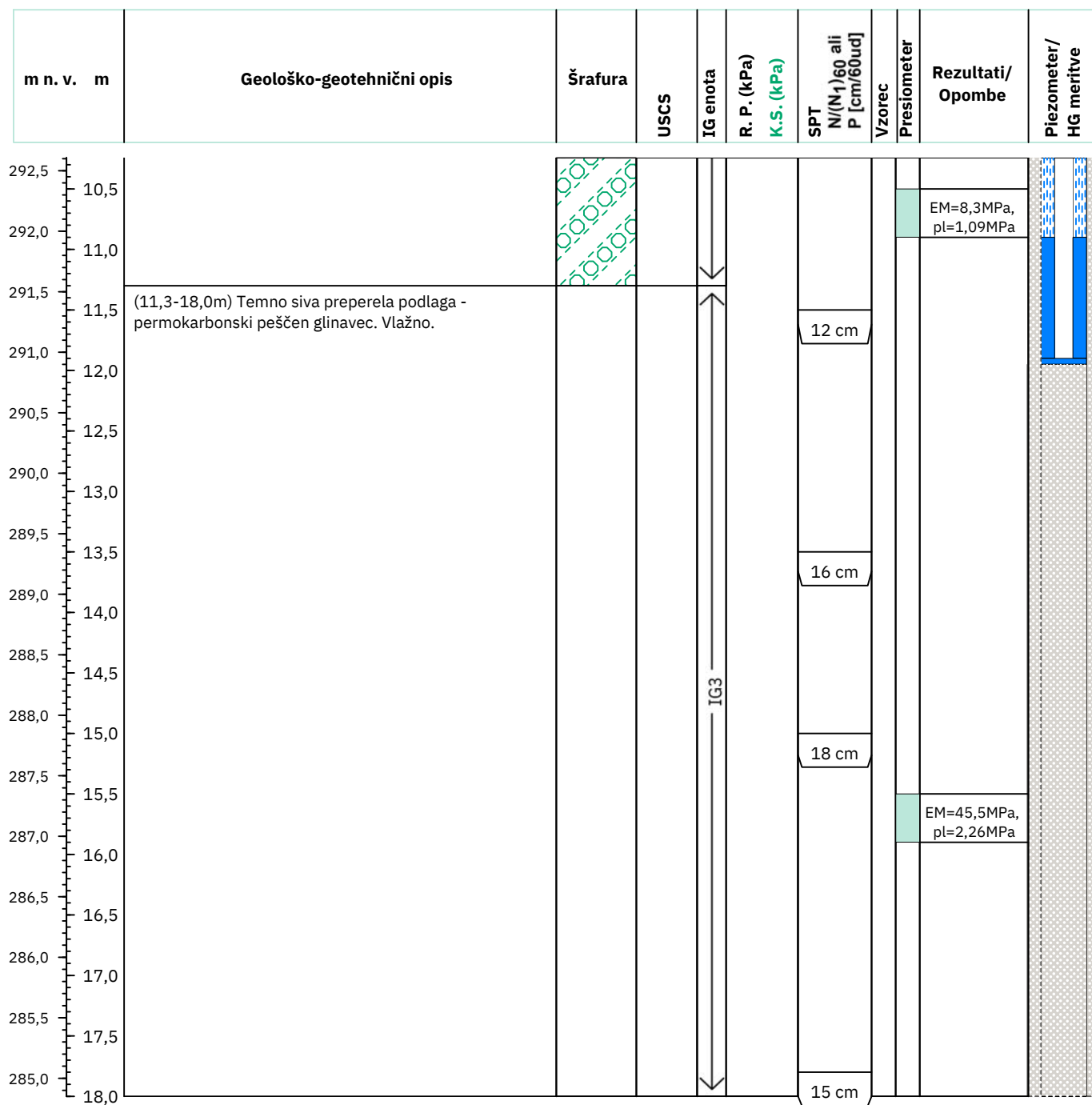
Globina: 18 m

D96 Y: 460374,92

D96 X: 103287,09

Z: 302.85 m n.v.

Z ustja: 302.78 m n.v.




Oznaka vrtine:
V-3P

FOTOGRAFIJE JEDRA VRTIN

Projekt:
NZCIR Ljubljana

Datum vrtanja:
22.-27.05.2025



Oznaka vrtine:
V-3P

FOTOGRAFIJE JEDRA VRTIN

Projekt:
NZCIR Ljubljana

Datum vrtanja:
22.-27.05.2025





PRILOGA B

POROČILO O REZULTATIH PRESIOMETRSKIH PREISKAV - PMT

Projekt	GEOLOŠKO-GEOTEHNIČNO POROČILO
Objekt	NZCIR Ljubljana
Št. poročila	3030922



**IRGO Consulting
d.o.o.**

Slovenčeva 93
SI-1000 Ljubljana

T: +386 1 560 36 00
info@irgo.si
www.irgo.si

POROČILO O REZULTATIH PRESIOMETRIČNIH MERITEV V VRTINAH

INVESTITOR

MINISTRSTVO ZA OBRAMBO

Vojkova cesta 59
SI-1000 Ljubljana

IZDELOVALEC POROČILA



IRGO Consulting d.o.o.

Slovenčeva 93
SI-1000 Ljubljana

OBJEKT

NZCIR LJUBLJANA

VRSTA PROJEKTA

Poročilo

ŠT. POROČILA

3031591

KRAJ IN DATUM

Ljubljana, JUNIJ 2025

PODATKI O SODELUJOČIH

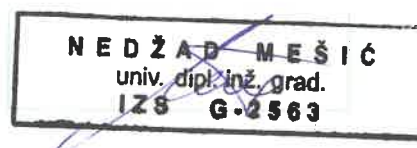
IZVAJALEC

IRGO Consulting d.o.o.,
Slovenčeva 93, SI-1000 Ljubljana
dr. Vladimir Vukadin,
univ. dipl. inž. geol.



VODJA PROJEKTA

PI Nedžad Mešić,
univ. dipl. inž. grad., G-2563



SODELAVCI

OBDELAVA PODATKOV IN IZDELAVA POROČILA

Urška Anžlovar,
dipl. inž. geol.



IZVEDBA TERENSKIH PREISKAV

Matjaž Kužner,
teh. sod.



Amadej Hauptman,
teh. sod.



Antonio Ljubomirovski,
grad. teh.



VRTALNA DELA

ROVS D.O.O.
Dimičeva ulica 16
SI-1000 Ljubljana

Kazalo vsebine

1.	UVOD	4
2.	MERITVE Z MENARDOVIM PRESIOMETROM	4
2.1.	POSTOPEK MERITVE	4
2.2.	IZRAČUN IN OBDELAVA MERJENIH PODATKOV	5
2.3.	REZULTATI MERITEV	6

Kazalo slik

Slika 1:	Tipski diagram preiskave z Menardovim presiometrom	6
----------	--	---

Kazalo preglednic

Preglednica 1:	Osnovni podatki o vrtinah	4
Preglednica 2:	Klasifikacija glin in peskov glede na konsistenco na osnovi rezultatov Menardovega presiometra	6
Preglednica 3:	Rezultati meritev z Menardovim zemljinskim presiometrom	7
Preglednica 4:	Klasifikacija materialov glede na razmerje EM/pL ter Menardov reološki faktor α	7

Kazalo prilog

Priloga 1: Grafični prikaz meritev z Menardovim presiometrom

1. UVOD

V sklopu programa geotehničnih raziskav za potrebe projektiranja in izgradnje objekta »NZCIR Ljubljana« v Ljubljani, so bile izvedene tri (3) geotehnične vrtine, v katerih smo izvedli tudi presiometrične meritve elastično-deformacijskih lastnosti hribine in zemljine. Izvedli smo devet (9) meritev z »Menardovim« zemljinским presiometrom. Namen preiskav je bil pridobiti podatke o deformabilnosti in trdnosti zemljin ter kamnin za nadaljnjo izdelavo projektne dokumentacije. Lokacije meritev so bile določene s strani odgovornega geologa, vrtalna dela je izvajalo podjetje ROVS d.o.o.

Osnovni podatki o geomehanskih vrtinah, v katerih so bile izvedene presiometrične meritve, so prikazane v spodnji preglednici 1. Rezultati presiometričnih meritev z »Menardovim« zemljinским presiometrom so prikazani v prilogi 1.

Preglednica 1: Osnovni podatki o vrtinah

Oznaka vrtine	Št. meritev	Globina meritve [m]	D96 x [m]	D96 y [m]	Z [m.n.v.]
V-1	3	4,8; 9,5	103278,03	460341,02	303,00
V-2p	3	5,0; 9,4	103303,90	460322,69	303,42
V-3p	3	5,0; 9,4	103287,64	460375,35	302,77

2. MERITVE Z MENARDOVIM PRESIOMETROM

2.1. POSTOPEK MERITVE

Meritve v zemljinah z Menardovim presiometrom so bile izvedene skladno s standardom SIST EN 1997-2:2007 (Evrokod 7: Geotehnično projektiranje - 2. del: Preiskovanje in preskušanje tal) in SIST EN ISO 22476-4:2013 (postopek A); (Geotehnično preiskovanje in preskušanje - Preskušanje na terenu - 4. del: Menardov preskus). Uporabili smo Menardov tip presiometra, ki ga sestavljajo:

- izvor tlaka
- kontrolna enota
- povezovalne cevke
- tri-celična sonda

Merilni sistem nam omogoča:

- enakomerno radialno napetostno polje v centralnem delu sonde
- napetostno kontrolirano meritev
- merjenje radialnih deformacij s pomočjo volumskih sprememb sonde
- upoštevanje korekcij zaradi deformabilnosti merilnega sistema in odpora membrane

Tri-celične sonde so različnega tipa in premera, izbor prilagodimo glede na vrsto preiskane zemljine, z različnimi prevlekami (zunanja membrana) pa določimo občutljivost sistema. V obravnavanih primerih smo večinoma uporabljali AX sondo z zunanjo zaščitno kovinsko prerezano cevjo in v primerih heterogene ter koherentne zemljine sondo BX, ki smo jo s pomočjo vrtalne garniture vstavili na željeno globino. Sondo namestimo v vrtino na izbran odsek, ki je posebej zato izvrtan s krono premera $\Phi 66$ mm in jo po potrebi s pomočjo udarnega kladiča vtisnemo na določeno globino za izvajanje preši metričnih meritev.

Pred merjenjem v vrtini izvedemo kalibracijo opreme in kontrolo tesnjenja sistema. Ko smo sondo namestili na mersko mesto, smo v korakih s prirastki tlaka v točno določenem časovnem intervalu obremenjevali ostenje vrtine, ob tem pa merili volumske spremembe sonde in posledično deformacijo zemljine. Obremenjevali smo toliko, da je prišlo do porušitve lokalne zemljine, oz. do presežene dovoljene vrednosti spremembe volumna za posamezen tip sonde. Izvedli smo tudi po eno obremenilno – razbremenilno zanko.

2.2. IZRAČUN IN OBDELAVA MERJENIH PODATKOV

Na osnovi izmerjenih rezultatov – razmerja med pritiskom tlaka in deformacijo ostenja vrtine, ki jih dobimo v grafični in tabelarični obliki, smo določili vrednost Menardovega presiometričnega modula E_M , ki je podan z izrazom:

Fleksibilna zunanja membrana:

$$E_M = 2 \cdot (1 + \nu) \cdot \left[V_c + \frac{V_1 + V_2}{2} \right] \cdot \frac{(p_2 - p_1)}{(V_2 - V_1)}$$

Kovinska prerezana zaščitna cev:

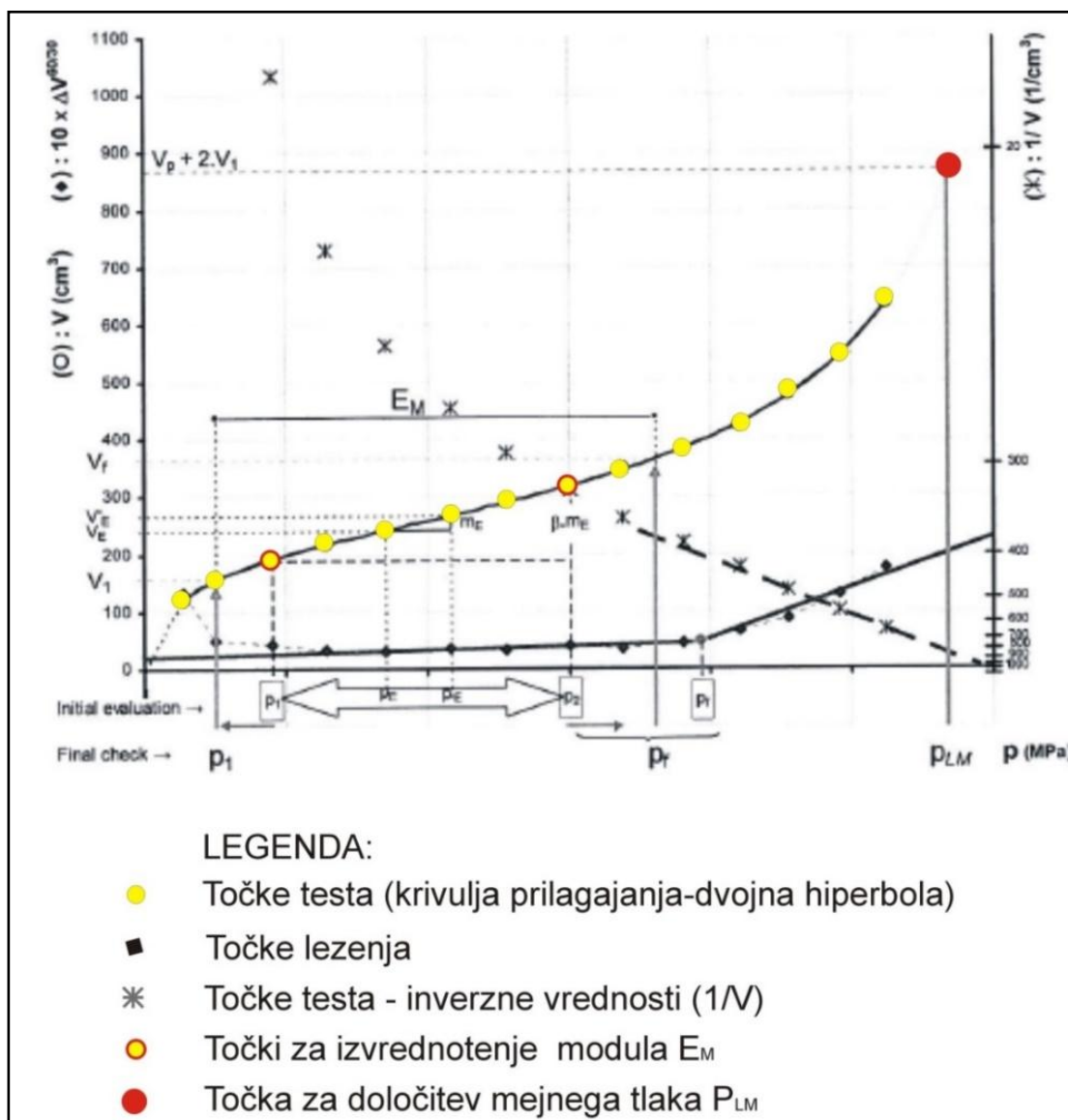
$$E_M = 2 \cdot (1 + \nu) \cdot \sqrt{(V_m + V_c) \cdot (V_m + V_t)} \cdot \frac{(p_2 - p_1)}{(V_2 - V_1)}$$

kjer je:

E_M	<i>presiometrični Menardov modul elastičnosti</i>
ν	<i>Poissonov količnik (privzeta vrednost 0.33)</i>
V_c	<i>volumen centralne celice po kalibraciji</i>
V_t	<i>volumen centralne celice vključno s kovinsko prerezano zaščitno cevjo</i>
V_1, V_2	<i>korigiran volumen, upoštevan za izračun modula</i>
p_1, p_2	<i>korigiran tlak, upoštevan za izračun modula</i>

Poleg Menardovega presiometričnega modula direktno iz meritev podajamo tudi Menardov mejni tlak p_L (v nekateri literaturi tudi oznaka p_{LM}), to je mejni tlak odpora zemljine, ki je v primerih, kjer porušitev direktno ni dosežena, definiran kot tlak pri dvojni vrednosti originalnega volumna na merskem mestu.

Slika 1 prikazuje, kako podajamo tlak, ki definira mejo lezenja p_f oziroma konec psevdo-elastične faze.



Slika 1: Tipski diagram preiskave z Menardovim presiometrom

Preglednica 2: Klasifikacija glin in peskov glede na konsistenco na osnovi rezultatov Menardovega presiometra

	GLINA					PESEK			
	Lahko gnetne konsistence	Srednje gnetne konsistence	Teško gnetne konsistence	Poltrdne konsistence	Trdne konsistence	Rahel	Srednje gost	Gost	Zelo gost
p_L^* [kPa]	0-200	200-400	400-800	800-1600	>1600	0-500	500-1500	1500-2500	>2500
E_M [kPa]	0-2500	2500-5000	5000-12000	12000-25000	>25000	0-3500	3500-12000	12000-22500	>22500

2.3. REZULTATI MERITEV

V preglednici 3 je prikazan povzetek rezultatov vseh izvedenih meritev z Menardovim presiometrom. Za vse meritve je prikazana vrednost Menardovega presiometričnega modula E_M , vrednost plastične deformacije p_r , ter vrednost mejnega tlaka p_i .

V grafičnih prikazih rezultatov meritev (priloga 1) podajamo tudi vrednosti razbremenilnega modula E_R . Pripomnimo naj, da so grafični izpisi v prilogah nekoliko nejasni, ker program proizvajalca opreme prikazuje le merske točke odvisnosti p/V in hiperbolično krivuljo prilagajanja. Izvedena zanka je torej v diagramu podana le v točkovni obliki.

Preglednica 3: Rezultati meritev z Menardovim zemljinским presiometrom

INFORMACIJE O TESTU			IZVREDNOTENI PARAMETRI					
Objekt	Vrtina	PMT test	p_f	p_L	E_M	E_R	E_M/p_L	Material
		(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)		
Stavba C	V-1	4,1	1,82	5,73	84,1	412,5	14,68	GP
Stavba C	V-1	7,0	0,02	0,02	0,2	/	10,00	CH
Stavba C	V-1	15,0	2,89	3,6	35,2	418,2	9,78	permokarbonski peščen glinavec
Stavba C	V-2	4,2	2,8	4,48	75,1	339,0	16,76	GP
Stavba C	V-2	11,7	2,21	2,81	25,2	229,6	8,97	permokarbonski peščen glinavec
Stavba C	V-2	14,8	4,85	4,85	64,0	455,1	13,20	permokarbonski peščen glinavec
Stavba C	V-3	6,2	0,82	1,92	17,1	163,2	8,91	GP
Stavba C	V-3	10,7	0,33	1,09	8,3	51,91	7,61	GC
Stavba C	V-3	15,7	0,54	2,26	45,5	146,5	20,13	permokarbonski peščen glinavec

V skupni preglednici (preglednica 3) ovrednotenih rezultatov je prikazan Menardov presiometrični modul E_M in učinkovit mejni tlak na koti preiskave p_L . Iz teh izvrednotenih parametrov razmeja E_M/p_L lahko sklepamo na vrsto in predvsem materialne lastnosti preiskanih zemljin kot je prikazano v preglednici 4. V spodnji preglednici podajamo tudi Menardov reološki faktor za posamezno zemljino $\alpha = E_M / E_y$, kjer je E_y Youngov modul elastičnosti zemljine.

Preglednica 4: Klasifikacija materialov glede na razmerje E_M/p_L ter Menardov reološki faktor α

VRSTA ZEMLJINE	glina		melj		pesek		pesek in prod	
	E_M/p_L	α	E_M/p_L	α	E_M/p_L	α	E_M/p_L	α
Prekonsolidirana	>16	1	>14	2/3	>12	1/2	>10	1/3
Normalno konsolidirana	9-16	2/3	8-14	1/2	7-12	1/3	6-10	1/4
Preperela oz. pregnetena	7-9	1/2		1/2		1/3		1/4
Hribina	Zelo razpokana $\alpha = 1/3$		Ostalo $\alpha = 1/2$		Rahlo razpokana ali zelo preperela $\alpha = 2/3$			



PRILOGA 1

GRAFIČNI PRIKAZ MERITEV Z MENARDOVIM PRESIOMETROM

Projekt	POROČILO O REZULTATIH PRESIOMETRIČNIH MERITEV V VRTINAH
Objekt	BOLNICA PETRA DRŽAJA – STAVBA C
Št. poročila	3031591

MERITVE Z MENARDOVIM PRESIOMETROM

Datoteka	NZC
Država	
Objekt	
Lokacija	
Vrtina	V-1

SONDA	KARAKTERISTIKE SONDE		PARAMETRI CEVK IN FLUIDOV				PARAMETRI IZGUBE TLAKA	
	Oznaka	AX Stara 2	Tip	Koaksialni	Tekoč.	Vrsta	Referenca	ET_250328.00
	Dolžina	Prevleka	Dvojni X		Gostota	g/gw	Mejna izguba tlaka pel (MPa)	0.402
	210 mm X	Gumijasta	Skupna dolžina (m)		Vrsta		PARAMETRI IZGUBE VOLUMNA	
	370 mm	Armirana	50.00		Stisljivost lg (m-1)		Referenca	CA_250328.00
SONDA	Tip		KARAKTERISTIKE MEMBRANE				Notranje premer kalib. cilindra di (mm)	66.0
	E	Metalna trakasta	Tip in dimenzija				Koeficient izgube volumna a (cm3/MPa)	2.667
	G X	Režasta cev	Izguba tlaka pm (MPa)				Volumen sonde Vs (cm3)	550.5

Št. Testa (ali globina)	ES_250515
Datum in ura	15/05/2025 7:29
Št. Kontrolne enote	
Št. Data loggerja	
Izvajalec meritve	A. Hauptman
Diferenčni tlak (MPa)	-0.050
Opombe	

Korak	TERENSKI PODATKI				KORIGIRANI PODATKI (Izguba P&V)					
	TLAK pr (MPa)				VOLUMEN V(t) (cm³)				TLAK	VOLUMEN
	1 s	15 s	30 s	60 s	1 s	15 s	30 s	60 s	p (MPa)	V60 (cm³)
0										
1	0.000	0.050	0.050	0.050	0.0	36.0	55.0	70.0	-0.011	69.8
2	0.000	0.100	0.100	0.100	0.0	90.0	103.0	112.0	-0.011	111.5
3	0.000	0.200	0.200	0.200	0.0	131.0	139.0	140.0	0.063	139.1
4	0.000	0.400	0.400	0.400	0.0	154.0	154.0	154.0	0.251	152.3
5	0.000	0.600	0.600	0.600	0.0	160.0	161.0	161.0	0.445	158.5
6	0.000	0.900	0.900	0.900	0.0	168.0	168.0	169.0	0.739	165.3
7	0.000	1.200	1.200	1.200	0.0	174.0	175.0	175.0	1.035	170.2
8	0.000	1.600	1.600	1.600	0.0	184.0	184.0	185.0	1.427	178.9
9	0.000	2.000	2.000	2.000	0.0	195.0	195.0	196.0	1.820	188.7
10	0.000	1.000	1.000	1.000	0.0	188.0	188.0	188.0	0.825	183.9
11	0.000	1.500	1.500	1.500	0.0	192.0	193.0	193.0	1.322	187.2
12	0.000	2.000	2.000	2.000	0.0	198.0	198.0	198.0	1.818	190.7
13	0.000	2.500	2.500	2.500	0.0	216.0	217.0	220.0	2.304	211.2
14	0.000	3.000	3.000	3.000	0.0	245.0	249.0	254.0	2.783	243.9
15	0.000	3.500	3.500	3.500	0.0	291.0	300.0	308.0	3.253	296.6
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										

NIVOJI	Skica		Nivoji		Relativni nivoji
	ZC				
	ZN				0 (borehole top)
	ZW				
	ZS				4.10

Koordinate	X =	Y =
Vrtalna garnitura		
Vrtalna metoda (okrajš. tabela C)	Core drilling	
Krona	tip	premer (mm)
Cevitev (m)	66	
Izplaka		
Izvrtni odsek za test	od globine (m)	3.2
	do globine (m)	4.7
	ura izvedbe	

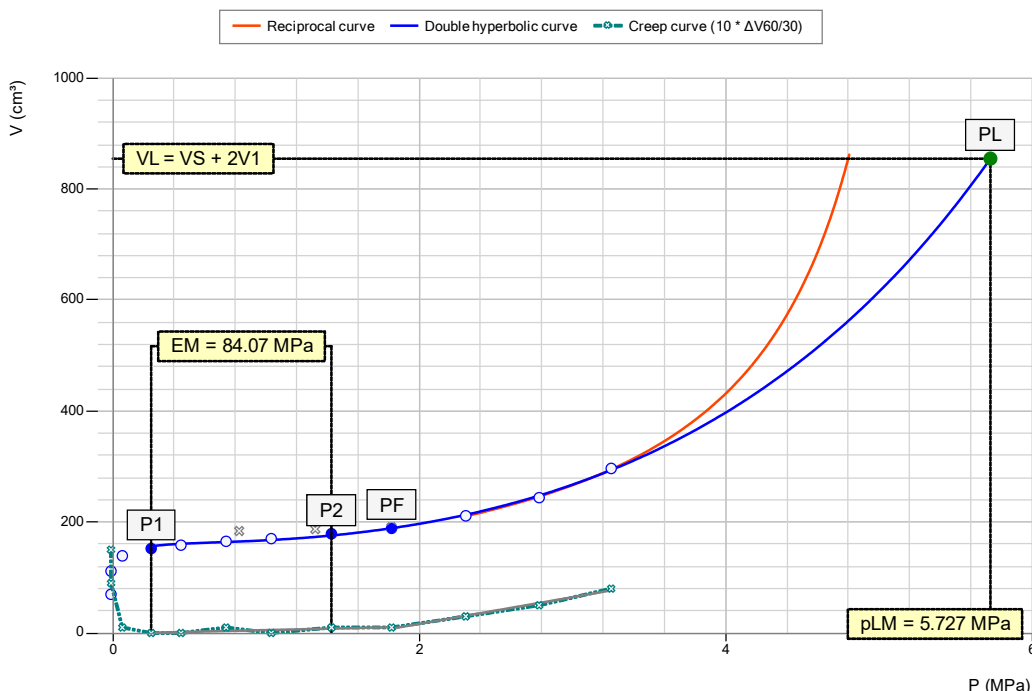
Nivoji	meter	m
Čas	sekunda	s
Volumen	kubični cm	cm3
Tlak	Megapascal	MPa

MERITVE Z MENARDOVIM PRESIOMETROM

Datoteka	NZC
Referenca	ES_250515
Lokacija	
Vrtina	V-1
Globina testa	4.10

(Apageo - GeoVision 5)

NZC_V-1_4.1m



IZVREDNOTENI REZULTATI	
σ ₁ σ ₂	(MPa) 0.037
p1	(MPa) 0.25
p2	(MPa) 1.43
pf	(MPa) 1.82
plm	(MPa) 5.73
p*lm	(MPa) 5.69
EM	(MPa) 84.1
EM / plm	14.7
EM / p*lm	14.8

PARAMETRI EKSTRAPOLACIJE		
inverzen volumen	A	-1.44E-03
	B	8.06E-03
dvojna hiperbola	A1	-1.35E+03
	A2	-1.51E+02
	A3	5.41E+00
	A4	1.74E+04
	A5	-7.45E-02
	A6	1.14E+01
Povprečna napetost (cm3)		5.57E+00

OPOMBE	
PLMR = 4.799 MPa PLMDH = 5.727 MPa	

Obdelala: Urška Anžlovar, dipl.inž.geol.
--

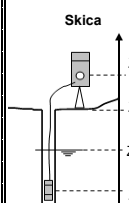
MERITVE Z MENARDOVIM PRESIOMETROM

Datoteka	NZC
Država	
Objekt	
Lokacija	
Vrtina	V-1

SONDA	KARAKTERISTIKE SONDE		PARAMETRI CEVK IN FLUIDOV				PARAMETRI IZGUBE TLAKA	
	Oznaka	AX Stara 2	Tip	Koaksialni	Tekoč.	Vrsta	Referenca	ET_250328.00
	Dolžina	Preveleka	Dvojni X		Gostota	gl/gw	Mejna izguba tlaka pel (MPa)	0.402
	210 mm	Gumijasta	Skupna dolžina (m)		Vrsta		PARAMETRI IZGUBE VOLUMNA	
	370 mm	Armirana	50.00		Stisljivost lg (m-1)		Referenca	CA_250328.00
	Tip		KARAKTERISTIKE MEMBRANE				Notranje premer kalib. cilindra di (mm)	66.0
	E	Metalna trakasta	Tip in dimenzija		Koefficient izgube volumna a (cm3/MPa)			2.667
	G	Režasta cev	Izguba tlaka pm (MPa)		0.050		Volumen sonde Vs (cm3)	550.5

Št. Testa (ali globina)	ES_250515.001
Datum in ura	15/05/2025 11:02
Št. Kontrolne enote	
Št. Data loggerja	
Izvajalec meritve	A. Hauptman
Diferenčni tlak (MPa)	-0.020
Opombe	

Korak	TERENSKI PODATKI				KORIGIRANI PODATKI (Izguba P&V)					
	TLAK pr (MPa)				VOLUMEN V(t) (cm³)				TLAK	VOLUMEN
	1 s	15 s	30 s	60 s	1 s	15 s	30 s	60 s	p (MPa)	V60 (cm³)
0										
1	0.000	0.050	0.050	0.050	0.0	52.0	71.0	97.0	-0.016	96.8
2	0.000	0.100	0.100	0.100	0.0	122.0	135.0	151.0	-0.018	150.5
3	0.000	0.150	0.150	0.150	0.0	173.0	185.0	200.0	-0.004	199.3
4	0.000	0.200	0.200	0.200	0.0	222.0	241.0	266.0	0.005	265.1
5	0.000	0.250	0.250	0.250	0.0	300.0	320.0	346.0	0.013	344.9
6	0.000	0.300	0.300	0.300	0.0	374.0	404.0	438.0	0.021	436.7
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										

NIVOJI	Skica		Nivoji		Relativni nivoji
			ZC		
			ZN		+ 0.80
			ZW		0 (borehole top)
			ZS		- 7.00

Koordinate	X =	Y =
Vrtna garnitura		
Vrtna metoda	Core drilling	
(okrajš. tabela C)		
Krona	tip	
Cevitev (m)	premer (mm)	66
Izplaka		
Izvrtni odsek za test	od globine (m)	6.1
	do globine (m)	7.6
	ura izvedbe	

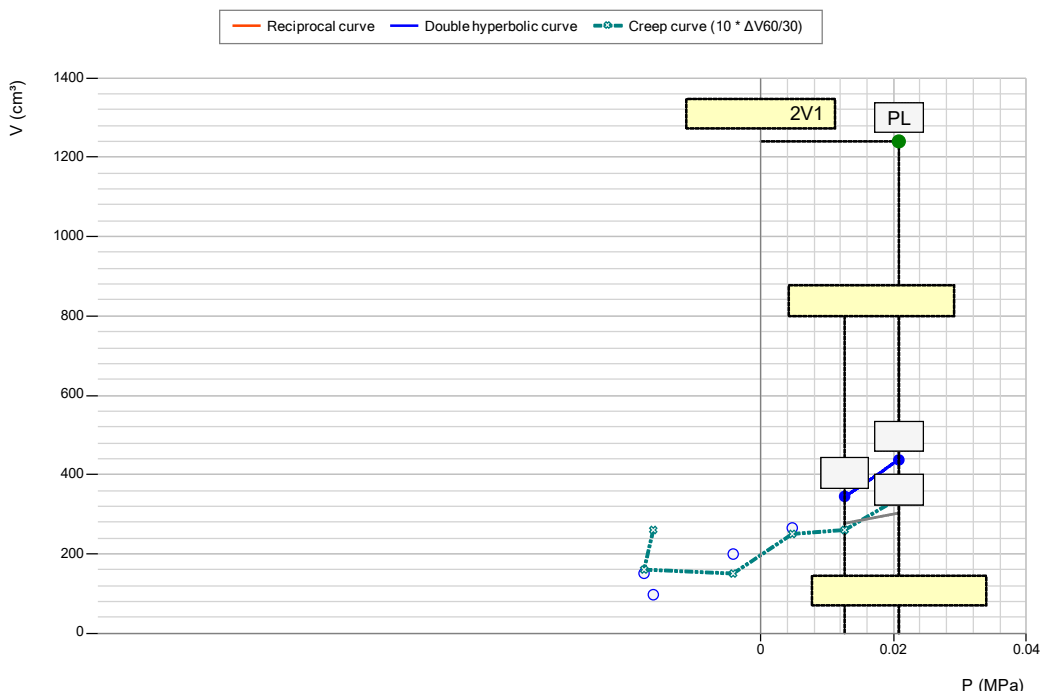
Nivoji	meter	m
Čas	sekunda	s
Volumen	kubični cm	cm3
Tlak	Megapascal	MPa

MERITVE Z MENARDOVIM PRESIOMETROM

Datoteka	NZC
Referenca	ES_250515.001
Lokacija	
Vrtina	V-1
Globina testa	7.00

(Apageo - GeoVision 5)

NZC_V-1_7m



IZVREDNOTENI REZULTATI	
$\sigma_1 \sigma$	(MPa) 0.063
p1	(MPa) 0.01
p2	(MPa) 0.02
pf	(MPa) 0.02
plm	(MPa) 0.02
p*lm	(MPa) -0.04
EM	(MPa) 0.2
EM / plm	10.7
EM / p*lm	-5.3

PARAMETRI EKSTRAPOLACIJE		
inverzen volumen	A	-9.22E-02
	B	4.16E-03
dvojna hiperbola	A1	-1.41E+08
	A2	-3.95E+06
	A3	0.00E+00
	A4	5.04E+09
	A5	-1.00E+03
	A6	3.57E+01
Povprečna napetost (cm3)		1.11E+01

OPOMBE	
PLMR = 0.036 MPa PLMDH = 0.066 MPa	
Razširjeno ostenje vrtnice, sonda ni nalegala.	

Datoteka	NZC
Država	
Objekt	
Lokacija	
Vrtina	V-1

SONDA	KARAKTERISTIKE SONDE		PARAMETRI CEVK IN FLUIDOV				PARAMETRI IZGUBE TLAKA	
	Oznaka	AX Stara 2	Tip	Koaksialni	Tekoč.	Vrsta	Referenca	ET_250328.00
	Dolžina	Prevleka	Dvojni X		Gostota	g/gw	Mejna izguba tlaka pel (MPa)	0.402
	210 mm X	Gumijasta	Skupna dolžina (m)		Vrsta		PARAMETRI IZGUBE VOLUMNA	
	370 mm	Armirana	50.00		Stisljivost Ig (m-1)		Referenca	CA_250328.00
			KARAKTERISTIKE MEMBRANE				Notranje premer kalib. cilindra di (mm)	66.0
			Tip in dimenzija				Koeficient izgube volumna a (cm3/MPa)	2.667
			E	Metalna trakasta			Volumen sonde Vs (cm3)	550.5
			G X	Režasta cev			Izguba tlaka pm (MPa)	0.050

Št. Testa (ali globina)	ES_250516.001
Datum in ura	16/05/2025 11:18
Št. Kontrolne enote	
Št. Data loggerja	
Izvajalec meritve	M. Kužner, A. Ljubomirovs
Diferenčni tlak (MPa)	0.060
Opombe	

Korak	TERENSKI PODATKI				KORIGIRANI PODATKI (Izguba P&V)					
	TLAK pr (MPa)				VOLUMEN V(t) (cm³)				TLAK	VOLUMEN
	1 s	15 s	30 s	60 s	1 s	15 s	30 s	60 s	p (MPa)	V60 (cm³)
0										
1	0.000	0.050	0.050	0.050	0.0	94.0	97.0	98.0	0.064	97.8
2	0.000	0.100	0.100	0.100	0.0	100.0	101.0	101.0	0.110	100.5
3	0.000	0.200	0.200	0.200	0.0	103.0	104.0	104.0	0.207	103.1
4	0.000	0.400	0.400	0.400	0.0	109.0	110.0	112.0	0.399	110.3
5	0.000	0.600	0.600	0.600	0.0	119.0	121.0	123.0	0.588	120.5
6	0.000	0.900	0.900	0.900	0.0	139.0	140.0	141.0	0.872	137.3
7	0.000	1.200	1.200	1.200	0.0	161.0	162.0	163.0	1.154	158.2
8	0.000	1.600	1.600	1.600	0.0	182.0	184.0	189.0	1.534	182.9
9	0.000	2.000	2.000	2.000	0.0	202.0	204.0	206.0	1.923	198.7
10	0.000	1.000	1.000	1.000	0.0	198.0	198.0	198.0	0.928	193.9
11	0.000	1.400	1.400	1.400	0.0	202.0	202.0	202.0	1.325	196.6
12	0.000	1.800	1.800	1.800	0.0	206.0	206.0	206.0	1.723	199.3
13	0.000	2.200	2.200	2.200	0.0	216.0	217.0	218.0	2.115	210.1
14	0.000	2.600	2.600	2.600	0.0	236.0	237.0	239.0	2.502	230.0
15	0.000	3.000	3.000	3.000	0.0	259.0	262.0	266.0	2.886	255.9
16	0.000	3.500	3.500	3.500	0.0	292.0	300.0	307.0	3.363	295.6
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										

NIVOJI	Skica		Nivoji		Relativni nivoji
	ZC				
	ZN				0 (borehole top)
	ZW				
	ZS				15.00

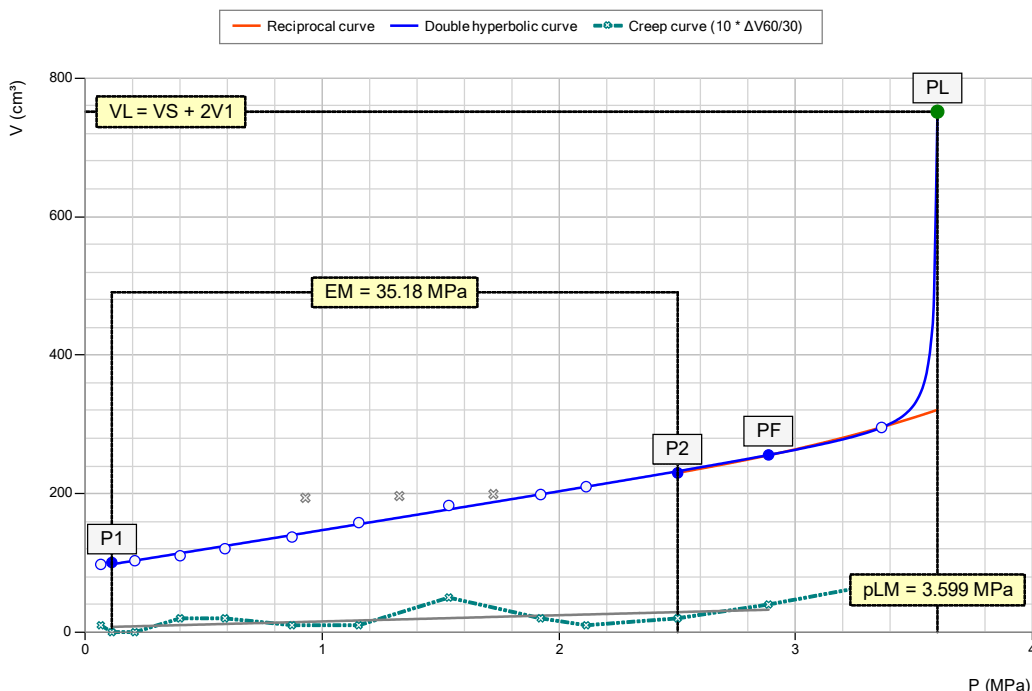
Koordinate	X =	Y =
Vrtalna garnitura		
Vrtalna metoda (okrajš. tabela C)	Core drilling	
Krona	tip	
	premer (mm)	66
Cevitev (m)		
Izplaka		
Izvrtni odsek za test	od globine (m)	14.1
	do globine (m)	15.6
	ura izvedbe	

Nivoji	meter	m
Čas	sekunda	s
Volumen	kubični cm	cm3
Tlak	Megapascal	MPa

Datoteka	NZC
Referenca	ES_250516.001
Lokacija	
Vrtina	V-1
Globina testa	15.00

(Apageo - GeoVision 5)

NZC_V-1_15m



IZVREDNOTENI REZULTATI	
σ ₁ σ ₂	(MPa) 0.135
p1	(MPa) 0.11
p2	(MPa) 2.50
pf	(MPa) 2.89
plm	(MPa) 3.60
p*lm	(MPa) 3.46
EM	(MPa) 35.2
EM / plm	9.8
EM / p*lm	10.2

PARAMETRI EKSTRAPOLACIJE		
inverzen volumen	A	-1.12E-03
	B	7.15E-03
dvojna hiperbola	A1	9.05E+01
	A2	5.49E+01
	A3	0.00E+00
	A4	5.02E+00
	A5	-1.00E+03
	A6	3.61E+00
Povprečna napetost (cm3)		2.07E+00

OPOMBE	
PLMR = 5.193 MPa PLMDH = 3.599 MPa	

Obdelala: Urška Anžlovar, dipl.inž.geol.
--

MERITVE Z MENARDOVIM PRESIOMETROM

Datoteka	NZC
Država	
Objekt	
Lokacija	
Vrtina	V-2p

SONDA	KARAKTERISTIKE SONDE		PARAMETRI CEVK IN FLUIDOV				PARAMETRI IZGUBE TLAKA	
	Oznaka	AX Stara 2	Tip	Koaksialni	Tekoč.	Vrsta	Referenca	ET_250328.00
	Dolžina	Prevleka	Dvojni X		Gostota gl/gw		Mejna izguba tlaka pel (MPa)	0.402
	210 mm X	Gumijasta	Skupna dolžina (m)		Vrsta		PARAMETRI IZGUBE VOLUMNA	
	370 mm	Armirana	50.00		Stisljivost lg (m-1)		Referenca	CA_250328.00
	Tip		KARAKTERISTIKE MEMBRANE				Notranje premer kalib. cilindra di (mm)	66.0
	E	Metalna trakasta	Tip in dimenzija		Koefficient izgube volumna a (cm3/MPa)			2.667
	G X	Režasta cev	Izguba tlaka pm (MPa)		0.050		Volumen sonde Vs (cm3)	550.5

Št. Testa (ali globina)	ES_250520.001
Datum in ura	20/05/2025 13:45
Št. Kontrolne enote	
Št. Data loggerja	
Izvajalec meritve	A. Hauptman
Diferenčni tlak (MPa)	-0.050
Opombe	

TERENSKI PODATKI									KORIGIRANI PODATKI (Izguba P&V)				
Korak	TLAK pr (MPa)				VOLUMEN V(t) (cm³)				TLAK p (MPa)	VOLUMEN V60 (cm³)	NAKLON Δε60/60/Δx (cm³/MPa)	LEZENJE Δε60/30 (cm³)	MODUL EM (MPa)
	1 s	15 s	30 s	60 s	1 s	15 s	30 s	60 s					
0													
1	0.000	0.100	0.100	0.100	0.0	55.0	70.0	77.0	0.032	76.5		7.0	5.354
2	0.000	0.200	0.200	0.200	0.0	121.0	133.0	135.0	0.070	134.1	1517	2.0	21.162
3	0.000	0.400	0.400	0.400	0.0	150.0	151.0	152.0	0.256	150.3	87	1.0	
4	0.000	0.800	0.800	0.800	0.0	164.0	164.0	164.0	0.646	160.7	27	0.0	70.328
5	0.000	1.200	1.200	1.200	0.0	173.0	174.0	174.0	1.038	169.2	22	0.0	77.901
6	0.000	1.600	1.600	1.600	0.0	182.0	184.0	184.0	1.431	177.9	22	0.0	80.795
7	0.000	2.000	2.000	2.000	0.0	193.0	194.0	194.0	1.824	186.7	22	0.0	82.369
8	0.000	1.000	1.000	1.000	0.0	184.0	185.0	185.0	0.830	180.9	6	0.0	
9	0.000	1.500	1.500	1.500	0.0	192.0	192.0	192.0	1.325	186.2	11	0.0	
10	0.000	2.000	2.000	2.000	0.0	197.0	197.0	197.0	1.822	189.7	7	0.0	
11	0.000	2.500	2.500	2.500	0.0	211.0	211.0	212.0	2.312	203.2	28	1.0	75.090
12	0.000	3.000	3.000	3.000	0.0	234.0	235.0	238.0	2.795	227.9	51	3.0	64.363
13	0.000	3.500	3.500	3.500	0.0	265.0	270.0	274.0	3.274	262.6	73	4.0	54.093
14	0.000	4.000	4.000	4.000	0.0	311.0	321.0	338.0	3.741	325.4	135	17.0	41.721
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													

NIVOJI	Skica		Nivoji		Relativni nivoji
	ZC				
	ZN				0 (borehole top)
	ZW				
	ZS				4.20

Koordinate	X =	Y =
Vrtalna garnitura		
Vrtalna metoda (okrajš. tabela C)	Core drilling	
Krona	tip	
	premer (mm)	66
Cevitev (m)		
Izplaka		
Izvrtni odsek za test	od globine (m)	3.4
	do globine (m)	4.9
	ura izvedbe	

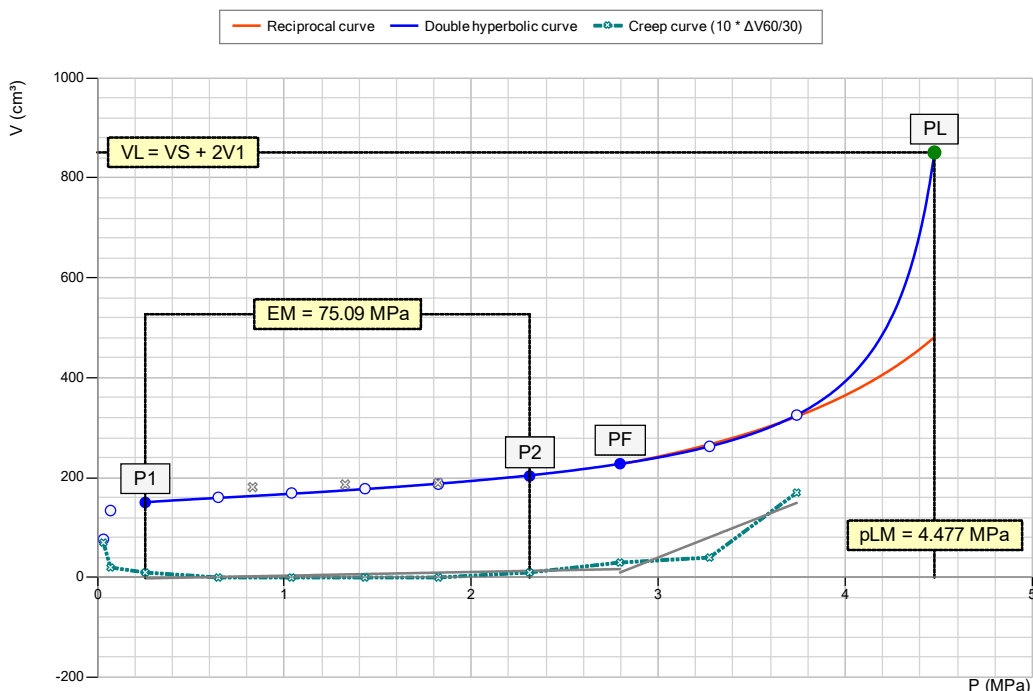
Nivoji	meter	m
Čas	sekunda	s
Volumen	kubični cm	cm3
Tlak	Megapascal	MPa

MERITVE Z MENARDOVIM PRESIOMETROM

Datoteka	NZC
Referenca	ES_250520.001
Lokacija	
Vrtina	V-2p
Globina testa	4.20

(Apageo - GeoVision 5)

NZC_V-2p_4.2m



IZVREDNOTENI REZULTATI	
σ ₁ σ	(MPa) 0.038
p1	(MPa) 0.26
p2	(MPa) 2.31
pf	(MPa) 2.80
plm	(MPa) 4.48
p*lm	(MPa) 4.44
EM	(MPa) 75.1
EM / plm	16.8
EM / p*lm	16.9

PARAMETRI EKSTRAPOLACIJE		
inverzen volumen	A	-1.39E-03
	B	8.30E-03
dvojna hiperbola	A1	1.10E+02
	A2	7.91E+00
	A3	6.84E-01
	A4	1.86E+02
	A5	2.28E-02
	A6	4.74E+00
Progratna napetost (cm3)		8.23E-01

OPOMBE	
PLMR = 5.126 MPa PLMDH = 4.477 MPa	

Datoteka	NZC
Država	
Objekt	
Lokacija	
Vrtina	V-2p

SONDA	KARAKTERISTIKE SONDE		PARAMETRI CEVK IN FLUIDOV				PARAMETRI IZGUBE TLAKA	
	Oznaka	AX Stara 2	Tip	Koaksialni	Tekoč.	Vrsta	Referenca	ET_250328.00
	Dolžina	Prevleka	Dvojni X		Gostota	g/gw	Mejna izguba tlaka pel (MPa)	0.402
	210 mm	Gumijasta	Skupna dolžina (m)		Vrsta		PARAMETRI IZGUBE VOLUMNA	
	370 mm	Armirana	50.00		Stisljivost lg (m-1)		Referenca	CA_250328.00
	Tip	Metalna	KARAKTERISTIKE MEMBRANE				Notranje premer kalib. cilindra di (mm)	66.0
	E	Metalna trakasta	Tip in dimenzija				Koeficient izgube volumna a (cm3/MPa)	2.667
	G	Režasta cev	Izguba tlaka pm (MPa)				Volumen sonde Vs (cm3)	550.5

Št. Testa (ali globina)	ES_250521.001
Datum in ura	21/05/2025 13:54
Št. Kontrolne enote	
Št. Data loggerja	
Izvajalec meritve	A. Hauptman
Diferenčni tlak (MPa)	0.025
Opombe	

Korak	TLAK pr (MPa)				VOLUMEN V(t) (cm³)				KORIGIRANI PODATKI (Izguba P&V)				
	1 s	15 s	30 s	60 s	1 s	15 s	30 s	60 s	TLAK p (MPa)	VOLUMEN V60 (cm³)	NAKLON $\Delta\epsilon_{60/60}/\Delta x$ (cm³/MPa)	LEZENJE $\Delta\epsilon_{60/30}$ (cm³)	MODUL EM (MPa)
0													
1	0.000	0.100	0.100	0.100	0.0	81.0	102.0	116.0	0.061	115.5		14.0	
2	0.000	0.200	0.200	0.100	0.0	131.0	132.0	134.0	0.044	133.5	-1067	2.0	
3	0.000	0.400	0.400	0.400	0.0	151.0	152.0	158.0	0.324	156.3	81	6.0	22.787
4	0.000	0.800	0.800	0.800	0.0	182.0	183.0	184.0	0.704	180.7	64	1.0	26.358
5	0.000	1.200	1.200	1.200	0.0	210.0	211.0	213.0	1.084	208.2	73	2.0	26.721
6	0.000	1.600	1.600	1.600	0.0	239.0	241.0	245.0	1.464	238.9	81	4.0	26.412
7	0.000	0.800	0.800	0.800	0.0	238.0	235.0	235.0	0.670	231.7	9	0.0	
8	0.000	1.200	1.200	1.200	0.0	240.0	240.0	240.0	1.067	235.2	9	0.0	
9	0.000	1.600	1.600	1.600	0.0	249.0	250.0	252.0	1.460	245.9	27	2.0	
10	0.000	2.000	2.000	2.000	0.0	271.0	280.0	284.0	1.842	276.7	81	4.0	25.245
11	0.000	2.400	2.400	2.400	0.0	320.0	326.0	339.0	2.213	330.5	145	13.0	22.923
12	0.000	2.800	2.800	2.800	0.0	379.0	410.0	450.0	2.563	440.4	314	40.0	18.285
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													

NIVOJI	Skica		Nivoji		Relativni nivoji
	ZC				
	ZN				0 (borehole top)
	ZW				
	ZS				11.70

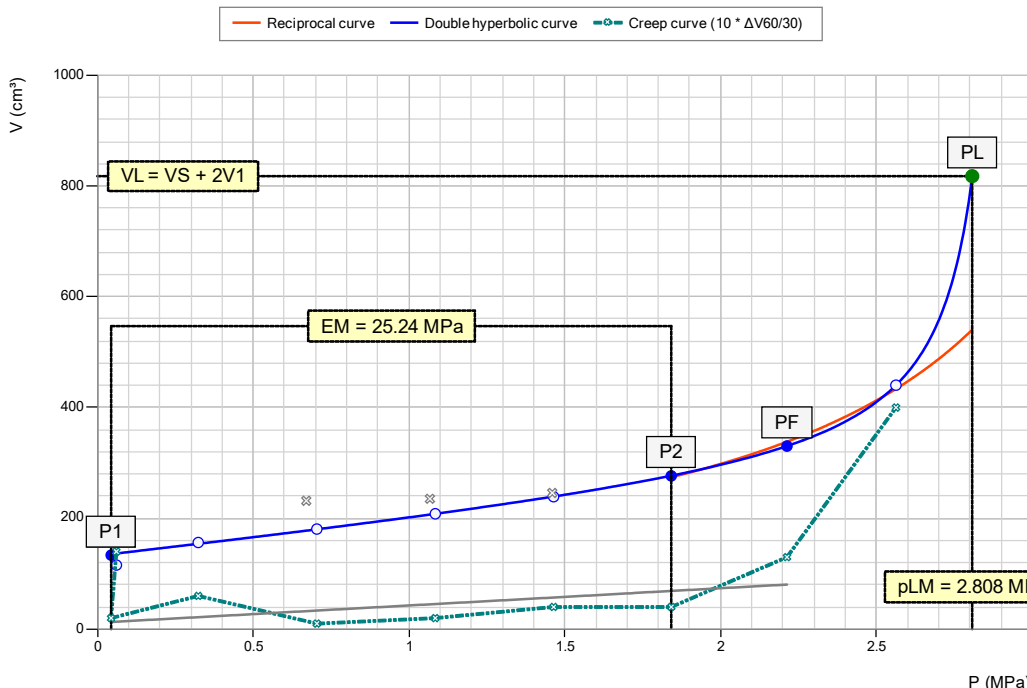
Koordinate	X =	Y =
Vrtalna garnitura		
Vrtalna metoda	Core drilling	
(okrajš. tabela C)		
Krona	tip	
	premer (mm)	66
Cevitev (m)		
Izplaka		
Izvrtni odsek za test	od globine (m)	10.8
	do globine (m)	12.3
	ura izvedbe	

Nivoji	meter	m
Čas	sekunda	s
Volumen	kubični cm	cm3
Tlak	Megapascal	MPa

Datoteka	NZC
Referenca	ES_250521.001
Lokacija	
Vrtina	V-2p
Globina testa	11.70

(Apageo - GeoVision 5)

NZC_V-2p_11.7m



IZVREDNOTENI REZULTATI	
$\sigma_{11}\sigma$	(MPa) 0.105
p1	(MPa) 0.04
p2	(MPa) 1.84
pf	(MPa) 2.21
plm	(MPa) 2.81
p*lm	(MPa) 2.70
EM	(MPa) 25.2
EM / plm	9.0
EM / p*lm	9.3

PARAMETRI EKSTRAPOLACIJE		
inverzen volumen	A	-1.86E-03
	B	7.07E-03
dvojna hiperbola	A1	1.09E+02
	A2	5.70E+01
	A3	1.28E-03
	A4	6.83E+01
	A5	6.07E-02
	A6	2.93E+00
Povprečna napetost (cm3)		6.43E-01

OPOMBE	
PLMR = 3.145 MPa PLMDH = 2.808 MPa	

Obdelala: Urška Anžlovar, dipl.inž.geol.
--

Datoteka	NZC
Država	
Objekt	
Lokacija	
Vrtina	V-2p

SONDA	KARAKTERISTIKE SONDE			PARAMETRI CEVK IN FLUIDOV				PARAMETRI IZGUBE TLAKA		
	Oznaka	AX Stara 2		Tip	Koaksialni	Tekoč.	Vrsta	Referenca	ET_250521.00	
	Dolžina	Prevleka			Dvojni		X		Gostota gi/gw	Mejna izguba tlaka pel (MPa)
	210 mm	X	Gumijasta	Skupna dolžina (m)		Zrak	Vrsta	PARAMETRI IZGUBE VOLUMNA		
	370 mm		Armirana	50.00			Stisljivost lg (m-1)	Referenca	CA_250521.00	
	Tip	Metalna		KARAKTERISTIKE MEMBRANE				Notranje premer kalib. cilindra di (mm)		66.0
	E		Metalna trakasta	Tip in dimenzija				Koeficient izgube volumna a (cm3/MPa)	3.333	
	G	X	Režasta cev	Izguba tlaka pm (MPa)		0.050		Volumen sonde Vs (cm3)	541.2	

St. Testa (ali globina)	ES_250522.001
Datum in ura	22/05/2025 14:22
St. Kontrolne enote	
St. Data loggerja	
Izvajalec meritve	A. Hauptman
Diferenčni tlak (MPa)	0.060
Opombe	

TERENSKI PODATKI									KORIGIRANI PODATKI (Izguba P&V)				
Korak	TLAK pr (MPa)				VOLUMEN V(t) (cm³)				TLAK p (MPa)	VOLUMEN V60 (cm³)	NAKLON Δε60/60/Δε (cm³/MPa)	LEZENJE Δε60/30 (cm³)	MODUL EM (MPa)
	1 s	15 s	30 s	60 s	1 s	15 s	30 s	60 s					
0													
1	0.000	0.100	0.100	0.100	0.0	79.0	100.0	110.0	0.098	109.4		10.0	21.162
2	0.000	0.200	0.200	0.200	0.0	124.0	127.0	130.0	0.178	128.8	243	3.0	25.287
3	0.000	0.400	0.400	0.400	0.0	148.0	152.0	155.0	0.356	152.7	134	3.0	31.712
4	0.000	0.800	0.800	0.800	0.0	179.0	181.0	184.0	0.733	179.5	71	3.0	39.387
5	0.000	1.200	1.200	1.200	0.0	201.0	203.0	205.0	1.118	198.5	49	2.0	
6	0.000	1.600	1.600	1.600	0.0	218.0	220.0	221.0	1.508	212.7	36	1.0	54.711
7	0.000	2.000	2.000	2.000	0.0	233.0	235.0	237.0	1.898	227.0	37	2.0	55.007
8	0.000	1.000	1.000	1.000	0.0	228.0	228.0	228.0	0.904	222.5	4	0.0	
9	0.000	1.500	1.500	1.500	0.0	233.0	233.0	233.0	1.401	225.1	5	0.0	
10	0.000	2.000	2.000	2.000	0.0	239.0	240.0	240.0	1.897	230.0	10	0.0	
11	0.000	2.500	2.500	2.500	0.0	253.0	255.0	257.0	2.387	245.0	31	2.0	55.386
12	0.000	3.000	3.000	3.000	0.0	269.0	270.0	273.0	2.879	259.3	29	3.0	59.364
13	0.000	3.500	3.500	3.500	0.0	285.0	287.0	290.0	3.370	274.7	31	3.0	61.153
14	0.000	4.000	4.000	4.000	0.0	301.0	302.0	306.0	3.862	289.3	30	4.0	63.110
15	0.000	4.500	4.500	4.500	0.0	317.0	319.0	323.0	4.355	305.1	32	4.0	64.039
16	0.000	5.000	5.000	5.000	0.0	334.0	337.0	343.0	4.846	324.1	39	6.0	63.370
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													

NIVOJI	Skica		Nivoji		Relativni nivoji
	ZC				
	ZN				0 (borehole top)
	ZW				
	ZS				14.80

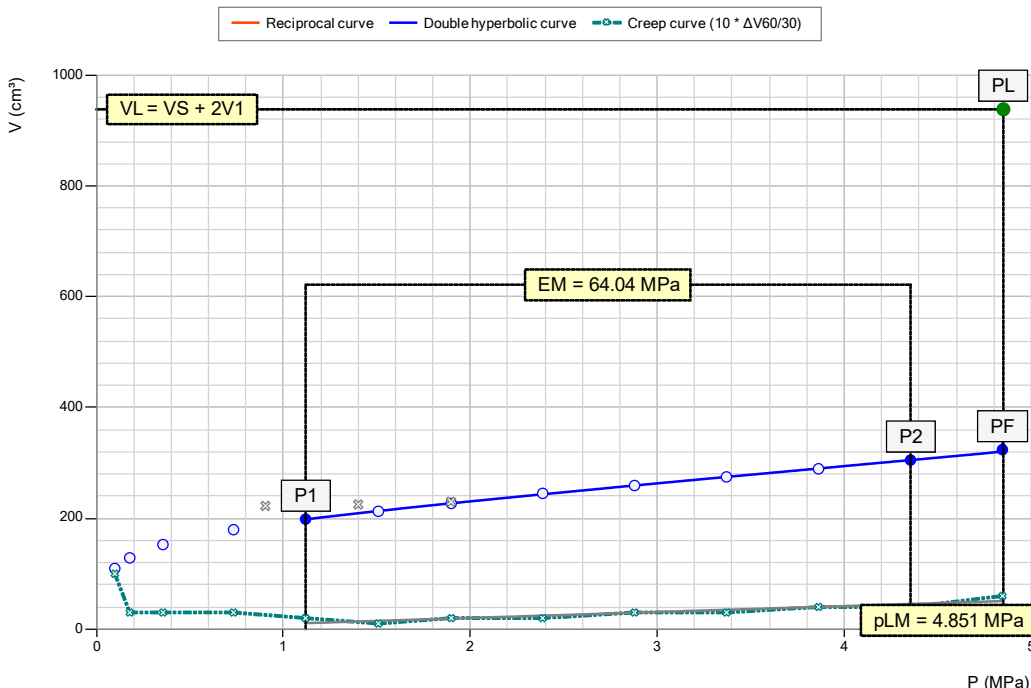
Koordinate	X =	Y =
Vrtalna garnitura		
Vrtalna metoda (okrajš. tabela C)	Core drilling	
Krona	tip	
	premer (mm)	66
Cevitev (m)		
Izplaka		
Izvrtni odsek za test	od globine (m)	13.9
	do globine (m)	15.4
	ura izvedbe	

Nivoji	meter	m
Čas	sekunda	s
Volumen	kubični cm	cm3
Tlak	Megapascal	MPa

Datoteka	NZC
Referenca	ES_250522.001
Lokacija	
Vrtina	V-2p
Globina testa	14.80

(Apageo - GeoVision 5)

NZC_V-2p_14.8m



IZVREDNOTENI REZULTATI		
σ_1/σ	(MPa)	0.133
p1	(MPa)	1.12
p2	(MPa)	4.35
pf	(MPa)	4.85
plm	(MPa)	4.85
p*lm	(MPa)	4.72
EM	(MPa)	64.0
EM / plm		13.2
EM / p*lm		13.6

PARAMETRI EKSTRAPOLACIJE		
inverzen volumen	A	-3.77E-04
	B	4.91E-03
dvojna hiperbola	A1	1.81E+02
	A2	2.96E+01
	A3	2.03E+01
	A4	1.96E-02
	A5	-1.75E-01
	A6	4.85E+00
Povprečna napetost (cm3)		3.54E-01

OPOMBE	
PLMR = 10.21 MPa PLMDH = 4.851 MPa	

MERITVE Z MENARDOVIM PRESIOMETROM

Datoteka	NZC
Država	
Objekt	
Lokacija	
Vrtina	V-3p

SONDA	KARAKTERISTIKE SONDE		PARAMETRI CEVK IN FLUIDOV				PARAMETRI IZGUBE TLAKA		
	Oznaka	AX Stara 3	Tip	Koaksialni	Tekoč.	Vrsta	Referenca	ET_250520.00	
	Dolžina	Prevlaka		Dvojni	X	Gostota g/gw	Mejna izguba tlaka pel (MPa)	0.394	
	210 mm	X	Gumijasta	Skupna dolžina (m)	Zrak	Vrsta	PARAMETRI IZGUBE VOLUMNA		
	370 mm		Armirana			50.00	Stisljivost lg (m-1)	Referenca	CA_250520.00
	Tip		Metalna	KARAKTERISTIKE MEMBRANE				Notranje premer kalib. cilindra di (mm)	66.0
	E		Metalna trakasta	Tip in dimenzija			Koeficient izgube volumna a (cm3/MPa)	4.067	
	G	X	Režasta cev	Izguba tlaka pm (MPa)			0.050	Volumen sonde Vs (cm3)	538.7

Št. Testa (ali globina)	ES_250526.001
Datum in ura	26/05/2025 15:17
Št. Kontrolne enote	
Št. Data loggerja	
Izvajalec meritve	M. Kužner
Diferenčni tlak (MPa)	#NUM!
Opombe	

Korak	TERENSKI PODATKI				KORIGIRANI PODATKI (Izguba P&V)							
	TLAK pr (MPa)				VOLUMEN V(t) (cm³)				TLAK	VOLUMEN	NAKLON	LEZENJE
	1 s	15 s	30 s	60 s	1 s	15 s	30 s	60 s	p (MPa)	V60 (cm³)	$\Delta\epsilon_{60/60}/\Delta x$ (cm³/MPa)	$\Delta\epsilon_{60/30}$ (cm³)
0												
1	0.000	0.050	0.050	0.050	0.0	45.0	54.0	64.0	0.029	63.7	#####	10.0
2	0.000	0.100	0.100	0.100	0.0	91.0	101.0	109.0	0.029	108.4	8.0	4.450
3	0.000	0.200	0.200	0.200	0.0	141.0	148.0	151.0	0.092	149.8	663	3.0
4	0.000	0.325	0.325	0.325	0.0	166.0	168.0	178.0	0.196	176.1	253	10.0
5	0.000	0.400	0.400	0.400	0.0	188.0	189.0	189.0	0.262	186.7	158	0.0
6	0.000	0.600	0.600	0.600	0.0	208.0	210.0	211.0	0.447	207.5	113	1.0
7	0.000	0.800	0.800	0.800	0.0	227.0	229.0	231.0	0.634	226.5	101	2.0
8	0.000	1.000	1.000	1.000	0.0	250.0	253.0	259.0	0.816	253.5	148	6.0
9	0.000	0.500	0.500	0.500	0.0	250.0	250.0	250.0	0.322	247.1	13	0.0
10	0.000	0.700	0.700	0.700	0.0	255.0	255.0	255.0	0.518	251.0	20	0.0
11	0.000	0.900	0.900	0.900	0.0	259.0	259.0	259.0	0.716	254.0	15	0.0
12	0.000	1.100	1.100	1.100	0.0	272.0	275.0	277.0	0.905	270.9	90	2.0
13	0.000	1.300	1.300	1.300	0.0	303.0	310.0	322.0	1.080	315.0	252	12.0
14	0.000	1.500	1.500	1.500	0.0	353.0	369.0	392.0	1.245	384.0	419	23.0
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												

NIVOJI	Skica		Nivoji		Relativni nivoji
					
	ZC				+ 1.00
	ZN				0 (borehole top)
	ZW				
	ZS				- 6.20

Koordinate	X =	Y =
Vrtalna garnitura		
Vrtalna metoda	Core drilling	
(okrajš. tabela C)		
Krona	tip	
	premer (mm)	66
Cevitev (m)		
Izplaka		
Izvrtni odsek	od globine (m)	5.3
za test	do globine (m)	6.8
	ura izvedbe	

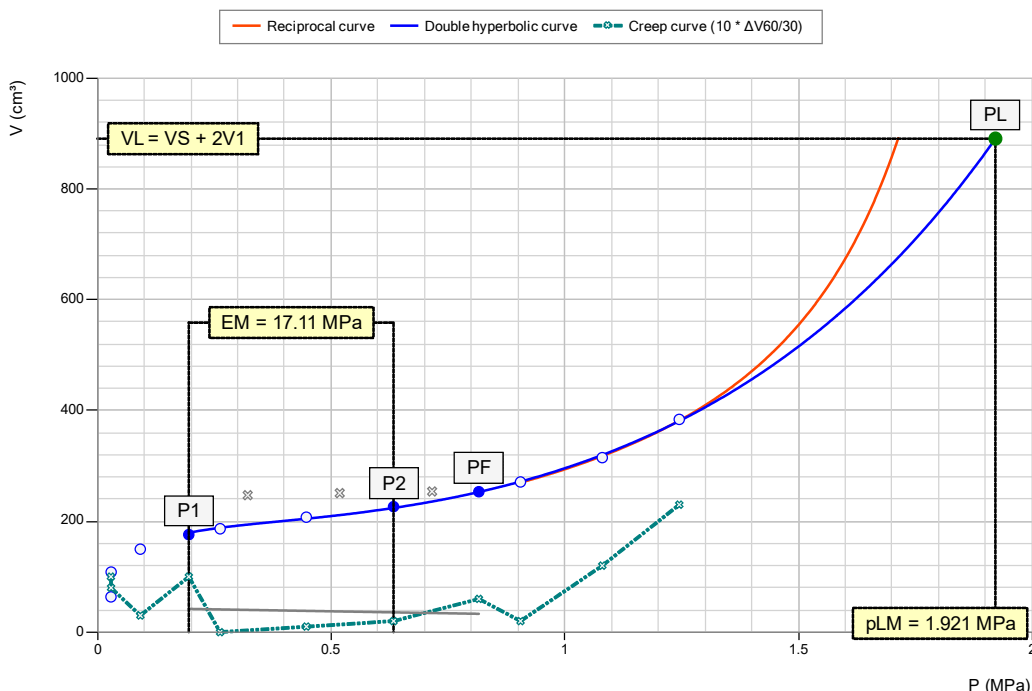
Nivoji	meter	m
Čas	sekunda	s
Volumen	kubični cm	cm3
Tlak	Megapascal	MPa

MERITVE Z MENARDOVIM PRESIOMETROM

Datoteka	NZC
Referenca	ES_250526.001
Lokacija	
Vrtina	V-3p
Globina testa	6.20

(Apageo - GeoVision 5)

NZC_V-3p_6.2m



IZVREDNOTENI REZULTATI	
σ_1/σ	(MPa) 0.056
p1	(MPa) 0.20
p2	(MPa) 0.63
pf	(MPa) 0.82
plm	(MPa) 1.92
p*lm	(MPa) 1.87
EM	(MPa) 17.1
EM / plm	8.9
EM / p*lm	9.2

PARAMETRI EKSTRAPOLACIJE	
inverzen volumen	A -3.20E-03
	B 6.60E-03
dvojna hiperbola	A1 -1.34E+03
	A2 -4.99E+02
	A3 1.31E+01
	A4 6.02E+03
	A5 -5.53E-02
	A6 3.81E+00
Povprečna napetost (cm3)	
5.93E+00	

OPOMBE	
PLMR = 1.713 MPa	
PLMDH = 1.921 MPa	

Obdelala: Urška Anžlovar, dipl.inž.geol.
--

MERITVE Z MENARDOVIM PRESIOMETROM

Datoteka	NZC
Država	
Objekt	
Lokacija	
Vrtina	V-3p

SONDA	KARAKTERISTIKE SONDE		PARAMETRI CEVK IN FLUIDOV				PARAMETRI IZGUBE TLAKA	
	Oznaka	AX Stara 3	Tip	Koaksialni	Tekoč.	Vrsta	Referenca	ET_250520.001
	Dolžina	Prevleka	Dvojni X		Gostota g/gw		Mejna izguba tlaka pel (MPa)	0.394
	210 mm X	Gumijasta	Skupna dolžina (m)		Vrsta		PARAMETRI IZGUBE VOLUMNA	
	370 mm	Armirana	50.00		Stisljivost lg (m-1)		Referenca	CA_250520.00
	Tip		KARAKTERISTIKE MEMBRANE				Notranje premer kalib. cilindra di (mm)	66.0
	E	Metalna trakasta	Tip in dimenzija				Koeficient izgube volumna a (cm3/MPa)	4.067
	G X	Režasta cev	Izguba tlaka pm (MPa)				Volumen sonde Vs (cm3)	538.7

Št. Testa (ali globina)	ES_250526.001
Datum in ura	26/05/2025 15:29
Št. Kontrolne enote	
Št. Data loggerja	
Izvajalec meritve	A. Ljubomirovski
Diferenčni tlak (MPa)	0.020
Opombe	

Korak	TERENSKI PODATKI				KORIGIRANI PODATKI (Izguba P&V)					
	TLAK pr (MPa)				VOLUMEN V(t) (cm³)				TLAK	VOLUMEN
	1 s	15 s	30 s	60 s	1 s	15 s	30 s	60 s	p (MPa)	V60 (cm³)
0										
1	0.000	0.050	0.050	0.050	0.0	57.0	68.0	77.0	0.058	76.7
2	0.000	0.100	0.100	0.100	0.0	84.0	85.0	86.0	0.098	85.4
3	0.000	0.250	0.250	0.250	0.0	101.0	107.0	112.0	0.221	110.5
4	0.000	0.400	0.400	0.400	0.0	147.0	153.0	158.0	0.331	155.7
5	0.000	0.200	0.200	0.200	0.0	150.0	150.0	150.0	0.138	148.8
6	0.000	0.300	0.300	0.300	0.0	156.0	157.0	158.0	0.231	156.2
7	0.000	0.400	0.400	0.400	0.0	164.0	165.0	167.0	0.324	164.7
8	0.000	0.500	0.500	0.500	0.0	183.0	186.0	188.0	0.408	185.1
9	0.000	0.700	0.700	0.700	0.0	217.0	226.0	233.0	0.577	229.0
10	0.000	0.900	0.900	0.900	0.0	265.0	272.0	279.0	0.749	274.0
11	0.000	1.100	1.100	1.100	0.0	312.0	322.0	332.0	0.920	325.9
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										

NIVOJI	Skica		Nivoji		Relativni nivoji
	ZC				
	ZN				+ 1.00
	ZW				0 (borehole top)
	ZS				- 10.70

Koordinate	X =	Y =
Vrtalna garnitura		
Vrtalna metoda (okrajš. tabela C)	Core drilling	
Krona	tip	
Cevitev (m)	premer (mm)	66
Izplaka		
Izvrtni odsek za test	od globine (m)	9.8
	do globine (m)	11.3
	ura izvedbe	

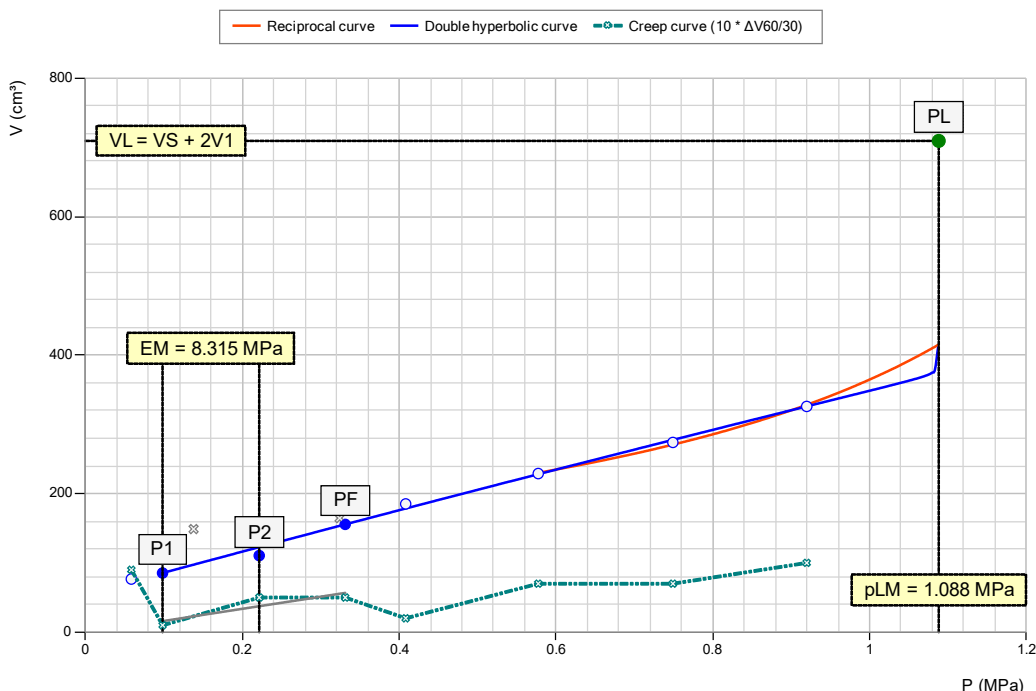
Nivoji	meter	m
Čas	sekunda	s
Volumen	kubični cm	cm3
Tlak	Megapascal	MPa

MERITVE Z MENARDOVIM PRESIOMETROM

Datoteka	NZC
Referenca	ES_250526.001
Lokacija	
Vrtina	V-3p
Globina testa	10.70

(Apageo - GeoVision 5)

NZC_V-3p_10.7m



IZVREDNOTENI REZULTATI	
σ ₁ σ ₃	(MPa) 0.096
p1	(MPa) 0.10
p2	(MPa) 0.22
pf	(MPa) 0.33
plm	(MPa) 1.09
p*lm	(MPa) 0.99
EM	(MPa) 8.3
EM / plm	7.6
EM / p*lm	8.4

PARAMETRI EKSTRAPOLACIJE		
inverzen volumen	A	-3.79E-03
	B	6.53E-03
dvojna hiperbola	A1	5.06E+06
	A2	-8.42E+03
	A3	2.94E+09
	A4	3.87E-02
	A5	-5.80E+02
	A6	1.09E+00
Povprečna napetost (cm3)		3.37E+00

OPOMBE	
PLMR = 1.351 MPa PLMDH = 1.088 MPa	

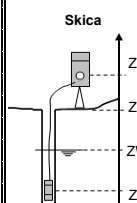
Obdelala: Urška Anžlovar, dipl.inž.geol.
--

Datoteka	NZC
Država	
Objekt	
Lokacija	
Vrtina	V-3p

SONDA	KARAKTERISTIKE SONDE		PARAMETRI CEVK IN FLUIDOV				PARAMETRI IZGUBE TLAKA	
	Oznaka	AX Stara 3	Tip	Koaksialni	Tekoč.	Vrsta	Referenca	ET_250520.00
	Dolžina	Preveleka	Dvojni X		Gostota g/gw		Mejna izguba tlaka pel (MPa)	0.394
	210 mm X	Gumijasta	Skupna dolžina (m)		Vrsta		PARAMETRI IZGUBE VOLUMNA	
	370 mm	Armirana	50.00		Stisljivost Ig (m-1)		Referenca	CA_250520.00
	Tip		KARAKTERISTIKE MEMBRANE				Notranje premer kalib. cilindra di (mm)	66.0
	E	Metalna trakasta	Tip in dimenzija		Koefficient izgube volumna a (cm3/MPa)		4.067	
	G X	Režasta cev	Izguba tlaka pm (MPa)		0.050		Volumen sonde Vs (cm3)	538.7

Št. Testa (ali globina)	ES_250527.001
Datum in ura	27/05/2025 14:45
Št. Kontrolne enote	
Št. Data loggerja	
Izvajalec meritve	M. Kužner
Diferenčni tlak (MPa)	0.070
Opombe	

TERENSKI PODATKI									KORIGIRANI PODATKI (Izguba P&V)				
Korak	TLAK pr (MPa)				VOLUMEN V(t) (cm³)				TLAK p (MPa)	VOLUMEN V60 (cm³)	NAKLON Δε60/60/Δε (cm³/MPa)	LEZENJE Δε60/30 (cm³)	MODUL EM (MPa)
	1 s	15 s	30 s	60 s	1 s	15 s	30 s	60 s					
0													
1	0.000	0.050	0.050	0.050	0.0	64.0	66.0	67.0	0.120	66.7		1.0	19.701
2	0.000	0.100	0.100	0.100	0.0	70.0	71.0	71.0	0.165	70.4	82	0.0	
3	0.000	0.200	0.200	0.200	0.0	73.0	73.0	74.0	0.262	72.8	25	1.0	65.026
4	0.000	0.300	0.300	0.300	0.0	77.0	78.0	79.0	0.356	77.2	47	1.0	45.490
5	0.000	0.500	0.500	0.500	0.0	89.0	91.0	94.0	0.539	91.1	76	3.0	29.782
6	0.000	0.700	0.700	0.700	0.0	111.0	114.0	119.0	0.715	115.0	136	5.0	20.683
7	0.000	0.350	0.350	0.350	0.0	113.0	113.0	113.0	0.370	110.9	12	0.0	
8	0.000	0.550	0.550	0.550	0.0	118.0	119.0	120.0	0.564	116.8	30	1.0	
9	0.000	0.750	0.750	0.750	0.0	133.0	134.0	137.0	0.749	132.7	86	3.0	
10	0.000	0.950	0.950	0.950	0.0	152.0	154.0	158.0	0.931	152.7	109	4.0	16.091
11	0.000	1.150	1.150	1.150	0.0	170.0	174.0	177.0	1.116	170.7	97	3.0	16.626
12	0.000	1.400	1.400	1.400	0.0	192.0	196.0	199.0	1.350	191.5	89	3.0	17.430
13	0.000	1.700	1.700	1.700	0.0	218.0	222.0	227.0	1.631	218.1	95	5.0	18.031
14	0.000	2.000	2.000	2.000	0.0	248.0	256.0	263.0	1.909	252.7	125	7.0	17.808
15	0.000	2.300	2.300	2.300	0.0	288.0	299.0	314.0	2.179	302.4	183	15.0	16.742
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													

NIVOJI	Skica		Nivoji		Relativni nivoji
			ZC		
			ZN		+ 1.00
			ZW		0 (borehole top)
			ZS		- 15.70

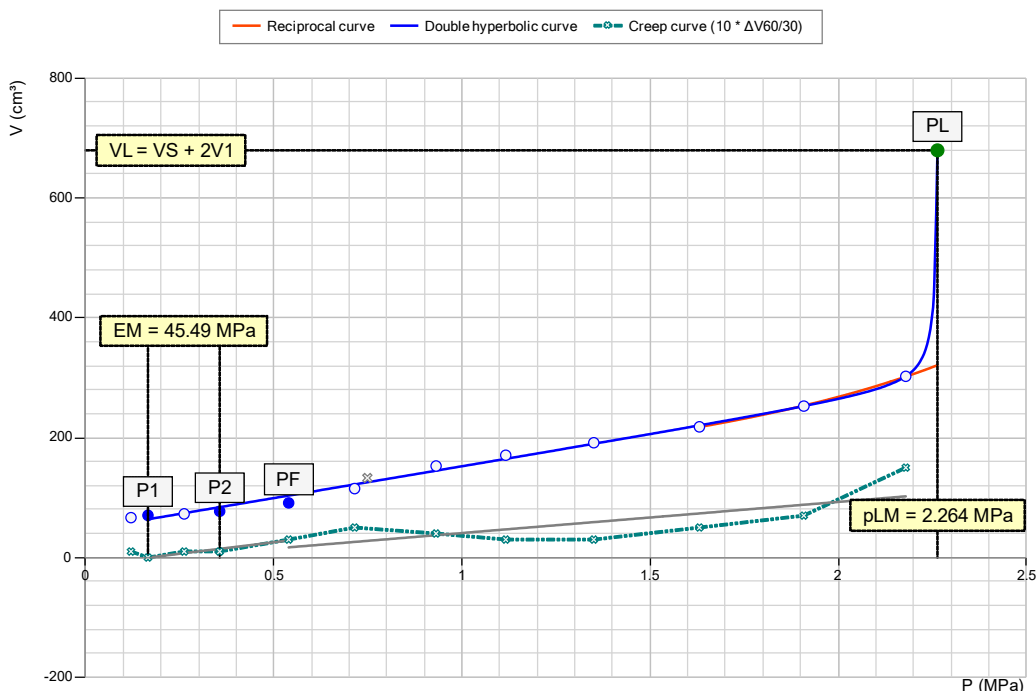
Koordinate	X =	Y =
Vrtalna garnitura		
Vrtalna metoda	Core drilling	
(okrajš. tabela C)		
Krona	tip	
	premer (mm)	66
Cevitev (m)		
Izplaka		
Izvrtni odsek za test	od globine (m)	14.8
	do globine (m)	16.3
	ura izvedbe	

Nivoji	meter	m
Čas	sekunda	s
Volumen	kubični cm	cm3
Tlak	Megapascal	MPa

Datoteka	NZC
Referenca	ES_250527.001
Lokacija	
Vrtina	V-3p
Globina testa	15.70

(Apageo - GeoVision 5)

NZC_V-3p_15.7m



IZVREDNOTENI REZULTATI		
σ_1/σ	(MPa)	0.141
p1	(MPa)	0.17
p2	(MPa)	0.36
pf	(MPa)	0.54
plm	(MPa)	2.26
p*lm	(MPa)	2.12
EM	(MPa)	45.5
EM / plm		20.1
EM / p*lm		21.4

PARAMETRI EKSTRAPOLACIJE		
inverzen volumen	A	-2.33E-03
	B	8.40E-03
dvojna hiperbola	A1	4.53E+01
	A2	1.05E+02
	A3	0.00E+00
	A4	2.59E+00
	A5	-1.00E+03
	A6	2.27E+00
Povprečna napetost (cm3)		4.94E+00

OPOMBE	
PLMR = 2.969 MPa PLMDH = 2.264 MPa	



PRILOGA C

POROČILO O IZVEDENIH PREISKAVAH Z DINAMIČNIM PENETROMETROM - DPSH

Projekt	GEOLOŠKO-GEOTEHNIČNO POROČILO
Objekt	NZCIR Ljubljana
Št. poročila	3030922



**IRGO Consulting
d.o.o.**

Slovenčeva 93
SI-1000 Ljubljana

T: +386 1 560 36 00
info@irgo.si
www.irgo.si

POROČILO O TERENSKIH GEOTEHNIČNIH PREISKAVAH Z DINAMIČNIM PENETROMETROM

INVESTITOR

MINISTRSTVO ZA OBRAMBO

Vojkova cesta 59
SI-1000 Ljubljana

OBJEKT

NZCIR LJUBLJANA

IZDELOVALEC POROČILA



IRGO Consulting d.o.o.

Slovenčeva 93
SI-1000 Ljubljana

VRSTA PROJEKTA
Poročilo

ŠT. POROČILA
3031590

KRAJ IN DATUM
Ljubljana, JUNIJ 2025

PODATKI O SODELUJOČIH

IZVAJALEC

IRGO Consulting d.o.o.,
Slovenčeva 93, SI-1000 Ljubljana
dr. Vladimir Vukadin,
univ. dipl. inž. geol.



VODJA PROJEKTA

PI Nedžad Mešić,
univ. dipl. inž. grad., G-2563



SODELAVCI

OBDELAVA PODATKOV IN IZDELAVA POROČILA

Urška Anžlovar
dipl. inž. geol.



IZVEDBA TERENSKIH PREISKAV

Antonio Ljubomirovski,
grad. teh.



Amadej Hauptman,
teh. sod.

Kazalo vsebine

1.	UVOD	4
2.	SONDIRANJE S SUPER TEŽKIM DINAMIČNIM PENTROMETROM – DPSH	4

Kazalo preglednic

Preglednica 1: Osnovni podatki o izvedenih sondiranjih s super težkim dinamičnim penetrometrom DPSH	4
Preglednica 2: Ocena indeksa gostote in strižnega kota iz (N1)60	5

Kazalo prilog

Priloga 1: Grafični prikaz meritev s super težkim dinamičnim penetrometrom

1. UVOD

V sklopu programa geotehničnih raziskav za objekt: “BOLNICA PETRA DRŽAJA – STAVBA C” smo 19. in 20.05.2025 izvedli dve (2) sondiranja s super težkim dinamičnim penetrometrom (DPSH). Osnovni podatki o izvedenih preiskavi tal so prikazani na spodnji preglednici 1. Rezultati izvedenih preiskav so prikazani v prilogi 1.

Preglednica 1: Osnovni podatki o izvedenih sondiranjih s super težkim dinamičnim penetrometrom DPSH

Oznaka preiskave	Globina [m]	D96 Y [m]	D96 X [m]
DPSH-1	302,9	460323,00	103284,60
DPSH-2	303,0	460357,50	103271,90

2. SONDIRANJE S SUPER TEŽKIM DINAMIČNIM PENETROMETROM – DPSH

Preiskave, so bile opravljene skladno s standardom SIST EN ISO 22476-2:2005/A1:2011. Sondiranje je potekalo s pomočjo dinamičnega penetrometra oz. zabijalne naprave TG 63-100, proizvajalca Pagani. Koeficient efektivnosti zabijalne naprave E_r je 73%, oz. energijski faktor za SPT izvedenotenje $C_e = E_r / 60 = 1.22$ (povzeto po karakteristikah zabijalne naprave podanih s strani proizvajalca opreme).

Pri dinamičnem sondiranju DPSH (tip DPSH-b), smo bat z maso 63,5 kg spuščali z višine 75 cm, pri tem pa beležili število udarcev potrebnih za 20 cm penetracije (število N_{20}). Uporabili smo 90° konico premera 51 mm.

V rezultatih, skladno s standardom, prikazujemo izmerjeno število udarcev potrebnih za 20 cm prodiranja konice (N_{20}) v odvisnosti od globine. Na tak način smo prvenstveno ugotavljali slojevitost tal.

Iz izmerjenih podatkov in ostalih karakteristik smo izvednotili točkovni dinamični odpor pod konico q_d :

$$q_d = \frac{m}{m + m'} \cdot \frac{m \cdot g \cdot h \cdot E_r}{A \cdot e} = \frac{m}{m + m'} \cdot r_d$$

kjer je:

q_d	dinamični točkovni odpor
r_d	točkovni odpor na enoto
E_r	koeficient efektivnosti zabijalne naprave
m	masa bata
g	gravitacijski pospešek
h	višina pada
A	površina prereza konice

e povprečna penetracija na udarec
 m' skupna masa drogova in nakoala

Iz razmerja specifičnega dela, ki je potrebno za korak penetracije (30 cm pri SPT in 20 cm pri DPSH), smo določili ekvivalentno število SPT udarcev N_{SPT} ($N_{SPT} = 1.5 \cdot N_{20}$).

V strokovni literaturi sicer najdemo empirične korelacije med udarci DPSH in SPT, ki naj bi po ugotovitvah bile odvisne tudi od tipa preiskovane zemljine. Cestari (2005), ki je za svoje raziskave uporabljal enako opremo kot mi (Pagani DPSH), podaja razmerje med SPT in DPSH udarci v območju od $N_{SPT} = 1.5$ do $2.0 \cdot N_{20}$ za gruščnate, $N_{SPT} = 2.0$ do $2.8 \cdot N_{20}$ za peščene in do $N_{SPT} = 2.8$ do $4.0 \cdot N_{20}$ za glinaste zemljine. V našem primeru smo upoštevali $N_{SPT} = 2.8 \cdot N_{20}$ za koherentna tla ter $N_{SPT} = 1.5 \cdot N_{20}$ za preostale zemljine.

Ekvivalentno vrednost SPT udarcev smo korigirali še glede na koeficient prenosa energije ($C_e = E_r/60 = 1.22$), glede na dolžino drogova (λ) ter efektivni vertikalni tlak (CN).

Določitev enačbe za CN smo izvedli s pomočjo predpostavljenega gostotnega stanja zemljine ID, predpostavljene vrste tal (določene na osnovi bližnjih podatkov) in posledično predpostavljene efektivne vertikalne napetosti σ_v' .

Korigirane in normalizirane vrednosti števila udarcev SPT, pridobljene na podlagi preiskave DPSH, so v našem primeru torej:

$$(N_1)_{60} = N_{20} \cdot C_z \cdot C_e \cdot \lambda \cdot CN,$$

kjer je:

$(N_1)_{60}$ korigirana vrednost udarcev/30 cm pri SPT testu
 N_{20} izmerjena vrednost udarcev/20 cm pri DPSH testu
 C_z koeficient odvisen od vrste zemljine (v našem primeru 1.5 in 2.8)
 C_e koeficient prenosa energije (1.22)
 λ koeficient dolžine drogova
 CN korekcija zaradi efektivne napetosti

Iz empiričnih relacij, ki jih podajajo nekateri avtorji, pa podajamo tudi oceno materialnih karakteristik posameznih slojev. Iz normaliziranih SPT vrednosti $(N_1)_{60}$ smo nekoherentnim zemljinam določili indeks gostote in strižni kot v skladu s spodnjo preglednico 2 (Skempton, 1986):

Preglednica 2: Ocena indeksa gostote in strižnega kota iz $(N_1)_{60}$

Gostota	Zelo rahlo		Rahlo	Srednje gosto		Gosto	Zelo gosto
$(N_1)_{60}$	0	3	8	15	25	42	58
Id (%)	0	15	35	50	65	85	100
$\Phi(^{\circ})$		28	30	33	36	41	44

Podajamo tudi oceno edometerskega modula, kjer smo za nekoherentne materiale uporabili metodo, ki jo je podal Begemann, (1974):

$$E_{oed} = 4 + c \cdot ((N_1)_{60} - 6) \quad (\text{za } (N_1)_{60} > 15) \quad [\text{MPa}]$$

$$E_{oed} = c \cdot ((N_1)_{60} + 6) \quad (\text{za } (N_1)_{60} < 15) \quad [\text{MPa}]$$

($c = 0.3$ za drobne peske in peske z meljem, $c = 1.2$ za grušč s peskom)

Za koherentne zemljine pa smo edometerski modul ocenili po relaciji, ki sta jo podala Stroud in Butler, 1975:

$$mv = 1 / (450 \cdot N_{60}) \quad [\text{m}^2/\text{kN}] \quad \text{iz česar sledi} \quad E_{oed} = 1/mv \quad [\text{kPa}]$$



PRILOGA 1

GRAFIČNI PRIKAZ MERITEV S SUPER TEŽKIM DINAMIČNIM PENETROMETROM

Projekt	POROČILO O TERENSKIH GEOTEHNIČNIH PREISKAVAH Z DINAMIČNIM PENETROMETROM
Objekt	NZCIR LJUBLJANA
Št. poročila	3031590

naročnik: **LUZ d.d.**

objekt: **NZCIR Ljubljana**

preiskave: **A. Ljubomirovski, A. Hauptman**

obdelava: **Jaka Hrast, mag.inž.geotehnol.**

zabijalna naprava: **Pagani TG 63-100**

bat: **63.5 kg, h = 75 cm**

drogovje: **φ32mm, 6.20 kg/m**

energijski faktor E_r : **73% ($C_N = E_r/60 = 1.22$)**

specif. delo/udarec E_n : **2336 J/cm²**

konica: **20 cm² / 90°**

x: **103283,39**

y: **460323,58**

z: **302,9**

datum: **19/05/2025**

datum: **24/05/2025**

opombe: **uporaba fiksne konice, meritve trenja po drogovju niso bile izvedene**

oznaka sonde: **DPSH-1**
DPSH - b

srednja globina intervala	izmerjeno število udarcev	točkovni odpor na enoto (upoštevano $E_r = 73\%$)	dinamični točkovni odpor (upoštevano $E_r = 73\%$)
d [m]	N ₂₀ [ud./20cm]	r _d [MPa]	q _d [MPa]

0,1	11	9,4	8,5
0,3	18	15,3	14,0
0,5	7	6,0	5,4
0,7	3	2,6	2,1
0,9	5	4,3	3,6
1,1	10	8,5	7,1
1,3	13	11,1	9,3
1,5	20	17,1	14,2
1,7	20	17,1	13,2
1,9	22	18,8	14,5
2,1	21	17,9	13,8
2,3	14	11,9	9,2
2,5	12	10,2	7,9
2,7	20	17,1	12,2
2,9	20	17,1	12,2
3,1	14	11,9	8,6
3,3	14	11,9	8,6
3,5	23	19,6	14,1
3,7	24	20,5	13,7
3,9	14	11,9	8,0
4,1	23	19,6	13,1
4,3	21	17,9	12,0
4,5	16	13,6	9,1
4,7	10	8,5	5,4
4,9	7	6,0	3,8
5,1	5	4,3	2,7
5,3	6	5,1	3,2
5,5	8	6,8	4,3
5,7	8	6,8	4,0
5,9	8	6,8	4,0
6,1	6	5,1	3,0
6,3	4	3,4	2,0
6,5	3	2,6	1,5
6,7	3	2,6	1,4
6,9	3	2,6	1,4
7,1	4	3,4	1,9
7,3	4	3,4	1,9
7,5	4	3,4	1,9

korelacije z SPT

	energijski faktor C_N : 1,22	uporaba korekcije: DA			globina vode [m]: 7,2	uporaba korekcije: DA	uporaba korekcije: NE	uporaba korekcije: NE							
ekvivalentno število udarcev SPT	korekcija zaradi energijskih izgub ($C_N \cdot N_{SPT}$)	korekcijski faktor drogovja (upošt. 1 m zunan. drog.)	predpost. vrsta zemljine	predpost. prost. teža zemljine	efektivna vertikalna napetost	korekcijski faktor efektivne napetosti	korekcijski faktor za fine/grobe peske	korekcijski faktor za zasičene peske	korrigirano število udarcev SPT	korrigirana vrednost penetrabilnosti SPT	indeks gostote [Skempton]	gostotno stanje [Skempton]	strižni kot [Skempton]	nedrenirana strižna trdnost [Terzaghi&Peck]	edometerski modul [Begemann-nekol. Stroud&Butler-kof.]
N_{SPT} [ud./30cm]	N_{60} [ud./30cm]	λ		γ [kN/m ³]	σ_v' [kPa]	C_N	C_{pes}	C_{sat}	$(N_1)_{60}$ [ud./30cm]	$(P_1)_{60}$ [cm/60ud.]	I_D [%]		ϕ [°]	s_u [kPa]	E_{oed} [MPa]
16,5	20,1	0,75	nasip	20,0	2,0	1,50	1,00	1,00	22,6	/	61,9	sred. gos.	35,4	/	24,0
27,0	32,9	0,75	nasip	20,0	6,0	1,50	1,00	1,00	37,1	/	79,5	gosto	39,4	/	41,3
10,5	12,8	0,75	nasip	20,0	10,0	1,50	1,00	1,00	14,4	/	49,3	sred. gos.	32,6	/	24,5
4,5	5,5	0,75	nasip	20,0	14,0	1,50	1,00	1,00	6,2	/	28,4	rahlo	29,6	/	14,6
7,5	9,2	0,75	nasip	20,0	18,0	1,50	1,00	1,00	10,3	/	40,5	sred. gos.	31,1	/	19,6
15,0	18,3	0,75	nasip	20,0	22,0	1,50	1,00	1,00	20,6	/	59,1	sred. gos.	34,7	/	21,5
19,5	23,8	0,75	nasip	20,0	26,0	1,50	1,00	1,00	26,8	/	67,1	gosto	36,6	/	28,9
30,0	36,6	0,75	GP/GC	20,0	30,0	1,50	1,00	1,00	41,2	/	84,1	gosto	40,4	/	46,2
30,0	36,6	0,75	GP/GC	20,0	34,0	1,50	1,00	1,00	41,2	/	84,1	gosto	40,4	/	46,2
33,0	40,3	0,75	GP/GC	20,0	38,0	1,50	1,00	1,00	45,3	/	88,4	zelo gos.	41,3	/	51,2
31,5	38,4	0,75	GP/GC	20,0	42,0	1,50	1,00	1,00	43,2	/	86,3	zelo gos.	40,9	/	48,7
21,0	25,6	0,75	GP/GC	20,0	46,0	1,46	1,00	1,00	28,0	/	68,7	gosto	37,0	/	30,5
18,0	22,0	0,75	GP/GC	20,0	50,0	1,40	1,00	1,00	23,1	/	62,4	sred. gos.	35,5	/	24,5
30,0	36,6	0,75	GP/GC	20,0	54,0	1,35	1,00	1,00	37,0	/	79,4	gosto	39,4	/	41,2
30,0	36,6	0,75	GP/GC	20,0	58,0	1,30	1,00	1,00	35,7	/	77,9	gosto	39,1	/	39,6
21,0	25,6	0,85	GP/GC	20,0	62,0	1,26	1,00	1,00	27,4	/	67,9	gosto	36,8	/	29,7
21,0	25,6	0,85	GP/GC	20,0	66,0	1,22	1,00	1,00	26,5	/	66,8	gosto	36,5	/	28,6
34,5	42,1	0,85	GP/GC	20,0	70,0	1,18	1,00	1,00	42,3	/	85,4	zelo gos.	40,7	/	47,6
36,0	43,9	0,85	GP/GC	20,0	74,0	1,15	1,00	1,00	43,0	/	86,0	zelo gos.	40,8	/	48,4
21,0	25,6	0,85	GP/GC	20,0	78,0	1,12	1,00	1,00	24,4	/	64,1	sred. gos.	35,9	/	26,1
34,5	42,1	0,85	GP/GC	20,0	82,0	1,09	1,00	1,00	39,1	/	81,8	gosto	39,9	/	43,7
31,5	38,4	0,85	GP/GC	20,0	86,0	1,07	1,00	1,00	34,9	/	76,9	gosto	38,9	/	38,6
24,0	29,3	0,85	GP/GC	20,0	90,0	1,04	1,00	1,00	26,0	/	66,1	gosto	36,4	/	28,0
15,0	18,3	0,85	GC/SC	20,0	94,0	1,02	1,00	1,00	15,9	/	51,9	sred. gos.	33,1	/	15,9
10,5	12,8	0,85	GC/SC	20,0	98,0	1,00	1,00	1,00	10,9	/	42,0	sred. gos.	31,4	/	20,3
7,5	9,2	0,95	GC/SC	20,0	102,0	0,98	1,00	1,00	8,5	/	35,8	sred. gos.	30,5	/	17,4
9,0	11,0	0,95	GC/SC	20,0	106,0	0,96	1,00	1,00	10,0	/	39,9	sred. gos.	31,0	/	19,2
12,0	14,6	0,95	GC/SC	20,0	110,0	0,94	1,00	1,00	13,1	/	46,8	sred. gos.	32,2	/	23,0
12,0	14,6	0,95	GC/SC	20,0	114,0	0,93	1,00	1,00	12,9	/	46,4	sred. gos.	32,1	/	22,7
12,0	14,6	0,95	GC/SC	20,0	118,0	0,91	1,00	1,00	12,7	/	45,9	sred. gos.	32,0	/	22,4
9,0	11,0	0,95	GC/SC	20,0	122,0	0,90	1,00	1,00	9,3	/	38,1	sred. gos.	30,8	/	18,4
6,0	7,3	0,95	GC/SC	20,0	126,0	0,88	1,00	1,00	6,1	/	28,3	rahlo	29,6	/	14,6
4,5	5,5	0,95	GC/SC	20,0	130,0	0,87	1,00	1,00	4,5	/	22,3	rahlo	29,0	/	12,6
4,5	5,5	0,95	GC/SC	20,0	134,0	0,86	1,00	1,00	4,5	/	22,0	rahlo	29,0	/	12,6
4,5	5,5	0,95	GC/SC	20,0	138,0	0,84	1,00	1,00	4,4	/	21,7	rahlo	29,0	/	12,5
6,0	7,3	0,95	GC/SC	20,0	142,0	0,83	1,00	1,00	5,8	/	27,0	rahlo	29,5	/	14,1
6,0	7,3	0,95	GC/SC	20,0	145,0	0,82	1,00	1,00	5,7	/	26,8	rahlo	29,5	/	14,1
6,0	7,3	0,95	GC/SC	20,0	147,0	0,82	1,00	1,00	5,7	/	26,7	rahlo	29,4	/	14,0

naročnik: **LUZ d.d.**

objekt: **NZCIR Ljubljana**

preiskave: **A. Ljubomirovski, A. Hauptman**

obdelava: **Jaka Hrast, mag.inž.geotehno.**

zabijalna naprava: **Pagani TG 63-100**

bat: **63.5 kg, h = 75 cm**

drogovje: **φ32mm, 6.20 kg/m**

energijski faktor E_r : **73% ($C_N = E_r/60 = 1.22$)**

specif. delo/udarec E_n : **2336 J/cm²**

konica: **20 cm² / 90°**

x: **103283,39**

y: **460323,58**

z: **302,9**

datum: **19/05/2025**

datum: **24/05/2025**

opombe: **uporaba fiksne konice, meritve trenja po drogovju niso bile izvedene**

oznaka sonde: **DPSH-1**
DPSH - b

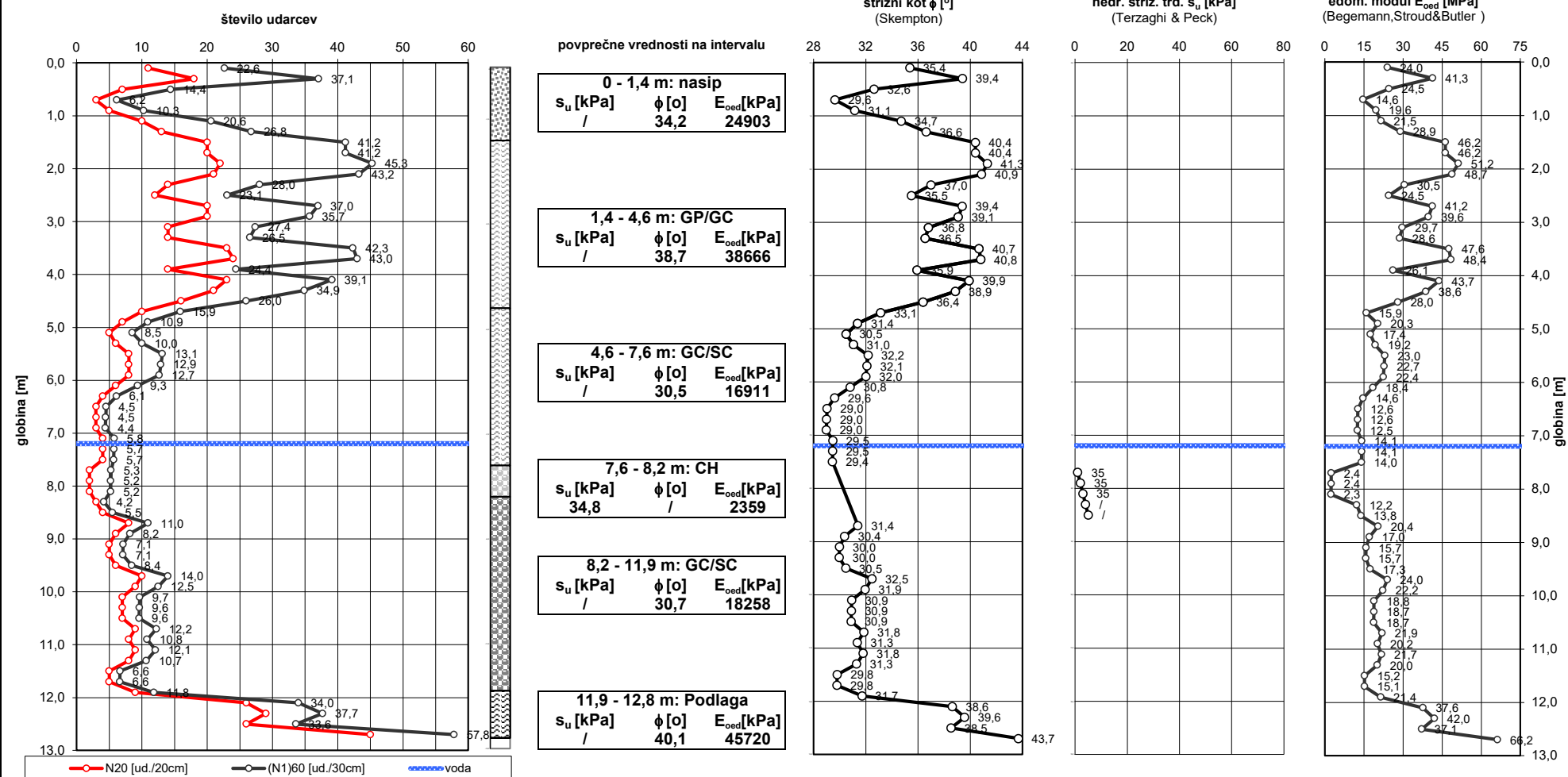
srednja globina intervala	izmerjeno število udarcev	točkovni odpor na enoto (upoštevano $E_r = 73\%$)	dinamični točkovni odpor (upoštevano $E_r = 73\%$)
d [m]	N₂₀ [ud./20cm]	r_d [MPa]	q_d [MPa]

7,7	2	1,7	0,9
7,9	2	1,7	0,9
8,1	2	1,7	0,9
8,3	3	2,6	1,4
8,5	4	3,4	1,8
8,7	8	6,8	3,4
8,9	6	5,1	2,6
9,1	5	4,3	2,1
9,3	5	4,3	2,1
9,5	6	5,1	2,6
9,7	10	8,5	4,1
9,9	9	7,7	3,7
10,1	7	6,0	2,9
10,3	7	6,0	2,9
10,5	7	6,0	2,9
10,7	9	7,7	3,5
10,9	8	6,8	3,1
11,1	9	7,7	3,5
11,3	8	6,8	3,1
11,5	5	4,3	2,0
11,7	5	4,3	1,9
11,9	9	7,7	3,4
12,1	26	22,2	9,7
12,3	29	24,7	10,8
12,5	26	22,2	9,7
12,7	45	38,4	16,1

korelacije z SPT

energijski faktor C_N :	uporaba korekcije:			globina vode [m]:	uporaba korekcije:	uporaba korekcije:	uporaba korekcije:								
1,22	DA			7,2	DA	NE	NE								
ekvivalentno število udarcev SPT	korekcija zaradi energijskih izgub ($C_N \cdot N_{SPT}$)	korekcijski faktor drogovja (upošt. 1 m zunan. drog.)	predpost. vrsta zemljine	predpost. prost. teža zemljine	efektivna vertikalna napetost	korekcijski faktor efektivne napetosti	korekcijski faktor za fine/grobe peske	korekcijski faktor za zasičene peske	korrigirano število udarcev SPT	korrigirana vrednost penetrabilnosti SPT	indeks gostote [Skempton]	gostotno stanje [Skempton]	strižni kot [Skempton]	nedrenirana strižna trdnost [Terzaghi & Peck]	edometerski modul [Begemann-nekoh., Stroud & Butler-koh.]
N_{SPT} [ud./30cm]	N₆₀ [ud./30cm]	λ		γ [kN/m ³]	σ_v' [kPa]	C_N	C_{pes}	C_{sat}	(N₁)₆₀ [ud./30cm]	(p₁)₆₀ [cm/60ud.]	I_D [%]		φ [°]	s_u [kPa]	E_{oed} [MPa]

5,6	6,8	0,95	CH	18,0	148,6	0,81	1,00	1,00	5,3	/	/	/	/	35	2,4
5,6	6,8	0,95	CH	18,0	150,2	0,81	1,00	1,00	5,2	/	/	/	/	35	2,4
5,6	6,8	0,95	CH	18,0	151,8	0,80	1,00	1,00	5,2	/	/	/	/	35	2,3
4,5	5,5	0,95	GC/SC	20,0	153,8	0,80	1,00	1,00	4,2	/	20,8	rahlo	28,9	/	12,2
6,0	7,3	0,95	GC/SC	20,0	155,8	0,79	1,00	1,00	5,5	/	26,1	rahlo	29,4	/	13,8
12,0	14,6	0,95	GC/SC	20,0	157,8	0,79	1,00	1,00	11,0	/	42,1	sred. gos.	31,4	/	20,4
9,0	11,0	0,95	GC/SC	20,0	159,8	0,78	1,00	1,00	8,2	/	34,8	sred. gos.	30,4	/	17,0
7,5	9,2	1,00	GC/SC	20,0	161,8	0,78	1,00	1,00	7,1	/	31,6	rahlo	30,0	/	15,7
7,5	9,2	1,00	GC/SC	20,0	163,8	0,77	1,00	1,00	7,1	/	31,5	rahlo	30,0	/	15,7
9,0	11,0	1,00	GC/SC	20,0	165,8	0,77	1,00	1,00	8,4	/	35,6	sred. gos.	30,5	/	17,3
15,0	18,3	1,00	GC/SC	20,0	167,8	0,76	1,00	1,00	14,0	/	48,5	sred. gos.	32,5	/	24,0
13,5	16,5	1,00	GC/SC	20,0	169,8	0,76	1,00	1,00	12,5	/	45,6	sred. gos.	31,9	/	22,2
10,5	12,8	1,00	GC/SC	20,0	171,8	0,76	1,00	1,00	9,7	/	39,0	sred. gos.	30,9	/	18,8
10,5	12,8	1,00	GC/SC	20,0	173,8	0,75	1,00	1,00	9,6	/	38,8	sred. gos.	30,9	/	18,7
10,5	12,8	1,00	GC/SC	20,0	175,8	0,75	1,00	1,00	9,6	/	38,7	sred. gos.	30,9	/	18,7
13,5	16,5	1,00	GC/SC	20,0	177,8	0,74	1,00	1,00	12,2	/	45,0	sred. gos.	31,8	/	21,9
12,0	14,6	1,00	GC/SC	20,0	179,8	0,74	1,00	1,00	10,8	/	41,8	sred. gos.	31,3	/	20,2
13,5	16,5	1,00	GC/SC	20,0	181,8	0,73	1,00	1,00	12,1	/	44,7	sred. gos.	31,8	/	21,7
12,0	14,6	1,00	GC/SC	20,0	183,8	0,73	1,00	1,00	10,7	/	41,5	sred. gos.	31,3	/	20,0
7,5	9,2	1,00	GC/SC	20,0	185,8	0,73	1,00	1,00	6,6	/	30,0	rahlo	29,8	/	15,2
7,5	9,2	1,00	GC/SC	20,0	187,8	0,72	1,00	1,00	6,6	/	29,9	rahlo	29,8	/	15,1
13,5	16,5	1,00	Podlaga	21,0	190,0	0,72	1,00	1,00	11,8	/	44,1	sred. gos.	31,7	/	21,4
39,0	47,6	1,00	Podlaga	21,0	192,2	0,71	1,00	1,00	34,0	/	75,9	gosto	38,6	/	37,6
43,5	53,1	1,00	Podlaga	21,0	194,4	0,71	1,00	1,00	37,7	/	80,2	gosto	39,6	/	42,0
39,0	47,6	1,00	Podlaga	21,0	196,6	0,71	1,00	1,00	33,6	/	75,4	gosto	38,5	/	37,1
67,5	82,4	1,00	Podlaga	21,0	198,8	0,70	1,00	1,00	57,8	/	99,8	zelo gos.	43,7	/	66,2



naročnik: LUZ d.d.

objekt: NZCIR Ljubljana

preiskave: A. Ljubomirovski, A. Hauptman

obdelava: Jaka Hrast, mag.inž.geotehnol.

zabijalna naprava: Pagani TG 63-100

bat: 63.5 kg, h = 75 cm

drogovje: ø32mm, 6.20 kg/m

energijski faktor E_r: 73% (C_N=E_r/60=1.22)

specif. delo/udarec E_n: 2336 J/cm²

konica: 20 cm² / 90°

x: 103271,90

y: 460357,50

z: 303,0

opombe: uporaba fiksne konice, meritve trenja po drogovju niso bile izvedene

oznaka sonde: DPSH-2

DPSH - b				korelacije z SPT									empirično določene lastnosti tal					
srednja globina intervala	izmerjeno število udarcev	točkovni odpor na enoto (upoštevano E_r =73%)	dinamični točkovni odpor (upoštevano E_r =73%)	energijski faktor C_N :	uporaba korekcije:	predpost. vrsta zemljine	predpost. prost. teža zemljine	globina vode [m]:	uporaba korekcije:	uporaba korekcije:	uporaba korekcije:	korigirano število udarcev SPT	korigirana vrednost penetrabilnosti SPT	indeks gostote [Skempton]	gostotno stanje [Skempton]	strižni kot [Skempton]	nedrenirana strižna trdnost [Terzaghi&Peck]	edometerski modul [Begemann-nekoh., Stroud&Butler-koh.]
				1,22	DA			7,2	DA	NE	NE							
ekvivalentno število udarcev SPT	korekcija zaradi energijskih izgub ($C_N \cdot N_{SPT}$)	korekcijski faktor drogovanja (upošt. 1 m zunan.drog.)						efektivna vertikalna napetost	korekcijski faktor efektivne napetosti	korekcijski faktor za fine/grobe peske	korekcijski faktor za zasičene peske							
N_{SPT} [ud./30cm]	N_{60} [ud./30cm]	λ					γ [kN/m ³]	σ_v' [kPa]	C_N	C_{pes}	C_{sat}	(N_1) ₆₀ [ud./30cm]	(p_1) ₆₀ [cm/60ud.]	I_D [%]		ϕ [o]	s_u [kPa]	E_{oed} [MPa]
0,1	8	6,8	6,2	12,0	14,6	0,75	nasip	22,0	2,2	1,50	1,00	16,5	/	52,9	sred. gos.	33,3	/	16,6
0,3	22	18,8	17,1	33,0	40,3	0,75	nasip	22,0	6,6	1,50	1,00	45,3	/	88,4	zelo gos.	41,3	/	51,2
0,5	18	15,3	14,0	27,0	32,9	0,75	nasip	22,0	11,0	1,50	1,00	37,1	/	79,5	gosto	39,4	/	41,3
0,7	11	9,4	7,8	16,5	20,1	0,75	nasip	22,0	15,4	1,50	1,00	22,6	/	61,9	sred. gos.	35,4	/	24,0
0,9	3	2,6	2,1	4,5	5,5	0,75	nasip	22,0	19,8	1,50	1,00	6,2	/	28,4	rahlo	29,6	/	14,6
1,1	3	2,6	2,1	4,5	5,5	0,75	nasip	22,0	24,2	1,50	1,00	6,2	/	28,4	rahlo	29,6	/	14,6
1,3	6	5,1	4,3	9,0	11,0	0,75	nasip	22,0	28,6	1,50	1,00	12,4	/	45,2	sred. gos.	31,9	/	22,0
1,5	14	11,9	10,0	21,0	25,6	0,75	nasip	22,0	33,0	1,50	1,00	28,8	/	69,7	gosto	37,2	/	31,4
1,7	21	17,9	13,8	31,5	38,4	0,75	GP/GC	20,0	37,0	1,50	1,00	43,2	/	86,3	zelo gos.	40,9	/	48,7
1,9	19	16,2	12,5	28,5	34,8	0,75	GP/GC	20,0	41,0	1,50	1,00	39,1	/	81,8	gosto	39,9	/	43,7
2,1	24	20,5	15,8	36,0	43,9	0,75	GP/GC	20,0	45,0	1,48	1,00	48,6	/	91,6	zelo gos.	42,0	/	55,1
2,3	40	34,1	26,3	60,0	73,2	0,75	GP/GC	20,0	49,0	1,41	1,00	77,6	23,2	prekons.	prekons.	46,2	/	90,0

naročnik: LUZ d.d.

objekt: NZCIR Ljubljana

preiskave: A. Ljubomirovski, A. Hauptman

obdelava: Jaka Hrast, mag.inž.geotekhnol.

datum: 20/05/2025

datum: 24/05/2025

zabijalna naprava: Pagani TG 63-100

bat: 63.5 kg, h = 75 cm

drogovje: $\phi 32\text{mm}$, 6.20 kg/m

energijski faktor E_r : 73% ($C_N = E_r/60 = 1.22$)

specif. delo/udarec E_n : 2336 J/cm²

konica: 20 cm² / 90°

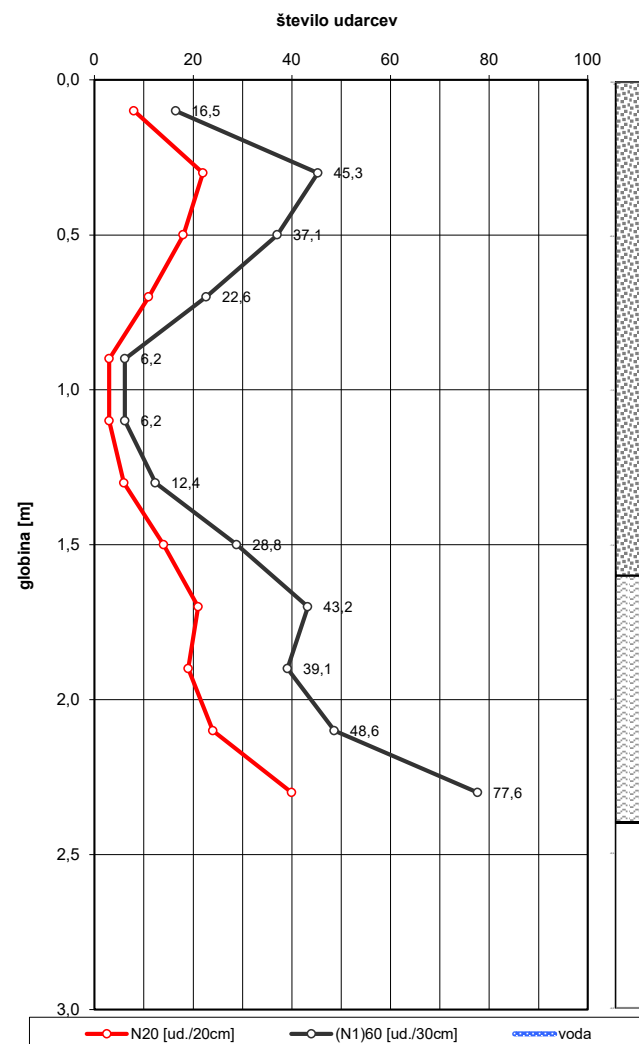
X: 103271,90

Y: 460357,50

Z: 303,0

opombe: uporaba fiksne konice, meritve trenja po drogovju niso bile izvedene

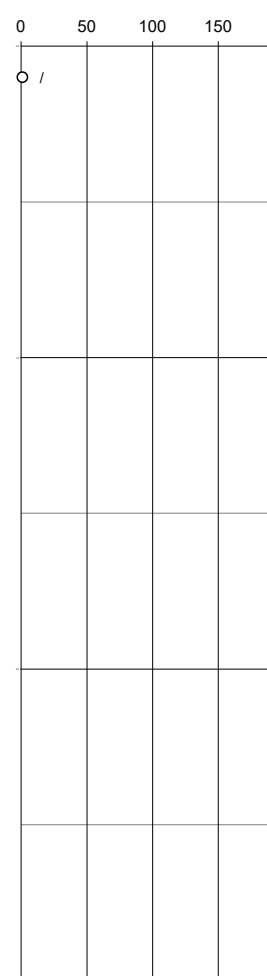
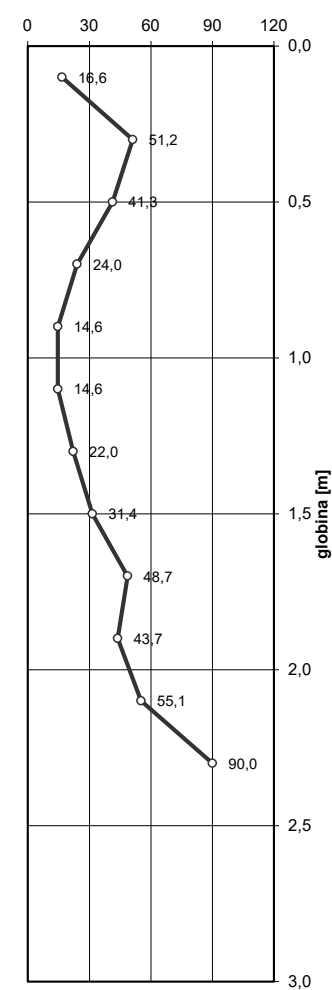
oznaka sonde: DPSH-2



povprečne vrednosti na intervalu

0 - 1,6 m: nasip
 s_u [kPa] / ϕ [°] E_{oed} [kPa]
/ 34,7 26949

1,6 - 2,4 m: GP/GC
 s_u [kPa] / ϕ [°] E_{oed} [kPa]
/ 42,3 59380

nedr. striž. trd. s_u [kPa]
(Terzaghi & Peck)

edom. modul E_{oed} [MPa]
(Begemann, Stroud & Butler)




PRILOGA D

POROČILO O REZULTATIH GEOMEHANSKIH LABORATORIJSKIH PREISKAV

Projekt	GEOLOŠKO-GEOTEHNIČNO POROČILO
Objekt	NZCIR Ljubljana
Št. poročila	3030922

**POROČILO O
GEOMEHANSKIH
LABORATORIJSKIH
PREISKAVAH****INVESTITOR****MINISTRSTVO ZA OBRAMBO**Vojkova cesta 59
SI-1000 Ljubljana**OBJEKT**

NZCIR LJUBLJANA

PROJEKTANT POROČILA**IRGO Consulting d.o.o.**Slovenčeva 93
SI-1000 Ljubljana**VRSTA PROJEKTA**

Poročilo

ŠT. POROČILA

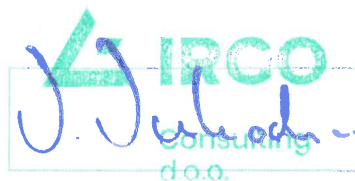
3031603

KRAJ IN DATUM

Ljubljana, JUNIJ 2025

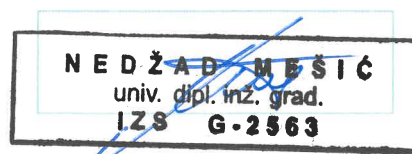
PROJEKTANT POROČILA

IRGO Consulting d.o.o.,
Slovenčeva 93, SI-1000 Ljubljana
dr. Vladimir Vukadin,
univ.dipl.inž.geol.



VODJA PROJEKTA

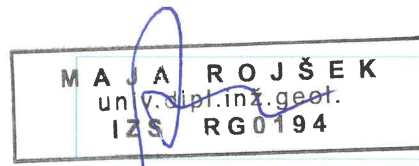
PI Nedžad Mešić,
univ.dipl.inž.grad., G-2563


NEDŽAD MEŠIĆ
univ. dipl. inž. grad.
IZS G-2563

Sodelavci

LABORATORIJSKE RAZISKAVE

Maja Rojšek,
univ. dipl. inž. geol., RG0194


MAJA ROJŠEK
univ. dipl. inž. geol.
IZS RG0194

Aldijana Šehić,
mag. inž. geotehnol. (UN)



Hana Huth Lukšič,
dipl. inž. grad. (UN)





Kazalo

1. Uvod	4
1.1. Zrnavaostna sestava	4

Tabele

Tabela 1: Vrste in število opravljenih preiskav	4
---	---

Kazalo prilog

Priloge:

Preglednica geomehanskih parametrov zemljin in 1/1

Zrnavaostna sestava str. 1-4/4



1. Uvod

V geomehanski laboratorij IRGO smo v mesecu maju 2025 prejeli 8 vzorcev zemljin, odvzetih iz vrtin z oznako V – 1, V – 2P in V – 3P. Preiskali smo 4 vzorce. Vrste in število opravljenih raziskav je podano v Tabeli 1. Vzorci so bili odvzeti za potrebe projektiranja in izgradnje objekta »BOLNICA PETRA DRŽAJA – STAVBA C«, v Ljubljani. V tem poročilu podajamo postopke laboratorijskih preiskav in dobljene rezultate, ki so prikazani v Preglednici geomehanskih parametrov zemljin in kamnin 1/1 ter v Prilogah 1-4/4. Preiskave so bile opravljene v skladu s standardom:

SIST EN 1997-2:2007/AC:2010; Evrokod 7: Geotehnično projektiranje – 2. del, Preiskovanje in preizkušanje tal.

V geomehanskem laboratoriju smo opravili preiskave:

- Zrnnavostna sestava

SIST EN ISO 17892-4:2017

Tabela 1: Vrste in število opravljenih preiskav

Vrsta raziskave	Število raziskav
Sejalna analiza	4

1.1. Zrnnavostna sestava

Preiskavo smo opravili s siti MATEST A05-(0.063 mm – 40 mm). Vzorec smo najprej mokro presejali skozi sita 2.0 mm in 0.063 mm. Finozrnato frakcijo pod 0.063 mm smo osušili in stehtali. Grobozrnato frakcijo nad 0.063 mm smo osušili, stehtali in presejali skozi set sit.

 IRGO Consulting d.o.o. GEOMEHANSKI LABORATORIJ	PREGLEDNICA GEOMEHANSKIH PARAMETROV ZEMLJIN Lokacija: NZC <i>Datum raziskav: Maj - Junij, 2025</i>
---	---

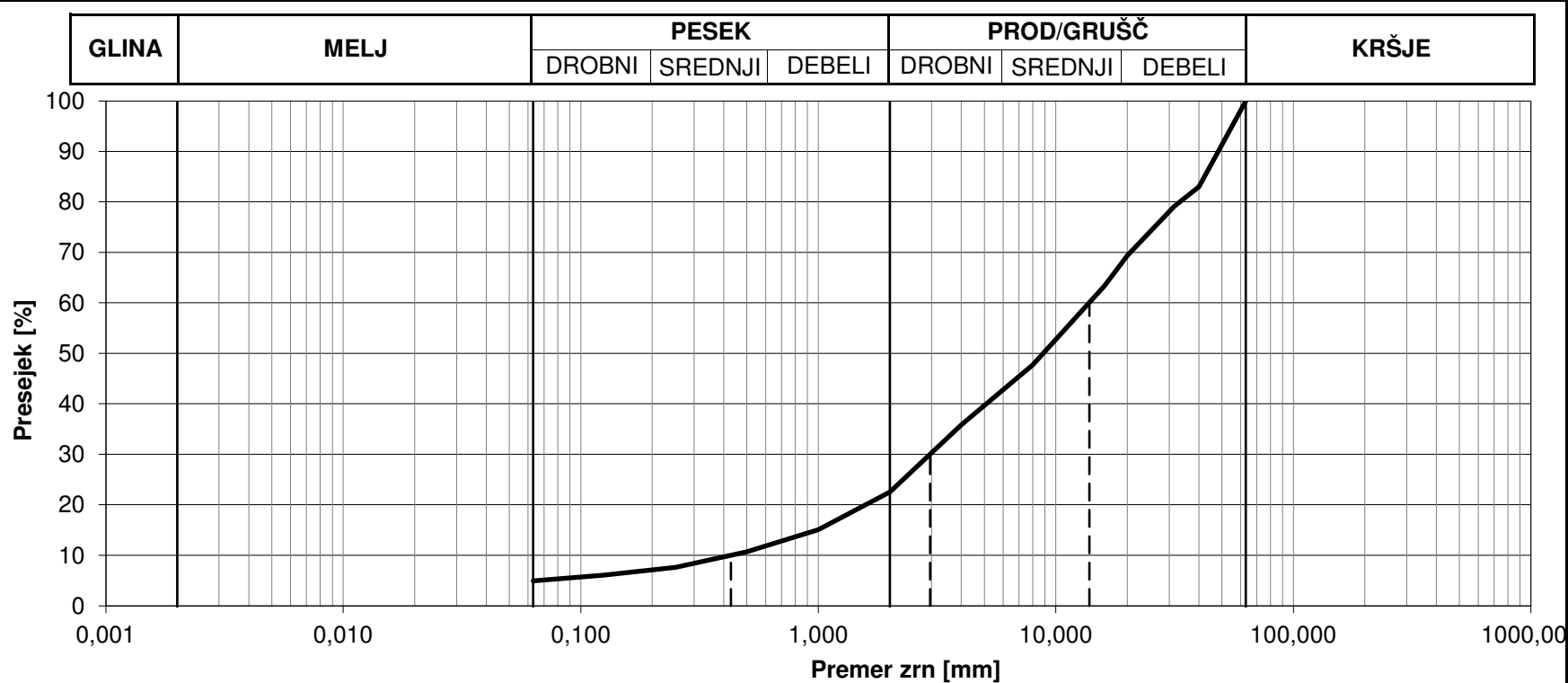
Vzorec					Zrnnavost		
Zap. št.	Oznaka vzorca	Vrtina	Interval globine	Klasifikacija vzorca USCS	Melj, glina < 0,063 mm	Pesek > 0,063 mm	Prod, grušč >2,0 mm
-	-	-	(m)	-	%	%	%

1	L25_30_1	V-1	2,1-2,5	GW,dobro graduiran prod s peskom	4,97	17,58	77,45
2	L25_30_2	V-1	8,7-9,0	GC,zaglinjen grušč s peskom	35,27	29,89	34,84
3	L25_30_3	V-2p	2,5-3,0	GC-GM,meljasto, glinast prod s peskom	15,44	26,79	57,77
4	L25_30_6	V-3p	3,5-4,0	GW-GM,dobro graduiran prod z meljem in peskom	6,67	17,81	75,52

ZRNAVOSTNA SESTAVA

SIST EN ISO 17892-4:2016

LOKACIJA:	NZC	VRTINA:	V-1
DATUM DOSTAVE:	15.05.2025	GLOBINA:	2,1-2,5 m
ZAČETEK RAZISKAVE:	28.05.2025	OZNAKA VZORCA:	L25_30_1
KONEC RAZISKAVE:	2.06.2025	OPIS ZEMLJINE:	GW, dobro graduiran prod s peskom



$D_{10} = 0,428$ mm

melj, glina < 0.063 mm = 4,97%

$C_u = 32,31$

$D_{30} = 2,954$ mm

0.063mm < pesek > 2.0 mm = 17,58%

$C_c = 1,48$

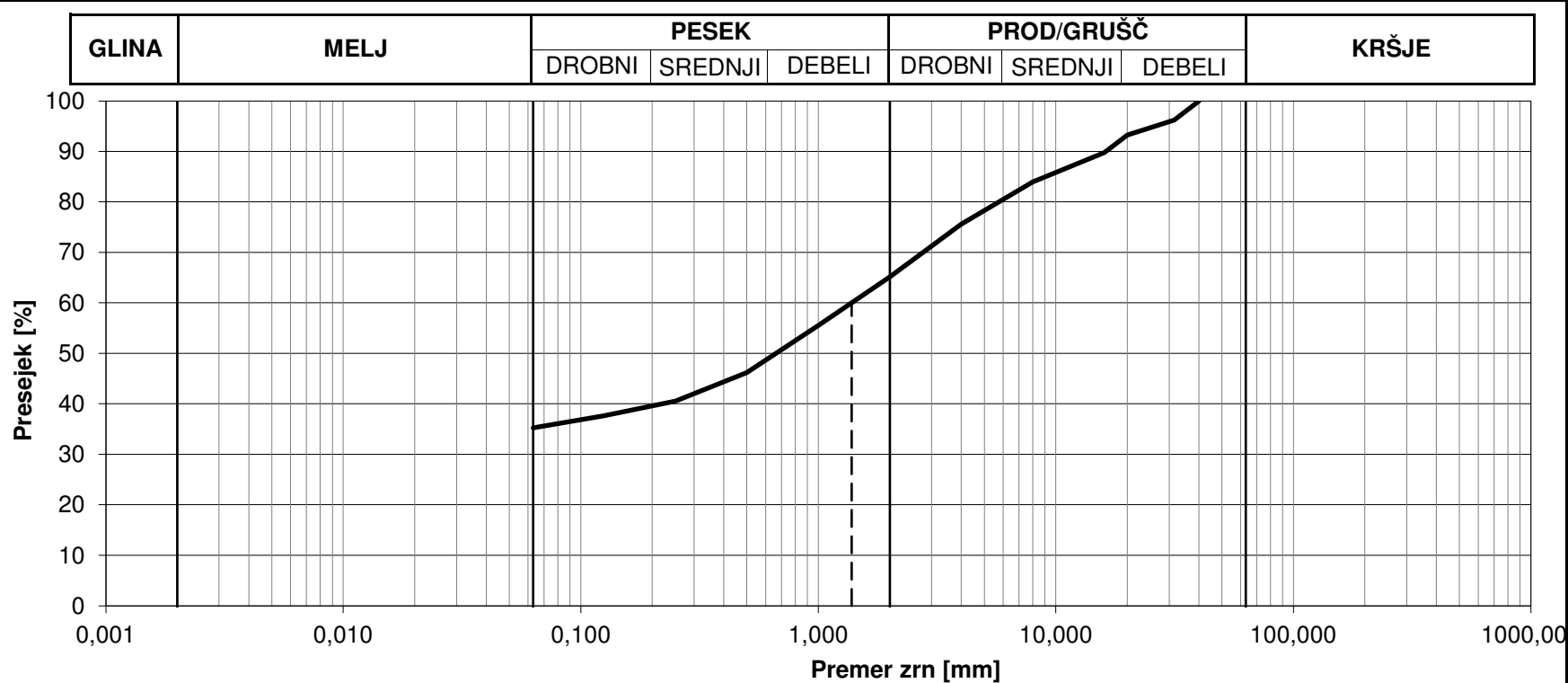
$D_{60} = 13,818$ mm

prod, grušč > 2.0 mm = 77,45%

ZRNAVOSTNA SESTAVA

SIST EN ISO 17892-4:2016

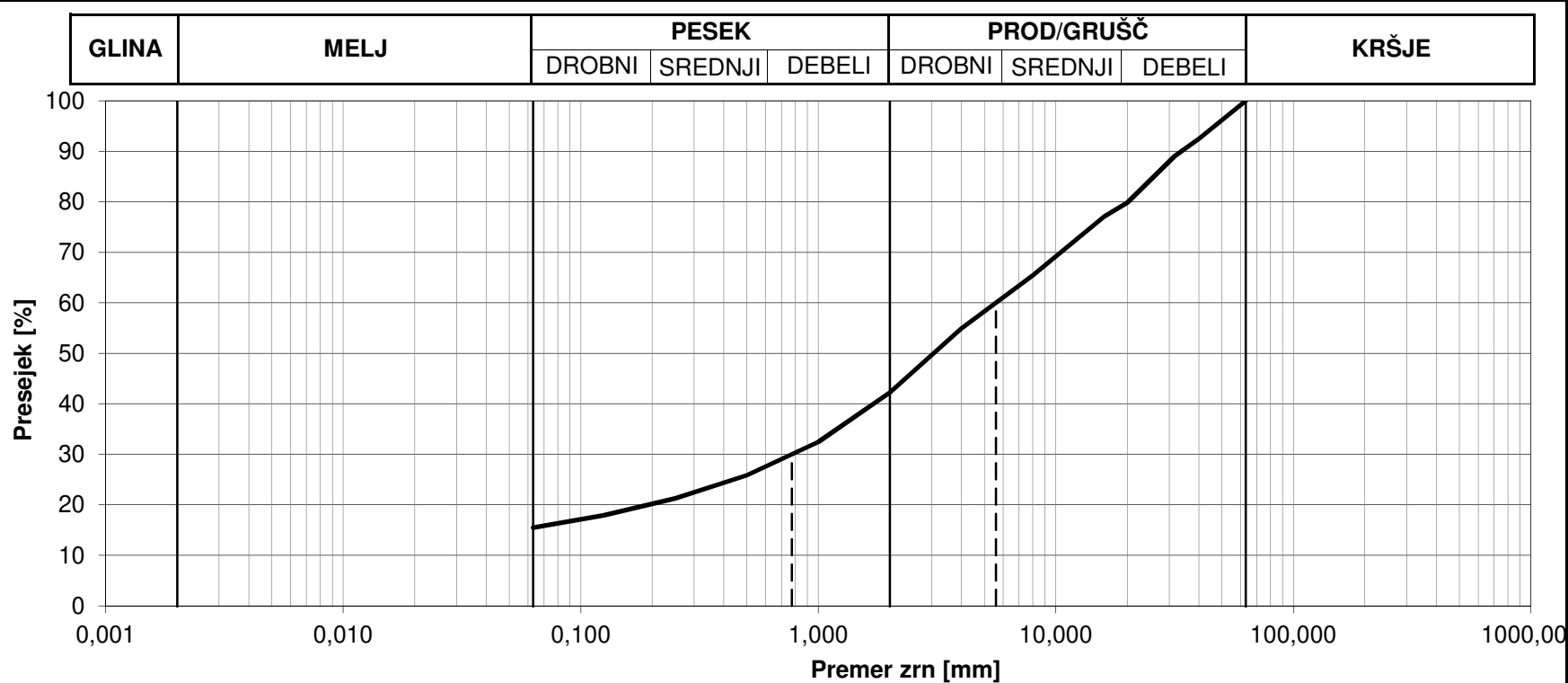
LOKACIJA:	NZC	VRTINA:	V-1
DATUM DOSTAVE:	16.05.2025	GLOBINA:	8,7-9,0 m
ZAČETEK RAZISKAVE:	28.05.2025	OZNAKA VZORCA:	L25_30_2
KONEC RAZISKAVE:	3.06.2025	OPIS ZEMLJINE:	GC,zaglinjen grušč s peskom



D₁₀= # mm melj, glina < 0.063 mm = 35,27%
D₃₀= # mm 0.063mm < pesek > 2.0 mm = 29,89%
D₆₀= 1,380 mm prod, grušč > 2.0 mm = 34,84%

C_u= #
C_c= #

LOKACIJA:	NZC	VRTINA:	V-2P
DATUM DOSTAVE:	21.05.2025	GLOBINA:	2,5-3,0 m
ZAČETEK RAZISKAVE:	5.06.2025	OZNAKA VZORCA:	L35_30_3
KONEC RAZISKAVE:	12.06.2025	OPIS ZEMLJINE:	GC-GM, meljasto, glinast prod s peskom



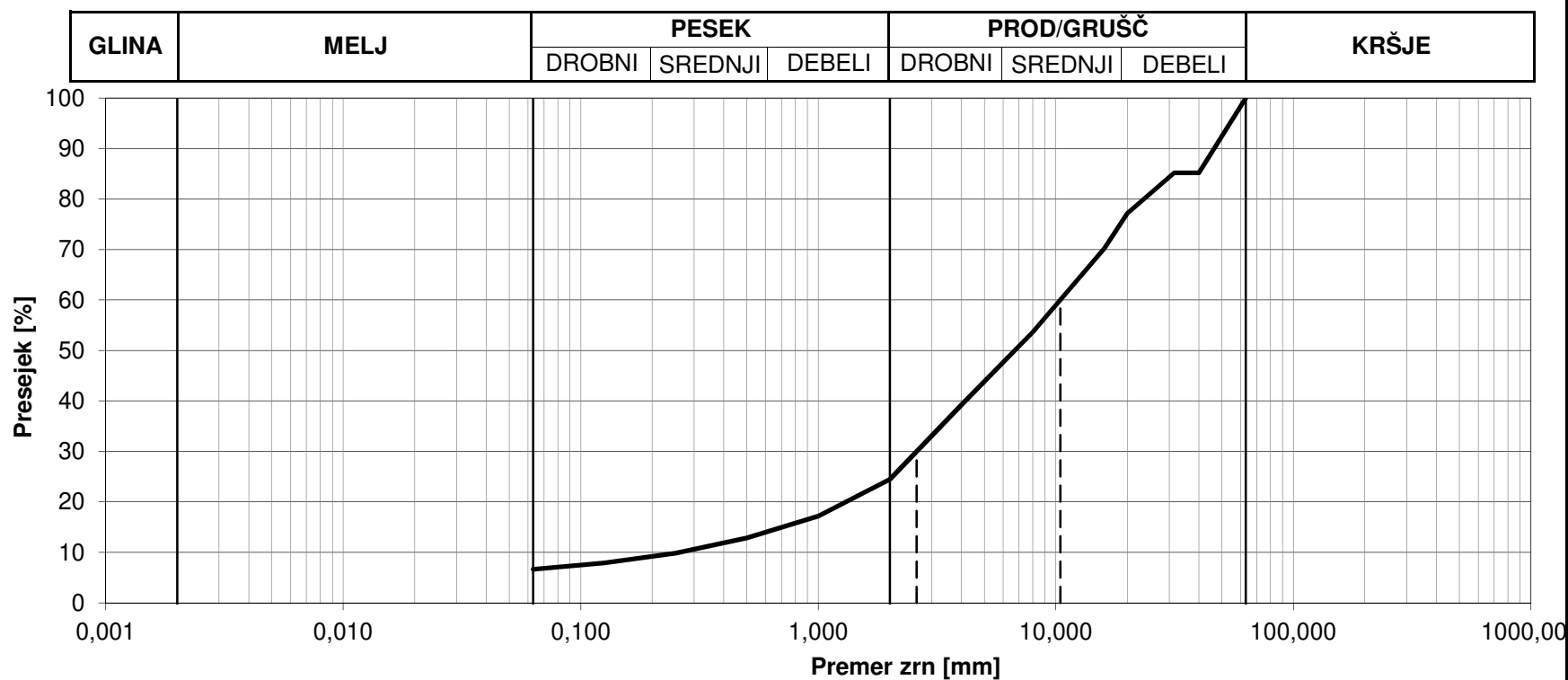
D₁₀= # mm melj, glina < 0.063 mm = 15,44%
D₃₀= 0,773 mm 0.063mm < pesek > 2.0 mm = 26,79%
D₆₀= 5,602 mm prod, grušč > 2.0 mm = 57,77%

C_u= #
C_c= #

ZRNAVOSTNA SESTAVA

SIST EN ISO 17892-4:2016

LOKACIJA:	NZC	VRTINA:	V-3p
DATUM DOSTAVE:	23.05.2025	GLOBINA:	3,5-4,0 m
ZAČETEK RAZISKAVE:	2.06.2025	OZNAKA VZORCA:	L25_30_6
KONEC RAZISKAVE:	9.06.2025	OPIS ZEMLJINE:	GW-GM,dobro graduiran prod z meljem in peskom


 $D_{10} = 0,260$ mm

melj, glina < 0.063 mm = 6,67%

 $C_u = 40,10$
 $D_{30} = 2,596$ mm

0.063mm < pesek > 2.0 mm = 17,81%

 $C_c = 2,48$
 $D_{60} = 10,440$ mm

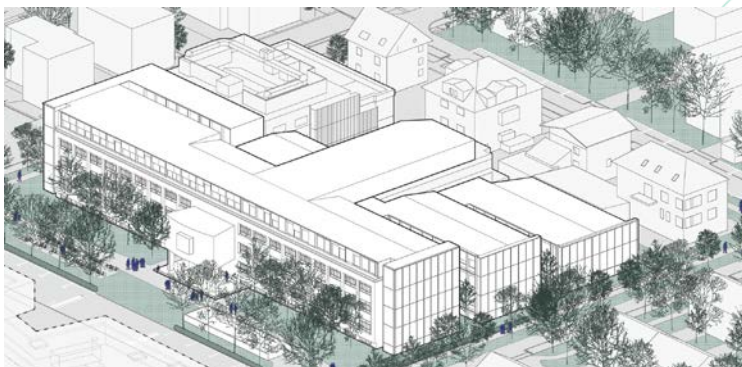
prod, grušč > 2.0 mm = 75,52%



PRILOGA E

HIDROGEOLOŠKO POROČILO

Projekt	GEOLOŠKO-GEOTEHNIČNO POROČILO
Objekt	NZCIR Ljubljana
Št. poročila	3030922



**IRGO Consulting
d.o.o.**

Slovenčeva 93
SI-1000 Ljubljana

T: +386 1 560 36 00
info@irgo.si
www.irgo.si

Hidrogeološko poročilo o izvedenih delih za objekt NZC

INVESTITOR

MINISTRSTVO ZA OBRAMBO

Vojkova cesta 59
SI-1000 Ljubljana

NAROČNIK

LUZ, d.d.

Verovškova 64
SI-1000 Ljubljana

IZVAJALEC



IRGO Consulting d.o.o.
Slovenčeva 93
SI-1000 Ljubljana

PROJEKT

NZCIR LJUBLJANA

ŠTEVILKA POROČILA

3031601

KRAJ IN DATUM

Ljubljana, 12. 6. 2025

DIREKTOR

IRGO Consulting d.o.o.
dr. Vladimir Vukadin
u.d.i. geol.


IRGO Consulting
d.o.o.

VODJA HG RAZISKAV

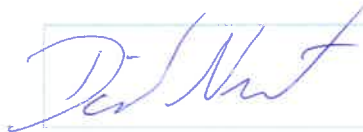
IRGO Consulting d.o.o.
dr. Jože Ratej
u.d.i. geol.



Sodelavci

OBDELAVA

David Narat,
univ. dipl. inž. geol.



Sašo Lavrič,
mag. inž. geol.

Jaka Narat,
Tehnik

Tadej Vouk,
Tehnik

VRTALNA DELA

ROVS D.O.O.
Dimičeva ulica 16
SI—2000 Maribor



Kazalo

1. Uvod	4
2. Splošne hidrogeološke razmere	5
2.1. Hidrogeološke razmere na obravnavanem območju	6
3. Lokacije piezometrov	7
4. Izvedba piezometrov	8
5. Aktivacija in ureditev ustij piezometrov.....	9
5.1. Vgradnja merilne opreme in meritve nivoja podzemne vode	11
6. Rezultati monitoringa podzemne vode	12
7. Hidrogeološke raziskave	12
7.1. Rezultati hidravličnih poizkusov.....	12
8. Zaščita podzemne vode	13
9. Pogoji gradnje.....	14
9.1. Odvodnja padavinske vode	14
9.2. Delovanje vzgona in vodotesnost kletnih prostorov	14
9.3. Črpanje vode in posedki okoliških stavb	14
10. Izraba podzemne vode za ogrevanje/hlajenje.....	14
11. Zaključek.....	15

Slike

Slika 1: Širše obravnavano območje, rdeča pika označuje predvideno območje gradnje.	4
Slika 2: Hidrogeološka karta širšega obravnavanega območja, rdeč krog predstavlja območje predvidene gradnje (vir: Interaktivni Atlas okolja, MOP-ARSO).....	5
Slika 3: Lokacije opazovalnih vrtin in geomehanske vrtine.	7
Slika 4: Aktivacija piezometra V-2P.....	9
Slika 5: Iznos materiala pri aktivaciji piezometra V-2P.....	10
Slika 6: aktivacija in iznos bistre vode iz piezometra V-3P.....	10
Slika 7: Lokacija predvidene gradnje (rdeča oznaka) glede na vodovarstveno območje Ljubljanskega barja.	13

Kazalo prilog

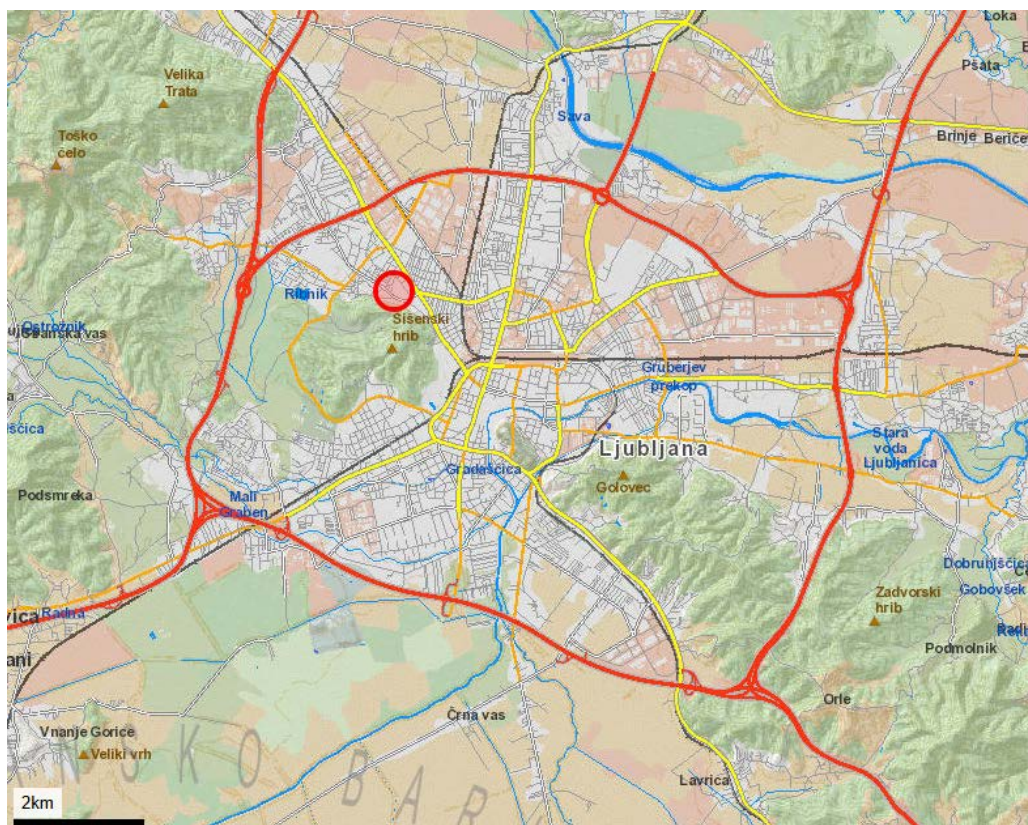
Priloga 1: Geološko geotehnični popis piezometra
Priloga 2: Potek in obdelava hidravličnih poizkusov

1. Uvod

Po naročilu podjetja LUZ d.d. smo pripravili geološko-geotehnično poročilo za potrebe projektiranja in izgradnje objekta »NZCIR Ljubljana«, v Ljubljani.

Obravnavano območje predvidene gradnje objekta se nahaja v naselju Šiška, v mestni občini Ljubljana, na območju parcele št. 654/1, k.o. 1739 – Zgornja Šiška.

Glede na arhitekturno zasnovo je na obravnavani lokaciji ob obstoječi bolnici predvidena izgradnja nove bolnice Petra Držaja, etažnosti 3K+P+4N. Kletna etaža je pravilne tlorisne oblike, velikosti 47,29m x 66,0m. Pritličje ter nadstropja so pravokotne tlorisne oblike, velikosti 24,0m x 66,0m. Nosilna konstrukcija objekta je predvidena kot armirano-betonska (AB), streha pa kot ravna.



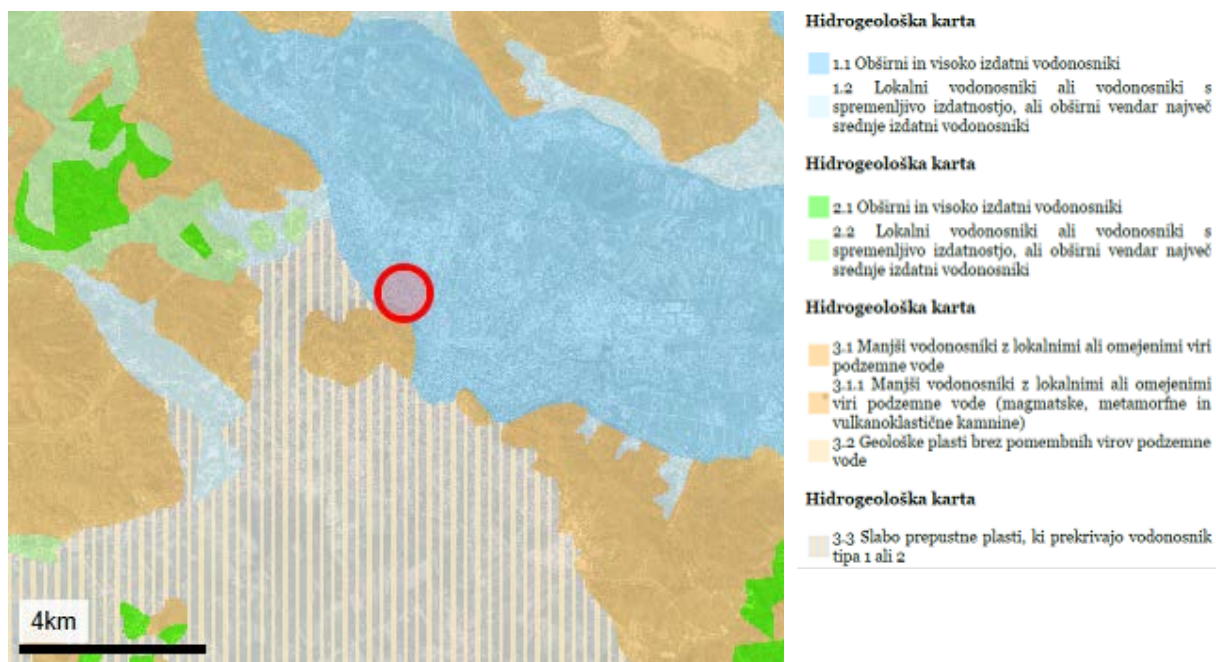
Slika 1: Širše obravnavano območje, rdeča pika označuje predvideno območje gradnje.

Hidrogeološke raziskave smo izvedli z namenom določitve hidrogeoloških razmer nezasičene ter zasičene cone vodonosnika ter določitve maksimalnih piezometričnih višin podzemne vode, na podlagi katerih bo možno podati preliminarne geotehnične pogoje gradnje. Na obravnavanem območju se je izdelalo dva piezometra, v katerih bomo izvajali monitoring podzemne vode še eno leto od vgradnje merilne opreme.

2. Splošne hidrogeološke razmere

Območje obdelave se nahaja na kvartarnih naplavinah, ki zapolnjujejo tektonsko pogojeno Ljubljansko kotlino. Spodnji del kvartarnega zasipa sestavljajo pretežno prodno-peščeni nanosi rek, vrhnji del pa predstavljajo nanosi potočnega materiala iz obronkov (ostanki vršajev) ter peski, meljasti peski, melj in meljaste gline, ki predstavljajo poplavni sediment ali pa celo zasip ostanka meandra reke Save. Jezerski sedimenti (gline) so zastopani na celotnem ožjem raziskovanem območju, vendar proti vzhodu (od Pivovarne Union proti Delu) izginjajo.

Na območju obdelave pa se predkvartarna podlaga nahaja na koti med 291 m n.v in 292 m n.v. (oz. 11,0 in 12 m), globina do podlage narašča z oddaljenostjo od Rožnika.



Slika 2: Hidrogeološka karta širšega obravnavanega območja, rdeč krog predstavlja območje predvidene gradnje (vir: Interaktivni Atlas okolja, MOP-ARSO).

Podatki o vodnem telesu:

- Savska kotlina in Ljubljansko Barje s šifro 1001.
- Površina vodnega telesa (v km²): 774.
- Širina vodnega telesa (v km): 28.
- Dolžina vodnega telesa (v km): 69,6.

Poseg se nahaja v območju vodonosniku Ljubljanskega barja, kot podsistemu omenjenega vodnega telesa s šf. 1001. Na hidrogeološki karti je vodonosnik označen kot obširni in srednje do visoko izdatni medzrnski vodonosnik (tip IAH 1.1).



2.1. Hidrogeološke razmere na obravnavanem območju

Glede na izvedene terenske raziskave lahko hidrogeološko zgradbo tal na območju predvidene gradnje opišemo kot:

- Do globine 2,1 m na območju povoznih površin oz. 1,2 m na območju zatravljenih površin nahaja **utrjen umetni nasip (IG0)**.
- Sledi **plast dobro in slabo graduiranega proda s peskom ter slabo graduiranega proda z meljem in peskom do glinastega proda (IG1)** do globine 7,0 m. Celotna plast je dobro vodoprepustna. Koeficient prepustnosti vodonosnika znaša okoli $2,0 \times 10^{-3}$ m/s.
- Po celotnem območju gradnje se do globine 6,4 m nahaja **plast srednje gostega glinastega proda s peskom, slabo graduiranega proda z glino in peskom, meljastega proda s peskom in glinastega peska s prodom, (IG2)**, ki je srednje prepustna. Vodonosnik se napaja s padavinami in površinskih dotokov s strani Rožnika. Koeficient prepustnosti vodonosnika znaša okoli $1,0 \times 10^{-5}$ m/s. Temperatura vode v vodonosniku je okoli 12,7 °C.
- Na globin cca 11,5 m se pojavi podlaga **permokarbonskega skrilavca (IG3)**, ki predstavlja predkvartarno podlago vodonosnika.

Geološko geotehnične popise piezometričnih vrtin podaja Priloga 1.

3. Lokacije piezometrov

Piezometra z oznakama V-2P in V-3P sta namenjena meritvam piezometričnega nivoja v zasičeni coni aluvialnega vodonosnika. Omenjene plasti IG2 se na obravnavnem območju nahajajo na globinskem odseku od 7,0 m do 11,5 m.



Slika 3: Lokacije opazovalnih vrtin in geomehanske vrtine.

Preglednica 1: Lokacije opazovalnih vrtin na območju bolnice Petra Držaja

IME	Y (D96)	X (D96)	Z TERENA (M.N.V.)	Z USTJA (M.N.V.)
V-1	460340,74	103277,66	303,00	/
V-2P	460836,64	100495,71	303,10	303,02
V-3P	460825,34	100468,41	302,85	302,78

4. Izvedba piezometrov

Vrtanje treh geomehanskih vrtin, od tega se je nadalje dve opremilo kot piezometra, je potekalo od 15. 5. 2025 do 27. 5. 2025 z vrtalno garnituro Fraste ML. Vse tri vrtine so bile izvedene na enak način in sicer je vrtanje potekalo po sistemu vrtanje na suho (udarno rotacijsko) z uporabo enostenskega jedrnika do končne globine.

Za vrtanje se je uporabilo enojne jedrnike, ki so izdelani po Švedskem (Craelius) metričnem standardu, premeri jedrovanja so navedeni v spodnji preglednici.

Preglednica 1 Premeri jedrnika/jedra.

PREMER ENOSTENKEGA JEDRNICA [MM]	PREMER KRONE [MM]	PREMER JEDRA [MM]
143	146	134
128	131	119

Za potrebe vrtanja uvodnih kolon je bil uporabljen jedrnik premera 168 z nadprofilno krono 198 mm.

Jedra so se zlagala in skladiščila v lesenih zabojih za jedro, zaščitenimi pred vremenskimi vplivi. Režim jedrovanja, število vrtljajev in enosna obremenitev so se prilagajali tipu krone, le-ta pa vrsti sedimenta. Preglednica 2 podaja cevitev vrtin.

Preglednica 2: Cevitev izvedenih piezometrov

OD [M]	DO [M]	KONSTRUKCIJA PIEZOMETRA V-2P
0,0	3,0	Cementirano
0,0	3,0	Uvodna kolona
0,0	5,2	Polna cev
5,2	11,2	Filter, reže 2 mm
11,2	12,2	Usedalnik s čepom

OD [M]	DO [M]	KONSTRUKCIJA PIEZOMETRA V-3P
0,0	3,0	Cementirano
0,0	3,0	Uvodna kolona
0,0	4,9	Polna cev
4,9	10,9	Filter, reže 2 mm
10,9	11,9	Usedalnik s čepom



5. Aktivacija in ureditev ustij piezometrov

Aktivacija posameznega piezometra je bila opravljena po končani cevitvi. Oba piezometra smo aktivirali s paralelnim in direktnim air-liftom.

Pri paralelnem ali vzporednem air-liftu smo dovod zraka preko injektorja oz. sapnice speljali direktno v ustje odvodne cevi premera 1½". Sapnico, ki je bila povezana s cevjo premera 1½", smo spustili na različne globine, odvisno od prehodnosti posameznega piezometra, ter dovajali pritisk skozi tanjšo alkateno cev premera ¾". S tem smo očistili oz. posrkali vso drobno frakcijo sedimenta, ki se je nabral na dnu vrtine v usedalniku. Pritisk dovedenega zraka je bil različen. S pomočjo podtlaka smo črpali na različnih piezometrih različne količine podzemne vode. Aktivacije je na posameznemu piezometru trajala približno 4 ure.

Sledil je še direktni air-lift, ki smo ga izvajali skozi alkateno cev premera 1½". Preko zaprtega odvodnega ventila smo dovajali zrak pod pritiskom, ki je povzročil hidravlične sunke in s tem izpiranje drobnega materiala iz slojev. Preko zapore ventila na odvodu smo ustvarjali dvig vode ter po odprtju ventila spust vode v vrtini. Učinki šokiranja vodonosne plasti oz. vsiljene oscilacija gladine podzemne vode in posledičnih hidravličnih sunkov so ekvivalentni batiranju v vrtini. Po nekajkratnem šokiranju z direktnim air-liftom smo ponovili paralelni air-lift ter očistili usedalnik.

Po končani aktivaciji vrtin smo uredili še ustja piezometrov. Ustji obeh piezometrov smo uredili v povoznem jašku (podnivojsko).



Slika 4: Aktivacija piezometra V-2P



Slika 5: Iznos materiala pri aktivaciji piezometra V-2P.



Slika 6: aktivacija in iznos bistre vode iz piezometra V-3P.

Preglednica 5: Meritve globine do podzemne vode in prehodnosti piezometrov pred in po izvedeni aktivaciji.

	GLOBINA DO PODZEMNE VODE PRED AKTIVACIJO (M)	PREHODNOST PRED AKTIVACIJO (M)	GLOBINA DO PODZEMNE VODE PO AKTIVACIJI	PREHODNOST PO AKTIVACIJI (M)
V-2P	6,91	12,00	6,96	12,13
V-3P	6,72	11,67	6,72	11,98

*Vse meritve so podane od kote terena.

5.1. Vgradnja merilne opreme in meritve nivoja podzemne vode

Po izvedenih aktivacijah smo v oba piezometra vgradili opremo za zvezno merjenje nivojev in temperature vode proizvajalca Eltratec. Tlačni sondi sta sestavljeni iz registratorja, ki meri in registrira nivo (tlak) in temperaturo podzemne vode, posebnega kabla z zračno cevko in kevlerjem, ABS ohišja z baterijama ter konektorjem za komunikacijo z registratorjem.

Vgrajeni sondi sta primernih dolžin glede na globino posameznega piezometra, njuno merilno območje znaša 1 bar (10 m). Njuna kapaciteta spomina znaša 46.000 vrednosti za vsak niz podatkov (nivo in temperatura vode). Ob vgradnji sond se je konfiguracijo registratorjev nastavilo tako, da beležita podatke na 1 uro.

Vgradnjo tlačnih sond smo izvedli 6. 6. 2025. Predviden čas monitoringa podzemne vode na obravnavanem območju je eno leto, merilno opremo bomo iz piezometrov predvidoma odstranili 6. 6. 2026.

Ob vgradnji in pobiranju avtomatskih meritev smo v obeh piezometrih z nivometrom izmerili globine do podzemne vode, ki smo jih nadalje preračunali v kote nivojev podzemne vode. Kontrolne ročne meritve uporabljamo za preverbo pravilnega delovanja avtomatskih merilcev tlaka. Vse ročne meritve globin do podzemne vode izvedemo od ustij piezometrov. Rezultate kontrolnih ročnih meritev globine do podzemne vode podaja spodnja preglednica.

Preglednica 3: Kontrolne ročne meritve globine do podzemne vode, merjeno od ustij piezometrov.

PIEZOMETER	6. 6. 2025 [M]
V-2P	6,96
V-3P	6,79

*Vse meritve so podane od kote terena.

6. Rezultati monitoringa podzemne vode

Podatke o dinamiki nihanja nivojev podzemne vode na tem območju še ne moremo podati zaradi zelo kratkega opazovalnega niza. Podzemna voda se je v času raziskav pojavila na koti med 296 in 296,2 m n.v..

7. Hidrogeološke raziskave

V karakteristični enoti IG1 smo izvedli 2 nalivalna testa za potrebe ugotovitve ponikovalne sposobnosti terena, plasti so se izkazale za dobro prepustne. Glede na hidrogeološki popis vrtin karakteristična enota IG2, predstavlja slabše prepustno vodonosno plast na obravnavanem območju. V omenjeni plasti smo naredili 2 črpalna poizkusa v piezometru V-2P in V-3P.

7.1. Rezultati hidravličnih poizkusov

Spodnja preglednica podaja koeficiente prepustnosti po posamezni metodi, ki smo jih izračunali na podlagi izvedenih hidravličnih poizkusov. Iz pridobljenih rezultatov smo ovrednotili srednji koeficient prepustnosti (K_{srednji}) za zasičeno in nezasičeno cono vodonosnika. Litološko sestavo testiranega odseka in merodajno prepustnost podaja spodnja preglednica. Potek in obdelava posameznega nalivalnega poizkusa sta podana v Prilogi 2.

Preglednica 4: Zbirna tabela izvedenih hidravličnih poizkusov

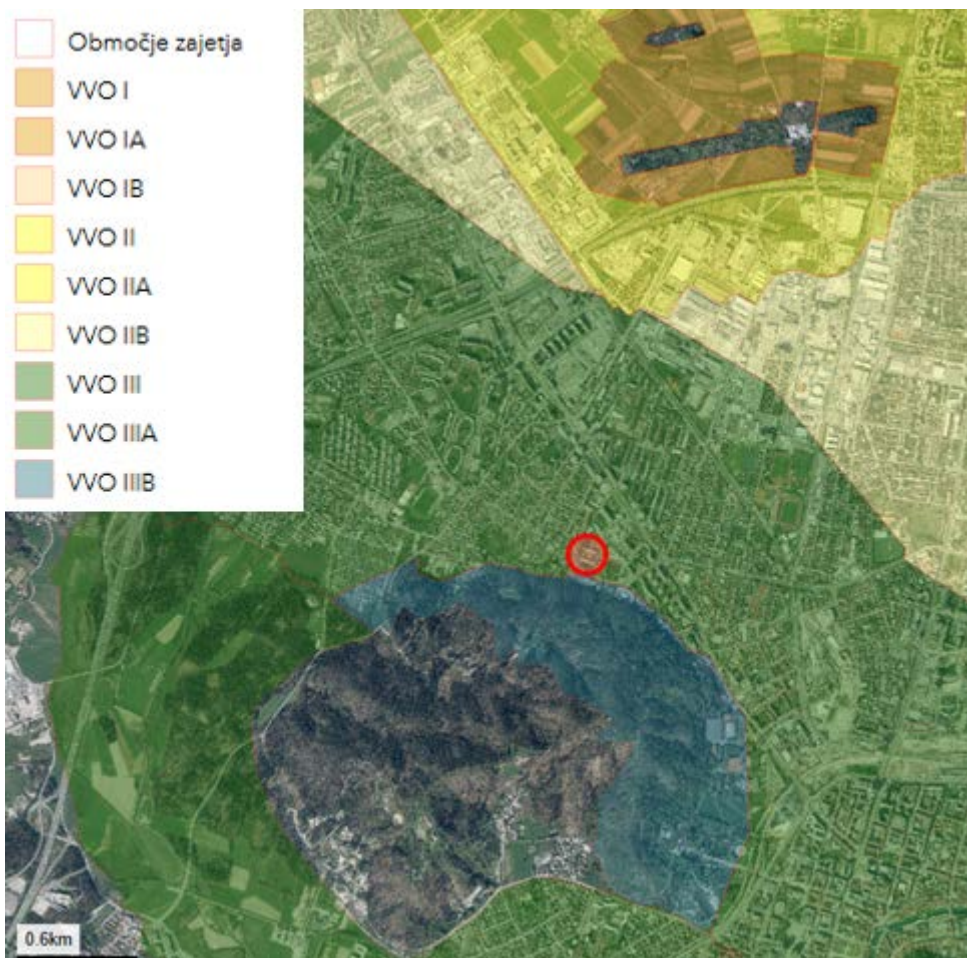
VRTINA/TESTIRAN ODSEK	POIZKUS	K_{JACOB} [m/s]	K_{THEIS} [m/s]	K_{SREDNJU} [m/s]	PREVLADUJOČA LITOLOGIJA
V-1 (4,0-6,6m)	nalivalni	5,5E-03	1,9E-03	3,2E-03	slabo do dobro graduiran prod z meljem in peskom
V-3P (5,4-8,0m)	nalivalni	3,3E-03	7,8E-04	1,6E-03	slabo graduiran prod z meljem in peskom
V-2P (7,0-10,8m)	črpalni	1,4E-05	1,1E-05	1,2E-05	glinast prod s peskom, podrejeno prodnata pusta glina
V-3P (6,8-10,9m)	črpalni	3,0E-05	2,6E-05	2,8E-05	slabo graduiran prod z meljem in peskom, podrejeno mastna glina s prodom

Na podlagi opravljenih hidrogeoloških raziskav v različnih intervalih za potrebe ponikanja meteornih voda je bila ugotovljena dobra prepustnost in znašala od **$1,6 \times 10^{-3}$ m/s** do **$3,2 \times 10^{-3}$ m/s**.

Glede na opravljena črpalna poizkusa ugotavljamo, srednjo vodoprepustnost zasičene cone vodonosnika v IG2, ta znaša od **$1,2 \times 10^{-5}$ m/s** do **$2,8 \times 10^{-5}$ m/s**. Majhen del zasičenega vodonosnika, ki se pojavlja višje, od globine 7,0 m (cca 0,2 m), je v karakteristični plasti IG1 za katerega ocenjujemo, da prepustnost znaša **$1,0 \times 10^{-4}$ m/s**.

8. Zaščita podzemne vode

Predvideno območje gradnje se nahaja na širšem vodovarstvenem območju z oznako VVO III A, kar pomeni podobmočje z milejšim vodovarstvenim režimom. Pogoje posega na tem območju ureja *Uredba o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnikov Ljubljanskega barja in okolice Ljubljane* (Uradni list RS, št. 115/07, 9/08 – popr., 65/12 in 93/13), kjer prepovedi, omejitve in podrobnejše pogoje za gradnjo določa Priloga 3 omenjene Uredbe.



Slika 7: Lokacija predvidene gradnje (rdeča oznaka) glede na vodovarstveno območje Ljubljanskega barja.

Glede na omejitve Uredbe je treba objekte na širšem vodovarstvenem območju Ljubljanskega polja graditi nad srednjo gladino podzemne vode, velja tako za enostanovanjske kot večstanovanjske stavbe. Če se transmisivnost vodonosnika na mestu gradnje ne zmanjša za več kakor 10%, je gradnja izjemoma dovoljena tudi globlje, ob pogoju, da se izvede analiza tveganja za količinsko in kakovostno stanje podzemne vode. Če je med gradnjo ali obratovanjem treba drenirati ali črpati podzemno vodo, je za to treba pridobiti vodno soglasje.

Srednja gladina ali nivo podzemne vode je srednja vrednost v nizu meritev med najvišjo in najnižjo izmerjeno gladino ali nivojem podzemne vode. Kot niz meritev gladine podzemne vode se upoštevajo podatki monitoringa podzemne vode na vodovarstvenem območju, ki ga vodi Agencija RS za okolje ali podatki meritev gladine podzemne vode, ki jih izvaja upravljavec vodnega vira na podlagi zahtev, predpisanih v vodnem dovoljenju za izvajanje monitoringa podzemne vode, ali podatki meritev s samodejnimi merilci nivojev podzemne vode ali najmanj dvakrat mesečnih ročnih meritev gladine podzemne vode na vodovarstvenem območju, v

obdobju najmanj dveh hidroloških ciklusov (dve leti opazovanj), ki jih na območju predvidenega posega izvaja investitor.

Uredba omejuje tudi globino izkopa na VVO III nad srednjo gladino podzemne vode, razen če je izpolnjen pogoj o transmisivnosti iz prejšnjega odstavka.

Glede na predvideno globino izkopa, ki znaša približno 286,2 m n. v., ter izmerjen nivo podzemne vode na koti 296,2 m n. v., se bo transmisivnost vodonosnika z ocenjeno debelino 4,6 m zmanjšala za 100 %. Zato bo potrebno izvesti analizo tveganja za vpliv gradnje na transmisivnost vodonosnika z vključitvijo tudi ostalih že zgrajenih objektov v okolici obravnavanega območja.

9. Pogoji gradnje

9.1. Odvodnja padavinske vode

Najvišje izmerjena globina do podzemne vode se na območju gradnje na podlagi dosedanjih preiskav nahaja na cca 6,8 m. Karakteristična enota IG1, ki se večinsko nahaja v nezasičeni coni, je dobro prepustna, zato je ponikanje padavinske vode v tla izvedljivo. Vodo s predvidenih parkirnih površin je potrebno pred izvedbo ponikanja ustrezno kanalizirati preko peskolovov in lovilcev olj.

9.2. Delovanje vzgona in vodotesnost kletnih prostorov

Pri izračunu vzgona se naj upošteva trenutni nivo vode, ki je na koti 296,1 m n.v. + 1 m, torej 297,1 m nv. Bolj zanesljive podatke bomo pridobili z nadaljnjim monitoringom.

Kletni deli objektov morajo biti izvedeni v vodotesni izvedbi (npr. sistem bele kadi).

9.3. Črpanje vode in posedki okoliških stavb

Za potrebe izkopa je potrebno predvideti črpanje vode iz gradbene jame, katere bo predvidoma zaradi relativno tanke vodonosne plasti in srednje prepustnosti mogoče (v odvisnosti od sočasnih ukrepov tesnitev) izčrpavati s pomočjo muljnih potopnih črpalk (red velikosti dotoka 5 – 20 l/s).

Razbremenjevanje hidravličnega tlaka ob izkopu lahko povzroči padec hidrostatskih tlakov tudi pod sosednjimi objekti, zato je potrebno preveriti nevarnost za posedke okoliških objektov.

10. Izraba podzemne vode za potrebe plitve geotermalne energije

Vodonosnik, ki se na obravnavanem območju začne na okoli 6,8 m globine, ni primerne debeline in zadostne izdatnosti za izrabo plitve geotermije sistema voda-voda. Potencialno je mogoča izraba preko sistema zamlja-voda (geosonde), v kolikor je to smiselno glede na celovito shemo oskrbe objektov z energijo.



11. Zaključek

Lokacija predvidene gradnje se nahaja ob vznožju Rožnika, med Vodnikovo in Celovško cesto. Na obravnavanem območju so bile izvedene tri geomehanske strukturne vrtine, od katerih sta bili dve opremljeni kot piezometra. V vrtini V-1 ter V-3P sta bila izvedena nalivalna testa za ugotovitev prepustnosti nezasičene cone vodonosnika za potrebe ponikanja. Na podlagi opravljenih hidrogeoloških raziskav na različnih intervalih za potrebe ponikanja meteornih voda je bila izmerjena prepustnost dobra in je znašala od **$1,6 \times 10^{-3}$ m/s** do **$3,2 \times 10^{-3}$ m/s**.

Piezometra z oznako V-2P in V-3P sta namenjena meritvam nivojev vode v inženirski enoti IG2, ki jo predstavljajo glinasti prod s peskom, slabo graduiran prod z glino in peskom, meljast prod s peskom in glinast pesek ter podrejeno v inženirski enoti IG1, ki jo predstavlja plast dobro do slabo graduiranega proda s peskom ter slabo graduiranega proda z meljem in peskom do glinastega proda. Gre za zgornji vodonosnik Ljubljanskega polja, ki je zakonsko zaščiten z *Uredbo o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja (Uradni list RS, št. 43/15, 181/21, 60/22 in 35/23 – odl. US)*.

Na podlagi dosedanjih hidrogeoloških raziskav je razvidno, da se nivo (piezometer V-2p) nahaja do 6,96 m pod koto terena (ca 296,15 m n.v.). Predkvartarna podlaga permokarbonskega skrilavca in pečenjaka se nahaja med koto 291,5 in 292,0 m n.v.. Debelina vodonosnika znaša med 4,1 in 4,6 m. Glede na izvedena črpalna poizkusa ugotavljamo, da je vodoprepustnost zasičene cone vodonosnika v IG2 srednja in znaša od **$1,2 \times 10^{-5}$ m/s** do **$2,8 \times 10^{-5}$ m/s**. Za manjši del zasičenega dela vodonosnika, ki se pojavlja višje od globine 7,0 m (cca 0,2 m), v karakteristični plasti IG1, ocenjujemo da prepustnost plasti znaša **$1,0 \times 10^{-4}$ m/s**.

Predviden objekt se bo izvedel skozi celotno plast kvartarnega vodonosnika, zato bo potrebno skladno s prilogo 3 *Uredbe* z analizo tveganja obravnavati vpliv novega objekta Stavba C, vključno z že obstoječimi okoliškimi objekti na zmanjšanje transmisivnosti vodonosnika.

Podzemni del objekta bo potrebno v celoti izvesti v vodo neprepustni izvedbi (»bela kad«, ustrezna hidroizolacija...). Zagotoviti je treba ustrezno vodotesnost gradbene jame ter načrtovati črpanje in odvajanje dotekajoče podzemne ter zastajajoče padavinske vode iz gradbene jame.

Pri morebitnem črpanju podzemne vode iz vodonosnika v fazi izkopa gradbene jame je potrebno zagotavljati, da na območju sosednjih objektov ne pride do padca pornih tlakov in negativnih vplivov. Skladno z eventualnimi smernicami DRSV bo morda za črpanje potrebno pridobiti vodno soglasje ter soglasje upravljavca kanalizacije za odvod črpane vode.



Priloga 1:

Geološko geotehnični popisi vrtin

Projekt: Bolnica Petra Držaja

Investitor: MINISTRSTVO ZA OBRAMBO

Naročnik: LUZ d.d.

Izvajalec vrtanja: ROVS d.o.o., k60=1.1

Območje: Vodnikova cesta 62

Datum: 15.05.2025-19.05.2025

Objekt: Novogradnja

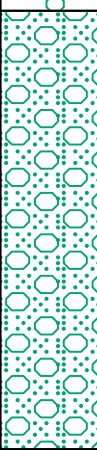
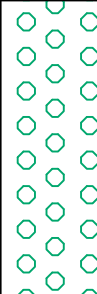
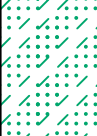
Globina: 20 m

D96 Y: 460340,74

D96 X: 103277,66

Z: 303 m n.v.

Z ustja: /

m n. v. m	Geološko-geotehnični opis	Šrafura	USCS	IG enota	R. P. (kPa) K.S. (kPa)	SPT N/(N ₁) ₆₀ ali P [cm/60ud]	Vzorec	Presiometer	Rezultati/ Opombe	Piezometer/ HG meritve
303,0 0,0	(0,0-2,1m) UMETNI NASIP: Svetlo rjav do rjav slabo graduiran prod z glino in peskom [Prod (70%; Dmax/Dpovp = 4/1 cm), Pesek (20%), Melj, Glina (10%)] - V sloju se pojavljata prod in grušč s kosi opeke. Vlažno.		GP-GC	IG0						
302,5 0,5										
302,0 1,0	(2,1-5,0m) Siv dobro graduiran prod s peskom [Prod (80%; Dmax/Dpovp = 5/0.5 cm), Pesek (16%), Melj, Glina (4%)] - Suho.		GW	IG1		43 ud/ 40 ud			EM=84,1MPa, pl=5,73MPa	
301,5 1,5										
301,0 2,0	(5,0-7,0m) Siv slabo graduiran prod z meljem in peskom [Prod (75%; Dmax = 4 cm), Pesek (20%), Melj, Glina (5%)] - V sloju je zabeležena voda na globini 7.2m.		GP-GM			26 cm				
300,5 2,5										
300,0 3,0	(7,0-8,2m) Rjava mastna glina s prodrom [Prod (15%; Dmax = 1 cm), Pesek (5%), Melj, Glina (80%)] - V sloju se pojavljata prod in grušč. V sloju je zabeležena voda.		CH		300-325	4 ud/ 3 ud			EM=0,2MPa, pl=0,02MPa	
299,5 3,5										
299,0 4,0	(8,2-9,0m) Siv glinast prod s peskom [Prod (40%; Dmax = 3 cm), Pesek (20%), Melj, Glina (40%)] - Vlažno.		GC							
298,5 4,5										
298,0 5,0	(9,0-10,0m) Siv glinast pesek s prodrom [Prod (20%), Pesek (40%), Melj, Glina (40%)] - Do globine 9,2m je večja vsebnost prodra. Mokro		SC	IG2		14 ud/ 11 ud				
297,5 5,5										
297,0 6,0	(10,0-11,1m) Siv slabo graduiran prod z glino in peskom									
296,5 6,5										
296,0 7,0										
295,5 7,5										
295,0 8,0										
294,5 8,5										
294,0 9,0										
293,5 9,5										
293,0 10,0										

m n. v. m	Geološko-geotehnični opis	Šrafura	USCS	IG enota	R. P. (kPa) K.S. (kPa)	SPT N/(N ₁ /60 ali P [cm/60ud]	Vzorec	Presiometer	Rezultati/ Opombe	Piezometer/ HG meritve
292,5 10,5	[Prod (70%), Pesek (20%), Melj, Glina (10%)] - Glina je sprana. Mokro.		GP-GC							
292,0 11,0	(11,1-11,5m) Siv glinast prod s peskom [Prod (50%), Pesek (20%), Melj, Glina (30%)] - Se drobi, trdo. Vlažno.		GC							
291,5 11,5	(11,5-11,8m) Rjava preperela podlaga - permokarbonski peščen glinavec.					17 cm				
291,0 12,0	(11,8-20,0m) Siva preperela podlaga - permokarbonski peščen glinavec.									
290,5 12,5										
290,0 13,0										
289,5 13,5										
289,0 14,0										
288,5 14,5										
288,0 15,0						25 cm			EM=35,2MPa, pl=3,6MPa	
287,5 15,5										
287,0 16,0										
286,5 16,5										
286,0 17,0										
285,5 17,5										
285,0 18,0						26 cm				
284,5 18,5										
284,0 19,0										
283,5 19,5										
283,0 20,0										

Projekt: Bolnica Petra Držaja

Investitor: MINISTRSTVO ZA OBRAMBO

Naročnik: LUZ d.d.

Izvajalec vrtanja: ROVS d.o.o., k60=1,1

Območje: Vodnikova cesta 62

Datum: 19.05.2025-22.05.2025

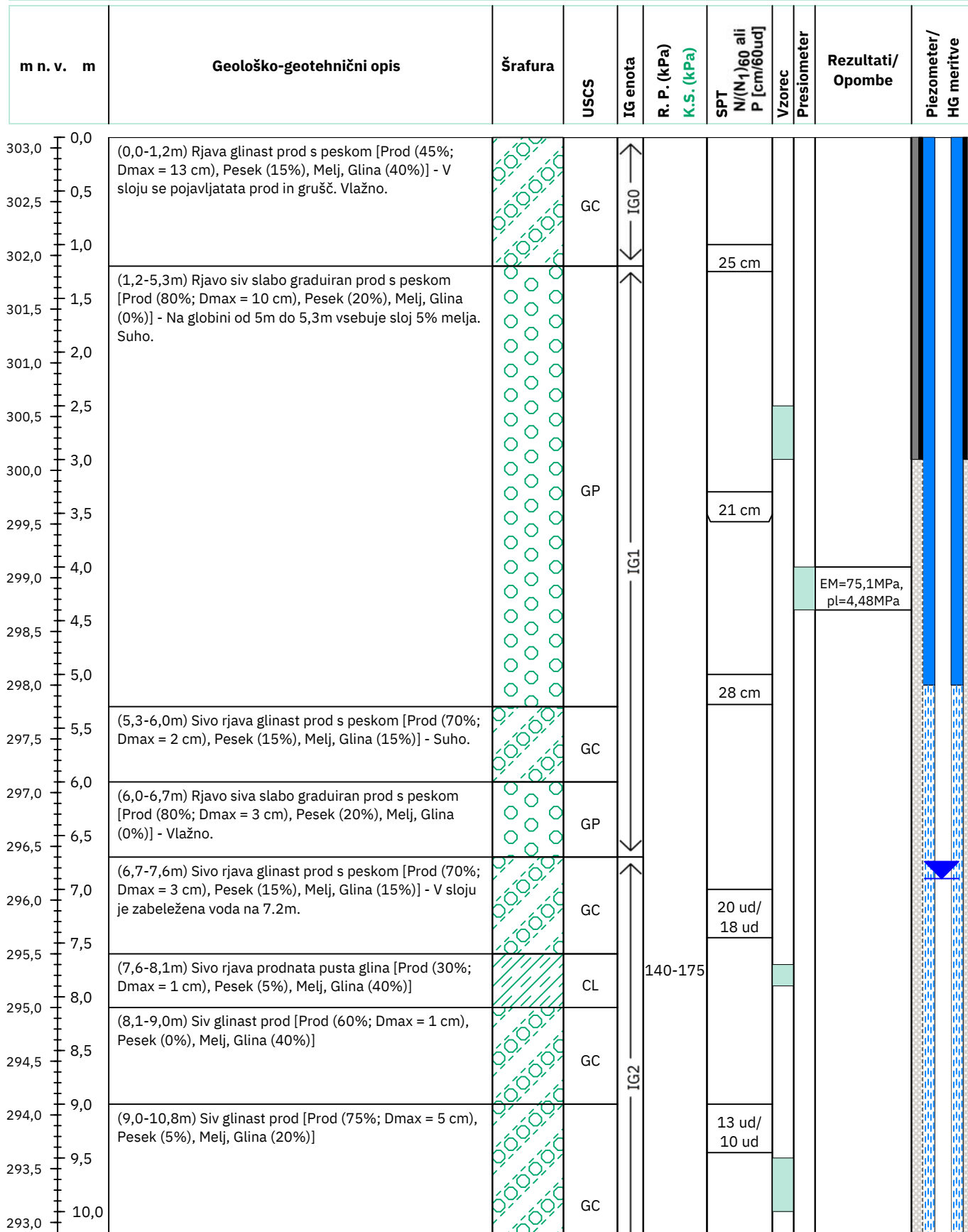
Objekt: Novogradnja

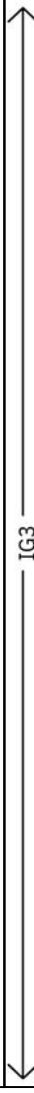
Globina: 18 m

D96 Y: 460322,35

D96 X: 103303,92

Z: 303,1 m n.v.

Z ustja: 303,02 m n.v.


m n. v. m	Geološko-geotehnični opis	Šrafura	USCS	IG enota	R. P. (kPa) K.S. (kPa)	SPT N/(N ₁ /60 ali P [cm/60ud]	Vzorec	Presiometer	Rezultati/ Opombe	Piezometer/ HG meritve	
292,5	10,5										
292,0	11,0										
291,5	11,5					60 ud/ 42 ud			EM=25,2MPa, pl=2,81MPa		
291,0	12,0										
290,5	12,5										
290,0	13,0					17 cm					
289,5	13,5										
289,0	14,0										
288,5	14,5					15 cm					
288,0	15,0								EM=64MPa, pl=4,85MPa		
287,5	15,5										
287,0	16,0										
286,5	16,5										
286,0	17,0										
285,5	17,5										
285,0	18,0					17 cm					

Projekt: Bolnica Petra Držaja

Investitor: **MINISTRSTVO ZA OBRAMBO**

Naročnik: LUZ d.d.

Izvajalec vrtanja: ROVS d.o.o., k60=1,1

Območje: Vodnikova cesta 62

Datum: 22.05.2025-27.05.2025

Objekt: Novogradnja

Globina: 18 m

D96 Y: 460374,92

D96 X: 103287,09

Z: 302,85 m n.v.

Z ustja: 302,78 m n.v.

m n. v. m	Geološko-geotehnični opis	Šrafura	USCS	IG enota	R. P. (kPa) K.S. (kPa)	SPT N/(N ₁ /60 ali P [cm/60ud]	Vzorec	Presiometer	Rezultati/ Opombe	Piezometer/ HG meritve
0,0	(0,0-0,4m) UMETNI NASIP: Rjavo siv dobro građuiran grušč s peskom [Grušč (85%; Dmax/Dpovp = 4/1 cm), Pesek (15%), Melj, Glina (0%)] - Kamniti drobljenec. Suho.		GW	IG0	125-150					
0,5			CL							
1,0	(0,4-1,0m) UMETNI NASIP: Rjava prođnata pusta glina [Prod (40%; Dmax = 2 cm), Pesek (10%), Melj, Glina (50%)] - V sloju se pojavljajo kosi opeke. Vlažno.		GP	IG1		59 ud/ 91 ud				
1,5										
2,0	(1,0-6,8m) Siv slabo građuiran prod s peskom [Prod (80%; Dmax = 15 cm), Pesek (20%), Melj, Glina (0%)] - Suho.									
2,5										
3,0										
3,5										
4,0						22 cm				
4,5										
5,0										
5,5										
6,0										
6,5										
7,0	(6,8-7,5m) Rjavo siv slabo građuiran prod z meljem in peskom [Prod (70%; Dmax = 3 cm), Pesek (20%), Melj, Glina (10%)] - Suho. Od globine 6.8m se pojavlja voda.		GP-GM	IG2	46 ud/ 36 ud					
7,5	(7,5-8,2m) Rjavo siva mastna glina s prodom [Prod (20%; Dmax = 1 cm), Pesek (5%), Melj, Glina (75%)] - Na globini od 8m do 8,2m je vsebnost proda 40%, peska 10% in fgkine 50%. Vlažno.									
8,0			CH							
8,5	(8,2-9,0m) Sivo rjav meljast prod s peskom [Prod (80%; Dmax = 4 cm), Pesek (15%), Melj, Glina (40%)] - Vlažno.									
9,0	(9,0-11,3m) Rjavo siv glinast prod [Prod (70%; Dmax = 3 cm), Pesek (5%), Melj, Glina (25%)] - Mokro.		GM		25 ud/ 18 ud					
9,5										
10,0										

m n. v. m	Geološko-geotehnični opis	Šrafura	USCS	IG enota	R. P. (kPa) K.S. (kPa)	SPT N/(N ₁ /60 ali P [cm/60ud]	Vzorec	Presiometer	Rezultati/ Opombe	Piezometer/ HG meritve
292,5 10,5									EM=8,3MPa, pl=1,09MPa	
292,0 11,0										
291,5 11,5	(11,3-18,0m) Temno siva preperela podlaga - permokarbonski peščen glinavec. Vlažno.					12 cm				
291,0 12,0										
290,5 12,5										
290,0 13,0										
289,5 13,5						16 cm				
289,0 14,0										
288,5 14,5										
288,0 15,0				IG3		18 cm				
287,5 15,5									EM=45,5MPa, pl=2,26MPa	
287,0 16,0										
286,5 16,5										
286,0 17,0										
285,5 17,5										
285,0 18,0						15 cm				

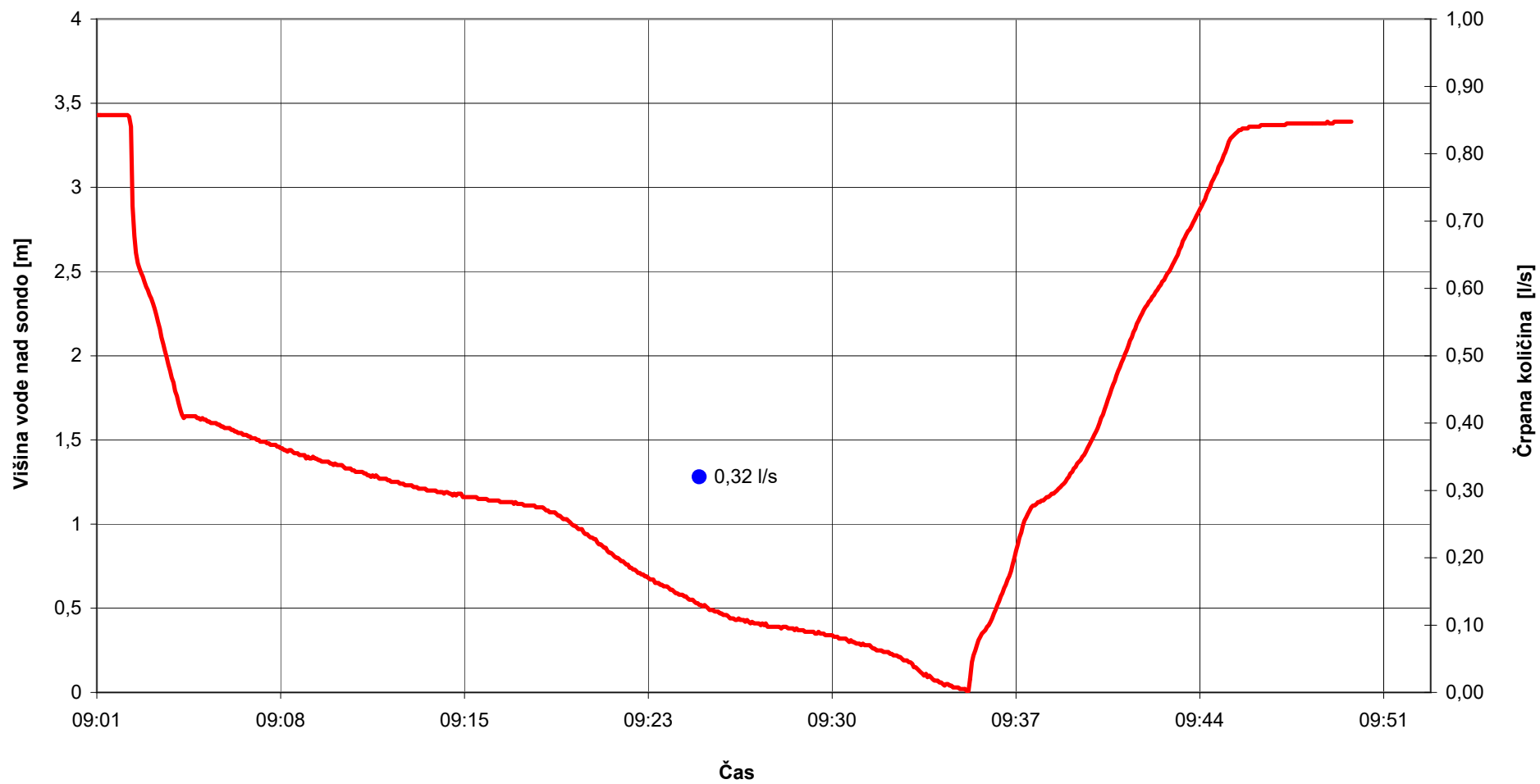


Priloga 2:

Potek in obdelava hidravličnih poizkusov



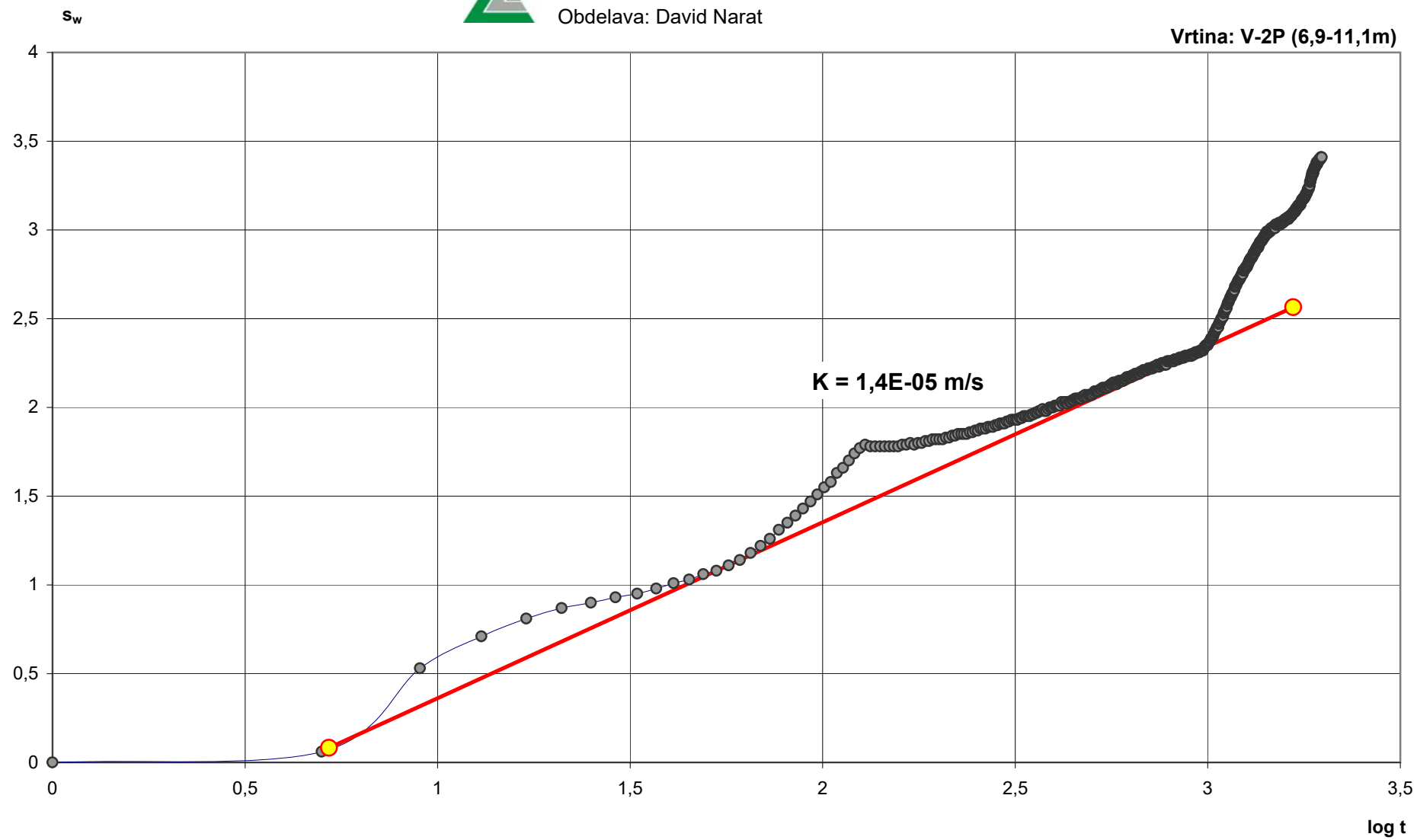
POTEK HIDRAVLIČNEGA POIZKUSA NA VRTINI V-2P (6,9-11,1m)





JACOBOV DIAGRAM

Obdelava: David Narat

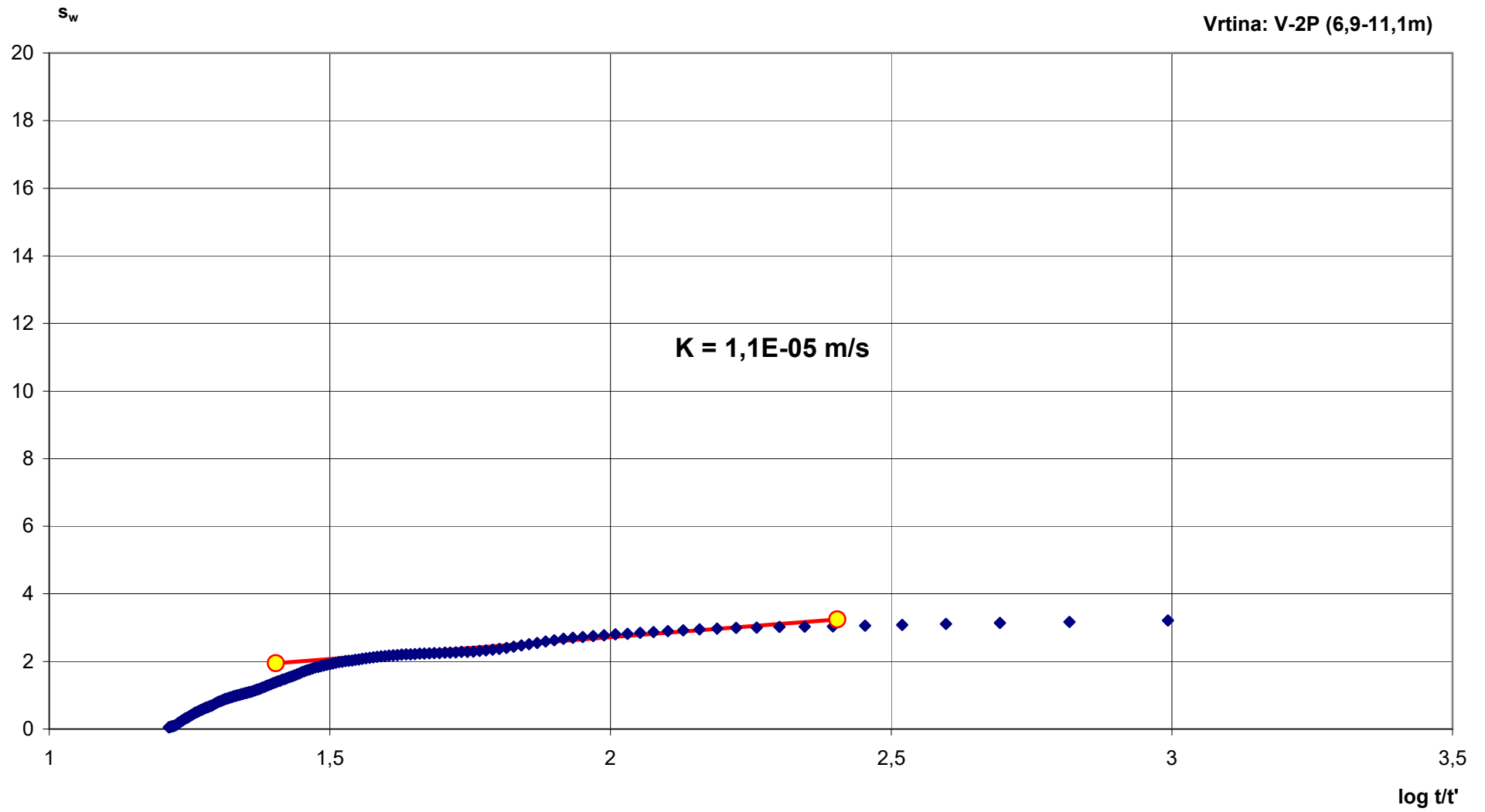




THEISOV DIAGRAM

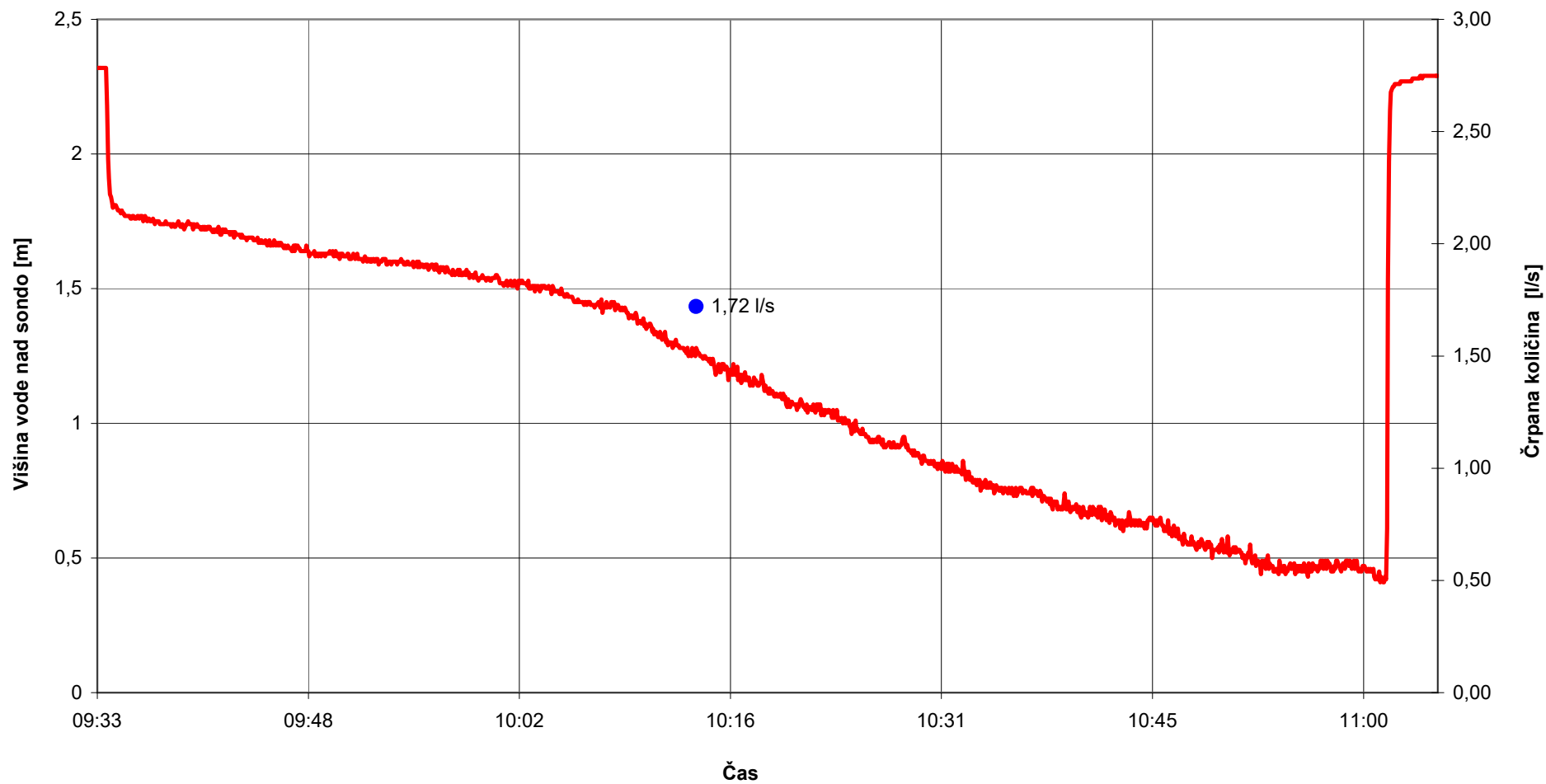
Obdelava: David Narat

Vrtina: V-2P (6,9-11,1m)





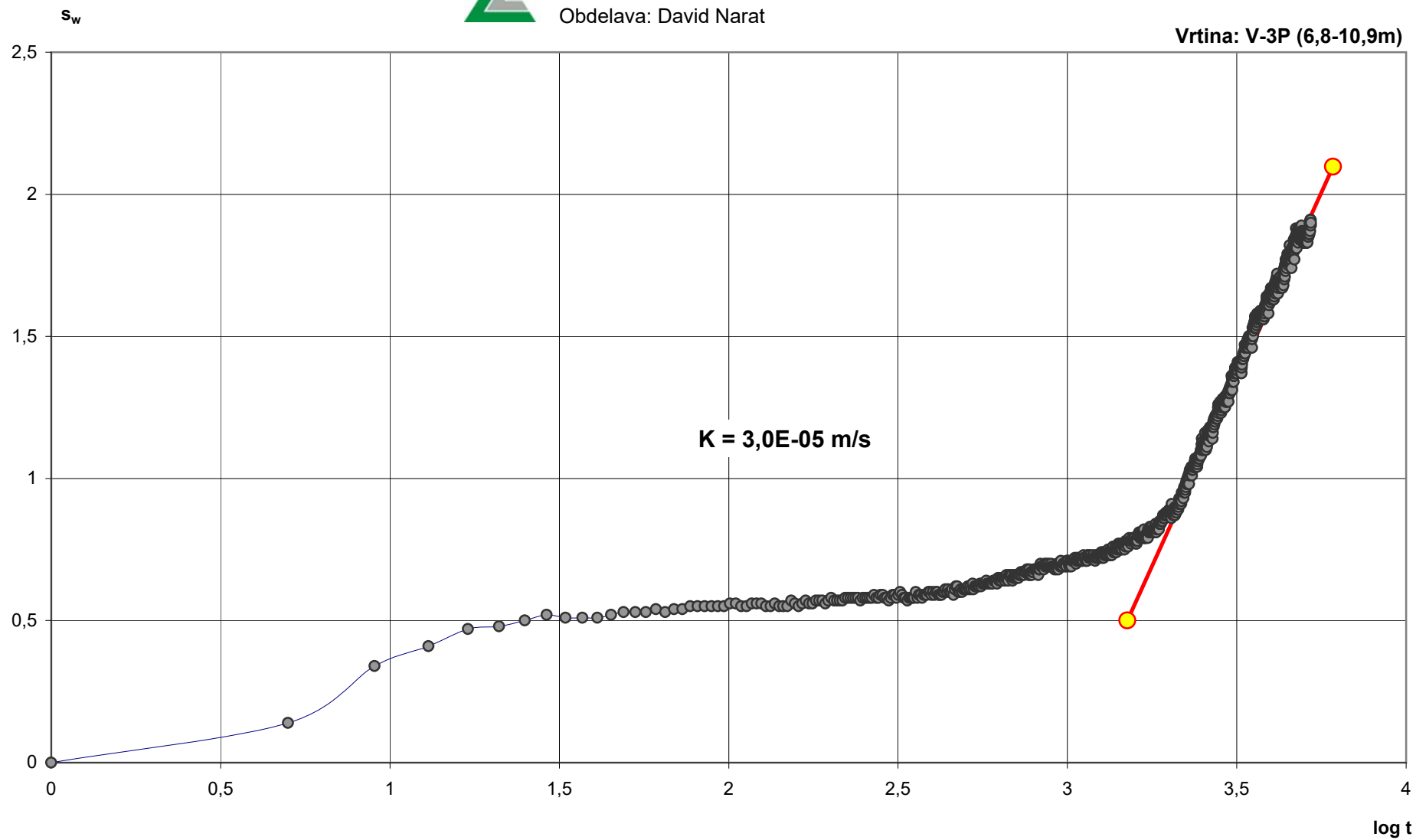
POTEK HIDRAVLICNEGA POIZKUSA NA VRTINI V-3P (6,8-10,9m)





JACOBOV DIAGRAM

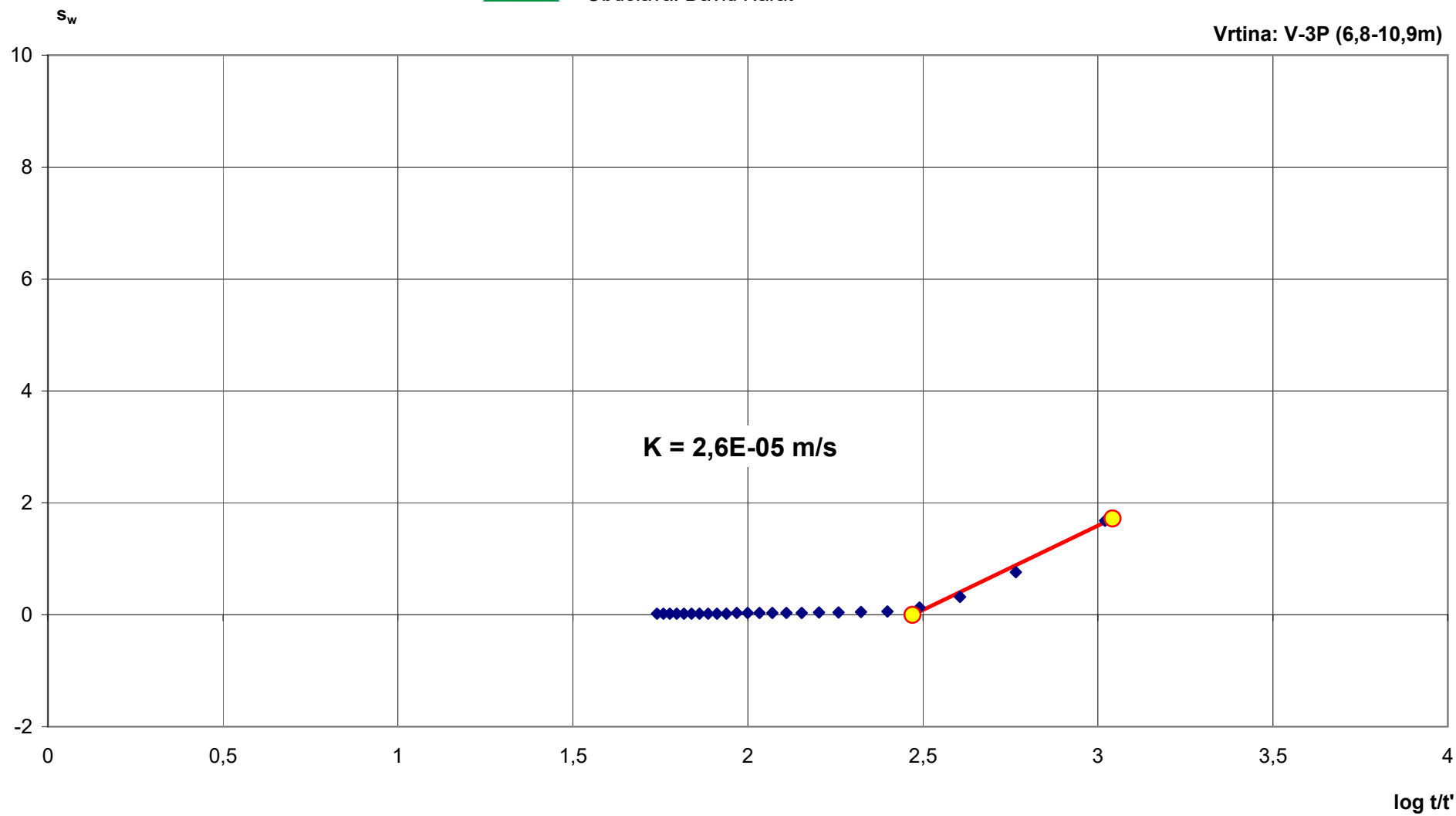
Obdelava: David Narat





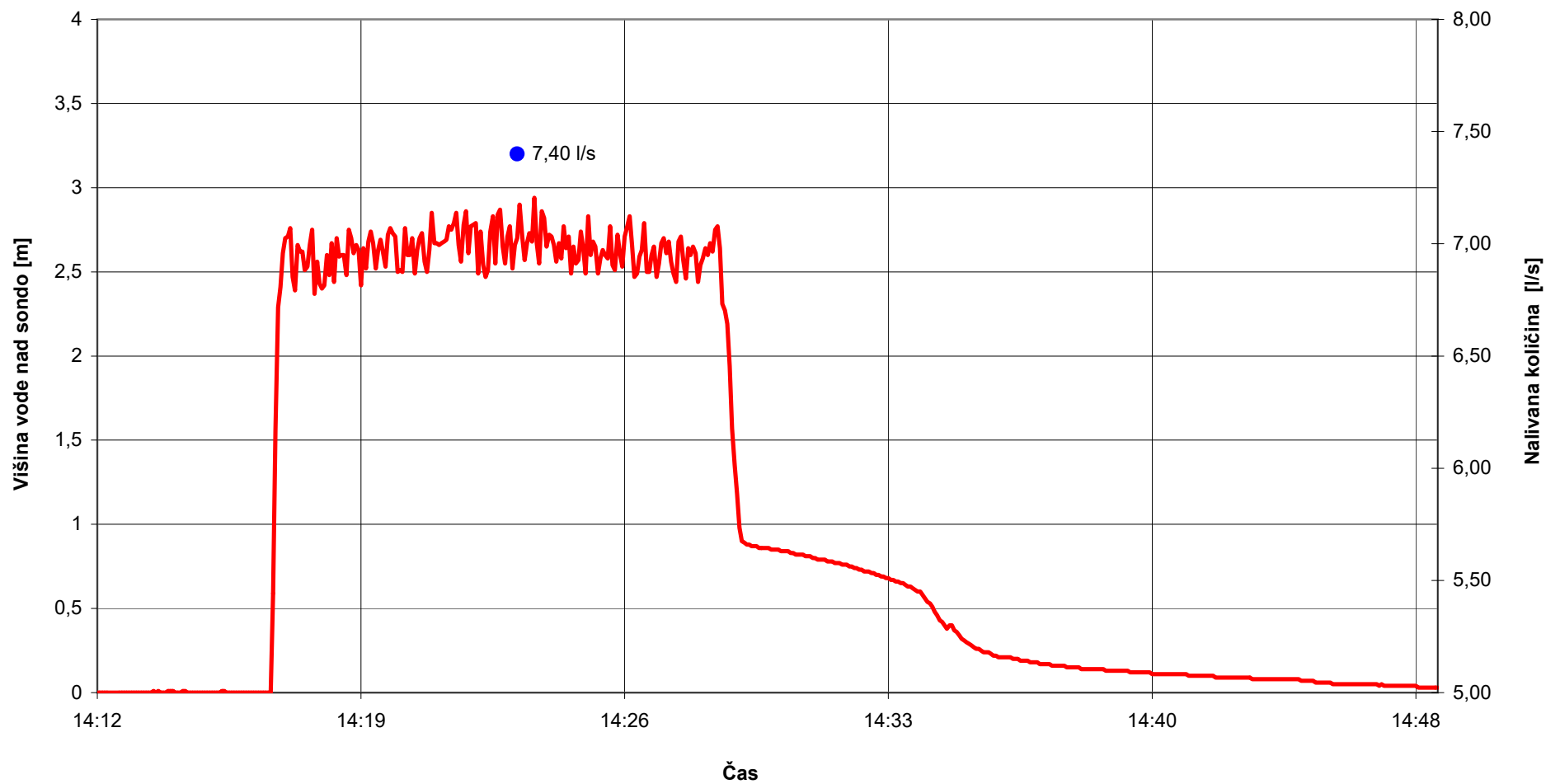
THEISOV DIAGRAM

Obdelava: David Narat





POTEK HIDRAVLICNEGA POIZKUSA NA VRTINI V-1 (4,0-6,6m)

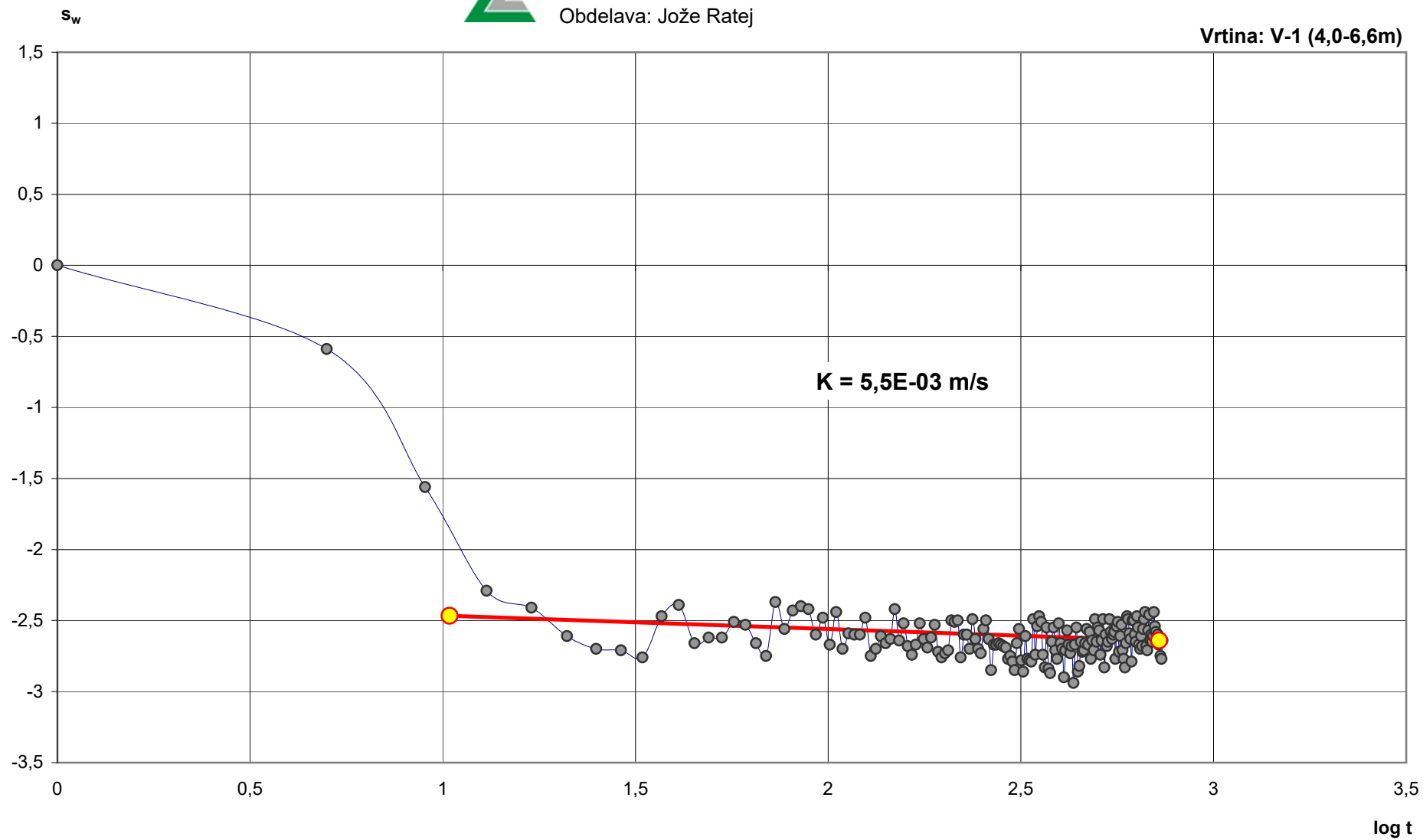




JACOBOV DIAGRAM

Obdelava: Jože Ratej

Vrtina: V-1 (4,0-6,6m)

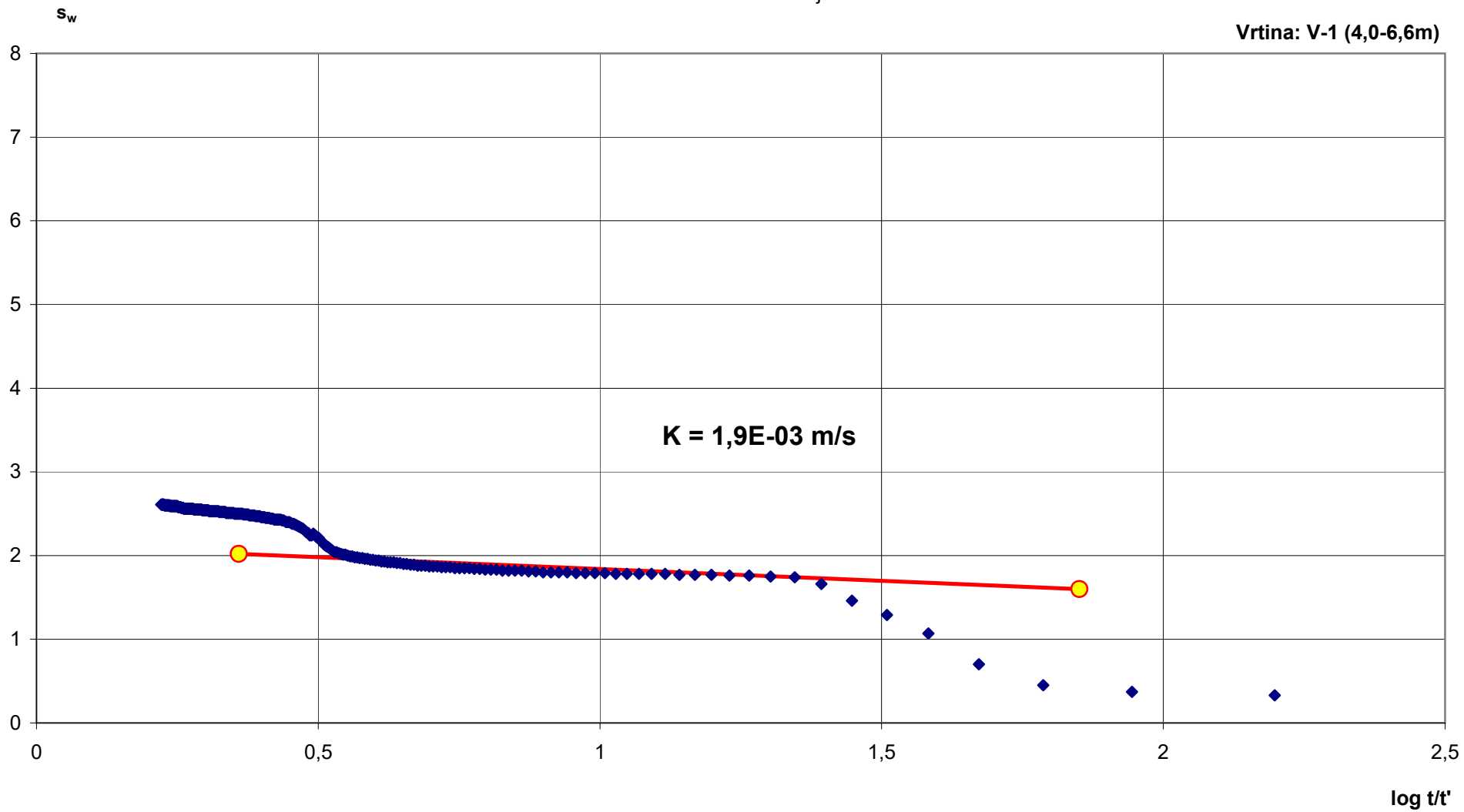




THEISOV DIAGRAM

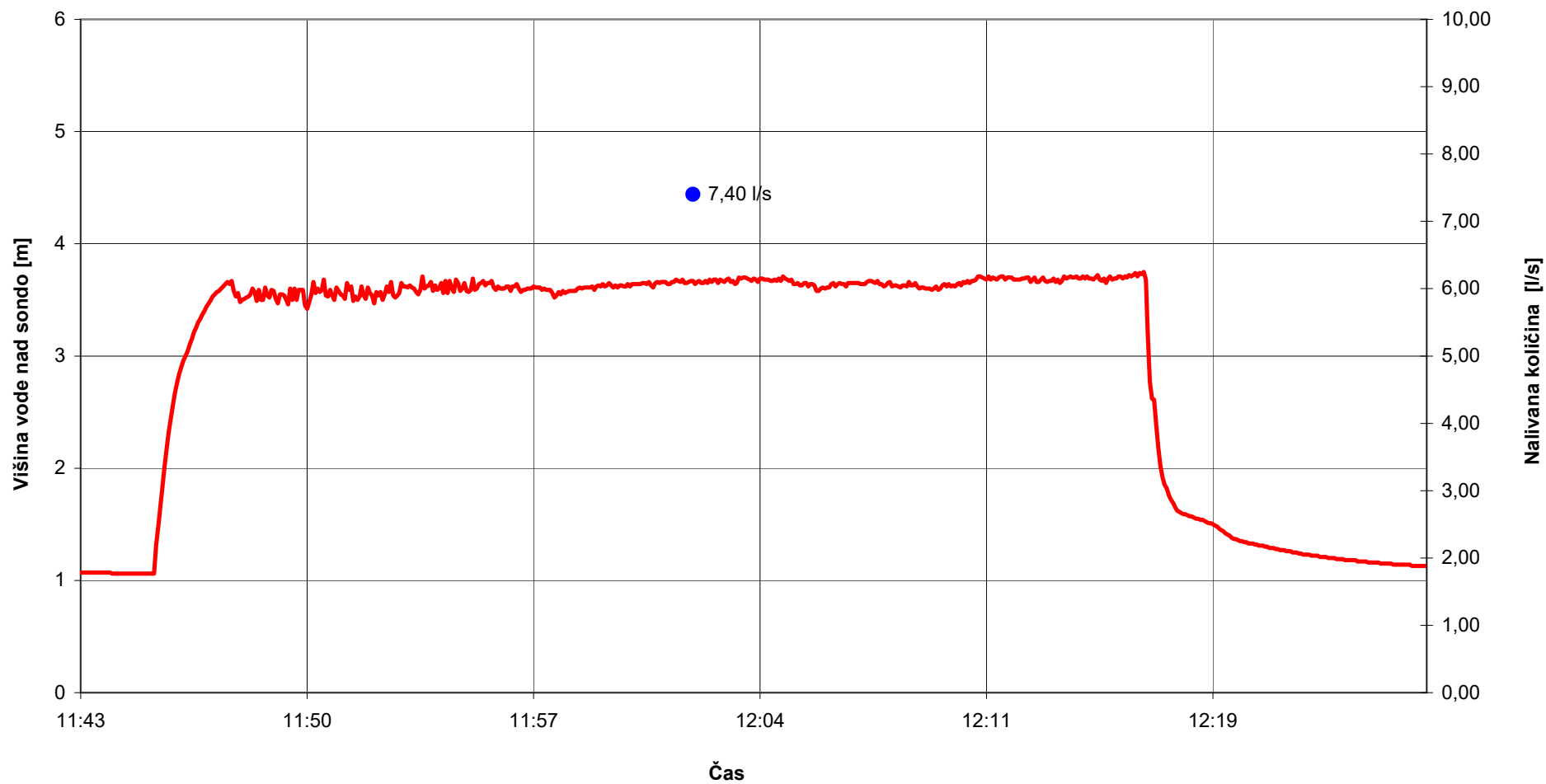
Obdelava: Jože Ratej

Vrtina: V-1 (4,0-6,6m)





POTEK HIDRAVLICNEGA POIZKUSA NA VRTINI V-3P (5,4-8,0m)

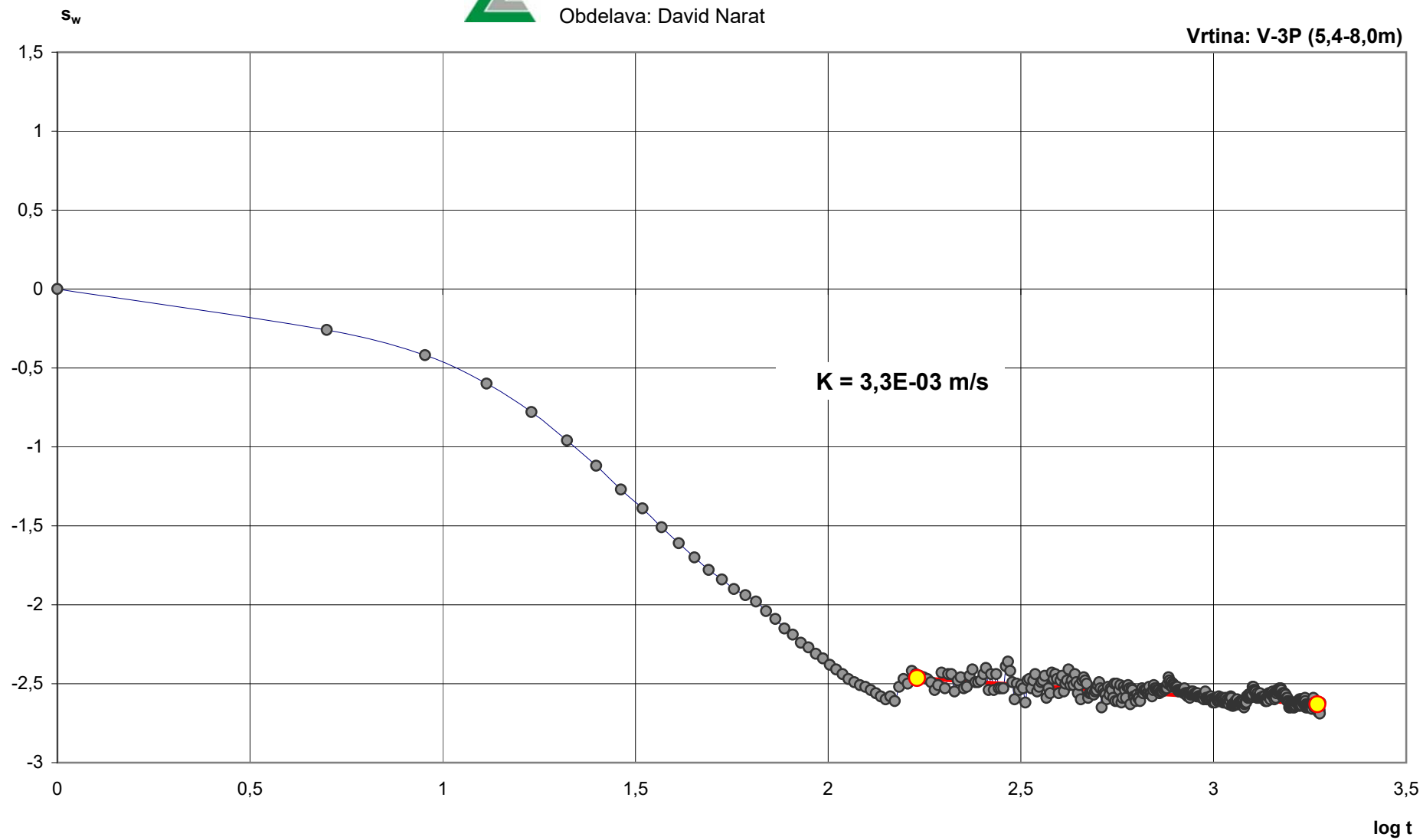




JACOBOV DIAGRAM

Obdelava: David Narat

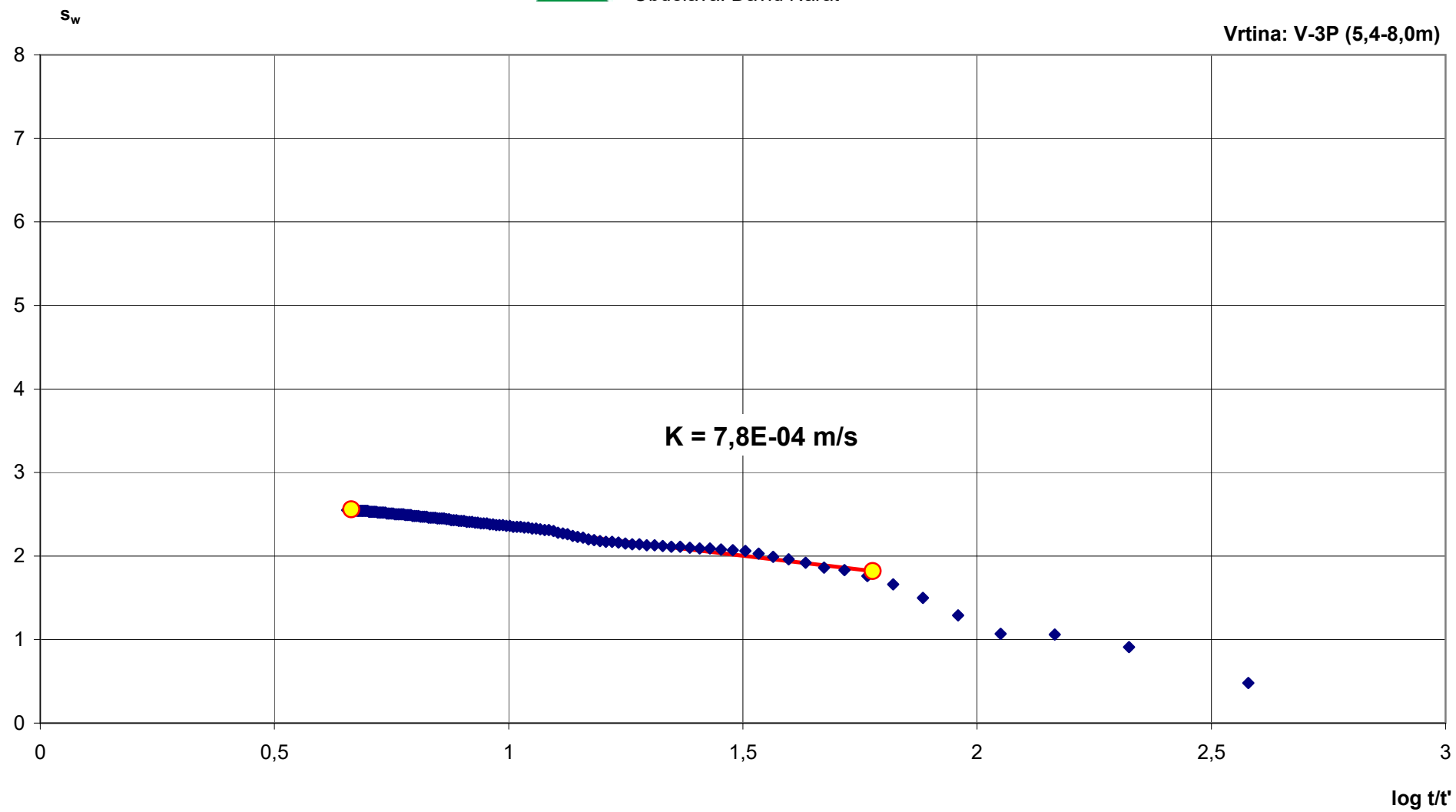
Vrtina: V-3P (5,4-8,0m)





THEISOV DIAGRAM

Obdelava: David Narat





PRILOGA F

ANALIZA POSEDKA OBJEKTA

Projekt	GEOLOŠKO-GEOTEHNIČNO POROČILO
Objekt	NZCIR Ljubljana
Št. poročila	3030922

Izračun dodatnih napetosti in posedkov **pod TEMELJNO PLOSCO** objekta po STEINBRENERJU

OBJEKT: **NZCIR LJUBLJANA**

Obremenitev temeljnih tal:

$z =$	18 m	globina temeljenja
$\gamma =$	20 kN/m ³	prostorninska teža zemljine
$z_1 =$	17 m	globina odkopa
$z_w =$	7,2 m	globina nivoja podzemne vode
$\sigma_\alpha = z_1 \cdot \gamma - z_w \cdot \gamma_w =$	243,9 kPa	začetne napetosti na koti temeljenja
$\sigma_{\max.d} =$	160 kPa	projektna vrednost obremenitve na tem. tla
$q = \sigma_{\max.d} - \sigma_\alpha =$	160,0 kPa	dodatne napetosti zaradi objekta

Dimenzije plošče:

$b =$	23,70 m	širina 1/2 plošče
$a =$	42,30 m	dolžina 1/2 plošče
$a/b =$	1,8	

Modul stisljivosti:

TAMPON:	$E_{oed} =$	80000 kPa		
	$E_{ur0} = 3 \cdot E_{oed} =$	240000 kPa	$v_1 =$	0,25
	$E_{0r} = 0,75 \cdot E_{ur} =$	200000 kPa		
Sloj IG3:	$E_{oed} =$	75000 kPa		
	$E_{ur3} = 3 \cdot E_{oed} =$	225000 kPa	$v_2 =$	0,25
	$E_{3r} = 0,75 \cdot E_{ur} =$	187500 kPa		

*pri izračunu posodka upoštevan razbremenilni modul tal

Koeficient f za posedke in dodatne napetosti po Steinbrennerju:

z	z/b	f	$\Delta\sigma_z/q$	$\Delta\sigma_z$
0	0,000	0,000	0,250	160,0
0,5	0,021	0,003	0,250	160,0
0,5	0,021	0,003	0,250	160,0
2	0,084	0,014	0,250	160,0
4	0,169	0,028	0,249	159,7
6	0,253	0,043	0,248	158,9
8	0,338	0,059	0,246	157,5
10	0,422	0,075	0,243	155,4
12	0,506	0,091	0,238	152,6
14	0,591	0,108	0,233	149,1
16	0,675	0,124	0,227	145,1
18	0,759	0,141	0,220	140,7
20	0,844	0,157	0,212	136,0
22	0,928	0,173	0,205	131,0
24	1,013	0,188	0,197	125,9
26	1,097	0,203	0,189	120,8
28	1,181	0,218	0,181	115,7
30	1,266	0,232	0,173	110,7

Posedek temeljnih tal po slojih:

$$\rho_1 = 4 \cdot (b \cdot q \cdot (f_2 - f_1) / E_1 = 0,0 \text{ cm}$$

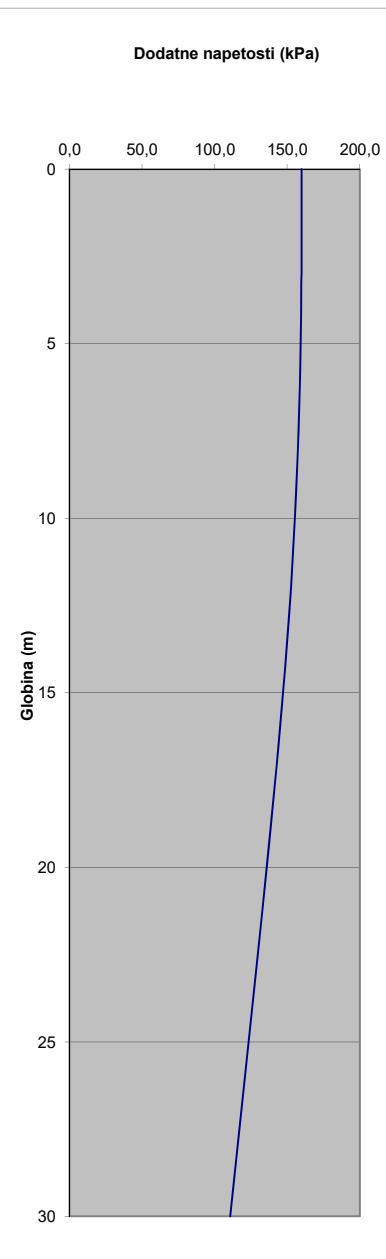
$$\rho_2 = 4 \cdot (b \cdot q \cdot (f_2 - f_1) / E_2 = 1,8 \text{ cm}$$

Skupni posedek temeljnih tal:

$$\rho_{kon.} = \sum \rho_i = \boxed{1,9 \text{ cm}}$$

Vertikalni modul reakcije tal:

$$c_v = \sigma_{\max.d} / \rho_{kon} = \boxed{8545 \text{ kN/m}^3}$$

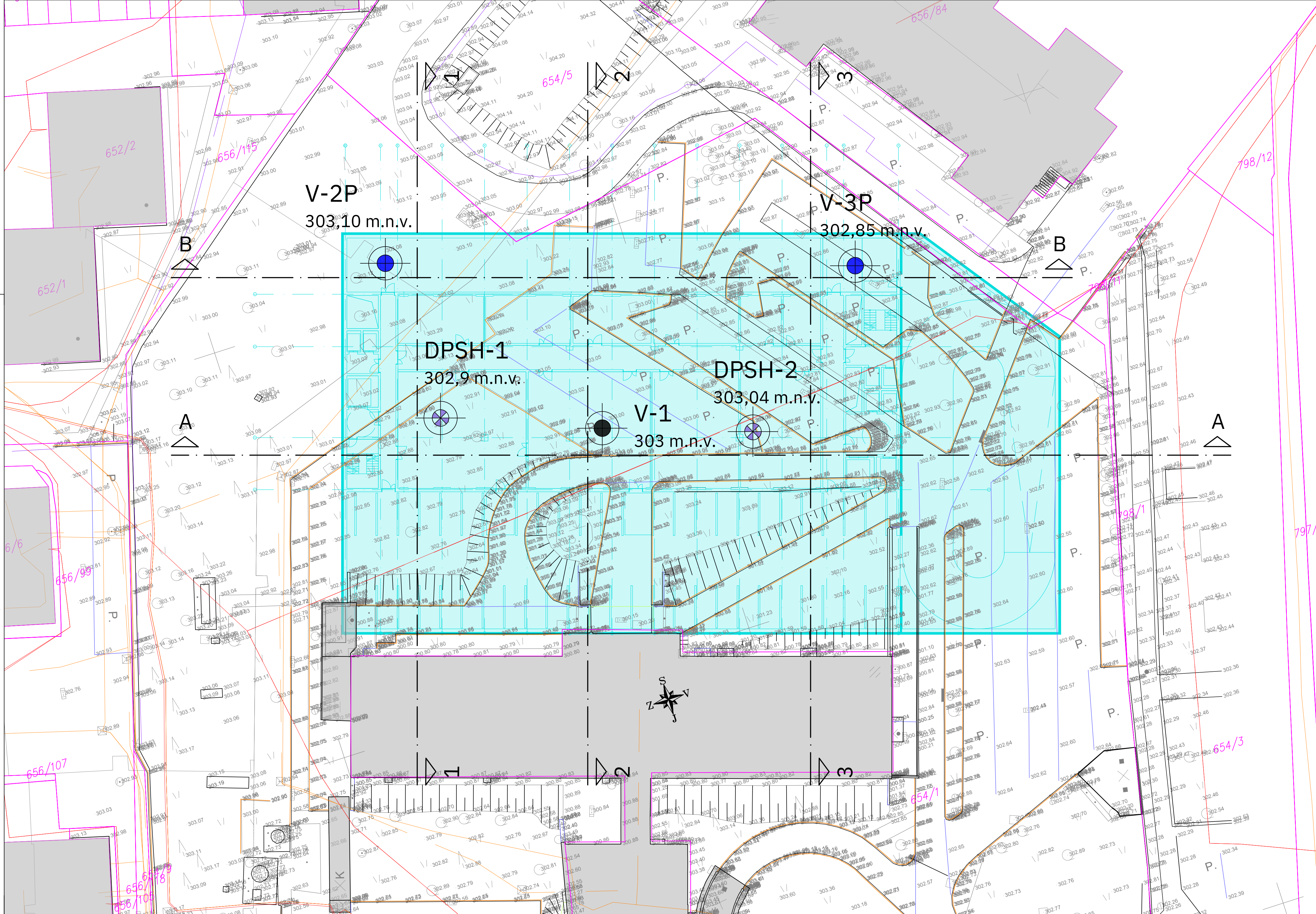




PRILOGA G

GRAFIČNE PRILOGE

Projekt	GEOLOŠKO-GEOTEHNIČNO POROČILO
Objekt	NZCIR Ljubljana
Št. poročila	3030922



LEGENDA

Geološko-geotehnične preiskave tal

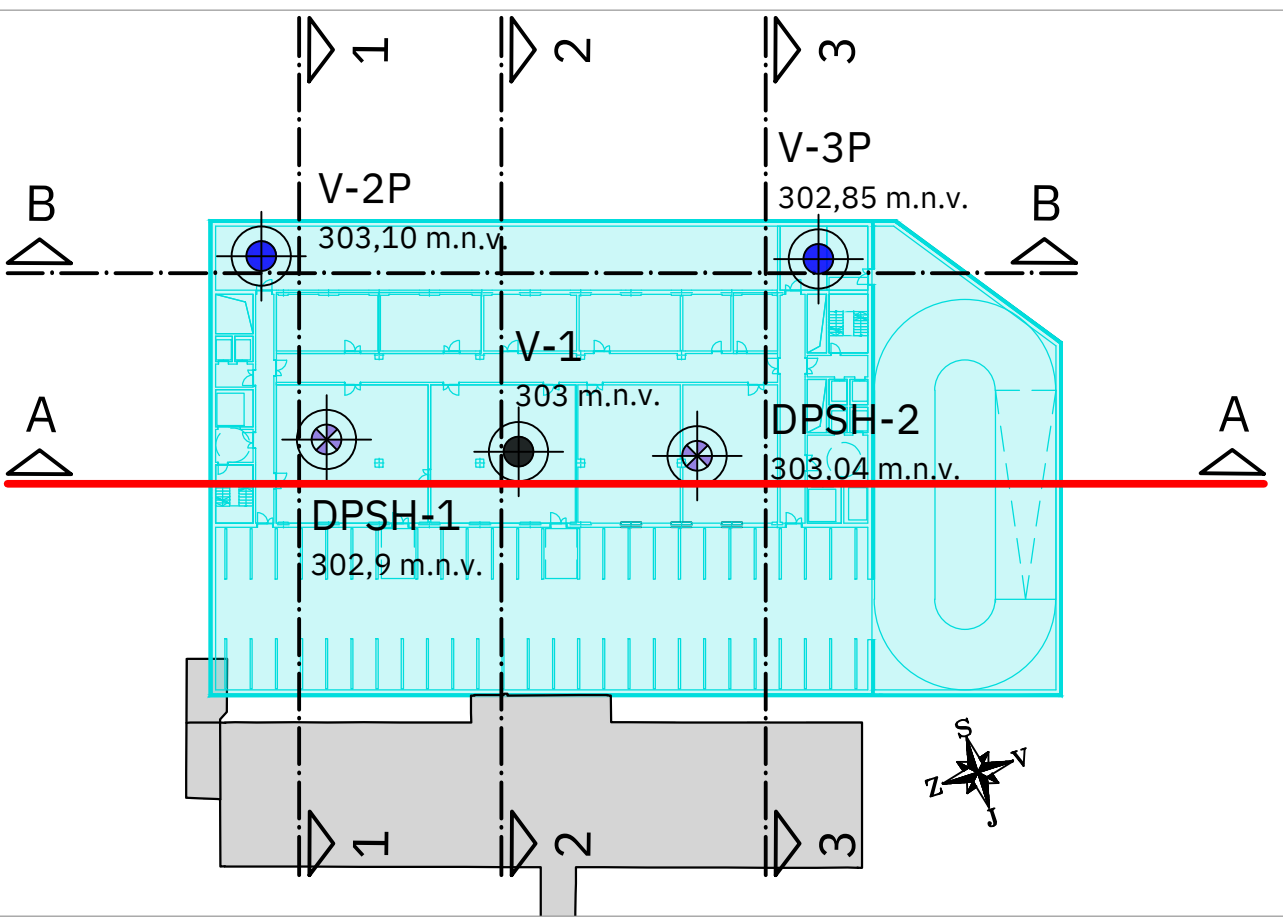
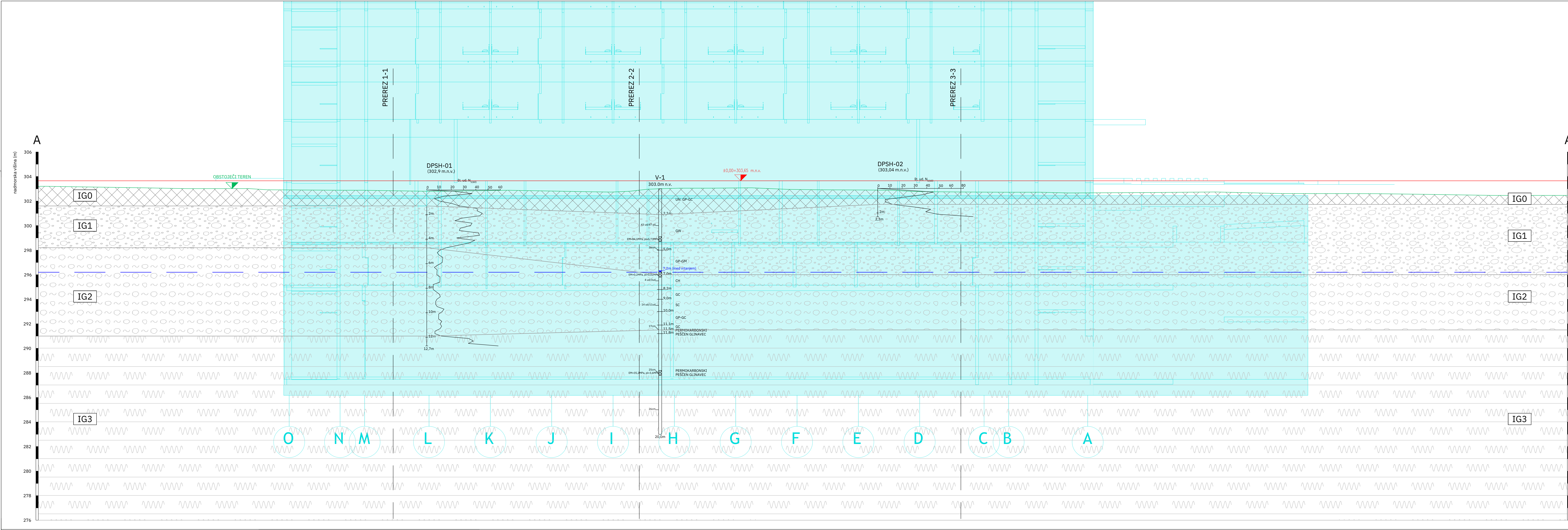
- V-X
YYY,YY m.n.v. lokacija geomehanske vrtnice
- V-X
YYY,YY m.n.v. lokacija piezometriške vrtnice
- CPT-X
YYY,YY m.n.v. lokacija statične penetracije tal

Projektne podloge

- projektna zasnova
- sosednji objekt

±0,00=303,65 m.n.v.

Investitor:			
MINISTRSTVO ZA OBRAMBO Vojkova cesta 59, 1000 Ljubljana			
Projektant:		Projektant načrta:	Objekt:
			NZCIR Ljubljana
		Za gradnjo:	Vrsta proj. dok.:
		NOVOGRADNJA	PZI
		Vrsta projekta:	Št. projekta:
		GEOLOŠKO-GEOTEHNIČNO	9440
		POROČILO	Št. poročila:
			3030922
		Sodelavci:	Risba:
		Dijana Marković, mag.inž.grad.	
			SITUACIJA TERENSKIH PREISKAV
Datum:	JUNIJ 2025	Merilo:	1:250
		Št.risbe:	1/6



LEGENDA

Karakteristični sloji tal

ID	šrafura	USCS	opis materiala
IG0		UN: GW/GC/GP/CL	nasutje iz slabo graduiranega prodra in grušča z glino ter kosi opeke, kamniti drobljenec in prodnata pusta glina s kosi opeke
IG1		GW/GW-GM/GP/ GP-GM/GC/GC-GM	dobro in slabo graduiran prod s peskom ali peskom in meljem do meljasto glinast prod
IG2		GC/GP-GC/GM/ SC/CH/CL	glinast prod s peskom, slabo graduiran prod z glino in peskom, meljast prod s peskom in glinast pesek s prodom. Podrejeno do 1,2m debela plast puste in mastne gline s prodom
IG3		C,P	preperela podlaga iz permokarbonskega peščenega skrilavca

Geološke oznake

meja med karakterističnimi sloji tal

nivo podtalnice

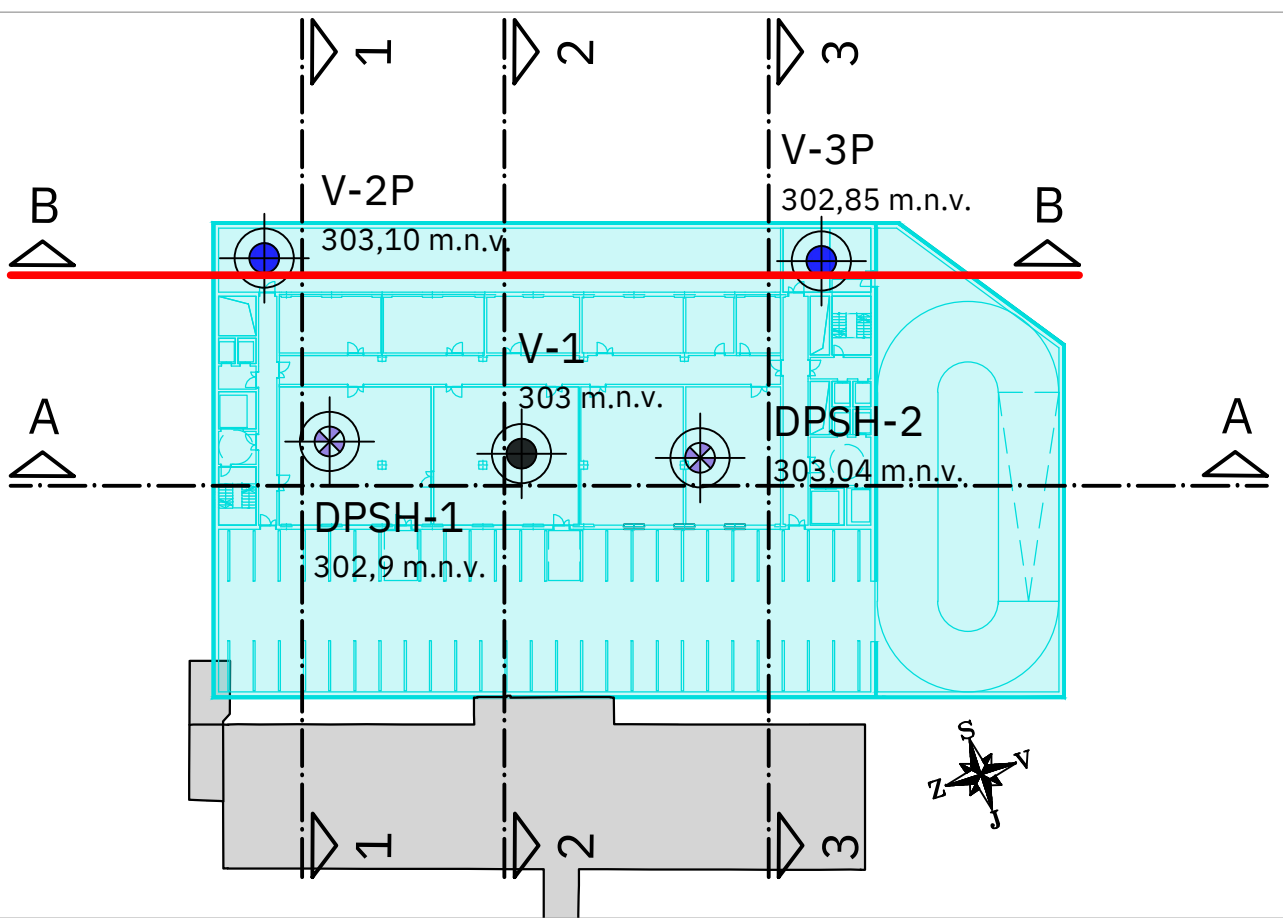
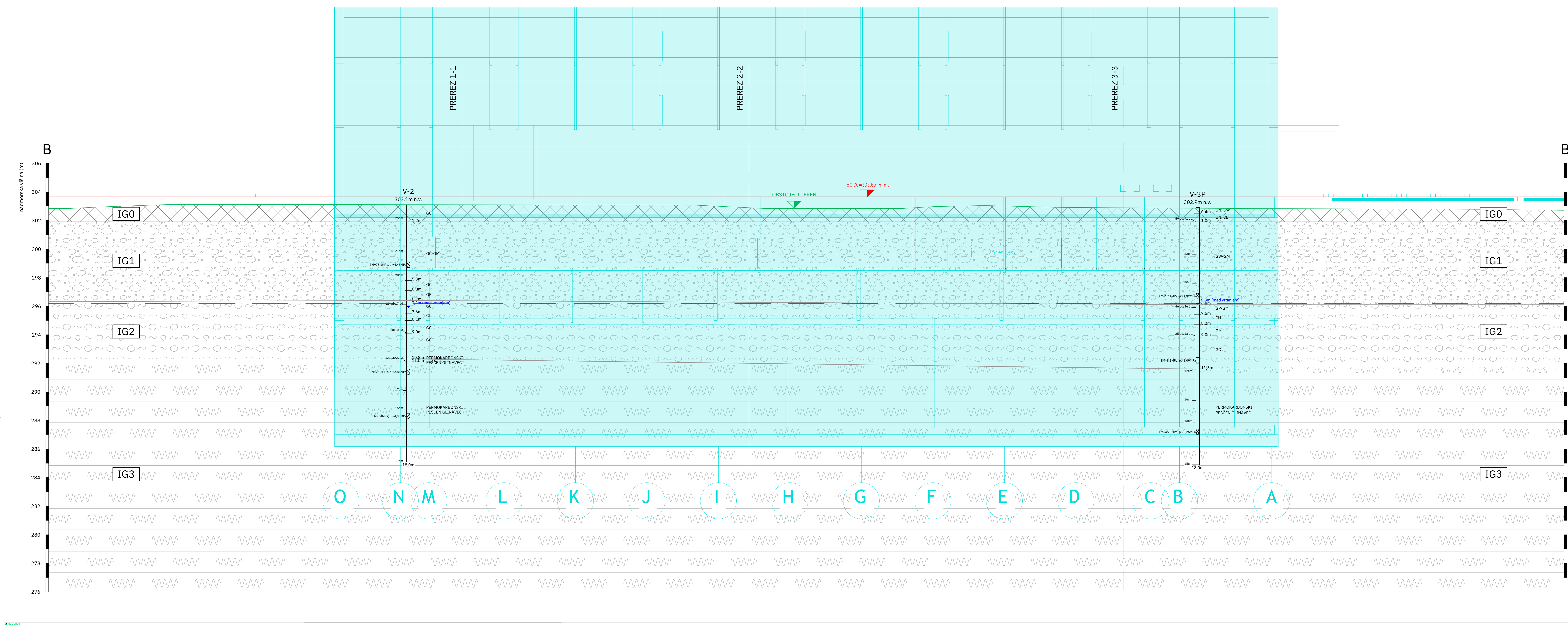
Projektne podloge

Projektna zasnova

Obstoječi objekt

±0,00=303,65 m.n.v.

INISTRSTVO ZA OBRAMBO kova cesta 59, 00 Ljubljana			
Kliant:		Projektant načrta:	
			
		Objekt:	
		NZCIR Ljubljana	
		Za gl. odpr:	
		NOVOGRADNJA	
		Vrsta proj. dok.:	
		PZI	
		Vrsta projekta:	
		9440	
		Št. poročila:	
		3030922	
Ime in Priimek		ID. št.	
Gregor Bucik, mag.inž.arh.		A-2055	
Nedžad Mešić, univ. dipl. inž. grad.		G-2563	
Dijana Marković, mag.inž.grad.			
		VZDOLŽNI PREREZ A-A	
JUNIJ 2025		Merilo:	
		1:100	
		Št.risab:	
		2/6	



LEGENDA

Karakteristični sloji tal

ID	šraflura	USCS	opis materiala
IG0		UN: GW/GC/GP/CL	nasutje iz slabo građuiranega proda in gruča z glino ter kosi opeke, kamniti drobljenec in prodnata pusta glina s kosi opeke
IG1		GW/GW-GM/GP/ GP-GM/GC/GC-GM	dobro in slabo građuiran prod s peskom ali peskom in meljem do meljasto glinast prod
IG2		GC/GP-GC/GM/ SC/CH/CL	glinast prod s peskom, slabo građuiran prod z glino in peskom, meljast prod s peskom in glinast pesek s prodom. Podrejeno do 1,2m debela plast puste in mastne gline s prodom
IG3		C,P	preperela podlaga iz permokarbonskega peščenege skrilavca

Geološke oznake

meja med karakterističnimi sloji tal

nivo podtalnice

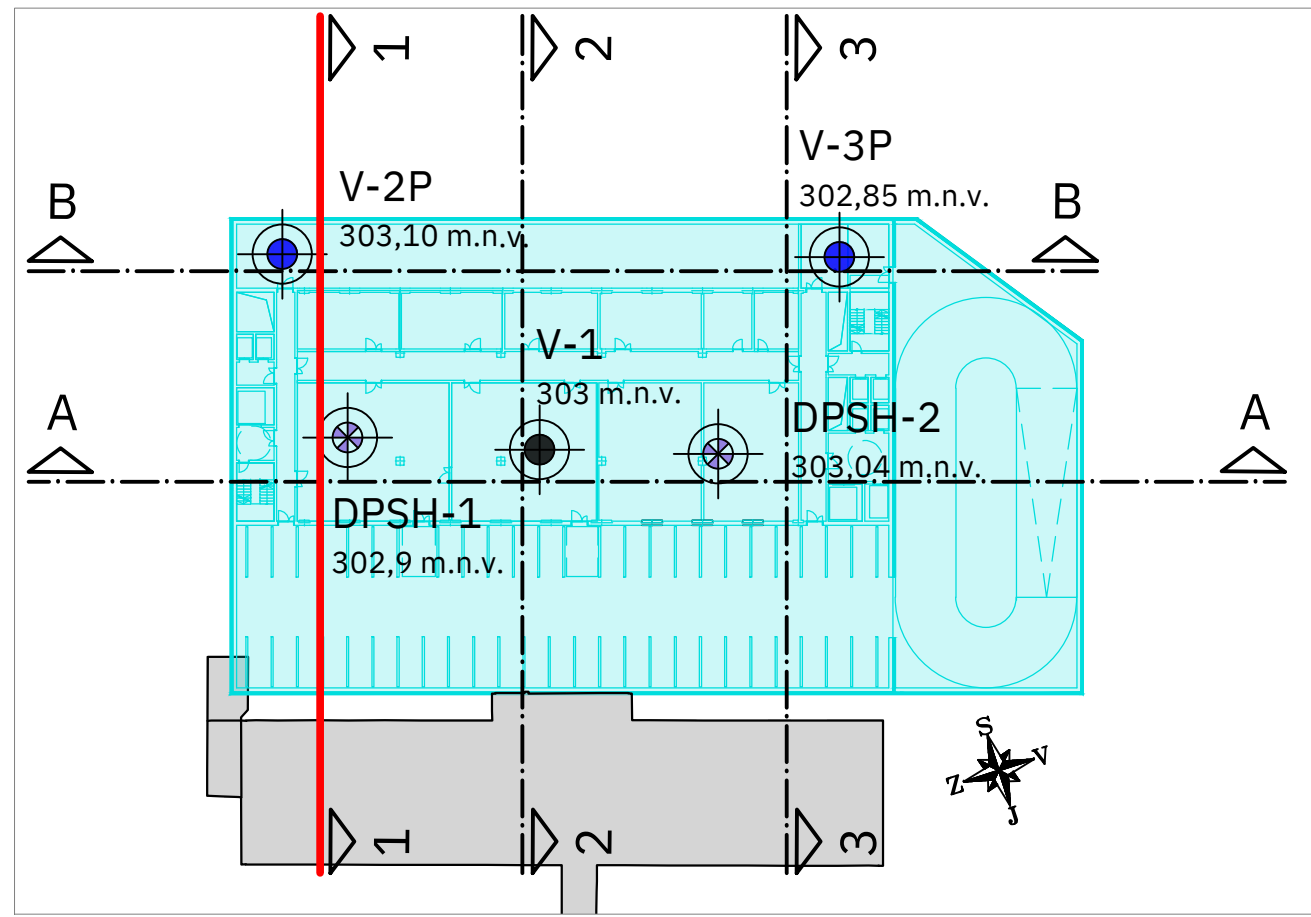
Projektne podloge

Projektna zasnova

Obstoječi objekt

±0,00=303,65 m.n.v.

INISTRSTVO ZA OBRAMBO kova cesta 59, 00 Ljubljana			
Kontakt:		Projektant: načrta:	
		Objekt:	
		NZCIR Ljubljana	
		Za gradnjo:	
		NOVOGRADNJA	
		Vrsta projekta:	
		GEOLOŠKO-GEOTEHNIČNO POROČILO	
		Vrsta projekta:	
		PZI	
		Št. projekta:	
		9440	
		Št. poročila:	
		3030922	
		Ribca:	
		VZDOLŽNI PREREZ B-B	
		Merilo:	
		1:100	
		Št. strane:	
		3/6	



Karakteristični sloji tal

ID	šrafura	USCS	opis materiala
IG0		UN: GW/GC/GP/CL	nasutje iz slabo građuiranega prod in grušču z glino ter kosi opeke, kamniti drobljenec in prodnata pusta gлина s kosi opeke
IG1		GW/GW-GM/GP/GP-GM/GC/GC-GM	dobro in slabo građuiran prod s peskom ali peskom in meljem do mejasto glinast prod
IG2		GC/GP-GC/GM/SC/CH/CL	glinast prod s peskom, slabo građuiran prod z glino in peskom, meljast prod s peskom in glinast pesek s prodom. Podrejeno do 1,2m debela plast tudi in mastne gline s prodom
IG3		C, P	preperela podlaga iz permokarbonskega peščeneega skrilavca

meja med karakterističnimi sloji tal

nivo podtalnic

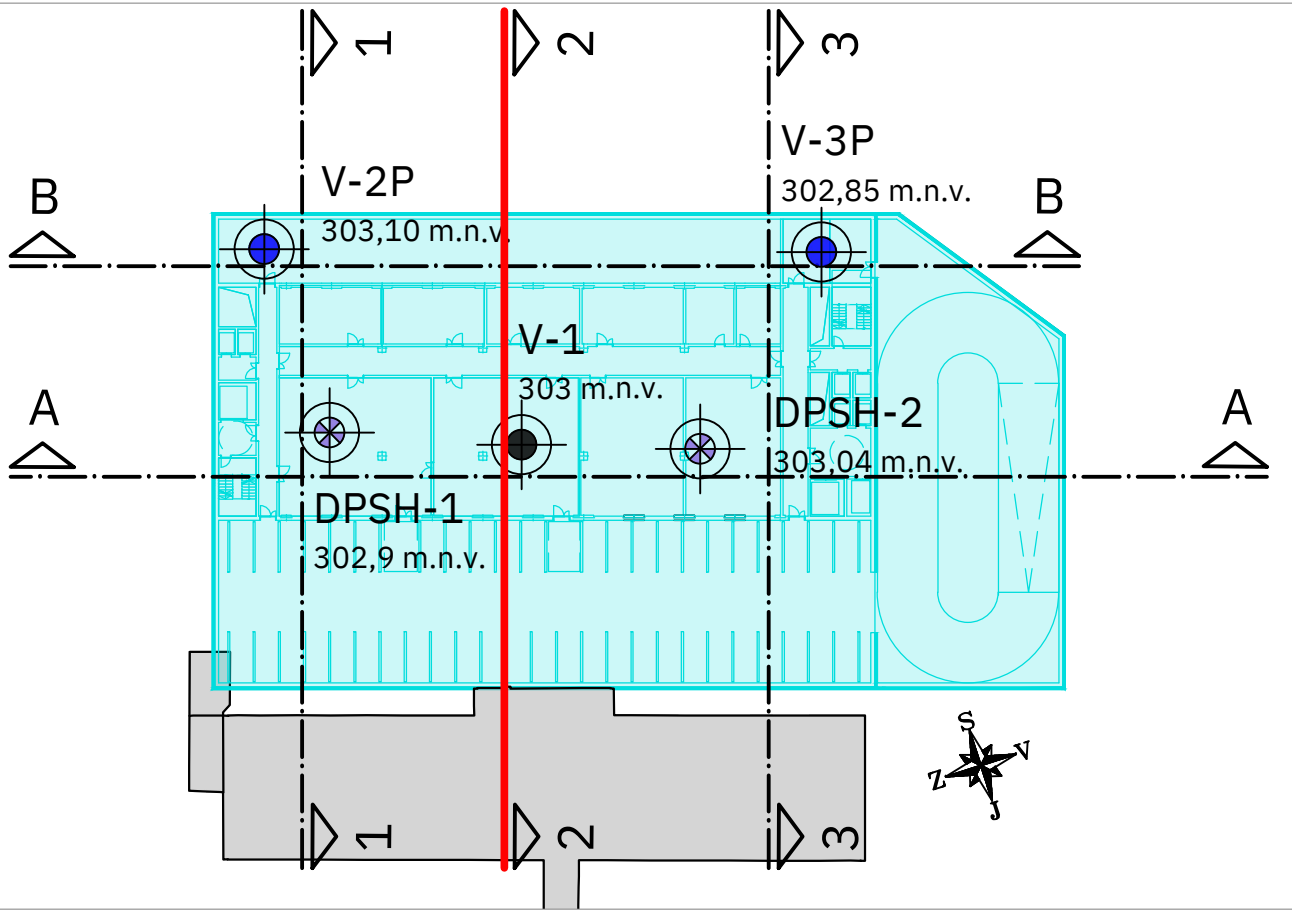
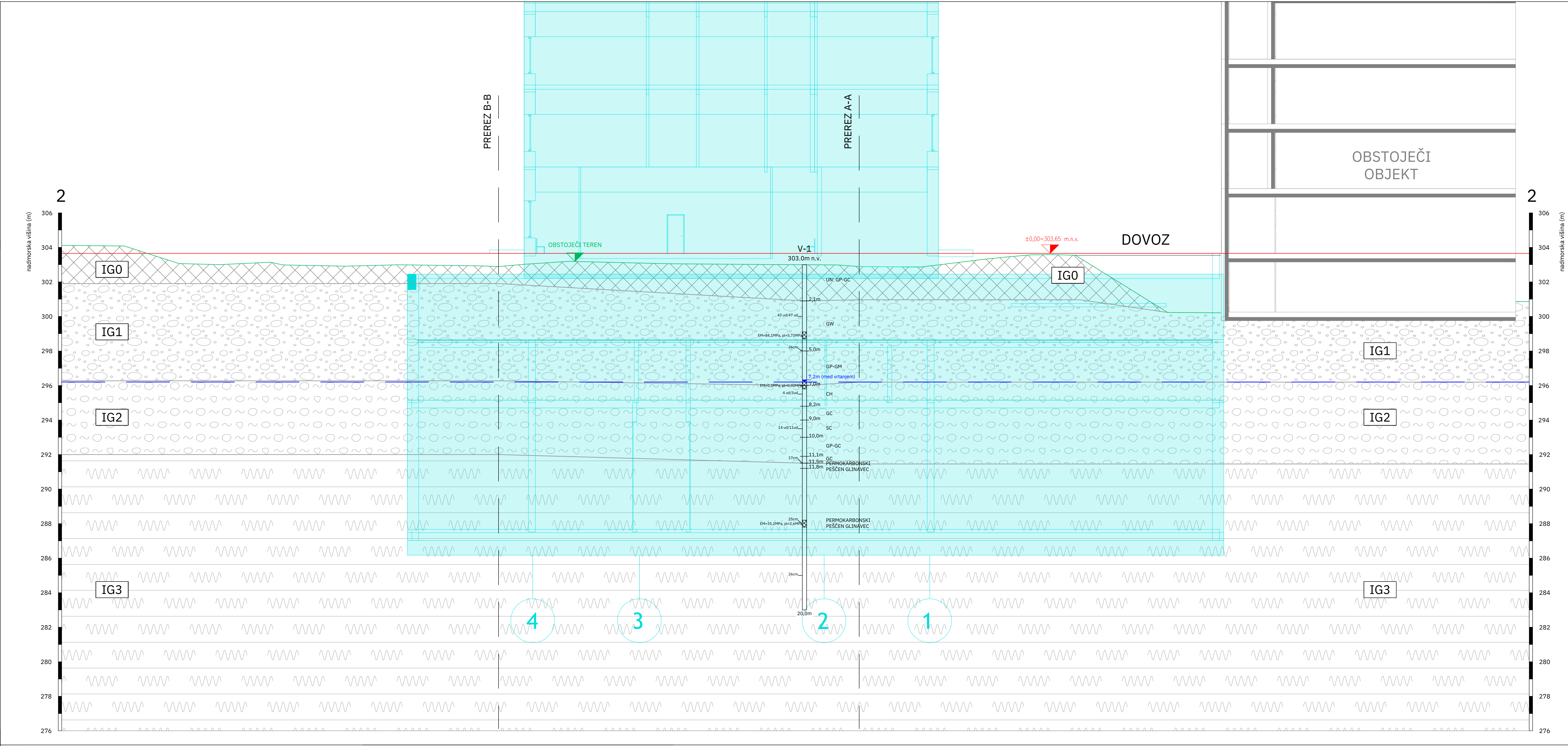
Projektna zasnova

Projektna zasnova

☐ Obstoječi objekt

$\pm 0,00 = 303,65 \text{ m.n.v.}$

Investitor:			
INIŠTRSTVO ZA OBRAMBO Gajkova cesta 59, 1000 Ljubljana			
Projektant:		Projektant načrta: 	Objekt: NZCIR Ljubljana
			Za gradnjo: NOVOGRADNJA
			Vrsta proj. dok.: PZI
			Vrsta projekta: GEOLOŠKO-GEOTEHNIČNO
			Št. projekta: 9440
			Št. poročila: 3030922
Ine in Priloge		ID. št.	
dija jekta:	Gregor Bucik, mag.inž.arh.	A-2055	
oblasten enar:	Nedžad Mešić, univ. dipl. inž. grad.	G-2563	
detalci:	Dijana Marković, mag.inž.grad.		
datum:	JUNIJ 2025	Merilo:	1:100
		Št.risbe:	4/6



LEGENDA

Karakteristični sloji tal

ID	šrafura	USCS	opis materiala
IG0		UN: GW/GC/GP/CL	nasutje iz slabo graduiranega proda in grušča z glino ter kosi opeke, kamniti drobljenec in prodnata pusta glina s kosi opeke
IG1		GW/GW-GM/GP/GP-GM/GC/GC-GM	dobro in slabo graduiran prod s peskom ali peskom in meljem do meljasto glinast prod
IG2		GC/GP-GC/GM/SC/CH/CL	glinast prod s peskom, slabo graduiran prod z glino in peskom, meljast prod s peskom in glinast pesek s prodom. Podrejeno do 1,2m debela plast puste in mastne gline s prodom
IG3		C,P	preperela podlaga iz permokarbonskega peščenega skrilavca

Geološke oznake

meja med karakterističnimi sloji tal

nivo podtalnice

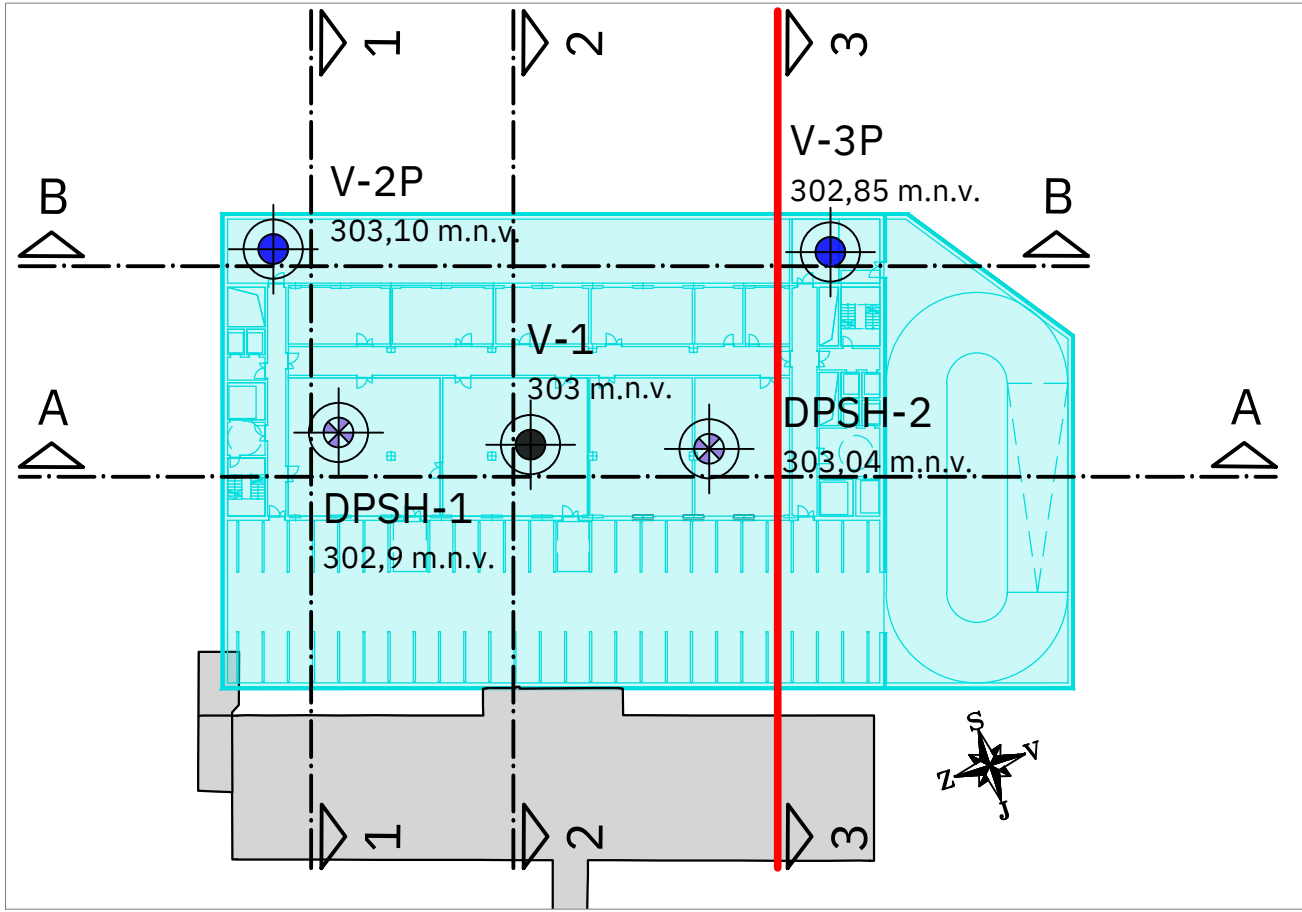
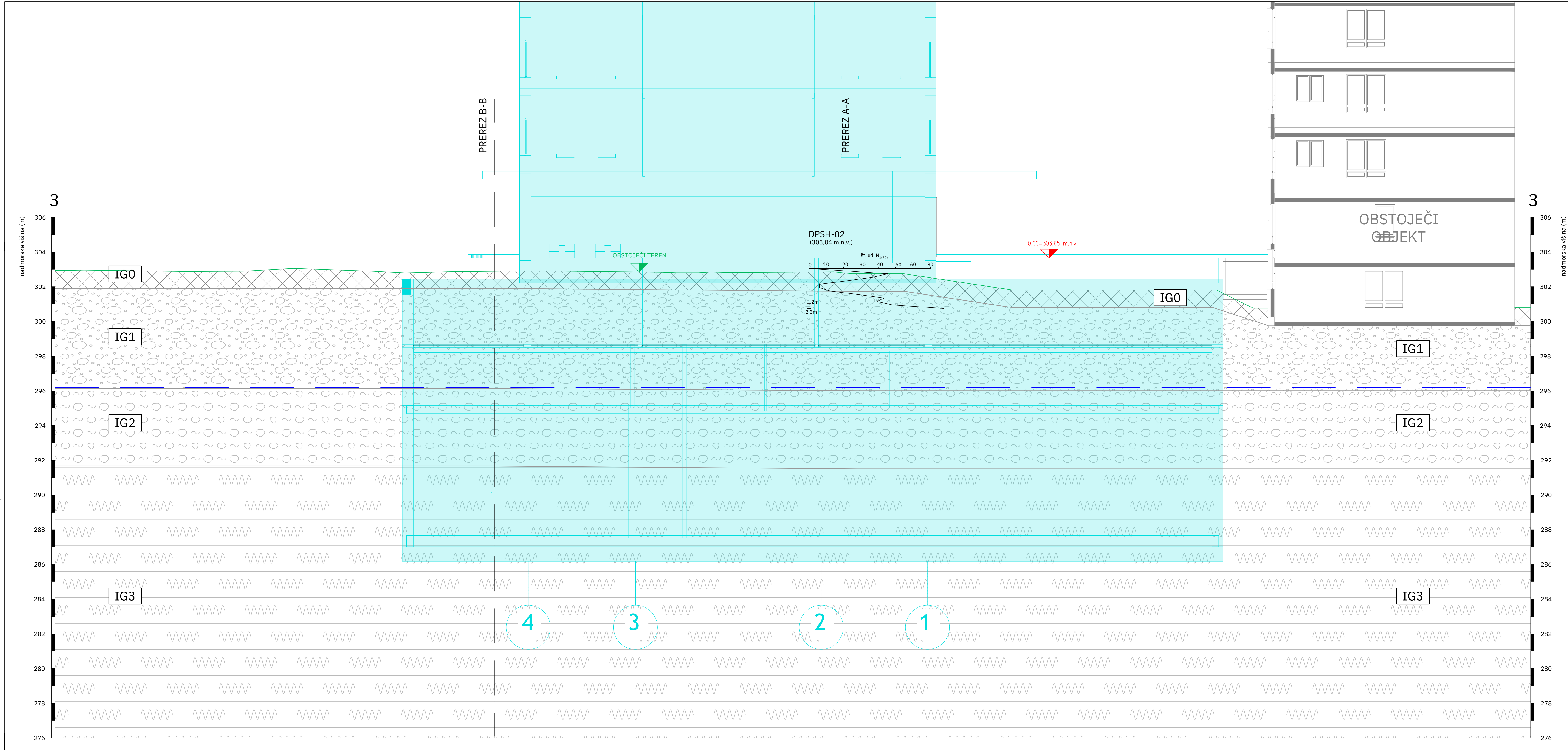
Projektne podloge

Projektna zasnova

Obstoječi objekt

±0,00=303,65 m.n.v.

Investitor: MINISTRSTVO ZA OBRAMBO Vojkova cesta 59, 1000 Ljubljana			
Projektant: 		Projektant naobla: NZCIR Ljubljana	
Vodja projekta: Gregor Bucik, mag.inž.arh.		Za gradnjo: NOVOGRADNJA	
Projektirani:		Vrsta projekta: PZI	
Sodelavci: Dijana Marković, mag.inž.grad.		Vrsta projekta: GEOLOŠKO-GEOTEHNIČNO POROČILO	
Datum: JUNIJ 2025		Merilo: 1:100	
		Št. poročila: 3030922	
		PREČNI PREREZ 2-2	
		Št. risbe: 5/6	



LEGENDA

Karakteristični sloji tal

ID	šrafura	USCS	opis materiala
IG0		UN: GW/GC/GP/CL	nasutje iz slabo graduiranega proda in grušča z glino ter kosi opeke, kamniti drobljenec in prodnata pusta glina s kosi opeke
IG1		GW/GW-GM/GP/GP-GM/GC/GC-GM	dobro in slabo graduiran prod s peskom ali peskom in meljem do meljasto glinast prod
IG2		GC/GP-GC/GM/SC/CH/CL	glinast prod s peskom, slabo graduiran prod z glino in peskom, meljast prod s peskom in glinast pesek s prodrom. Podrejeno do 1,2m debela plast puste in mastne gline s prodrom
IG3		C,P	preperela podlaga iz permokarbonskega peščenega skrilavca

Geološke oznake

- meja med karakterističnimi sloji tal
- nivo podtalnice

Projektne podloge

- Projektna zasnova
- Obstoječi objekt

±0,00=303,65 m.n.v.

Investitor:

MINISTRSTVO ZA OBRAMBO
Vojkova cesta 59,
1000 Ljubljana

Projektant:		Projektant načrta:		Objekt:	
				NZCIR Ljubljana	
				Za gradnjo:	Vrsta proj. dok.:
				NOVOGRADNJA	PZI
				Vrsta projekta:	Št. projekta:
				GEOLOŠKO-GEOTEHNIČNO	9440
				POROČILO	Št. poročila:
					3030922
				Risba:	
				PREČNI PREREZ 3-3	