

**HIDROGEOLOŠKE STROKOVNE OSNOVE IN PROJEKT
ZA IZVEDBO PIEZOMETROV PSt-1 in PSt-2**

Naročnik:

MESTNA OBČINA LJUBLJANA

Oddelek za gospodarske dejavnosti

Arhivska številka: K-II-30d/c-35/103

datum: november 2020

PODATKI O IZDELOVALCU:

projektant (naziv družbe):

GEORAZ, d.o.o.

vodja projekta:

Darko Petauer, univ.dipl.inž.geol.

Identifikacijska številka vodje projekta: IZS RG-0047



Direktor

Darko Petauer



VSEBINA

1.	PIEZOMETRA PSt-1 in PSt-2.....	1
2.	PREDVIDENA LOKACIJA PIEZOMETERA	1
3.	PRIPRAVA STROKOVNIH OSNOV	2
4.	GEOLOGIJA MEDZRNSKEGA VODONOSNIKA NA IŠKEM VRŠAJU	2
4.1	HIDROGEOLOŠKA ZGRADBA VODONOSNIKA NA IŠKEM VRŠAJU	2
4.2	NIVOJI PODZEMNE VODE	3
5.	VVO NA IŠKEM VRŠAJU	5
6.	PREDLOG LOKACIJE ZA IZVEDBO PIEZOMETROV PSt-1 in PSt-2.....	5
6.1	ČRPALNI POIZKUS V PIEZOMETRIH PSt-1 in PSt-2.....	6
7.	GRADNJA PIEZOMETROV PSt-1 in PSt-2.....	6
7.1	PROGNOZNI GEOLOŠKI PROFIL.....	6
7.2	TEHNOLOGIJA VRTANJA PIEZOMETRA PSt-1	7
7.2.1	Jedrovanje	7
7.2.2	Konstrukcija vrtine.....	7
7.2.2.1	Uvodna kolona	7
7.2.2.2	Cementiranje medprostora vrtani premer – uvodna kolona	8
7.2.2.3	Filtrska kolona.....	9
7.2.2.4	Prepustnost filtrskih cevi	9
7.2.2.5	AKTIVIRANJE VRTINE.....	10
7.2.3	USTJE VRTINE	10
7.3	TEHNOLOGIJA VRTANJA PIEZOMETRA PSt-2	10
7.3.1	Jedro PSt-2.....	10
7.3.2	Konstrukcija vrtine.....	10
7.3.2.1	Tehnična kolona.....	10
7.3.2.2	Cementiranje medprostora vrtani premer – uvodna kolona	11
7.3.2.3	Filtrska kolona.....	13
7.3.2.4	Prepustnost filtrskih cevi	12
7.3.2.5	AKTIVIRANJE VRTINE.....	13
7.3.3	USTJE VRTINE	13
7.4	SPREMLJAVA VRTANJA PIEZOMETROV PSt-1 in PSt-2	13
7.4.1	KAROTAŽNE MERITVE in VIDEO POSNETEK	13
7.5	DELA SE BODO IZVAJALA NA VODOVARSTVENEM OBMOČJU	14
8.	POPIS DEL IN OCENA STROŠKOV.....	15
8.1	Izvedba piezometra PSt-1.....	15
8.2	Izvedba piezometra PSt-2.....	15
8.3	Hidrogeološki nadzor izvedbe piezometrov PSt-1 in PSt-»	16
8.4	Kemijske in mikrobiološke preiskave	16
8.5	Ocenjena vrednost del.....	16

PRILOGE

List 1: Lokacija predvidenih piezometrov z delovno oznako PSt-1 in PSt-2

List 2: Prognozni geološki profil na lokaciji in izvedba predvidenega piezometra PSt-1

List 2.1: Prognozni geološki profil na lokaciji in izvedba predvidenega piezometra PSt-2

HIDROGEOLOŠKE STROKOVNE OSNOVE IN PROJEKT ZA IZVEDBO PIEZOMETROV PSt-1 in PSt-2

1. PIEZOMETRA PSt-1 in PSt-2

Predvidena piezometra z delovno oznako PSt-1 in PSt-2 bosta izvrtana drug ob drugem na območju Iškega Vršaja, zahodno od vasi Staje, na območju sanirane gramoznice (list 1, sliki 1 in 2). Piezometer PSt-1 bo izvrtan v peščeno prodnatih zasipih, piezometer PSt-2 bo izvrtan skozi peščeno prodnate zasipe v karbonatno podlago.

Namen izvedbe piezometrov je določitev vira onesnaženja z desetil-atrazinom, ki teče v smeri vodarne Brest in izvajanje monitoringa podzemne vode v peščeno prodnatih zasipih in karbonatni podlagi v zaledju Vodarne Brest. Z raziskavo pridobljeni strukturni in hidrodinamični parametri, bodo pomembno prispevali k dopolnjevanju geometrije in robnih pogojev v vodonosnikih Iškega vršaja.

2. PREDVIDENA LOKACIJA PIEZOMETERA

Predvidena piezometra bosta izvrtana 900 m jugovzhodno od osrednjega dela Vodarne Brest in 700 m zahodno od Staj, ob cesti Staje – Vrbljene. Lokacija piezometrov je prikazana na slikah 1, 2 in 4, listu 1 in v tabeli 1.0

tabela 1.0: lokacija predvidenih piezometrov PSt-1 in PSt-12(slika 1):

	D48		D96		x	k.o.	št. parc.
	GKy	GKx	TMe	TMn	(m.n.m.)	1700	
PSt-1	461987	90248	461617	90733	~309	lg	2138
PSt-2	461987	90243	461617	90727	~309		

Predvidena piezometra PSt-1 in PSt-2 bosta izvrtana na najožjem vodovarstvenem območju, z ukrepi za varovanje vodonosnika, VVO I: Uredba o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnikov Ljubljanskega barja in okolice Ljubljane (Uradni list RS, št. 115/07), slika 4. Po končanih delih bo potrebno izdelati geodetski posnetek ustja piezometrov.



slika 1: predvidena lokacija piezometrov PSt-1 in PSt-2, zemljiški kataster, številke parcel

3. PRIPRAVA STROKOVNIH OSNOV

Strokovne osnove so izdelane na osnovi hidrogeoloških raziskav:

- Vodarna Brest, Analiza stanja plitvih vodnjakov, D. Petauer, B. Železnik, GEORAZ, d.o.o., HIDROINŽENIRING d.o.o., 2010, arhiv JP VOKA SNAGA d.o.o.,
- Izvedba piezometra P-23/10 na lokaciji Vodarne Brest pri Ljubljani, D. Petauer, T. Hiti, GEORAZ, d.o.o., 2010, arhiv JP VOKA SNAGA d.o.o.,
- Vodarna Brest, črpalni poizkus v vodnjaku VD Brest-3a, D. Petauer, T. Hiti, GEORAZ, d.o.o., 2011, arhiv JP VOKA SNAGA d.o.o.,
- Piezometer PB-24b/19, D. Petauer, GEORAZ, d.o.o., 2019, arhiv JP VOKA SNAGA d.o.o.,
- Piezometra PB-24a/19 in PB-24c/19, D. Petauer, , GEORAZ, d.o.o., 2019, arhiv JP VOKA SNAGA d.o.o..

4. GEOLOGIJA MEDZRNSKEGA VODONOSNIKA NA IŠKEM VRŠAJU

Kjer prihaja Iška med Iško Vasjo in Brestom na južni rob Ljubljanskega barja je odložila debel meljasto peščeno prodnati zasip v katerem nastopa vodonosnik medzrnske poroznosti, bogat s podzemno vodo. Peščeno prodnati zasipi južnega roba Ljubljanskega barja so odloženi na tektonsko razpokani karbonatni podlagi v kateri nastopa vodonosnik razpoklinsko-kraške poroznosti.

Pod Brestom je na meljasto, peščeno prodnatih zasipih zgrajena Vodarna Brest (list 1.0, slika 2).

Pod Iškim vršajem so kvartarni - holocenski in pleistocenski, meljasto peščeno prodnati nanosi odloženi v višini več 10 m, v osrednjem delu vršaja segajo do globini od 75 m do 103 m. Nanosi proda so ponekod zaglinjeni ali pa vsebujejo vmesne leče in pole rjave in rdeče rjave glin, glinastega melja in zaglinjenega peska. Na jugozahodnem robu vodarne (PB-24b/19 in PB-24c/19) nastopa karbonatna podlaga na globini od 76 m. Na severovzhodni polovici vodarne, na lokaciji vodnjaka VD Brest-3a, 570 m SV od PB-24c/19, leži karbonatna podlaga (razpokan dolomit) pod globino 103 m. Kamnina je v pasovih tektonsko močno razpokana in pretrta, razpoke so mestoma zapolnjene z rdeče rjavo glino. Na lokaciji novo izvrtanih piezometrov PB-24b/19 in PB-24c/19, leži, pod 2,4 m debelo plastjo razpokanega apnenca močno razpokan dolomit. V dolomitu so razpoke pogosto zapolnjene z rdeče rjavo glinasto preperino.

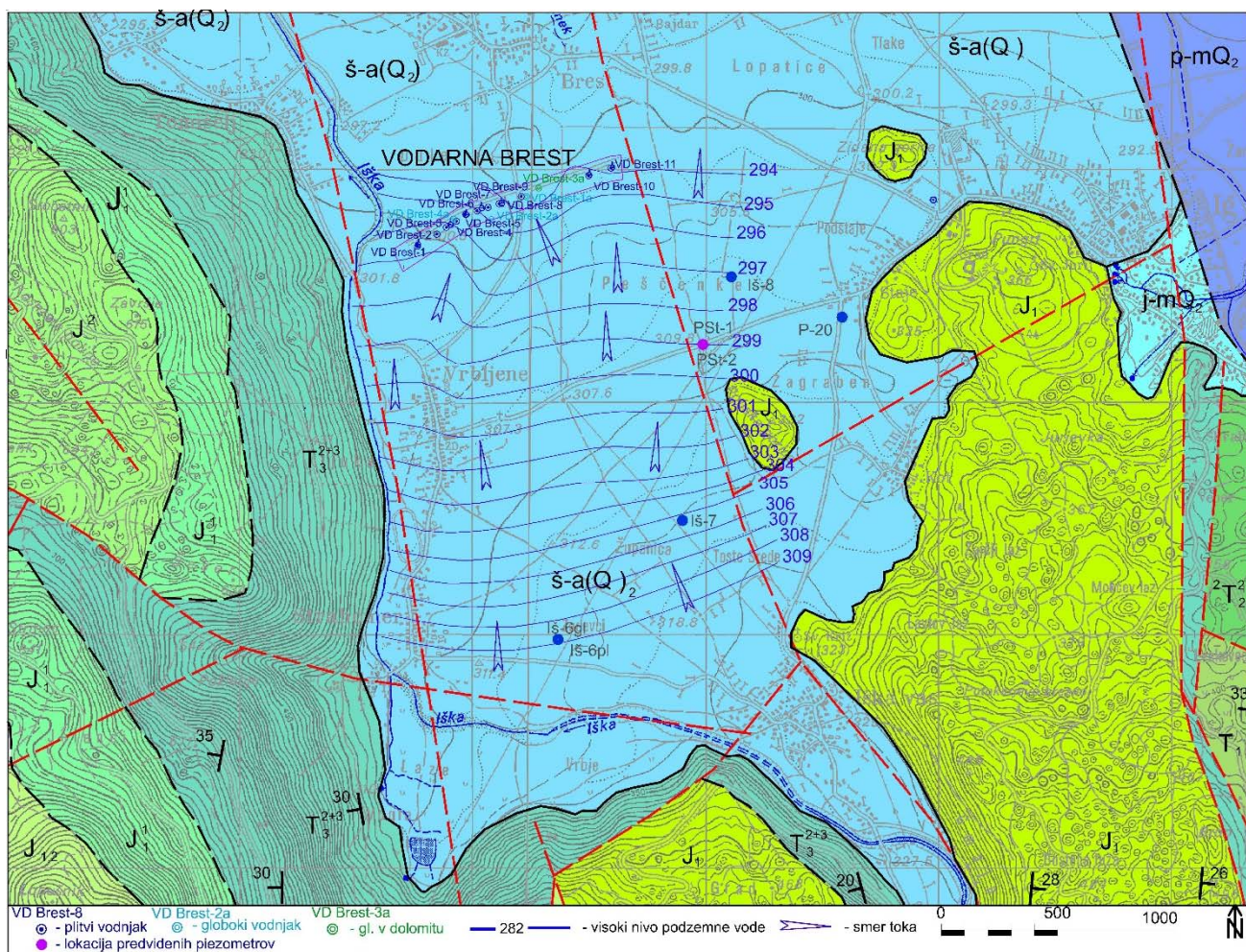
4.1 HIDROGEOLOŠKA ZGRADBA VODONOSNIKA NA IŠKEM VRŠAJU

Na območju Iškega vršaja nastopa podzemne voda v 2 vodonosnih horizontih:

- v zgornjem vodonosnem horizontu (holocenskem) - v holocenskih meljasto peščeno prodnatih zasipih,
- v spodnjem vodonosnem horizontu (pleistocenskem) - v pleistocenskih peščeno meljastih prodnatih zasipih.

V zgornjem vodonosnem horizontu imajo meljasto peščeno prodnatih zasipih dobro vodo prevodnost, s koeficientom prepustnosti (k) $> 2 \cdot 10^{-3}$ m/s in dobro izdatnost. Med njimi ležeči zaglinjeni peščeno prodnati in meljasto peščeno prodnati zasipi imajo slabšo vodo prevodnost, koeficient prepustnosti (k) $< 10^{-4}$ m/s in slabšo izdatnost. Leče zaglinjenega meljastega peska do zaglinjenega peščenega melja imajo v teh zasipih slabo do zelo slabo vodo prevodnost s koeficientom prepustnosti (k) $< 10^{-6}$ m/s. Leče zaglinjenega melja do meljaste glin in glin so zelo slabo vodo prevodne do praktično neprepustne, koeficient prepustnosti (k) $< 10^{-8}$ m/s. Podzemna voda se pretaka od napajalnega območja med Iško in Brestom v smeri severa in napaja osrednji del barjanskega vodonosnika. Od desnega brega Iške do vodarne meri gradient toka (i) podzemne vode 0,0066, dol vodno od vodarne pa 0,00015. Izmerjeni nivoji podzemne vode, geološka zgradba peščeno prodnatih zasipov in karbonatne podlage kažejo, da se na odseku med Iško vasjo in Brestom zgornji vodonosni horizont napaja z infiltracijo iz reke Iške, z infiltracijo padavin in na samem obrobju, kjer so holocenski peščeno prodnati zasipi odloženi na karbonatni podlagi tudi z dotoki iz karbonatnega vodonosnika. Po oceni raziskovalcev (Z. Mencej in sodelavci) znaša infiltracija iz Iške do 130 l/s. Podzemna voda

holocenskega vodonosnika se prazni skozi »okna«, ki se pojavljajo na Barju ter skozi izvire, ki se pojavljajo na kontaktu holocenskega proda z barjanskimi glinami.



slika 2: hidrogeološka zgradba z visokim nivojem podzemne vode na prispevnem območju vodarne Brest: š-a (Q₂) – prodnati zasip rečic južnega roba Ljubljanskega barja; j-mQ₂ – jezersko barjanski sedimenti; p-mQ₂; prod prekrit z barjanskimi sedimenti; J in T – karbonatno zaledje (Osnovna geološka karta M 1:100000, list Ljubljana)

V spodnjem vodonosnem horizontu sta peščeno meljast prod in zaglinjeni peščeno meljast prod za podzemno vodo slabše prepustna. V zgornjem delu nanosov, na globinah od 30 do 60 m, znaša koeficient prepustnosti (k) od $5 \cdot 10^{-6}$ m/s do $1 \cdot 10^{-3}$ m/s. Črpalni poizkus v novo izvrtanem piezometru PB-24a/19 je pokazal, da ima meljasto peščen in peščeno meljasti prodni zasip na jugozahodnem vogalu vodarne, na globini od 30 m do 47 m, prepustnost (k) $3,9 \cdot 10^{-6}$ m/s. Tudi spodnji del nanosov, pod globino 60 m, je v pogledu vodoprevodnosti močno heterogen. Med za vodo dobro prevodnim meljasto peščenim prodom s koeficientom prepustnosti (k) $> 6,5 \cdot 10^{-4}$ m/s, nastopa za vodo slabše prevodni peščeno meljast in zaglinjen meljasto peščen prod s koeficientom prepustnosti (k) $< 10^{-4}$ m/s in leče za vodo slabo prevodnega meljastega in zaglinjenega peska s koeficientom prepustnosti (k) $< 10^{-6}$ m/s ter za vodo zelo slabo prevodne do praktično neprepustne glin s koeficientom prepustnosti (k) $< 10^{-8}$ m/s. Popisi vrtin ne potrjujejo zvezne, za vodo slabo do zelo slabo prepustne plasti: glin, meljaste glin, melja, zaglinjenega melja in zaglinjenega peska, znotraj pleistocenskih peščeno prodnatih nanosov, ki bi v tem delu vodonosnika Ljubljanskega barja, te plasti ločila v dva vodonosna horizonta.

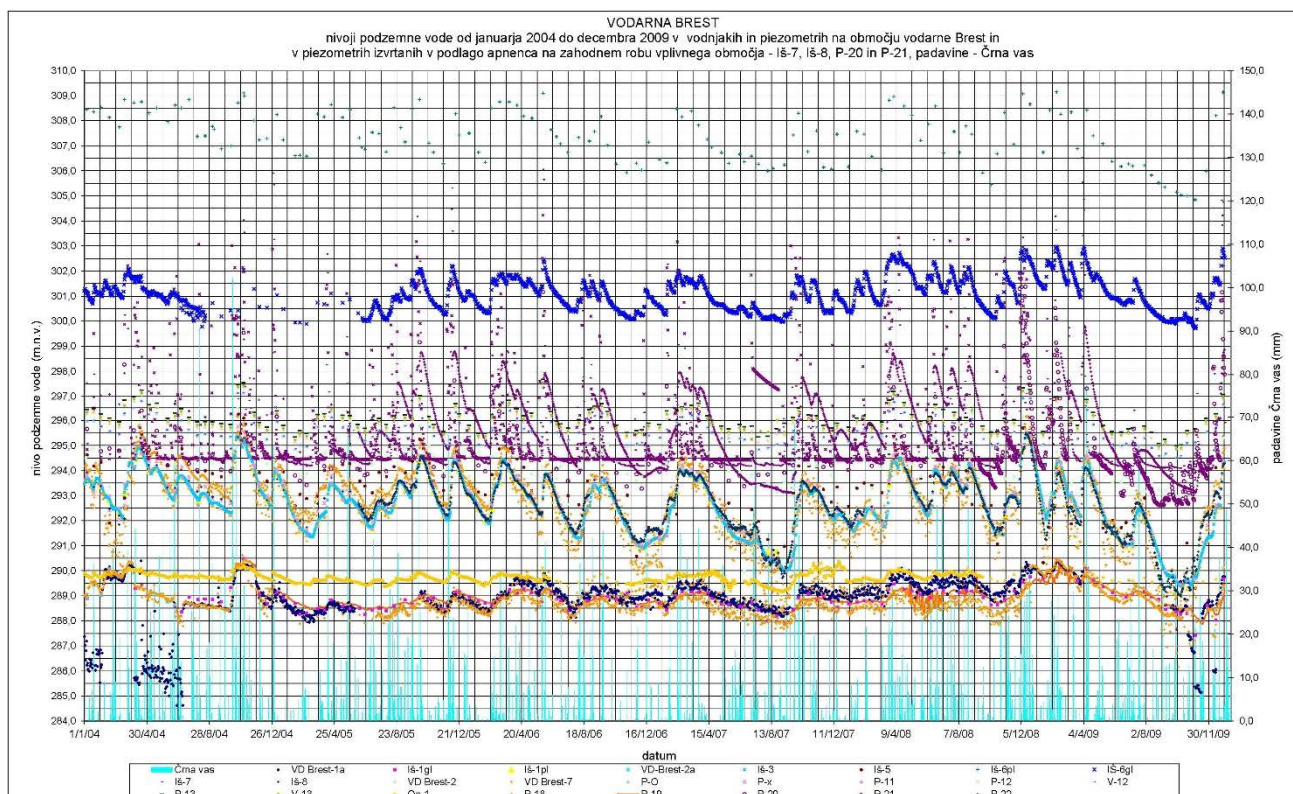
4.2 NIVOJI PODZEMNE VODE

V času meritev nivojev in načrpanih količin podzemne vode na vplivnem območju Vodarne Brest od leta 2004 do 2009 so bili na ožjem območju vodarne nivoji podzemne vode izmerjeni na globinah od 289 do 295,5 m.n.m., na južnem, gor vodnem robu vplivnega območja (Iš-6pl) na globinah od 304,84 do 309,15 m.n.m., na zahodnem robu vplivnega območja, pod desnim bregom Iške (P-13) na

globinah od 295 do 297,7 m.n.m., in na severnem, dol vodnem robu vplivnega območja (Op-1) na nivoju od 289 m do 290,4 m.n.m. (slika 3).

Od južnega roba vplivnega območja (Iš-6pl) do Vodarne Brest znaša gradient toka podzemne vode 0,0068 in od Vodarne Brest do severnega roba vplivnega območja (Op-1) 0,00015.

Na lokaciji piezometrov Iš-6pl (izvrtan v zgornjem vodonosnem horizontu) in Iš-6gl (filtri v spodnjem vodonosnem horizontu), pod desnim bregom Iške je nivo podzemne vode v zgornjem vodonosnem horizontu višji za 5,8 m do 7,96 m od nivoja v spodnjem vodonosnem horizontu. Na lokaciji piezometrov Op-1 (filtri v zgornjem vodonosnem horizontu) in P-19 (filtri v spodnjem vodonosnem horizontu) izvrtana sta 2600 m dolvodno od Vodarne Brest, je nivo podzemne vode v zgornjem vodonosnem horizontu višji za 0,8 m do 1,1 m od nivoja v spodnjem vodonosnem horizontu. Dne 19.02.2009 je bil na tej lokaciji v zgornjem vodonosnem horizontu izmerjen za 0,23 m nižji nivo podzemne vode kot v spodnjem vodonosnem horizontu.

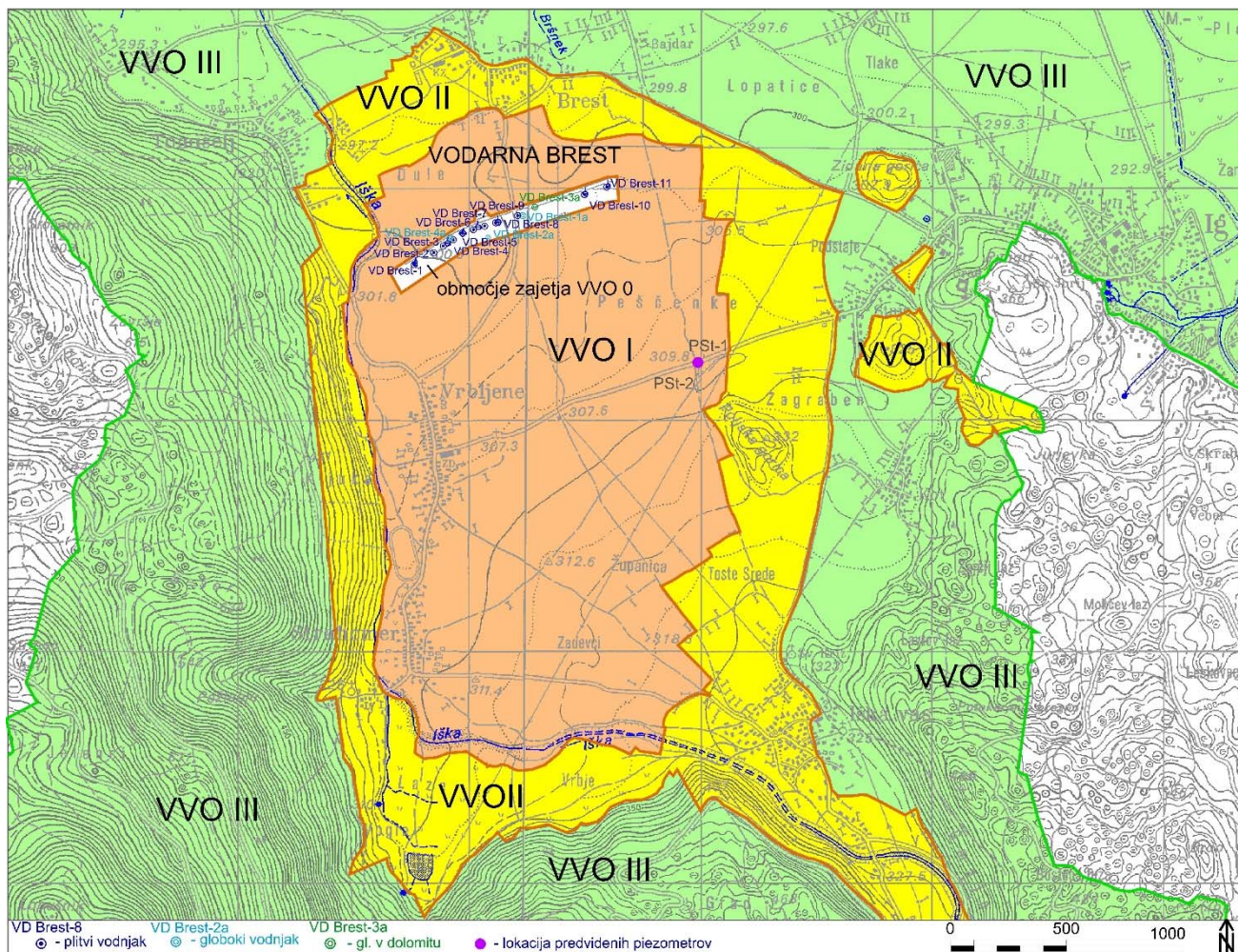


slika 3: nivoji podzemne vode v vplivnem območju Vodarne Brest (arhiv JP VOKA SNAGA d.o.o.).

5. VVO NA IŠKEM VRŠAJU

Podzemna voda vodonosnika Ljubljanskega barja je zaščiten v uredbi: Uredba o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnikov Ljubljanskega barja in okolice Ljubljane (Uradni list RS, št. 115/07).

Predvidena piezometa PSt-1 in PSt-2 bosta izvrtana na najožjem vodovarstvenem območju, z ukrepi za varovanje vodonosnika, VVO I: Uredba o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnikov Ljubljanskega barja in okolice Ljubljane (Uradni list RS, št. 115/07), slika 4.



slika 4: prikaz vodovarstvenih območij

6. PREDLOG LOKACIJE ZA IZVEDBO PIEZOMETROV PSt-1 in PSt-2

Lokacija za izvedbo predvidenih piezometrov PSt-1 in PSt-2 je izbrana z upoštevanjem geološke strukture in hidrodinamskih parametrov medzrnskega vodonosnika pod Iškim vršajem.

Namen izvedbe piezometrov je določitev vira onesnaženja z desetil-atrazinom, ki teče v smeri vodarne Brest in izvajanje monitoringa podzemne vode v peščeno prodnatih zasipih in karbonatni podlagi v zaledju Vodarne Brest. Z raziskavo pridobljeni strukturni in hidrodinamični parametri, bodo pomembno prispevali k dopolnjevanju geometrije in robnih pogojev v vodonosnikih Iškega vršaja.

Z jedrovanjem, do predvidene globine 40 m, se bo prvi izvrtal piezometer PSt-1 s filtrskim odsekom v meljasto peščeno prodnatih in zaglinjenih meljasto peščeno prodnatih zasipih od predvidene globine 18 m do 37 m (list 2). Nato se bo ob njem do predvidene globine 122 m izvrtal piezometer PSt-2 s filtrskim odsekom v karbonatni osnovi od predvidene globine 39 m do 120 m (list 2.1).

Prognozni geološki profil na lokaciji piezometrov PSt-1 in PSt-2:

(m)		
0,0 – 0,5	-	humus, umetni nasip, meljasto peščen prod,
1,0 – 11,0	-	meljasto peščen prod s sivim peskom in meljem, leče rjavo rdeče in rjave meljne gline, lokacija je na robu sanirane gramozne jame, ker obod jame ni določljiv je možno da bosta piezometra od predvidene globine 1 do cca 7 m izvrtana skozi zasutje gramozne jame (komunalne in gradbene odpadke),
11,0 - 18,0	-	meljasto peščen prod z rjavim meljem in peskom, leče rjavo redeče in rjave meljene gline, zaglinjen meljasto peščen prod z rjavim peskom in meljem,

18,0 – 37,0	-	menjavanje zasipov meljasto peščenega proda z rjavim peskom in meljem in zaglinjenega meljasto peščenega proda z rjavim peskom, meljem in glino,
37,0 – 38,0		sivorjava in rdeča glina,
38,0 – 122,0	-	temnosiv razpokan apnenec.

V vrtino piezometra PSt-1 se bodo vgradile cevi in filtri do predvidenih globin:

(m)		
+0,4 – 12,0	-	uvodna kolona – nerjavna jeklena cev EN1.4301/1.4307, Ø 168,3/5 mm,
+0,4 – 18,0 in	-	cev iz nerjavnega jekla EN 1.4301/1.4307, Ø 114,3/4 mm,
27,0 - 33,0		
18,0 - 27,0 in	-	filtrska cev iz nerjavnega jekla EN 1.4301/1.4307, Ø 114,3/4 mm, slotirani
33,0 - 37,0		filtri, višina (odprtina) slotov 3 mm,
37,0 – 40,0	-	usedalnik - cev iz nerjavnega jekla EN 1.4301/1.4307, Ø 114,3/4 mm.

Medprostor vrtani profil / cevitev piezometra PSt-1 se bo zacementiral od ustja vrtine (0,0 m) do globine 12,0 m. Po končanih vrtalnih delih in cevitvi filtrskega odseka vrtine bo piezometer aktiviran s pulzirajočim air liftom in batom. Predvideni čas aktiviranja 18 ur.

V vrtino piezometra PSt-2 se bodo vgradile cevi in filtri do predvidenih globin:

(m)		
+0,4 – 38,0	-	tehnična kolona – nerjavna jeklena cev EN1.4301/1.4307, Ø 168,3/5 mm,
35,0 – 39,0	-	cev iz nerjavnega jekla EN 1.4301/1.4307, Ø 114,3/4 mm,
39,0 - 120,0	-	filtrska cev iz nerjavnega jekla EN 1.4301/1.4307, Ø 114,3/4 mm, slotirani
		filtri, višina (odprtina) slotov 3 mm,
37,0 – 40,0	-	usedalnik - cev iz nerjavnega jekla EN 1.4301/1.4307, Ø 114,3/4 mm.

Medprostor vrtani profil / cevitev piezometra PSt-2 se bo zacementiral od ustja vrtine (0,0 m) do dna tehnične kolone na globin 38,0 m. Po končanih vrtalnih delih in cevitvi filtrskega odseka vrtine bo piezometer aktiviran s pulzirajočim air liftom in batom. Predvideni čas aktiviranja 40 ur.

6.1 ČRPALNI POIZKUS V PIEZOMETRIH PSt-1 in PSt-2

Po končani izvedbi piezometrov PSt-1 in PSt-2 bo izveden črpalni poizkus s črpanjem do 2,5 l/s zajete podzemne vode s ciljem, da se dobi ustrezeni vzorec zajete podzemne vode za kemijsko in mikrobiološko preskušanje. Čas črpanja po 8 ur.

7. GRADNJA PIEZOMETROV PSt-1 in PSt-2

Načrt gradnje piezometrov PSt-1 in PSt-2 je narejen na osnovi poznavanja strukture peščeno prodnatih zasipov na Iškem vršaju. Na predvideni lokaciji nastopajo do predvidene globine 37 m meljasto peščeno prodnati in zaglinjeni meljasto peščeno prodi zasipi z vmesnimi nanosi meljen gline, peska in melja. Odloženi so na karbonatni podlagi razpokanega apnenca.

V meljasto peščeno prodnatih nastopa dobra prepustnost za podzemno vodo s koeficientom prepustnosti (k) > 10⁻⁴ m/s. Koeficientom prepustnosti (k) v zaglinjenih meljasto peščeno prodnatih zasipih meri < 10⁻⁴ m/s. V karbonatni podlagi nastopa srednja vodoprepustnost s koeficientom prepustnosti (k) < 10⁻⁵ m/s.

7.1 PROGNOZNI GEOLOŠKI PROFIL

Prognosti geološki profil na lokaciji predvideni za izvedbo piezometrov PSt-1 in PSt-2 je podan v poglavju 6 in na listih 2 in 2.1.

7.2 TEHNOLOGIJA VRTANJA PIEZOMETRA PSt-1

Piezometr PSt-1 bo izvrtan z jedrovanjem po celi globini z enojnimi jedrniki \varnothing 116 -146 mm "na suho" s sprotno začasno cevitvijo. Povrtavanje na premer nujen za vgradnjo posamezne kolone se bo izvajalo z globinskimi kladivi s sprotno začasno cevitvo (over burden system). Za delo kladiva in čiščenje navrtanine se bo uporabljal stisnjen zrak.

7.2.1 Jedrovanje

Jedro se bo začasno shranjevalo v lesene ali plastične zaboje. Na vrhu zaboja mora biti označena:

- oznaka vrtine,
- globina začetka in konca jedra.

Jedra se morajo poslikati.

7.2.2 Konstrukcija vrtine

	premer vrtanja/povrtavanja (mm)	premer cevitve (mm)	globina cevitve (m)	cevi	tip spoja
tehnična/uvodna kolona	OBS 225,4/219,1	168,3	+0,4 - 12,0	cevi iz nerjavečega jekla EN 1.4301/1.4307	varjeno
filtrska konstrukcija	OBS 165/152	114,3	+0,4 - 40,0	cevi in fitri iz nerjavečega jekla EN 1.4301/1.4307	varjeno

Cevitev piezometra PSt-1 je prikazana na listu 2, načrtovana je po podatkih:

- prognoznega geološkega profila na lokaciji vrtine (poglavje 6),
- predvidene globine vrtine,
- nivoja podzemne vode na lokaciji vrtine (poglavje 4.2),
- uporabe vrtine.

7.2.2.1 Uvodna kolona

Vrtanje in cevitev uvodne kolone:

- premer vrtanja - jedrovanje \varnothing 146 -116 mm / povrtavanje OBS 225,4/219,1 mm
- interval vrtanja - 0 – 12 m
- premer cevitve - 168,3 mm
- interval cevitve - +0,4 - 12,0 m

Pritiski pri cevitvi in cementiranju uvodne kolone:

$$p_{nv} = 0 \text{ MPa, za } H_k = 0 \text{ m}$$

$$p_{nd} = 9,81 \times 10^{-6} \cdot \rho_w \cdot H_k = 9,81 \times 10^{-6} \cdot 1.000 \cdot 12 = 0,12 \text{ MPa}$$

p_{nv}, p_{nd} - notranja tlaka na ustju in dnu uvodne kolone (MPa)

Maksimalna obremenitev na vrhu in dnu na cevi uvodne kolone po vgradnji cementne mešanice:

$$p_{zv} = 0 \text{ ker je } H_k = 0$$

$$p_{zd} = 9,81 \times 10^{-6} \cdot \rho_{cm} \cdot H_k = 9,81 \times 10^{-6} \cdot 1.800 \cdot 12 = 0,212 \text{ MPa}$$

Vzdolžne sile zaradi lastne teže kolone in vzgona cementne mešanice, za cevi \varnothing 168,3/ 5 mm ($q_c = 20,1 \text{ kg/m}$):

$$F_n = 9,81 \cdot H_k \cdot q_c = 9,81 \cdot 20,1 \cdot 12 = 2.366 \text{ N}$$

$$F_t = 9,81 \cdot H_k \cdot (A_m \cdot \rho_{cm} - A_n \cdot \rho_l) =$$

$$F_t = 9,81 \cdot 12 \cdot (0,022246 \cdot 1.800 - 0,019681 \cdot 1.000) = 2.397 \text{ N}$$

p_{zv}, p_{zd} - zunanji tlak na vrhu in dnu kolone (MPa)
 H_k - globina pete kolone (m)

ρ_w	- gostota vode (kg/m ³)
ρ_{cm}	- gostota cementne mešanice (kg/m ³)
F_n	- natezna sila (N)
F_t	- tlačna sila (N)
q_c	- masa kolone na tekoči meter (kg/m)
A_m	- površina zunanjega prereza kolone (m ²)
A_n	- površina notranjega prereza kolone (m ²)
H_c	- višina cementnega stolpca (m)

Po izračunanih vrednostih je potrebno v vrtino za uvodno kolono vgraditi cevi:

- zunanji premer cevi - 168,3 mm (6⁵/₈")
- notranji premer cevi - 158,3 mm
- debelina stene cevi - 5 mm
- kvaliteta jekla - EN 1.430/1.4307
- teža cevi - 20,1 kg/m
- minimalna natezna trdnost (σ_m) - 235 N/mm²
- spajanje cevi v kolono - s čelnim električnim varjenjem, robovi cevi morajo biti pobrušeni v konus pod kotom 30 - 35 °

Za premer cevi $D = 168,3$ mm z debelino stene $t = 5$ mm, oziroma $26,62 > D/t > 42$ in $\sigma_{min} = 235$ N/mm² znaša tlak porušitve cevi 6,94 MPa.

7.2.2.2 Cementiranje medprostora vrtani premer – uvodna kolona

Cementiranje medprostora vrtani premer – uvodna kolona bo izvedeno direktno (slika 4).

Volumen cementne mešanice ($w/c = 0,5$; $\rho_{cm} = 1.800$ kg/m³) za cementiranje uvodne kolone:

- premer kolone – 168,3 mm
- debelina stene – 5,0 mm
- premer vrtanja – 225,4 mm
- dolžina kolone - 6 m

$$V_{cm} = (v_v - v_{nk}) H_v k_c + v_{nk} \times l_{cn} = (0,039902 - 0,022246) \times 12 \times 1,8 + 0,01968 \times 0,5 = 0,4 \text{ m}^3$$

$$Q_c = f_c V_{cm} = 1200 \times 0,4 = 480 \text{ kg}$$

$$V_w = w/c Q_c = 0,5 \times 480 = 240 \text{ l}$$

$$\rho_{cm} = \frac{Q_c + V_w}{V_{cm}} = (480 + 240)/0,4 = 1800 \text{ kg/m}^3$$

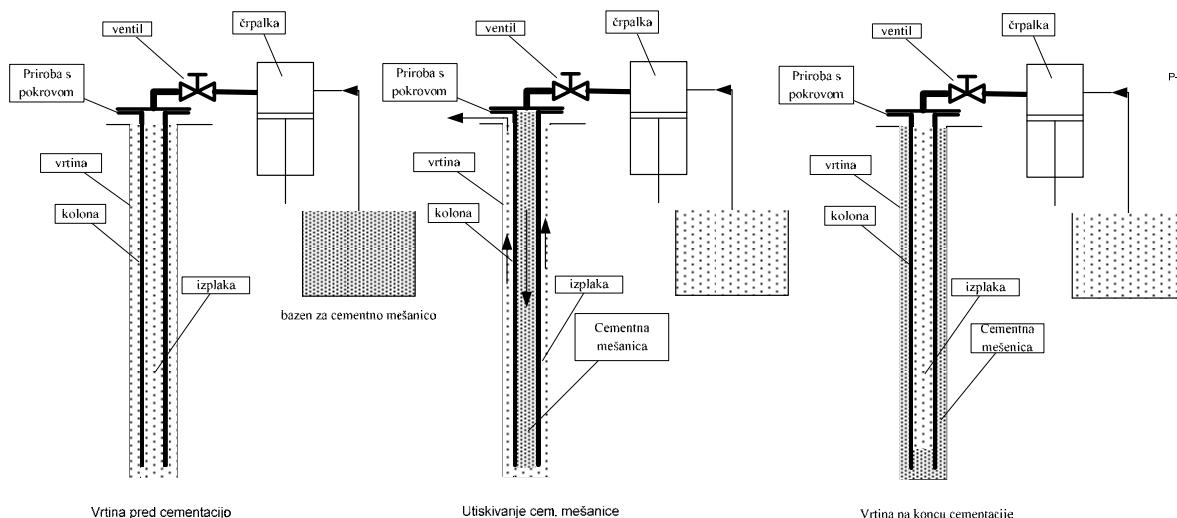
- V_{cm} - volumen cementne mešanice (m³)
- v_v - površina preseka vrtine (m³)
- v_{nk} - v površina preseka cevi (m³)
- l_{cn} - višina cementa v koloni (m)
- k_c - korekcijski faktor nepravilnosti vrtine
- Q_c - masa cementa (kg)
- f_c - faktor cementne mešanice (kg / m³)
- V_w - volumen vode (l)
- w/c - vodocementni faktor

Končni tlak cementacije:

- $\rho_{cm} = 1.800$ kg/m³
- $\rho_w = 1.000$ kg/m³

$$p_{zc} = 9,81 \times 10^{-6} * (\rho_{cm} - \rho_w) * (H_k - l_{cn}) = 9,81 \times 10^{-6} * (1.800 - 1000) * (12) = 0,09 \text{ MPa}$$

Volumen vode potreben za iztiskanje cementne mešanice $V_v = 0,22$ m³



slika 4: prikaz izvedbe cementiranja uvedne kolone

Uvodno kolono bo potrebno do cementirati v primeru, da se po vtiskanju cementna mešanica ne iztisne do ustja vrtine. Glede na globino strjene cementne mešanice se ta dolije z ustja cevi.

7.2.2.3 Filtrska kolona

Od pete uvedne (tehnične) kolone na globini 12 m in do dna vrtine na predvideni globini 40 m bo vrtina jedrovana »na suho« z začasno sprotno cevovijo. Usedalnik se vgradi v karbonatno podlago peščeno prodnatih zasipov.

Vrtani premeri in premeri cevi ter filtrov za filtrsko kolono :

- premer vrtanja - jedrovanje 116 -146 mm, povrtavanje OBS 165/152 mm
- interval vrtanja - 12 – 40 m
- premer cevitve - 114,3 mm
- interval cevitve - + 0,4 – 40 m
- interval filtrov - 18 – 27 m in od 33 do 37 m
- usedalnik - 37 – 40 m

Cevi za filtrsko kolono:

- zunanji premer - 114,3 mm
- notranji premer - 106,3 mm
- debelina stene cevi - 4 mm
- teža cevi - 13,5 kg/m
- kvaliteta jekla - nerjaveče jeklo EN 1.4301/1.4307
- minimalna meja elastičnosti σ_{\min} ($R_{p0,2}$) - 235 N/mm²
- filtri, odprtine slotov 3 mm, površna odprtina - >15 %
- dno filtrske kolone - privari se nerjavno dno,
- spajanje cevi v zaščitno kolono - s čelnim elektro varjenjem, robovi cevi morajo biti pobrušeni v konus pod kotom 30 - 35 °

Za premer cevi $D=114,3$ mm in debelino stene $t= 4$ mm, oziroma $D/t = 26,62 > D/t < 42$ in $\sigma_{\text{dop}}=235$ N/mm je tlak porušitve cevi 9,5 Mpa.

7.2.2.4 Prepustnost filtrskih cevi

Za filtrske cevi se vgradijo cevi iz nerjavnega jekla s horizontalnimi sloti z odprtino 3 mm in skupno površino odprtin > 15%. Ob izbrani filtrski konstrukciji s premerom $D_f=0,1143$ m, dolžino filtrskega odseka $M_f=13$ m, z deležem površine odprtin filtrov, $p = 15$ %, in pogoja, da mora vhodna hitrost vode v odprtinah filtra biti manjša od $v_{\text{max}}= 0,01$ m/s dopušča prepustnost filtrskega odseka črpanje do 0,12 m³/s

$$Q_{\dot{c}} \leq \pi \times D_f \times M_f \times p \times 0,03 \times 10^{-2} = \pi \times 0,1143 \times 13 \times 0,15 \times 0,01 = 0,007 \text{ m}^3/\text{s}$$

7.2.2.5 AKTIVIRANJE VRTINE

Po končani vgradnji filtrske kolone je potrebno vrtino aktivirati z batom in air liftom. Za aktiviranje vrtine z air liftom se uporabi kompresor z delovnim pritiskom najmanj 21 barov. Potop cevi se prilagodi statičnem in dinamičnem nivoju ter izdatnosti vrtine. Ustje piezometra se zavaruje z izlivko z ventilom na izlivni cevi, ki omogoča hitro odpiranje in zapiranje iztoka in s tem povečane hidravlične udare. Predvideni čas aktiviranja 18 ur.

Potek aktiviranja: batiranje in pulzirajoči enocevni in dvojni (paralelni ali centrični) air lift. Usedalnik se očisti z air liftom.

7.2.3 USTJE VRTINE

Okoli ustja se betonira kocka dimenzij 0,8 x 0,8 x 0,4 m, 0,1 m nad površino tal. Ustje uvedne kolone se zapre z jekleno kapo iz nerjavnega jekla z obešanko (list 2).

7.3 TEHNOLOGIJA VRTANJA PIEZOMETRA PSt-2

Piezometer PSt-2 bo izvrtan ob piezometru PSt-1 (tabela 1, slike 1, 2, 4 in list 1). Vrtanje piezometra PSt-2 se bo izvajalo z globinskimi kladivi s stisnjenim zrakom za delo kladiva in iznašanje navrtene ter sproti začasno cevovod (overburden). V kolikor se navrtanina ne bo dovolj kvalitetnega iznašala iz vrtine se za vrtanje lahko uporabi kompaktna pena. Za izdelavo pene se smejo uporabiti le biološko in oksidacijsko razgradljivi penilci. Po izlivu iz vrtine se mora pena razgrajevati z razgrajevalci.

7.3.1 Jedro PSt-2

Do karbonatne osnove, se bo vizualno spremljal prineseni material, ko se bo vrtina vrtala skozi karbonatno osnovo (apnenec/dolomit) predvidoma od globine 38 m in do dna vrtine na globini 122 m se bo vsake 3 m v PVC vrečko, z oznako globine, spravil vzorec prinesenega drobirja.

7.3.2 Konstrukcija vrtine

	premer vrtanja/povrtavanja (mm)	premer cevitve (mm)	globina cevitve (m)	cevi	tip spoja
tehnična kolona	OBS 225,4/219,1	168,3	+0,4 - 38,0	cevi iz nerjavečega jekla EN 1.4301/1.4307	varjeno
filtrska konstrukcija	OBS 165/152	114,3	+35,0 - 122,0	cevi in fitri iz nerjavečega jekla EN 1.4301/1.4307	varjeno

Program cevitve vrtine je izdelan ob upoštevanju: prognoznega geološkega profila na lokaciji vrtine (poglavje 6), predvidene globine, nivoja podzemne vode na lokaciji (poglavje 4.2) in uporabe vrtine. Cevitev piezometra PSt-2 je prikazana na listu 2.1.

7.3.2.1 Tehnična kolona

Vrtanje in cevitev tehnične kolone:

- premer vrtanja - OBS 225,4/219,1 mm,
- interval vrtanja - 0 – 38 m
- premer cevitve - 168,3 mm
- interval cevitve - +0,4 - 38 m

Pritiski pri cevitvi in cementiranju tehnične kolone:

$$p_{nv} = 0 \text{ MPa, za } H_k = 0 \text{ m}$$

$$p_{nd} = 9,81 \times 10^{-6} \cdot \rho_w \cdot H_k = 9,81 \times 10^{-6} \cdot 1.000 \cdot 38 = 0,37 \text{ MPa}$$

p_{nv}, p_{nd} - notranja tlaka na ustju in dnu tehnične kolone (MPa)

Maksimalna obremenitev na vrhu in dnu na cevi uvedne kolone po vgradnji cementne mešanice:

$$p_{zv} = 0 \text{ ker je } H_k = 0$$

$$p_{zd} = 9,81 \times 10^{-6} \cdot \rho_{cm} \cdot H_k = 9,81 \times 10^{-6} \cdot 1.800 \cdot 38 = 0,67 \text{ MPa}$$

Vzdolžne sile zaradi lastne teže kolone in vzgona cementne mešanice, za cevi $\varnothing 168,3/5 \text{ mm}$ ($q_c = 20,1 \text{ kg/m}$):

$$F_n = 9,81 \cdot H_k \cdot q_c = 9,81 \cdot 20,1 \cdot 38 = 7493 \text{ N}$$

$$F_t = 9,81 \cdot H_k \cdot (A_m \cdot \rho_{cm} - A_n \cdot \rho_i) =$$

$$F_t = 9,81 \cdot 38 \cdot (0,022246 \cdot 1.800 - 0,019681 \cdot 1.000) = 7590 \text{ N}$$

p_{zv}, p_{zd} - zunanji tlak na vrhu in dnu kolone (MPa)

H_k - globina pete kolone (m)

ρ_w - gostota vode (kg/m^3)

ρ_{cm} - gostota cementne mešanice (kg/m^3)

F_n - natezna sila (N)

F_t - tlačna sila (N)

q_c - masa kolone na tekoči meter (kg/m)

A_m - površina zunanjega prereza kolone (m^2)

A_n - površina notranjega prereza kolone (m^2)

H_c - višina cementnega stolpca (m)

Po izračunanih vrednostih je potrebno v vrtino za uvedno kolono vgraditi cevi:

- zunanji premer cevi - 168,3 mm ($6\frac{5}{8}$ ")
- notranji premer cevi - 158,3 mm
- debelina stene cevi - 5 mm
- kvaliteta jekla - nerjavno EN 1.430/1.4307
- teža cevi - 20,1 kg/m
- minimalna natezna trdnost (σ_m) - 235 N/mm²
- spajanje cevi v kolono - s čelnim elektro varjenjem, robovi cevi morajo biti pobrušeni v konus pod kotom 30 - 35 °

Za premer cevi $D = 168,3 \text{ mm}$ z debelino stene $t = 5 \text{ mm}$, oziroma $26,62 > D/t > 42$ in $\sigma_{min} = 235 \text{ N/mm}^2$ znaša tlak porušitve cevi 6,94 MPa.

7.3.2.2 Cementiranje medprostora vrtani premer – uvedna kolona

Cementiranje medprostora vrtani premer – uvedna kolona bo izvedeno direktno (slika 4).

Volumen cementne mešanice ($w/c = 0,5$; $\rho_{cm} = 1.800 \text{ kg/m}^3$) za cementiranje uvedne kolone:

- premer kolone – 168,3 mm
- debelina stene – 5,0 mm
- premer vrtanja – 225,4 mm
- dolžina kolone - 38 m

$$V_{cm} = (v_v - v_{nk}) H_v k_c + v_{nk} \cdot l_{cn} = (0,0399 - 0,02225) \times 38 \times 1,8 + 0,01968 \times 1 = 1,2 \text{ m}^3$$

$$Q_c = f_c V_{cm} = 1200 \times 1,2 = 1440 \text{ kg}$$

$$V_w = w/c Q_c = 0,5 \times 1440 = 720 \text{ l}$$

$$\rho_{cm} = \frac{Q_c + V_w}{V_{cm}} = (1440 + 720)/1,2 = 1800 \text{ kg/m}^3$$

V_{cm} - volumen cementne mešanice (m^3)

v_v - površina preseka vrtine (m^2)

v_{nk} - v površina preseka cevi (m^2)

l_{cn} - višina cementa v koloni (m)

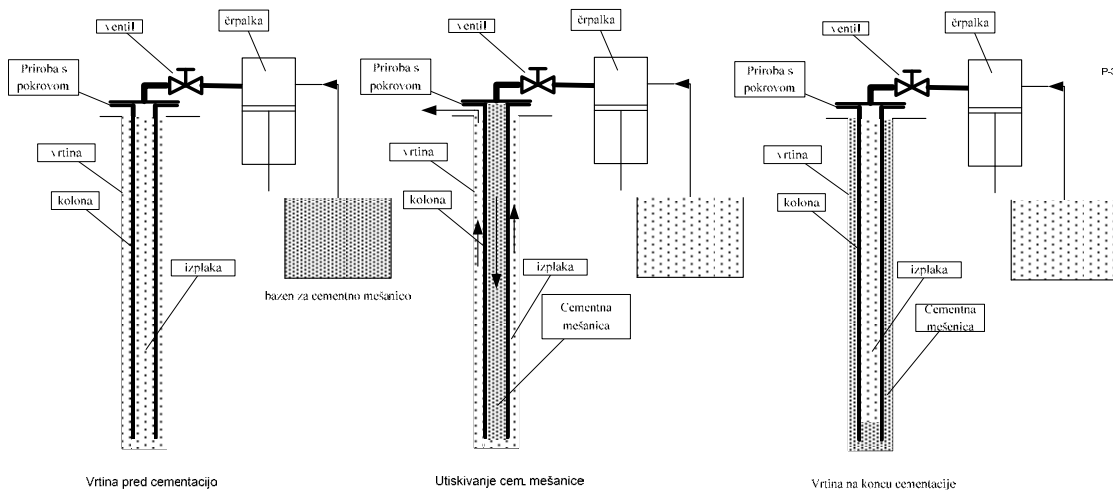
k_c - korekcijski faktor nepravilnosti vrtine
 Q_c - masa cementa (kg)
 f_c - faktor cementne mešanice (kg / m³)
 V_w - volumen vode (l)
 w/c - vodocementni faktor

Končni tlak cementacije:

- $\rho_{cm} = 1.800 \text{ kg/m}^3$
- $\rho_w = 1.000 \text{ kg/m}^3$

$$p_{zc} = 9,81 \times 10^{-6} * (\rho_{cm} - \rho_w) * (H_k - l_{cn}) = 9,81 \times 10^{-6} * (1.800 - 1000) * (38) = 0,3 \text{ MPa}$$

Volumen vode potreben za iztiskanje cementne mešanice $V_v = 0,72 \text{ m}^3$



slika 4: prikaz izvedbe cementiranja uvedne kolone

Uvodno kolono bo potrebno do cementirati v primeru, da se po vtiskanju cementna mešanica ne iztisne do ustja vrtine. Glede na globino strjene cementne mešanice se ta dolije z ustja cevi.

7.3.2.3 Filtrska kolona

Od pete tehnične kolone na predvideni globini 38 m in do dna vrtine na globini 122 m bo vrtina izvartana z globinskimi kladivi s stisnjenim zrakom za delo kladiva in iznašanje navrtene ter sprotno začasno cevovjivo (over burden).

Vrtani premeri in premeri cevi ter filtrov za filtrsko kolono :

- premer vrtanja - OBS 165/152 mm,
- interval vrtanja - 38 – 122 m,
- premer cevovje - 114,3 mm ,
- interval cevovje - 35 – 122 m,
- interval filtrov - 39 - 120 m,
- usedalnik - 120 - 122 m.

Cevi za filtrsko kolono:

- zunanji premer - 114,3 mm
- notranji premer - 106,3 mm
- debelina stene cevi - 4 mm
- teža cevi - 13,5 kg/m
- kvaliteta jekla - nerjaveče jeklo EN 1.4301/1.4307
- minimalna meja elastičnosti $\sigma_{min} (Rp_{0,2})$ - 235 N/mm²
- odprtine slotov 3 mm, površna odprtina - >15 %
- teža - oprema filtrske kolone glava za slepo cevitev z lijakom lijakom Ø 152 x Ø 114,3 mm
- dno filtrske kolone - privari se nerjavno dno,
- spajanje cevi v zaščitno kolono - s čelnim elektro varjenjem, robovi cevi morajo biti pobrušeni v konus pod kotom 30 - 35 °

Za premer cevi $D=114,3$ mm in debelino stene $t=4$ mm, oziroma $D/t = 26,62 > D/t < 42$ in $\sigma_{dop}=235$ N/mm je tlak porušitve cevi 9,5 Mpa.

7.3.2.4 Prepustnost filtrskih cevi

Za filtrske cevi se vgradijo cevi iz nerjavnega jekla s horizontalnimi sloti z odprtino 3 mm in skupno površino odprtin $> 15\%$. Ob izbrani filtrski konstrukciji s premerom $D_f=0,1143$ m, dolžino filtrskega odseka $M_f=81$ m, z deležem površine odprtin filtrov, $p = 15\%$, in pogoja, da mora vhodna hitrost vode v odprtinah filtra biti manjša od $v_{max}=0,01$ m/s dopušča prepustnost filtrskega odseka črpanje do 0,04 m³/s.

$$Q_c \leq \pi \times D_f \times M_f \times p \times 0,03 \times 10^{-2} = \pi \times 0,1143 \times 81 \times 0,15 \times 0,01 = 0,04 \text{ m}^3/\text{s}$$

Na dno cevi se privari nerjavno dno.

7.3.2.5 AKTIVIRANJE VRTINE

Po končani vgradnji filtrske kolone je potrebno vrtino aktivirati z batom in air liftom. Za aktiviranje vrtine z air liftom se uporabi kompresor z delovnim pritiskom najmanj 21 barov. Potop cevi se prilagodi statičnem in dinamičnem nivoju ter izdatnosti vrtine. Ustje piezometra se zavaruje z izlivko z ventilom na izlivni cevi, ki omogoča hitro odpiranje in zapiranje iztoka in s tem povečane hidravlične udare. Predvideni čas aktiviranja 40 ur.

Potek aktiviranja je naslednji: batiranje in pulzirajoči enocevni ali dvojni (paralelni ali centrični) air lift. Usedalniki se očisti z air liftom.

7.3.3 USTJE VRTINE

Okoli ustja se betonira kocka dimenzij 0,8 x 0,8 x 0,4 m, 0,1 m nad površino tal. Ustje uvodne kolone se zapre z jekleno kapo iz nerjavnega jekla z obešanko (list 2).

7.4 SPREMLJAVA VRTANJA PIEZOEMTROV PSt-1 in PSt-2

V času izvajanja del se izvaja hidrogeološki nadzor. Spremlja se:

- režim vrtanja,
- cevovod,
- cementacije,
- spremlja se hitrost vrtanja, jedrovanje,
- popis in slikanje jedra,
- beleži se dotoke vode v vrtino med vrtanjem,
- glede na strukturo zasipov na lokaciji vrtine nadzor določi globino vgradnje tehnične (uvodne) kolone in globino vgradnje filtrnih cevi,
- nadzor spremlja in usmerja aktiviranje vrtine.

Hidrogeološkega nadzora ne sme izvajati podjetje, ki izdeluje vrtino (neodvisna spremljava).

7.4.1 KAROTAŽNE MERITVE in VIDEO POSNETEK

Po končanem vrtanju in cevovodu piezometrov PSt-1 in PSt-2 se v vsaki izvede:

- elektro karotaža (EL/SP),
- naravna gama,
- odklon vrtine

in

- video posnetek vrtine.

7.5 DELA SE BODO IZVAJALA NA VODOVARSTVENEM OBMOČJU

Predvidena piezometa PSt-1 in PSt-2 bosta izvrtana na najožjem vodovarstvenem območju, z ukrepi za varovanje vodonosnika, VVO I: Uredba o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnikov Ljubljanskega barja in okolice Ljubljane (Uradni list RS, št. 115/07), slika 4, zato bo moral izbrani izvajalec upoštevati vse pogoje za izvedbo del po uredbi. Poskrbeti bo moral za vse preventivne ukrepe za zaščito kakovosti vira pitne vode ter skladnosti in zdravstvene ustreznosti pitne vode. Vsako razlitje nevarnih snovi ter ravnanje, dogodek ali spremenjene razmere, ki bi lahko kratkoročno ali dolgoročno vplivali na kakovost vira pitne vode ter skladnost in zdravstveno ustreznost pitne vode bo moral takoj javiti:

- odgovorni osebi naročnika po pogodbi ali naročilnici
- in
- vodji vzdrževanja vodarn JP VODOVOD KANALIZACIJA SNAGA d.o.o.

Preventivno bo moral izvajati ukrepe:

- Pred dovozom delovnih strojev in druge opreme, ki vsebuje nevarne snovi, bo preveril ali so le-ti v brezhibnem stanju, da ne bodo ogrožali kakovosti vira pitne vode ter skladnosti in zdravstvene ustreznosti pitne vode. V primeru, da obstaja visoko tveganje razlitja nevarnih snovi ali da se ob pregledu ugotovi netesnost rezervoarjev za nevarne snovi, ki so del strojne opreme, vozila, stroji in oprema ne bodo vstopili na območje zajetja.
- Ob zaključku delavnika bo vozila, stroje in opremo umaknil na asfaltno površino, če narava dela to dopušča in če asfaltna podlaga obstaja, pod njih pa bo namestil lovilne posode ali zadrževalne površine. Če so delovni stroji nepremični, bo pod njih vgrajen zaščitni tampon in preko njega nepropustna folija.
- Preprečeno bo spiranje lovilne posode ali zadrževalne površine zaradi padavin.
- Pred prvo uporabo vozil, delovnih strojev in opreme bo vsakega dne preveril vsebino lovilne posode ali površine pod strojem. Če bo zaznana kakršnakoli sled nevarnih snovi, bo vozilo, delovni stroj ali opremo iz območja del nemudoma odstranili.
- Prazno embalažo za gorivo bo po pretakanju goriva nemudoma odstranili iz območja del.
- Mobilne WC kabine bo redno vzdrževal, praznil oziroma pravočasno zamenjal, preden se bo rezervoar napolnil.
- Pretakanje go bo izvajal na asfaltni površini, če ta obstoja. Pred pretakanjem bo namestil lovilne posode ali zadrževalne površine. V primeru razlitja bo nevarne snovi nemudoma odstranili. V primeru onesnaženja zemljine, bo ta prav tako odstranjena.
- Osebne avtomobile bo parkiral na utrjeni (asfaltni) površini oz. bodo v primeru, če utrjene površine v zajetju ni, parkiral izven območja del.
- Odpadni material in biološke odpadke bo ob zaključku delavnika odstranili v skladu z zakonodajo, ki ureja odlaganje odpadkov.

Na območju zajetja bo moral upoštevati naslednje **prepovedi**:

- skladiščenje nevarnih snovi izven rezervoarjev strojne opreme ni dovoljeno.
- menjavanje olja v motorjih in drugih napravah ni dovoljeno.
- pranje avtomobilov, kamionov in drugih delovnih strojev ter druge opreme ni dovoljeno.

Za izvajanje ukrepov bo zadolžena **odgovorna oseba** izvajalca del.

Neupoštevanje zgornjih ukrepov velja za hujšo kršitev poslovnega razmerja, zato lahko v tem primeru naročnik zahteva takojšnjo odstranitev avtomobilov, kamionov, delovnih strojev in druge opreme z območja zajetja oziroma lahko takoj pisno odpove pogodbeni odnos.

8. POPIS DEL IN OCENA STROŠKOV

8.1 Izvedba piezometra PSt-1

	delo	kol.	enota	en./EUR	EUR
1	Prevoz vrtalnega stroja in opreme na delovišče in nazaj	1	pavšal		
2	Priprava lokacije	1	lok		
3	Priprava vrtalnega stroja in opreme, montaža in demontaža, ter priprava za vrtanje	1	vrt.		
4	Jedrovanje s premerom 131-146 mm do 12 m z istočasno cevitvjo	12	m		
5	Povrtavanje OBS 225,4/219,1 mm do 12 m	12	m		
6	Vgraditev tehnične zaščitne kolone premera 168,3/5 mm, cementacija, vezava in strjevanje cementne mešanice	12	m		
7	Jedrovanje s premerom 131-146 mm od 12 m do 40 m s sprotno začasno cevitvjo	28	m		
8	Povrtavanje OBS165/152 mm od 12 m do 40 m	28	m		
9	Vgraditev filtrske konstrukcije nerjavnih piezometričnih cevi Ø 114 mm od ustja do dna vrtine	6	ur		
10	Aktiviranje vrtine z batom in air liftom	18	ur		
11	Nerjavne jeklene cevi premera 168,3/5 mm; kvaliteta jekla USA AISI 304 (EN 1.4301)	12	m		
12	Nerjavne jeklene cevi premera 114,3/4 mm; kvaliteta jekla USA AISI 304 (EN 1.4301)	28	m		
13	Nerjavni jekleni filtri premera 114,3/4 mm; kvaliteta jekla USA AISI 304/304L, odprtina reže 3 mm (13 m + 3 m za rezervo)	16	m		
14	Cement z dodatki	600	kg		
15	Ureditev ustja piezometra - jeklena kapa z obešanko in betonska plošča 0,8 x 0,8 x 0,4 m	1	kom		
16	Ureditev lokacije po končanih delih	1	delo		
	SKUPAJ :				

8.2 Izvedba piezometra PSt-2

	delo	kol.	enota	en./EUR	EUR
1	Premik stroja in opreme	1	pavšal		
2	Priprava lokacije	1	lok		
3	Priprava vrtalnega stroja in opreme, montaža in demontaža, ter priprava za vrtanje	1	vrt.		
4	Vrtanje OBS 225,4/219,1 mm do 38 m	38	m		
5	Vgraditev tehnične kolone premera 168,3/5 mm, cementacija, vezava in strjevanje cementne mešanice	38	m		
6	Vrtanje OBS165/152 mm od 38 m do 122 m	84	m		
7	Slepa vgraditev filtrske konstrukcije nerjavnih piezometričnih cevi Ø 114 mm od gl. 35 m do 122 m	87	m		
8	Aktiviranje vrtine z batom in air liftom	40	ur		
9	Nerjavne jeklene cevi premera 168,3/5 mm; kvaliteta jekla USA AISI 304 (EN 1.4301)	38	m		
10	Oprema za izvedbo cementacije – centralizerji Ø 168/225 mm	5	kos		

11	Nerjavne jeklene cevi premera 114,3/4 mm; kvaliteta jekla USA AISI 304 (EN 1.4301)	6	m		
12	Nerjavni jekleni filtri premera 114,3/4 mm; kvaliteta jekla USA AISI 304/304L, odprtina reže 3 mm (13 m + 3 m za rezervo)	81	m		
14	Glava z lijakom za slepo cevitev	1	kos		
15	Cement z dodatki	1300	kg		
16	Ureditev ustja piezometra - jeklena kapa z obešanko in betonska plošča 0,8 x 0,8 x 0,4 m	1	kom		
17	Ureditev lokacije po končanih delih	1	delo		
	SKUPAJ :				

8.3 Hidrogeološki nadzor izvedbe piezometrov PSt-1 in PSt-2»

	opis del	kol.	enota	en./EUR	v EUR
1.	Pregled lokacije za izvedbo piezometra	1	ogled		
2.	HG spremljava izvedbe piezometrov PSt-1 in PSt-2	1	pavšal		
3.	Popis in slikanje jeder (predvidoma 40 m)	40	m		
4.	Strokovna spremljava cevitve piezometrov	4	dan		
5.	Strokovna spremljava cementaže piezometrov	2	dan		
6.	Strokovna spremljava aktiviranja piezometrov	8	dan		
7.	Karotaža in pregled piezometra s kamero	2	karotaža		
8.	Izvedba črpalnega poskusa (6 ur)	2	poskus		
9.	Poročilo o izvedbi piezometrov	1	poročilo		
	Vrednost del brez DDV				

8.4 Kemijske in mikrobiološke preiskave

	opis del	kol.	enota	en./EUR	v EUR
1.	Kemijske in mikrobiološke preiskave v obsegu nacionalnega monitoringa podzemnih voda	2	analiza		
	Vrednost del brez DDV				

8.5 Ocenjena vrednost del

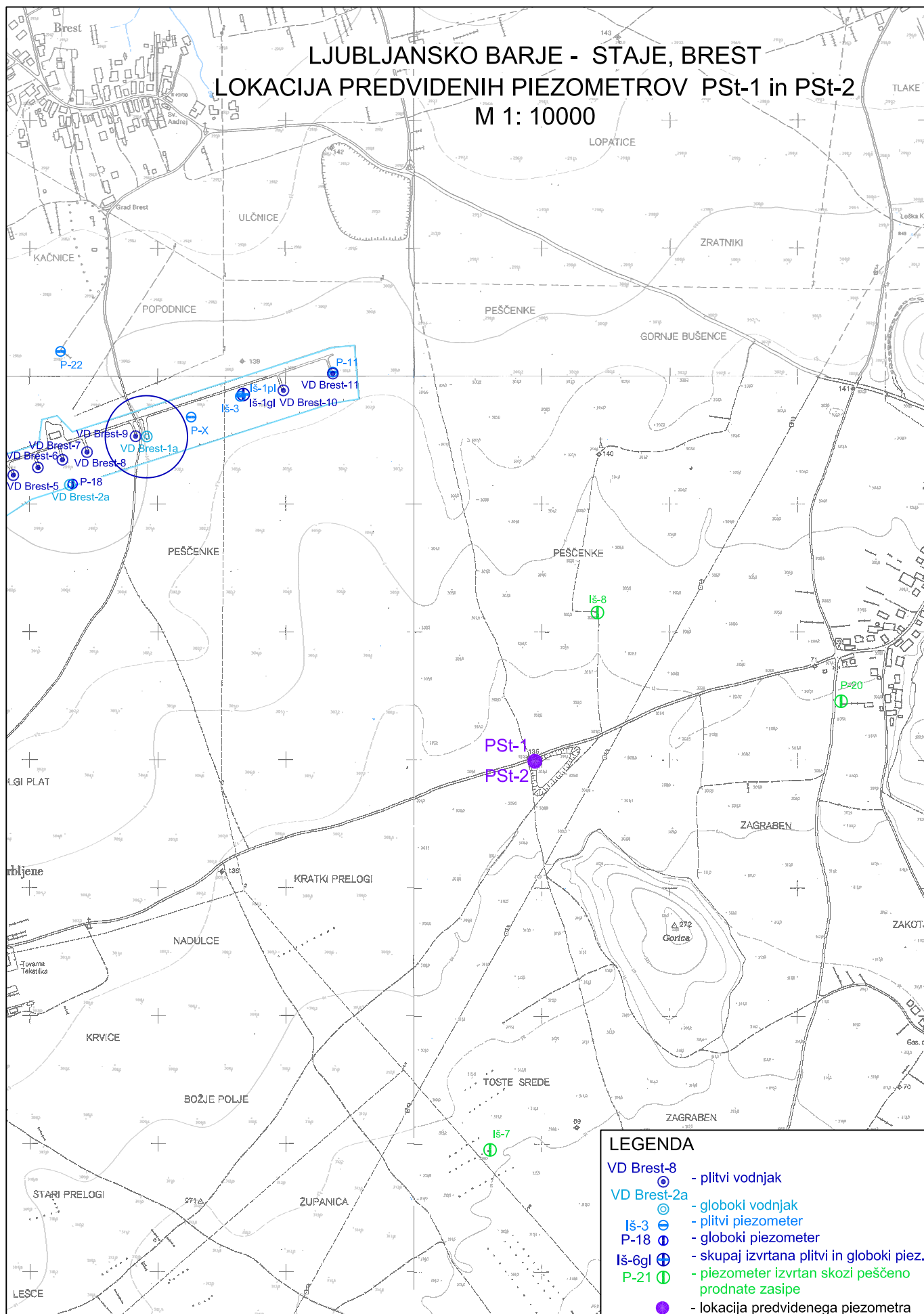
	delo	EUR
8.1	Izvedba piezometra PSt-1	
8.2	Izvedba piezometra PSt-2	
8.3	Hidrogeološki nadzor izvedbe piezometrov PSt-1 in PSt-2	
8.5	Kemijske in mikrobiološke preiskave	
	OCENEJNA VREDNOST PREDVIDENIH DEL	
	DDV 22%	
	VREDNOST DEL Z DDV	

Ljubljana, november 2020

LJUBLJANSKO BARJE - STAJE, BREST

LOKACIJA PREDVIDENIH PIEZOMETROV PSt-1 in PSt-2

M 1: 10000



LEGENDA

- VD Brest-8 - plitvi vodnjak
- VD Brest-2a - globoki vodnjak
- Iš-3 - plitvi piezometer
- P-18 - globoki piezometer
- Iš-6gl - skupaj izvrtna plitvi in globoki piez.
- P-21 - piezometer izvrtna skozi peščeno prodnate zasilje
- PSt-1, PSt-2 - lokacija predvidenega piezometra

Investitor: MESTNA OBČINA LJUBLJANA Mestni trg 1, 1000 Ljubljana Oddelek za gospodarske dejavnosti in promet	Objekt: Piezometra PSt-1 in PSt-2	
Projektant: GEORAZ, d.o.o. Bratovševa pl. 10, 1000 Ljubljana	Načrt: Lokacija piezometrov PSt-1 in PSt-2	
Vodlja projekta: Darko Petauer, univ.dipl.inž.geol.	Št. projekta: K-II-30d/c-35/103 Št. načrta: K-II-30d/c-35/103	Datum: november 2020
	Vrsta projekta: PZI Merilo: 1:10000	List 1

GEORAZ d.o.o.
hidrogeološke raziskave

vrtal. profil	litoški stolpec	globina vrt. (m)	PROGNOZNI GEOLOŠKI OPIS	oznaka	koeficient prepustnosti k (m/s)	nivo vode (m)	PIEZOMETER
			humus, umetni nasip, meljasto peščen prod				
Ø 116-146 mm OBS 225.4/219.1 mm		1	meljasto peščen prod s sivim peskom in meljem, leče rjavo rdeče in rjave meljne glinice, lokacija je na robu sanirane gramozne jame, ker obod jame ni določljiv je možno, da bo piezometer od predvidene globine 1 do cca 7 m izvrtan skozi zasutje gramozne jame (komunalne in gradbene odpadke)			9.5	0m
12 m		11					12m
		18	meljasto peščen prod z rjavim meljem in peskom, leče rjavo rdeče in rjave meljne glinice zaglinjen meljasto peščen prod z rjavim peskom meljem in glino				18m
Ø 116-146 mm OBS 165/152 mm			menjavanje zasipov meljasto peščenega prod z rjavim peskom in meljem, in zaglinjenega meljasto peščenega proda z rjavim peskom meljem in glino				27m
37			sivorjava in rdeča glina				33m
38			temnosiv razpokan apnenec				37m
40 m		40					40m

Investitor:

MESTNA OBČINA LJUBLJANA
Mestni trg 1, 1000 Ljubljana
Oddelek za gospodarske dejavnosti in promet

Projektant:

GEORAZ, d.o.o.
Bratovševa pl. 10, 1000 Ljubljana

Vodja projekta:

Darko Petauer, univ.dipl.inž.geol.

Objekt:

Piezometer PSt-1

Načrt:

Načrt gradnje piezometra PSt-1

Št. projekta:

K-II-30d/c-35/103

Št. načrta:

K-II-30d/c-35/103

Vrsta projekta:

PZI

Datum:

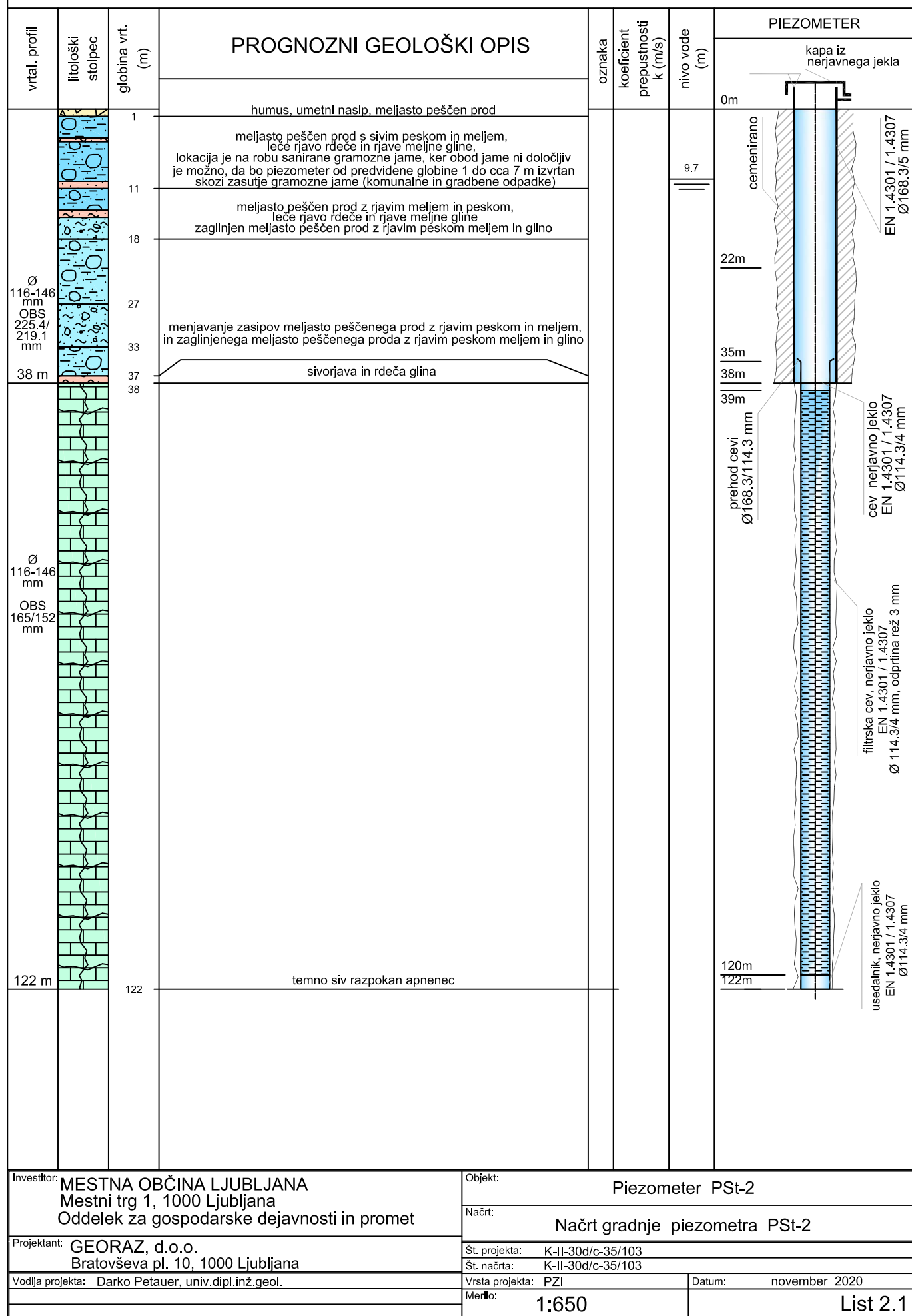
november 2020

Merilo:

1:500

List 2

VRTINA: piezometer PSt-2
 Kraj vrtanja: Staje, IG
 Smer vrtanja: navpično
 Nadmorska višina: ~ 309 m.n.m.
 GKy= 461987 GKx= 90243
 TMe= 461617 TMn= 90727



Investitor: MESTNA OBČINA LJUBLJANA
 Mestni trg 1, 1000 Ljubljana
 Oddelek za gospodarske dejavnosti in promet

Projektant: GEORAZ, d.o.o.
 Bratovševa pl. 10, 1000 Ljubljana

Vodija projekta: Darko Petauer, univ.dipl.inž.geol.

Objekt: Piezometer PSt-2

Načrt: Načrt gradnje piezometra PSt-2

Št. projekta: K-II-30d/c-35/103
 Št. načrta: K-II-30d/c-35/103

Vrsta projekta: PZI Datum: november 2020

Merilo: 1:650

List 2.1