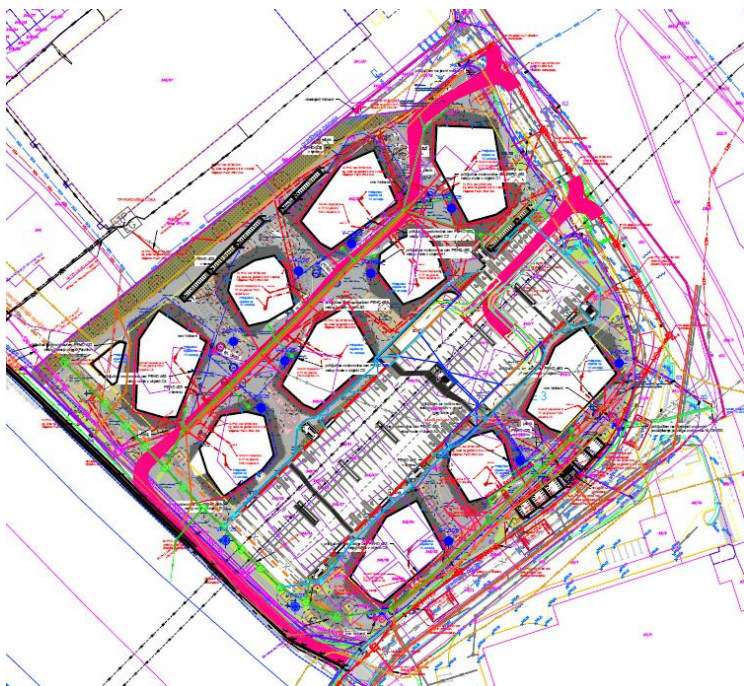


**IRGO Inštitut za rudarstvo
geotehnologijo in okolje**

Slovenčeva 93
SI – 1000 Ljubljana

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



7 Načrt s področja geotehnologije in rudarstva

(Faza PZI – tehnični del)

**Gradnja raziskovalnih
vodnjakov, kot osnova za
sistem za zajem in za
vračanje podzemne vode za
potrebe plitve geotermije
po sistemu voda – voda, za
potrebe pridobivanja
toplote za bodočo novo SS
Huje v Kranju.**

INVESTITOR

STANOVANJSKI SKLAD REPUBLIKE SLOVENIJE

JAVNI SKLAD,

Poljanska cesta 3 1,

SI 1000 LJUBLJANA

PO POGODBI

Št. JN 12/2025 z dne 28. 05. 2025 (2011358 naš znak z dne 02. 06. 2025)

ŠT. PROJEKTA

2012552

ŠT. NAČRTA

2012552 -7-raziskave

KRAJ IN DATUM

Ljubljana, januar 2026

PZI: Izvedba črpalnih in ponikalnih vodnjakov na območju SS Huje v Kranju

PRILOGA 1A

NASLOVNA STRAN PROJEKTNE DOKUMENTACIJE

INVESTITOR	
ime in priimek ali naziv družbe	Stanovanjski sklad Republike Slovenije, Javni sklad
naslov ali poslovni naslov družbe	Poljanska cesta 31, SI1000 Ljubljana
PODATKI O GRADNJI	
naziv gradnje	Gradnja raziskovalnih vodnjakov, kot osnova za sistem za zajem in vračanje podzemne vode za potrebe plitve geotermije po sistemu voda - voda za potrebe pridobivanja toplote za bodočo novo SS Huje v Kranju
<i>naziv gradnje se določi po namenu glavnega objekta</i>	
VRSTE GRADNJE	☒ NOVOGRADNJA - NOVOZGRAJEN OBJEKT
<i>označiti vse ustrezne vrste gradnje</i>	☐ NOVOGRADNJA - PRIZIDAVA
	☐ REKONSTRUKCIJA
	☐ SPREMEMBA NAMEMBOSTI
	☐ ODSTRANITEV CELOTNEGA OBJEKTA
	☐ LEGALIZACIJA
	☐ MANJŠA REKONSTRUKCIJA
PODATKI O PROJEKTI DOKUMENTACIJI	
vrsta dokumentacije (DPP, DGD, PZI, PZO, PID, DL)	PZI (projektna dokumentacija za izvedbo gradnje)
številka projekta	2012552
datum izdelave	januar 2026
datum spremembe	
PODATKI O PROJEKTANTU	
projektant (naziv družbe)	IRGO, Inštitut za rudarstvo, geotehnologijo in okolje
naslov	Slovenčeva ulica 93, SI1000 Ljubljana
odgovorna oseba projektanta	dr. Jože Ratej
podpis odgovorne osebe projektanta	
PODATKI O IZDELOVALCU OSNOVNEGA PRIKAZA / NAČRTA	
izdelovalec osnovnega prikaza / načrta	Melhior Pregl, univerzitetno diplomirani inženir geologije
identifikacijska številka	RG0122
projektant izdelovalca osnovnega načrta (naziv družbe)	IRGO, Inštitut za rudarstvo, geotehnologijo in okolje
naslov	Slovenčeva ulica 93, SI1000 Ljubljana
PODATKI O VODJI PROJEKTIRANJA	
VODJA PROJEKTIRANJA	Melhior Pregl, univerzitetno diplomirani inženir geologije
identifikacijska številka	RG0122
podpis vodje projektiranja	

PRILOGA 1B

UDELEŽENI STROKOVNJAKI PRI PROJEKTIRANJU

UDELEŽENI STROKOVNJAKI PRI PROJEKTIRANJU

POOBlašČENI ARHITEKTI

ime in priimek, strokovna izobrazba, identifikacijska številka

navedba gradiv, ki so jih izdelali

POOBlašČENI INŽENIRJI S PODROČJA GRADBENIŠTVA

ime in priimek, strokovna izobrazba, identifikacijska številka

navedba gradiv, ki so jih izdelali

POOBlašČENI INŽENIRJI S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE

ime in priimek, strokovna izobrazba, identifikacijska številka

navedba gradiv, ki so jih izdelali

POOBlašČENI INŽENIRJI S PODROČJA STROJNIŠTVA

ime in priimek, strokovna izobrazba, identifikacijska številka

navedba gradiv, ki so jih izdelali

POOBlašČENI INŽENIRJI S PODROČJA POŽARNE VARNOSTI

ime in priimek, strokovna izobrazba, identifikacijska številka

navedba gradiv, ki so jih izdelali

POOBlašČENI INŽENIRJI S PODROČJA GEOTEHNOLOGIJE IN RUDARSTVA

ime in priimek, strokovna izobrazba, identifikacijska številka

Melhior Pregl, univ. dipl. inž. Geologije, IZS RG0122

navedba gradiv, ki so jih izdelali

7 Načrt s področja geotehnologije in rudarstva

POOBlašČENI INŽENIRJI S PODROČJA GEODEZIJE

ime in priimek, strokovna izobrazba, identifikacijska številka

Borut Donko, dipl. inž. Geodezije, IZS Geo0257

navedba gradiv, ki so jih izdelali

8 Načrt s področja geodezije

POOBlašČENI INŽENIRJI S PODROČJA PROMETNEGA INŽENIRSTVA

ime in priimek, strokovna izobrazba, identifikacijska številka

navedba gradiv, ki so jih izdelali

POOBlašČENI KRAJINSKI ARHITEKTI

ime in priimek, strokovna izobrazba, identifikacijska številka

navedba gradiv, ki so jih izdelali

STROKOVNJAKI DRUGIH STROK

ime in priimek, strokovna izobrazba, identifikacijska številka

dr. Jože Ratej, univ. dipl. inž. geologije, IZS RG0126

navedba gradiv, ki so jih izdelali

Hidrogeološki model: Numerična analiza rabe podzemne vode za potrebe plitve geotermije za lokacijo Huje v Kranju, št. 2012554

ime in priimek, strokovna izobrazba, identifikacijska številka

Melhior Pregl, univ. dipl. inž. geologije, IZS RG0122

navedba gradiv, ki so jih izdelali

Elaborat: Poročilo o izvedenih hidrogeoloških preiskavah na lokaciji nove stanovanjske soseske ob Savi »Huje« v Kranju, št. 2012136, november 2025

Neustrezno izpustiti ali po potrebi dodati vrstice.

Pri DPP, DGD se kot "gradiva, ki so jih izdelali" navedejo kakršna koli gradiva, ki jih vodja projektiranja uporabi pri pripravi zbirnega prikaza (skice, risbe, detajli, izračuni, strokovne podlage, ki jih pred izdelavo zahtevajo področni predpisi, npr. geodetski načrt, geomehansko poročilo), vključno s tehničnimi prikazi; pri PZI, PID se navedejo načrti, pri PZO, DL tehnični prikazi oz. posnetki obstoječega stanja.

PRILOGA 2B

IZJAVA PROJEKTANTA IN VODJE PROJEKTIRANJA V PZI

PROJEKTANT

projektant (naziv družbe)	IRGO, Inštitut za rudarstvo, geotehnologijo in okolje
naslov	Slovenčeva ulica 93, SI1000 Ljubljana
odgovorna oseba projektanta	dr. Jože Ratej

IN VODJA PROJEKTIRANJA

vodja projektiranja	Melhior Pregl, univerzitetno diplomirani inženir geologije
---------------------	--

IZJAVLJAVA:

da je projektna dokumentacija za izvedbo gradnje (PZI):

številka projekta	2012552
datum izdelave	januar 2026

- skladna z zahtevami prostorskega izvedbenega akta;

- da so bili v izdelavo projektne dokumentacije vključeni ustrezni pooblaščen arhitekti, pooblaščen krajinski arhitekti in pooblaščen inženirji s področja gradbeništva, elektrotehnike, strojništva, tehnologije, požarne varnosti, geotehnologije in rudarstva, geodezije ali prometnega inženirstva ter strokovnjaki z drugih strokovnih področij, katerih strokovne rešitve so glede na namen in zahtevnost objekta ter namen izdelave projektne dokumentacije potrebni, tako da je ta izdelana celovito in medsebojno usklajena, in

- da je s projektno dokumentacijo v celoti zagotovljeno izpolnjevanje bistvenih in drugih zahtev objekta.

vodja projektiranja	Melhior Pregl, univerzitetno diplomirani inženir geologije
identifikacijska številka	RG0122
podpis vodje projektiranja	
odgovorna oseba projektanta	dr. Jože Ratej
podpis odgovorne osebe projektanta	

PRILOGA 4A

SPLOŠNI PODATKI O GRADNJI

PODATKI O GRADNJI

naziv gradnje	Gradnja raziskovalnih vodnjakov, kot osnova za sistem za zajem in vračanje podzemne vode za potrebe plitve geotermije po sistemu voda - voda za potrebe pridobivanja toplote za bodočo novo SS Huje v Kranju
kratek opis gradnje	V okviru gradbene dokumentacije SS Huje v Kranju bo za potrebe ogrevanja / hlajenja izvedeno za Fazo 1 dva identična črpalna vodnjaka in dva identična ponikalna vodnjaka ter za Fazo 2 en plitvejši črpalni vodnjak, in sicer bodo zgrajeni: črpalna vodnjaka za Fazo 1 (ČV-1/26 in ČV-2/26), globine 52 m ter cevljeni z INOX produkcijsko kolono DN250, črpalni vodnjaki za Fazo 2 (ČV-3/26), globine 34 m ter cevljeni z liner INOX produkcijsko kolono DN250 in ponikalna vodnjaka (PV-1/26 in PV-2/26) globine 40 m ter cevljena z INOX produkcijsko kolono DN250. Vodnjaki so projektirani na osnovi geomehanskih in hidrogeoloških raziskav na terenu, ki so na lokacijah bodočih vodnjakov vsebovala tudi raziskovalna vrtalna dela. Vodnjaki bodo v celoti izdelani iz INOX cevi in filtrov. Črpalna vodnjaka Faze 1 bosta imela filtre nameščene na globini med 14 in 50 m, črpalni vodnjak Faze 2 pa med 17 in 32 m. Ponikalna vodnjaka pa bosta imela filtre nameščene na globini med 8 in 38 m.

navedba objektov in njihovih značilnosti

glavni objekt, če je določen	Vsi trije (3) črpalni vodnjaki in dva ponikalna vodnjaka
klasifikacija objekta po CC-SI	22223 Vodni stolpi in vodnjaki
pripadajoči objekti	
<i>naštej</i>	

objekt z vplivi na okolje	NE
kratek opis spremembe zaradi večjih odstopanj od gradbenega dovoljenja	
<i>izpolniti, če gre za spremembo gradbenega dovoljenja</i>	

kratek opis pripravljalnih del	Morebitna izdelava delovnih platojev
<i>izpolniti, če gre za dokumentacijo, ki se nanaša samo na pripravljalna dela</i>	

PROSTORSKI AKT

prostorski akt	Odlok o izvedbenem prostorskem načrtu Mestne občine Kranj. Uradni list RS, št. 71/14, 9/16, 20/17, 42/17, 63/17, 1/18, 23/18, 76/19, 168/20, 184/20, 10/21, 35/22, 132/22, 17/23.
EUP	KR SA 6; podenota EUP KR SA 6/2
namenska raba	večstanovanjskih stavb, ki so namenjene bivanju s spremljajočimi dejavnostmi (SSv) ter zelenim površinam ob reki Savi

URBANISTIČNI KAZALCI

Samo za stavbe v DGD.

a) površine pod stavbami	
b) površine pod pripadajočimi pomožnimi objekti, ki so stavbe	
c) utrjene zunanje površine (promet, komunala, tehnične površine)	
d) utrjene zunanje površine (bivanje na prostem)	
e) površine raščenege dela	
velikost gradbene parcele a + b + c + d + e)	

PRILOGA 4B - 1

PODATKI O STAVBAH, GRADBENO INŽENIRSKIH OBJEKTIH IN ZUNANJI UREDITVI

GRADBENI INŽENIRSKI OBJEKT 1

rubriko dodati za vsak gradbeno inženirski objekt posebej

OSNOVNI PODATKI O GRADBENO INŽENIRSKEM OBJEKTU

imenovanje objekta	Črpalna vodnjaka za Fazo 1: ČV-1/26 in ČV-2/26
kratak opis objekta	Vodnjaka bosta vrtana po metodi Eccentric overburden system (EOBS). Do globine 12,0 m bo vrtano s premerom $\Phi 450$ mm (zaščitna cev 425,0/406,4 mm). V vodnjak se vgradijo INOX cevi uvedne kolone premera $\Phi 355,6 \times 6,3$ mm. Vmesni prostor med ostenjem in zunanjo steno uvedne kolone se zacementira po direktni metodi. Od globine 12,0 m, do globine 52 m se bo vrtalo s premerom $\Phi 314,3/298,5$ mm. V vodnjaka bodo vgrajene INOX cevi premera $\Phi 244,5 \times 6,3$ mm. Razpon mostičnih filtrov odprtine mostu 2,0 -3,0 mm bo od 14,0 - 50,0 m. Od 50,0 - 52,0 m bosta imela vodnjaka izdelani usedalnik z navarjenim dnem. Okoli filtrov bo vgrajen kremenčev filterški zasip premera zrn 5,6 - 8,0 mm. Filterški zasip bo segal do ustja vodnjaka.

v opisu objekta se navedejo podatki, pomembni za presojo mnenjedajalcev in upravnega organa

klasifikacija po CC-SI	22223 Vodni stolpi in vodnjaki
glavni ali pripadajoči objekt	glavni objekt
vrsta gradnje	novogradnja - novozgrajen objekt
zahtevnost objekta	enostaven
razvrstitev glede na požarno zahtevnost	požarno manj zahteven objekt
razvrstitev glede na univerzalno graditev in rabo objektov	prilagodljiv objekt

ZNAČILNOSTI ZA GRADBENO INŽENIRSKO OBJEKTE

višina	0,5 m
širina	vrtanje / cevitev / 450 mm / 355,6 mm / 505,0 mm
globina	52,0 m
dolžina	/
nosilni razpon	/
bruto tlorisna površina	0,2 m ²
neto / bruto prostornina	2,20 / 2,90 m ³
opis zmogljivosti (pretok, tlak, premer, napetost, PE ipd.)	izdatnost vodnjaka: < 40 l/s oz. < 144 m ³ /h

NAVEDBA PODLAG ZA PROJEKTIRANJE

Samo v PZI, navede se ali so bile pri projektiranju uporabljene tehnične smernice oziroma zadnje stanje gradbene tehnike.

uporaba evrokodov ali drugih pravil v zvezi z zagotavljanjem mehanske odpornosti in stabilnosti pri projektiranju	uporaba evrokodov	SIST EN 1990: 2004
		SIST EN 1991-1-1: 2004
		SIST EN 1997-1
druge tehnične smernice		SIST EN ISO 14686-2:2003
		SIST EN ISO 14688-2:2004
		SIST EN ISO 22282-4:2012
		SIA 546 384/7: 2015
		Smernice za vrtanje v plitvi geotermiji do globine 300 m posodobljen izvod – V5 (29. 1. 2021)

GRADBENA PARCELA
samo v DGD

 velikost gradbene parcele m²
1008,0 m²
seštevek območij gradbene parcele (A+B+C)
GRADBENA PARCELA - ENA ALI VEČ PARCEL

k. o.	parc. št.	območje gradbene parcele m ²
2122 Huje	242/7	ČV-1/26 in ČV-2/26

po potrebi dodati vrstice in posodobiti avtomatično seštevanje
0,0 m²
GRADBENA PARCELA - OBMOČJA STVARNE SLUŽNOSTI

k. o.	parc. št.	območje gradbene parcele m ²
-------	-----------	---

po potrebi dodati vrstice in posodobiti avtomatično seštevanje
0,0 m²
GRADBENA PARCELA - OBMOČJA STAVBNIH PRAVIC

k. o.	parc. št.	območje gradbene parcele m ²
-------	-----------	---

po potrebi dodati vrstice in posodobiti avtomatično seštevanje
0,0 m²
ODMIKI OD SOSEDNIH ZEMLJIŠČ
samo v DGD in PZI

k. o.	parc. št.	odmik v m (0,0)
2122 Huje	241/36	ČV-1/26; 19,4 m
2122 Huje	231	ČV-2/26; 22,8 m

po potrebi dodati vrstico
ZUNANJA UREDITEV STAVB
OSNOVNI PODATKI O OBJEKTU
utrjene zunanje površine (promet, komunala, tehnične površine)
v opisu se navedejo podatki o dostopih, dovozih, številu in vrsti parkirnih mest, površinah za zbiranje komunalnih odpadkov, površinah za intervencijo in evakuacijo ipd.
utrjene zunanje površine (bivanje na prostem)
v opisu se navedejo podatki o terasah, igriščih, utrjenih površinah, zelenih strehah ipd.
površine raščenelega dela
v opisu se navedejo podatki o ureditvah zelenih ali obvodnih površin, krajine in odprtega prostora ipd.
ostale ureditve

PRILOGA 4B - 2

PODATKI O STAVBAH, GRADBENO INŽENIRSKIH OBJEKTIH IN ZUNANJI UREDITVI

GRADBENI INŽENIRSKI OBJEKT 2

rubriko dodati za vsak gradbeno inženirski objekt posebej

OSNOVNI PODATKI O GRADBENO INŽENIRSKEM OBJEKTU

imenovanje objekta	Črpalni vodnjak za Fazo 2: ČV-3/26
kratak opis objekta	Vodnjak bo vrtan po metodi Eccentric overburden system (EOBS). Do globine 16,0 m bo vrtano s premerom $\Phi 450$ mm (zaščitna cev 425,0/406,4 mm). V vodnjak se vgradijo INOX cevi uvodne kolone premera $\Phi 355,6 \times 6,3$ mm. Vmesni prostor med ostenjem in zunanjo steno uvodne kolone se zacementira po direktni metodi. Od globine 16,0 m, do globine 34 m se bo vrtalo s premerom $\Phi 314,3/298,5$ mm. V vodnjak bo vgrajena liner (slepa cevitev) INOX cevi premera $\Phi 244,5 \times 6,3$ mm. Razpon liner produkcijske konstrukcije bo od 14,0 – 34,0 m. Razpon mostičnih filtrov odprtine mostu 2,0 -3,0 mm bo od 17,0 - 32,0 m. Od 32,0 - 34,0 m bo imel vodnjak izdelan usedalnik z navarjenim dnom.

v opisu objekta se navedejo podatki, pomembni za presojo mnenjedajalcev in upravnega organa

klasifikacija po CC-SI	22223 Vodni stolpi in vodnjaki
glavni ali pripadajoči objekt	glavni objekt
vrsta gradnje	novogradnja - novozgrajen objekt
zahtevnost objekta	enostaven
razvrstitev glede na požarno zahtevnost	požarno manj zahteven objekt
razvrstitev glede na univerzalno graditev in rabo objektov	prilagodljiv objekt

ZNAČILNOSTI ZA GRADBENO INŽENIRSKO OBJEKTE

višina	0,5 m
širina	vrtanje / cevitev / 450 mm / 355,6 mm / 505,0 mm
globina	34,0 m
dolžina	/
nosilni razpon	/
bruto florisna površina	0,2m ²
neto / bruto prostornina	2,14 / 2,32 m ³
opis zmogljivosti (pretok, tlak, premer, napetost, PE ipd.)	izdatnost vodnjaka: < 18 l/s oz. < 65 m ³ /h

NAVEDBA PODLAG ZA PROJEKTIRANJE

Samo v PZI, navede se ali so bile pri projektiranju uporabljene tehnične smernice oziroma zadnje stanje gradbene tehnike.

uporaba evrokodov ali drugih pravil v zvezi z zagotavljanjem mehanske odpornosti in stabilnosti pri projektiranju	uporaba evrokodov	SIST EN 1990: 2004
		SIST EN 1991-1-1: 2004
		SIST EN 1997-1
druge tehnične smernice		SIST EN ISO 14686-2:2003
		SIST EN ISO 14688-2:2004
		SIST EN ISO 22282-4:2012
		SIA 546 384/7: 2015
		Smernice za vrtanje v plitvi geotermiji do globine 300 m posodobljen izvod – V5 (29. 1. 2021)

GRADBENA PARCELA

samo v DGD

velikost gradbene parcele m²

0,0 m²

seštevek območij gradbene parcele (A+B+C)

GRADBENA PARCELA - ENA ALI VEČ PARCEL

k. o.	parc. št.	območje gradbene parcele m ²
2122 Huje	241/26	ČV-3/26

po potrebi dodati vrstice in posodobiti avtomatično seštevanje

0,0 m²

GRADBENA PARCELA - OBMOČJA STVARNE SLUŽNOSTI

k. o.	parc. št.	območje gradbene parcele m ²

po potrebi dodati vrstice in posodobiti avtomatično seštevanje

0,0 m²

GRADBENA PARCELA - OBMOČJA STAVBNIH PRAVIC

k. o.	parc. št.	območje gradbene parcele m ²

po potrebi dodati vrstice in posodobiti avtomatično seštevanje

0,0 m²

ODMIKI OD SOSEDNIJH ZEMLJIŠČ

samo v DGD in PZI

k. o.	parc. št.	odmik v m (0,0)
2122 Huje	231	26,4 m

po potrebi dodati vrstico

ZUNANJA UREDITEV STAVB

OSNOVNI PODATKI O OBJEKTU

utrne zunanje površine (promet, komunala, tehnične površine)

v opisu se navedejo podatki o dostopih, dovozi, številu in vrsti parkirnih mest, površinah za zbiranje komunalnih odpadkov, površinah za intervencijo in evakuacijo ipd.

utrne zunanje površine (bivanje na prostem)

v opisu se navedejo podatki o terasah, igriščih, utrjenih površinah, zelenih strehah ipd.

površine raščenege dela

v opisu se navedejo podatki o ureditvah zelenih ali obvodnih površin, krajine in odprtega prostora ipd.

ostale ureditve

PRILOGA 4B - 3

PODATKI O STAVBAH, GRADBENO INŽENIRSKIH OBJEKTIH IN ZUNANJI UREDITVI

GRADBENI INŽENIRSKI OBJEKT 3

rubriko dodati za vsak gradbeno inženirski objekt posebej

OSNOVNI PODATKI O GRADBENO INŽENIRSKEM OBJEKTU

imenovanje objekta	Ponikalni vodnjaki: PV-1/26 in PV-2/26
kratak opis objekta	Vodnjaka bodo vrtana po metodi Eccentric overburden system (EOBS). Do globine 6,0 m bo vrtano s premerom $\Phi 425,0/406,4$ mm. V vodnjak se vgradijo INOX cevi uvedne kolone premera $\Phi 355,6 \times 6,3$ mm. Vmesni prostor med ostenjem in zunanjo steno uvedne kolone se zacementira po direktni metodi. Od globine 6,0 m, do globine 40 m se bo vrtalo s premerom $\Phi 314$ mm. V vodnjak bodo vgrajene INOX cevi premera $\Phi 244,5 \times 6,0$ mm. Razpon mostičnih filtrov odprtine mostu 2,0 mm bo od 8,0 - 38,0 m. Od 38,0 - 40,0 m bo imel vodnjak izdelan usedalnik z navarjenim dnom. Okoli filtrov bo po potrebi vgrajen kremenčev filtrski zasip premera zrn 5,6 - 8,0 mm. Filtrski zasip bo segal do ustja vodnjaka.

v opisu objekta se navedejo podatki, pomembni za presojo mnenjedajalcev in upravnega organa

klasifikacija po CC-SI	22223 Vodni stolpi in vodnjaki
glavni ali pripadajoči objekt	glavni objekt
vrsta gradnje	novogradnja - novozgrajen objekt
zahtevnost objekta	enostaven
razvrstitev glede na požarno zahtevnost	požarno manj zahteven objekt
razvrstitev glede na univerzalno graditev in rabo objektov	prilagodljiv objekt

ZNAČILNOSTI ZA GRADBENO INŽENIRSKO OBJEKTE

višina	0,5 m
širina	vrtanje / cevitev / 425 mm / 244,5 mm / 445 mm
globina	40,0 m
dolžina	/
nosilni razpon	/
bruto tlorisna površina	0,2 m ²
neto / bruto prostornina	2,2 m ³
opis zmogljivosti (pretok, tlak, premer, napetost, PE ipd.)	ponikalna sposobnost vsakega vodnjaka: < 30 l/s oz. < 110 m ³ /h

NAVEDBA PODLAG ZA PROJEKTIRANJE

Samo v PZI, navede se ali so bile pri projektiranju uporabljene tehnične smernice oziroma zadnje stanje gradbene tehnike.

uporaba evrokodov ali drugih pravil v zvezi z zagotavljanjem mehanske odpornosti in stabilnosti pri projektiranju	uporaba evrokodov	SIST EN 1990: 2004
		IST EN 1991-1-1: 2004
		SIST EN 1997-1
druge tehnične smernice		SIST EN ISO 14686-2:2003
		SIST EN ISO 14688-2:2004
		SIST EN ISO 22282-4:2012
		SIA 546 384/7: 2015
		Smernice za vrtanje v plitvi geotermiji do globine 300 m posodobljen izvod – V5 (29. 1. 2021)

GRADBENA PARCELA

samo v DGD

velikost gradbene parcele m² 0,0 m²

seštevek območij gradbene parcele (A+B+C)

GRADBENA PARCELA - ENA ALI VEČ PARCEL

k. o.	parc. št.	parcela m ²	območje gradbene parcele m ²
2122 Huje	247/12		VP-1/25
2122 Huje	247/13		VP-2/25
po potrebi dodati vrstice in posodobiti avtomatično seštevanje			0,0 m ²

GRADBENA PARCELA - OBMOČJA STVARNE SLUŽNOSTI

k. o.	parc. št.	območje gradbene parcele m ²
po potrebi dodati vrstice in posodobiti avtomatično seštevanje		0,0 m ²

GRADBENA PARCELA - OBMOČJA STAVBNIH PRAVIC

k. o.	parc. št.	območje gradbene parcele m ²
po potrebi dodati vrstice in posodobiti avtomatično seštevanje		0,0 m ²

ODMIKI OD SOSEDNIJH ZEMLJIŠČ

samo v DGD in PZI

k. o.	parc. št.	odmik v m (0,0)
2122 Huje	247/14	PV-1/26 odmik od meje 7,5 m
2122 Huje	247/14	PV-2/26 odmik od meje 6,7 m
po potrebi dodati vrstico		

ZUNANJA UREDITEV STAVB

OSNOVNI PODATKI O OBJEKTU

utrjene zunanje površine (promet, komunala, tehnične površine)

v opisu se navedejo podatki o dostopih, dovozih, številu in vrsti parkirnih mest, površinah za zbiranje komunalnih odpadkov, površinah za intervencijo in evakuacijo ipd.

utrjene zunanje površine (bivanje na prostem)

v opisu se navedejo podatki o terasah, igriščih, utrjenih površinah, zelenih strehah ipd.

površine raščenege dela

v opisu se navedejo podatki o ureditvah zelenih ali obvodnih površin, krajine in odprtega prostora ipd.

ostale ureditve

PRILOGA 4C

PODATKI O ZEMLJIŠČIH

SEZNAM A: OBJEKTI IN ZUNANJA UREDITEV OBJEKTA (GRADBENA PARCELA)

katastrska občina	2122 Huje
parc. št.	Črpalna vodnjaka Faza 1: ČV-1/26 in ČV-2/26: parc. št. 242/7
	Črpalni vodnjak Faza 2: ČV-3/26: parc. št.: 241/26
	Ponikalni vodnjak VP-1/25: parc. št.: 247/12
	Ponikalni vodnjak VP-2/25: parc. št.: 247/13

po potrebi dodati vrstice

velikost gradbene parcele m ²	1
--	---

GRADBENA PARCELA - ENA ALI VEČ PARCEL

katastrska občina	parc. št.	parcela m ²	območje gradbene parcele m ²
2122 Huje	242/7	1008,0 m ²	gradbišče: 600 m ² / objekt: 0,2 m ²
2122 Huje	242/7	1008,0 m ²	gradbišče: 600 m ² / objekt: 0,2 m ²
2122 Huje	241/26	1811,0 m ²	gradbišče: 600 m ² / objekt: 0,2 m ²
2122 Huje	247/12	2797,0 m ²	gradbišče: 600 m ² / objekt: 0,2 m ²
2122 Huje	247/13	804,0 m ²	gradbišče: 600 m ² / objekt: 0,2 m ²

po potrebi dodati vrstice za vsako parcelo in preveriti seštevek

0,9 m²

GRADBENA PARCELA - OBMOČJA STVARNE SLUŽNOSTI

katastrska občina	parc. št.	parcela m ²	območje gradbene parcele m ²

po potrebi dodati vrstice za vsako parcelo in preveriti seštevek

0,0 m²

GRADBENA PARCELA - OBMOČJA STAVBNIH PRAVIC

katastrska občina	parc. št.	parcela m ²	območje gradbene parcele m ²

po potrebi dodati vrstice za vsako parcelo in preveriti seštevek

0,0 m²

PRILOGA 1C

NASLOVNA STRAN NAČRTA

Faza PZI Izgradnja 3 črpalnih vodnjakov in 2 ponikalnih vodnjakov za potrebe plitve geotermije, sistema voda-voda

PODATKI O GRADNJI	
naziv gradnje	Gradnja raziskovalnih vodnjakov, kot osnova za sistem za zajem in vračanje podzemne vode za potrebe plitve geotermije po sistemu voda - voda za potrebe pridobivanja toplote za bodočo novo SS Huje v Kranju
kratek opis gradnje	V okviru gradbene dokumentacije SS Huje v Kranju bo za potrebe ogrevanja / hlajenja izvedeno za Fazo 1 dva identična črpalna vodnjaka in dva identična ponikalna vodnjaka ter za Fazo 2 en plitvejši črpalni vodnjak, in sicer bodo zgrajeni: črpalna vodnjaka za Fazo 1 (ČV-1/26 in ČV-2/26), globine 52 m ter cevljeni z INOX produkcijsko kolono DN250, črpalni vodnjaki za Fazo 2 (ČV-3/26), globine 34 m ter cevljeni z liner INOX produkcijsko kolono DN250 in ponikalna vodnjaka (PV-1/26 in PV-2/26) globine 40 m ter cevljena z INOX produkcijsko kolono DN250. Vodnjaki so projektirani na osnovi geomehanskih in hidrogeoloških raziskav na terenu, ki so na lokacijah bodočih vodnjakov vsebovala tudi raziskovalna vrtna dela. Vodnjaki bodo v celoti izdelani iz INOX cevi in filtrov. Črpalna vodnjaka Faze 1 bosta imela filtre nameščene na globini med 14 in 50 m, črpalni vodnjak Faze 2 pa med 17 in 32 m. Ponikalna vodnjaka pa bosta imela filtre nameščene na globini med 8 in 38 m
VRSTE GRADNJE	☒ NOVOGRADNJA - NOVOZGRAJEN OBJEKT
PODATKI O PROJEKTNi DOKUMENTACIJI	
vrsta dokumentacije	PZI (projektna dokumentacija za izvedbo gradnje)
številka projekta	2012552
PODATKI O NAČRTU	
strokovno področje načrta	7 Načrt s področja geotehnologije in rudarstva
naziv načrta	Faza PZI: Gradnja raziskovalnih vodnjakov, kot osnova za sistem za zajem in vračanje podzemne vode za potrebe plitve geotermije po sistemu voda - voda za potrebe pridobivanja toplote za bodočo novo SS Huje v Kranju
številka načrta	2012552 -7-raziskave
datum izdelave	Januar 2026
PODATKI O PROJEKTANTU NAČRTA	
projektant načrta (naziv družbe)	IRGO, Inštitut za rudarstvo, geotehnologijo in okolje
naslov	Slovenčeva ulica 93, SI1000 Ljubljana
odgovorna oseba projektanta načrta	dr. Jože Ratej
podpis odgovorne osebe projektanta načrta	
PODATKI O IZDELOVALCU NAČRTA	
ime in priimek pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja	Melhor Pregl, univerzitetno diplomirani inženir geologije
identifikacijska številka	RG0122
podpis pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja	

PRILOGA 2C**IZJAVA PROJEKTANTA NAČRTA IN POOBLAŠČENEGA
STOKOVNJAKA, KI JE IZDELAL NAČRT V PZI IN PID****PROJEKTANT NAČRTA**

projektant načrta (naziv družbe)	IRGO, Inštitut za rudarstvo, geotehnologijo in okolje
naslov	Slovenčeva ulica 93, SI1000 Ljubljana
odgovorna oseba projektanta načrta	dr. Jože Ratej

IN POOBLAŠČENI STROKOVNJAK, KI JE IZDELAL NAČRT

pooblaščen strokovnjak	Melhior Pregl, univerzitetno diplomirani inženir geologije
------------------------	--

IZJAVLJAVA:**da načrt**

vrsta dokumentacije	PZI (projektna dokumentacija za izvedbo gradnje)
strokovno področje načrta	7 Načrt s področja geotehnologije in rudarstva
naziv načrta	Faza PZI: Gradnja raziskovalnih vodnjakov, kot osnova za sistem za zajem in vračanje podzemne vode za potrebe plitve geotermije po sistemu voda - voda za potrebe pridobivanja toplote za bodočo novo SS Huje v Kranju
številka načrta	2012552 -7-raziskave
datum izdelave	Januar 2026

upošteva relevantne predpise in druge normativne dokumente ter da so upoštewane ustrezne bistvene in druge zahteve.

pooblaščen strokovnjak	Melhior Pregl, univerzitetno diplomirani inženir geologije
identifikacijska številka	RG0122
podpis pooblaščenega strokovnjaka	

odgovorna oseba projektanta načrta	dr. Jože Ratej
podpis odgovorne osebe projektanta načrta	

2 SEZNAM SODELAVCEV PRI IZDELAVI PROJEKTA Št. 2012552 -7

PROJEKTANT ELABORATA

IRGO Inštitut za rudarstvo, geotehnologijo in okolje,
Slovenčeva 93, SI—1000 Ljubljana
dr. Vojkan Jovičić,
univ.dipl.inž.grad.

POOBLAŠČENI INŽENIR

Melhior Pregl,
univ.dipl.inž.geol.
RG-0122

VODJA PROJEKTA

Melhior Pregl,
univ.dipl.inž.geol.
RG-0122

OBDELAVA

dr. Jože Ratej,
univ.dipl.inž.geol.
RG-0126

David Narat,
univ.dipl.inž.geol.
RG-0196

Primož Cencelj,
inž.grad.

3	KAZALO VSEBINE NAČRTA ŠT. 2012552 -7
----------	---

- 1** **Naslovna stran načrta**
- 2** **Seznam sodelavcev pri izdelavi projekta**
- 3** **Kazalo vsebine načrta**
- 4** **Tehnično poročilo**
- 5** **Grafične priloge**
 - 5.1.** **Lokacijski prikazi**
 - 5.2.** **Tehnični prikazi**
 - 5.3.** **Ostali prikazi**

4 **TEHNIČNO POROČILO – VSEBINA**

Kazalo

1	UVOD	1
1.1	Uvodna beseda	1
1.2	Zakonske osnove	2
1.3	Strokovne osnove	3
1.4	Potrebne količine oz. raba vode po objektih oz. po fazah.....	4
2	GEOLOŠKE IN HIDROGEOLOŠKE RAZMERE.....	6
2.1	Izsledki predhodnih preiskav.....	6
2.2	Sinteza predhodnih hidrogeoloških preiskav in strokovne osnove za izvedbo vodnjakov.....	9
2.3	Geološki profil ožjega proučevanega območja	11
3	OPIS GRADNJE VODNJAKOV.....	15
3.1	Lokacijski položaj raziskovalnih vodnjakov, zakoličbena situacija in koncept izgradnje.....	15
3.2	Popis varovalnih območij in varovalnih pasov na območju gradnje	16
3.2.1	Območja z vidika varovanja voda	16
3.2.2	Območja z vidika varovanja hrupa	17
3.2.3	Odmiki od parcelnih mej	18
3.2.4	Gospodarska javna infrastruktura	18
3.3	Pridobitev predhodnih dovoljenj, mnenj in soglasij za izvedbo gradnje ki bremenijo hidrogeološko spremljavo v fazi izvajanja del	19
3.4	Dokumentacija izvajalca v fazi pred izvajanjem del	19
3.5	Dokumentacija investitorja oz. nadzornika v fazi pred izvajanjem del	20
3.6	Dokumentacija v fazi izvajanja del.....	20
3.7	Primopredajna dokumentacija	20
3.8	Arhiviranje vodnjakov do pričetka uporabe oz. izdelave jaška vodnjaka	21
4	NAMEN IN ZASNOVA NAČRTOVANIH POSEGOV TER TEHNIČNI OPIS	22
4.1	Tehnični opis (raziskovalnih) črpalnih vodnjakov ČV-1/26, ČV-2/26 in ČV-3/26 ter (raziskovalnih) ponikalnih vodnjakov PV-1/26 in PV-2/26.....	23
4.1.1	Pripravljalna dela, dostopne poti in delovni plato	23
4.1.2	Izdelava črpalnih vodnjakov ČV-1/26 in ČV-2/26	25
4.1.2.1	Lokacija črpalnih vodnjakov ČV-1/26 in ČV-2/26.....	25
4.1.2.2	Vrtanje vodnjaka ČV-1/26 oz. ČV-2/26	25

4.1.2.3	Karotažne meritve.....	26
4.1.2.4	Dimenzije vrtanja uvedno tehnične kolone	26
4.1.2.5	Cevitev uvedno tehnične kolone vodnjaka	26
4.1.2.6	Karakteristike cevi uvedne kolone vodnjakov ČV-1/26 in ČV-2/26	27
4.1.2.7	Dimenzije vrtanja produkcijske kolone	27
4.1.2.8	Cevitev produkcijske kolone vodnjaka	27
4.1.2.9	Karakteristike cevi in filtrov vodnjakov ČV-1/26 in ČV-2/26	28
4.1.2.10	Prostorske dimenzije vodnjakov ČV-1/26 in ČV-2/26	28
4.1.2.11	Polnitev vmesnega prostora med ostenjem in zunanjo steno kolone	28
4.1.2.12	Čiščenje in aktiviranje vodnjakov ČV-1/26 in ČV-2/26	32
4.1.3	Izdelava črpalnega vodnjaka ČV-3/26	33
4.1.3.1	Lokacija črpalnega vodnjaka ČV-3/26	33
4.1.3.2	Vrtanje vodnjaka ČV-3/26	34
4.1.3.3	Karotažne meritve.....	34
4.1.3.4	Dimenzije vrtanja uvedno tehnične kolone	34
4.1.3.5	Cevitev uvedno tehnične kolone vodnjaka	35
4.1.3.6	Karakteristike cevi uvedne kolone vodnjaka ČV-3/26	35
4.1.3.7	Dimenzije vrtanja produkcijske kolone	35
4.1.3.8	Cevitev produkcijske kolone vodnjaka	36
4.1.3.9	Karakteristike cevi in filtrov vodnjaka ČV-3/26	36
4.1.3.10	Prostorske dimenzije vodnjaka ČV-3/26	37
4.1.3.11	Polnitev vmesnega prostora med ostenjem in zunanjo steno kolone	37
4.1.3.12	Čiščenje in aktiviranje vodnjaka ČV-3/26	38
4.1.4	Izdelava ponikalnih vodnjakov PV-1/26 in PV-2/26	39
4.1.4.1	Lokacija (raziskovalnega) ponikalnega vodnjaka	40
4.1.4.2	Vrtanje vodnjakov PV-1/26 in PV-2/26	40
4.1.4.3	Karotažne meritve.....	40
4.1.4.4	Dimenzije vrtanja uvedno tehnične kolone	40
4.1.4.5	Cevitev uvedno tehnične kolone vodnjakov PV-1/26 in PV-2/26	41
4.1.4.6	Karakteristike cevi uvedne kolone vodnjaka PV-1/26 oz. PV-2/26	41
4.1.4.7	Dimenzije vrtanja produkcijske kolone ponikalnih vodnjakov	41
4.1.4.8	Cevitev produkcijske kolone ponikalnih vodnjakov	42
4.1.4.9	Karakteristike cevi in filtrov vodnjakov PV-1/26 in PV-2/26	42
4.1.4.10	Prostorske dimenzije vodnjaka PV-1/26 oz. PV-2/26	43
4.1.4.11	Polnitev vmesnega prostora med ostenjem in zunanjo steno uvedno tehnične kolone	43
4.1.4.12	Čiščenje in aktiviranje vodnjaka PV-1/26 oz. PV-2/26	45
4.1.5	Spremljanje vrtnih del izgradnje črpalnih in ponikalnih vodnjakov	45
4.1.5.1	Oprema ustja (raziskovalnih) črpalnih in ponikalnih vodnjakov	46
4.2	Opis izpolnjevanja bistvenih zahtev (dimenzioniranje)	47
4.2.1	Vhodni parametri	48
4.2.2	Filtrski odsek produkcijske kolone črpalnih vodnjakov ČV-1/26 in ČV-2/26	48
4.2.2.1	Dimenzije filtrskega dela črpalnih vodnjakov ČV-1/26 in ČV-2/26	49

4.2.2.2	Določitev maksimalne izdatnosti (raziskovalno) črpalnih vodnjakov ČV-1/26 oz. ČV-2/26.....	52
4.2.2.3	Dimenzije filtrov črpalnih vodnjakov ČV-1/26 in ČV-2/26	52
4.2.2.4	Globina črpalnega vodnjaka ter globine posameznih odsekov.....	53
4.2.2.5	Dimenzije filtrskega dela črpalnega vodnjaka ČV-3/26.....	53
4.2.2.6	Določitev maksimalne izdatnosti (raziskovalnega) črpalnega vodnjaka ČV-3/26.....	56
4.2.2.7	Dimenzije filtrov črpalnega vodnjaka ČV-3/26.....	56
4.2.2.8	Globina črpalnega vodnjaka ČV-3/26 ter globine posameznih odsekov.....	56
4.2.3	Dimenzioniranje ponikalnega vodnjaka PV-1/26 OZ. PV-2/26.....	57
4.2.3.1	Globina ponikalnih vodnjakov ter globine posameznih odsekov	59
4.2.4	Mehanska odpornost in stabilnost.....	60
4.2.4.1	Računsko preverjanje dimenzij cevi (raziskovalnih) vodnjakov	60
4.2.5	Požarna varnost.....	64
4.2.6	Potrebna minimalna oddaljenost med (raziskovalnimi) črpalnimi vodnjaki in (raziskovalnimi) ponikalnimi vodnjaki	65
5	HIDROGEOLOŠKA DELA: SPREMLJAVA IZDELAVE VODNJAKOV IN HIDROGEOLOŠKO TESTIRANJE.....	67
5.1	Hidrogeološka spremljava in hidrogeološka raziskovalna dela - testiranja.....	67
5.1.1	Hidrogeološka spremljevalna dela in svetovanje	67
5.1.2	Hidrogeološko testiranje (raziskovalnih) vodnjakov	68
5.1.2.1	Stopenjski črpalni poskus na črpalnih vodnjakih	69
5.1.2.2	Daljši črpalni poskusi na črpalnih vodnjakih v trajanju min. 72 ur.....	71
5.1.2.3	Kemijska analiza podzemne vode.	74
5.1.2.4	Nalivalno ponikalni test na PV-1/26 in PV-2/26.....	74
5.1.2.5	Črpalno ponikalni test v trajanju min. 48 uri.....	75
5.1.3	Izdelava poročil.....	76
5.2	Projektantski nadzor	76
6	OPIS MOREBITNIH SPREMEMB V FAZI IZVEDBE	78
6.1	Faza gradbenih del izdelave vodnjakov.....	78
7	OPIS PRIČAKOVANIH VPLIVOV NA OKOLICO	79
7.1	Podatki o obstoječi napravi	79
7.1.1	Alternativne rešitve v zvezi s posegom	79
7.1.2	Podatki glede predvidenih emisij snovi in energije v okolje	79
7.1.2.1	Podatki glede predvidenih emisij snovi in energije v okolje med gradnjo.....	80
7.1.3	Opis organizacije gradbišča in izvajanja gradbenih del	81
7.1.3.1	Predvideni obratovalni čas gradbišča	82
7.1.3.2	Trajanje in terminski plan izvedbe del	82
7.1.3.3	Obveznosti delodajalca v času gradnje	82
7.1.3.4	Obveznosti delavcev v času gradnje	83
7.1.4	Podatki o predvidenih vrstah in količinah odpadkov	84
7.1.5	Podatki o predvidenih količinah rodovitne prsti	84

7.2	Možni vplivi posega na okolje in obremenitve okolja.....	84
7.2.1	Predvideni vpliv izgradnje vodnjakov in obratovanja na bilanco vodonosnika ter predvideni vpliv na kakovost podzemne	85
7.2.1.1	Vpliv na bilanco vodonosnika.....	85
7.2.1.2	Vpliv na smer toka podzemne vode vodonosnika Ljubljanskega polja	86
7.3	Opis predvidenih ukrepov za zmanjšanje negativnih vplivov.....	87
7.3.1	Splošni varnostni ukrepi	87
7.3.2	Požarno varstvo	88
7.3.3	Prva pomoč.....	89
7.3.4	Varstvo podzemnih voda	89
7.3.5	Varstvo pred hrupom	91
7.3.6	Ravnanje z odpadki.....	91
7.3.7	Ravnanje z nevarnimi odpadki.....	91
7.3.8	Ukrepi v primeru prenehanja obratovanja.....	92
8	EKONOMSKI DEL IN POPIS DEL ZA IZVEDBO NAČRTA 7	93
9	GRAFIČNI PRIKAZI – VSEBINA RISB	102
9.1	Lokacijski prikazi	102
9.2	Tehnični prikazi.....	102

Seznam slik:

Slika 1:	<i>Osnovna geološka karta z lokacijo soseske Huje v Kranju (črni križec s krožcem).....</i>	<i>6</i>
Slika 2:	<i>Hidrogeološka karta širšega območja, Vir: Atlas okolja, 2025.</i>	<i>7</i>
Slika 3:	<i>Karta gladine podzemne vode (modre črte) in izohips (rjave črte) predkvartarne podlage za srednje visoko stanje (vir: ARSO).</i>	<i>8</i>
Slika 4:	<i>Smer toka gladine podzemne vode (modre črte) na območju gradnje Huje, 20.11.2025. .</i>	<i>8</i>
Slika 5:	<i>Proučevana lokacija posega za sosesko ob Savi Huje v Kranju s prikazano prostorsko razporeditvijo vodnjakov (vir: ARSO).</i>	<i>15</i>
Slika 6:	<i>Prikaz obravnavane lokacije – zunanja ureditev (vir: SSRS).....</i>	<i>16</i>
Slika 7:	<i>Vodovarstvena območja na širšem proučevanem območju bodoče stanovanjske soseske Huje (rdeči krogec), Vir: Atlas okolja, 2025.....</i>	<i>17</i>
Slika 8:	<i>Shematski prikaz načina cementacije brez vgrajene cementacijske Pete ter spodnjega in zgornjega čepa po Perkinsu (1 – vrtina pred cementacijo, 2 – vtiskovanje cementne mešanice in 3 – vrtina po cementaciji).....</i>	<i>30</i>
Slika 9:	<i>Direktna cementacija vmesnega prostora preko injektorske cevi za cementacijo.</i>	<i>30</i>
Slika 10:	<i>Tipska grlata prirobnica, navarjena na ustje vodnjaka.</i>	<i>46</i>
Slika 11:	<i>Tipska prirobnica - slepa, privijačena na prirobnico ustja vodnjaka.....</i>	<i>47</i>

Slika 12:	Dovoljene hitrosti (v_d) po konturi vrtanja v odvisnosti od koeficienta prepustnosti (k), glede na različne avtorje.....	49
Slika 13:	Prikaz teoretičnih ponikalnih sposobnosti (raziskovalnega) vodnjaka PV-1/26 oz. PV-2/26 glede na dvig vode v vodnjaku.....	59
Slika 14:	Nevtralne linije toka podzemne vode za črpalne vodnjake in za ponikalna vodnjaka ob znanih hidrogeoloških parametrih pri črpanju max. količin (pretočnost 41 l/s).	65

Seznam preglednic:

Preglednica 1:	Maksimalna raba vode za potrebe plitve geotermije prikazana za posamezni objekt, posamezno fazo.	5
Preglednica 2:	Opisne statistike nihanja gladine podzemne vode na proučevanem območju gradnje (kote gladin podzemne vode v m n.v.).	9
Preglednica 3:	Geometrična sredina D_{10} , D_{20} , D_{30} , D_{40} , D_{50} in D_{60} v vzorcih sedimentov.....	10
Preglednica 4:	Geološki profil na severnem delu proučevanega območja (vrtina Pz-1/25).	11
Preglednica 5:	Geološki profil v osrednjem delu proučevanega območja (vrtina Pz-2/25).	12
Preglednica 6:	Geološki profil na južnem delu proučevanega območja (vrtina Pz-3/25).	13
Preglednica 7:	Zakoličbena situacija: Koordinate, parcelne številke in katastrska občina (k.o.) vrtin.....	16
Preglednica 8:	Mejne vrednosti kazalcev hrupa L_{dan} , $L_{večer}$, $L_{noč}$ in L_{dvn} , ki ga povzroča gradbišče... ..	17
Preglednica 9:	Opis dolžine in premerov vrtanja ter cevitev za uvodno tehnično kolono vodnjakov ČV-1/26 in ČV-2/26.	26
Preglednica 10:	Opis dolžine in premerov vrtanja za produkcijsko kolono vodnjaka ČV-1/26 in ČV-2/26.	27
Preglednica 11:	Parametri za izračun potrebne količine za cementacijo vmesnega prostora uvodno tehnične kolone.....	29
Preglednica 12:	Vhodni podatki za izračune porabe filtrskega zasipa (ČV-1/26 oz. ČV-2/26).	31
Preglednica 13:	Opis dolžine in premerov vrtanja ter cevitev za uvodno tehnično kolono vodnjaka ČV-3/26.....	35
Preglednica 14:	Opis dolžine in premerov vrtanja za liner produkcijsko kolono vodnjaka ČV-3/26.	36
Preglednica 15:	Parametri za izračun potrebne količine za cementacijo vmesnega prostora uvodno tehnične kolone vodnjaka ČV-3/26.....	37
Preglednica 16:	Opis dolžine in premerov vrtanja ter cevitev za uvodno tehnično kolono vodnjaka PV-1/26 oz. PV-2/26.	41
Preglednica 17:	Opis dolžine in premerov vrtanja za produkcijsko kolono vodnjaka PV-1/26 oz. PV-2/26.	42
Preglednica 18:	Parametri za izračun potrebne količine za cementacijo vmesnega prostora uvodno tehnične kolone ponikalnega vodnjaka.	43
Preglednica 19:	Vhodni podatki za izračune porabe filtrskega zasipa (PV-1/26 oz. PV-2/26).	44
Preglednica 20:	Izračunane minimalne dolžine filtrskega odseka glede na kriterije.....	50

Preglednica 21:	<i>Izračunane hitrosti vode po filtrski cevi v odvisnosti od polmera cevi filtra.</i>	<i>51</i>
Preglednica 22:	<i>Izračun vstopne hitrosti skozi filtre v odvisnosti od odprtosti filtra in dolžine ter premera filtrske konstrukcije.</i>	<i>52</i>
Preglednica 23:	<i>Predvideni odseki cevitve produkcijske kolone črpalnih vodnjakov ČV-1/26 in ČV-2/26.</i>	<i>53</i>
Preglednica 24:	<i>Izračunane minimalne dolžine filtrskega odseka vodnjaka ČV-3/26 glede na kriterije.....</i>	<i>54</i>
Preglednica 25:	<i>Izračunane hitrosti vode po filtrski cevi vodnjaka ČV-3/26 v odvisnosti od polmera cevi filtra.</i>	<i>55</i>
Preglednica 26:	<i>Izračun vstopne hitrosti skozi filtre vodnjaka ČV-3/26 v odvisnosti od odprtosti filtra in dolžine ter premera filtrske konstrukcije.....</i>	<i>56</i>
Preglednica 27:	<i>Predvideni odseki cevitve produkcijske kolone črpalnega vodnjaka ČV-3/26.....</i>	<i>57</i>
Preglednica 28:	<i>Predvideni odseki cevitve produkcijske kolone ponikalnih vodnjakov PV-1/26 in PV-2/26.</i>	<i>60</i>
Preglednica 28:	<i>Vhodni podatki za varnostne izračune obremenitve cevi uvodno tehnične kolone standarda EN 1.4301.</i>	<i>60</i>
Preglednica 30:	<i>Vhodni podatki za varnostne izračune obremenitve produkcijske kolone standarda materiala EN 1.4301.</i>	<i>62</i>

Seznam tabel:

Tabela 1:	<i>Popis in ovrednotenje izgradnje črpalnih in ponikalnih vodnjakov za Fazo 1 in Fazo 2....</i>	<i>93</i>
Tabela 2:	<i>Popis in ovrednotenje hidrogeoloških spremljevalnih in raziskovalnih del.</i>	<i>99</i>
Tabela 3:	<i>Popis in ovrednotenje projektantskega nadzora</i>	<i>101</i>

Kazalo risb

LOKACIJSKI PRIKAZI

L. 01.0.	Situacija raziskovalnih vodnjakov prikazanih na geodetskem načrtu in na zazidalnem načrtu.	M = 1 : 500
L.02.1.	Prikaz oddaljenosti osi črpalnih in ponikalnih vodnjakov do meje ureditvenega območja oz. sosednje parcele izven ureditvenega območja	M = 1 : 150
L. 03.1.	Organizacija gradbišča izgradnje raziskovalnega črpalnega vodnjaka ČV-1/26	M = 1 : 150
L. 03.2.	Organizacija gradbišča izgradnje raziskovalnega črpalnega vodnjaka ČV-2/26	M = 1 : 150
L. 03.3.	Organizacija gradbišča izgradnje raziskovalnega črpalnega vodnjaka ČV-3/26	M = 1 : 150
L. 04.1.	Organizacija gradbišča izgradnje raziskovalnega ponikalnega vodnjaka PV-1/26	M = 1 : 150
L. 04.2.	Organizacija gradbišča izgradnje raziskovalnega ponikalnega vodnjaka PV-2/26	M = 1 : 150

TEHNIČNI PRIKAZI

T. 01.1.	Geološko-geotehnični profil raziskovalnih črpalnih vodnjakov ČV-1/26 in ČV-2/26	M:L=1:20,H=1:100
T. 01.2.	Geološko-geotehnični profil raziskovalnega črpalnega vodnjaka ČV-3/26	M:L=1:20,H=1:100
T. 02.0.	Geološko-geotehnični profil raziskovalnih ponikalnih vodnjakov PV-1/26 in PV-2/26	M:L=1:20,H=1:100

1 UVOD

1.1 Uvodna beseda

V teku je izdelava gradbene dokumentacije za novogradnjo »nove stanovanjske soseske«, pod delovnim imenom »Stanovanjska soseska ob Savi«. Nameravana gradnja bo potekala na območju, ki ga opredeljuje veljavni Občinski podrobni prostorski načrt za del urejanja KR SA 6/2 (Stanovanjska soseska ob Savi) (Uradni list RS, št. 64/15), v nadaljevanju OPPN. Ker je za pridobivanje toplote predvidena raba podzemne vode, mora investitor skladno z Zakonom o vodah in Gradbenim zakonom še pred izdajo gradbenega dovoljenja pridobiti vodno dovoljenje za neposredno rabo vode za pridobivanje toplote.

Predmet tega PZI Načrta 7 je izgradnja:

- ⇒ treh (3) raziskovalnih črpalnih vodnjakov, in sicer:
 - Faza 1: dva identična črpalna raziskovalna vodnjaka ter
 - Faza 2: en črpalni raziskovalni objekt in
- ⇒ dveh (2) raziskovalnih ponikalnih vodnjakov.

Čeprav so na širšem ter na ožjem proučevanem območju hidrogeološke raziskave že bile izvedene in so hidravlični parametri vodonosnika, bilanca vodonosnika in kemijsko stanje vodonosnika znani, v nadaljevanju uporabljamo za inženirsko gradbeni objekt vodnjak besedo raziskovalni vodnjak. Investitor še nima pridobljene vodne pravice. Namreč, skladno z ZV-1, GZ-1 in ZRud bodo dela potekala na podlagi dovoljenja za raziskavo podzemnih voda sam objekt pa je, kot raziskovalni objekt, uvrščen med enostavne objekte. Ker pa bo šlo za rabo vode za potrebe pridobivanja toplote oz. rabo plitve geotermije sistema voda – voda, so dela uvrščena, kot rudarska dela, zato je potrebno upoštevati, tudi ZRud.

S predvidenima raziskovalnima vodnjakima se bo moralo zagotoviti pretočnost, kar pomeni črpanje in nazaj v podtalje vračane podzemne vode skupnega maksimalnega pretoka do 40,84 l/s. Glede na standard SIA 384/7, ki določa da mora biti zaradi dolgoročne vzdržnosti sistema dopustna črpalna količina za 33% večja, kot bo znašala max. obratovalna črpana količina podzemne vode za pridobivanje toplote, smo kot max. projektirano količino črpanja upoštevali pretok 54 l/s. Po črpalnem vodnjaku Faze 1 bo max. črpani pretok znašal 28,6 l/s (ob upoštevanju standarda SIA 384/7 38,0 l/s). V Fazi 2 bo max. črpani pretok znašal 12,2 l/s (ob upoštevanju standarda SIA 384/7 16,3 l/s). Ker sta predvidena dva ponikalna vodnjaka (PV), bo ponikanje po vodnjaku znašalo max. 21 l/s/PV oz. ob upoštevanju standarda SIA 384/7 ca. 27 l/s/PV.

1.2 Zakonske osnove

Gradbena dokumentacija za izdelavo raziskovalnih vrtin je izdelana v skladu z zakoni in podzakonskimi akti, sicer:

- Zakon o varstvu okolja (ZVO-2) (Uradni list RS, št. 44/22, 18/23 – ZDU-10, 78/23 – ZUNŠEOVE, 23/24, 21/25 – ZOPVOOV in 56/25 - PoZ),
- Zakon o vodah (ZV-1) (Uradni list RS, št. 67/02, 110/02, 2/04, 41/04-ZVO-1, 57/08, 57/12, 100/13, 40/14, 56/15, 65/20, 35/23 – odl. US, 78/23 – ZUNPEOVE in 52/24 – odl. US),
- Gradbeni zakon (GZ-1) (Uradni list RS, št. 199/21, 105/22 – ZZNŠPP, 133/23, 85/24 – ZAID-A, 47/25 – odl. US in 75/25),
- Zakon o rudarstvu (ZrUD-1) (Uradni list RS, št. 14/14 – UPB, 61/17 – GZ, 54/22, 78/23 – ZUNPEOVE in 81/24),
- Zakon o gradbenih proizvodih (ZGPro-1), Ur.l. RS, št. 82/13),
- Zakon o varstvu kulturne dediščine (ZVKD-1) (Uradni list RS, št. 16/08, 123/08, 8/11 – ORZVKD39, 90/12, 111/13, 32/16, 21/18 – ZNOrg in 78/23 – ZUNPEOVE),
- Energetski zakon (EZ-2) (Uradni list RS, št. 38/24 in 47/25 – ZOEE-A),
- Zakon o spodbujanju rabe obnovljivih virov energije (ZSROVE-1) (Uradni list RS, št. 112/25),
- Uredba o vodovarstvenih območjih za občini Škofja Loka in Gorenja vas - poljane (Uradni list RS, št. 164/20),
- Uredba o stanju podzemnih voda (Uradni list RS, št. 25/09, 68/12, 66/16 in 44/22 – ZVO-2),
- Uredba o razvrščanju objektov (Uradni list RS, št. 96/22),
- Uredba o odlagališčih odpadkov (Uradni list RS, št. 10/14, 54/16, 36/16, 37/18, 13/21 in 44/22 – ZVO-2),
- Uredba o odpadkih (Uradni list RS, št. 77/22, 113/23 in 13/25),
- Uredba o odpadnih oljih (Uradni list RS, št. 24/12 in 44/22 – ZVO-2),
- Uredba o ravnanju z odpadki, ki nastanejo pri gradbenih delih (Uradni list RS, št. 34/08 in 44/22 – ZVO-2),
- Uredba o embalaži in odpadni embalaži (Uradni list RS, št. 54/21, 208/21, 44/22 – ZVO-2 in 120/22),
- Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih vod v vode in javno kanalizacijo (Uradni list RS, št. 64/12, 64/14, 98/15, 44/22 – ZVO-2, 75/22 in 157/22),
- Uredba o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju (Uradni list RS, št. 107/25),
- Pravilnik o projektni in drugi dokumentaciji ter obrazcih pri graditvi objektov (Uradni list RS, št. 30/23),
- Pravilnik o obratovalnem monitoringu stanja podzemne vode (Uradni list RS, št. 13/21 in 44/22 – ZVO-2),
- Pravilnik o pitni vodi (Uradni list RS, št. 19/04, 35/04, 26/06, 92/06, 25/09, 74/15, 51/17 in 61/23),
- Pravilnikom o mehanski odpornosti in stabilnosti objektov (Uradni list RS, št. 101/05, 61/17-GZ in 199/21 – GZ-1),

- Pravilnik o vsebini vloge za pridobitev vodnega dovoljenja in o vsebini vloge za pridobitev dovoljenja za raziskavo podzemnih voda (Uradni list RS, št. 79/07),
- Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (Uradni list RS, št. 70/22, 161/22, 129/23, 103/24 in 94/25) in
- Odlok o izvedbenem prostorskem načrtu Mestne občine Kranj (Uradni list RS, št. 71/14, 9/16, 20/17, 42/17, 63/17, 1/18, 23/18, 76/19, 168/20, 184/20, 10/21, 35/22, 132/22 in 17/23).

Poleg navedenega so v PZI Načrt 7 upoštevani sledeči standardi:

- SIST EN 1990: 2004 – Evrokod 0: Osnove projektiranja konstrukcij,
- SIST EN 1991-1-1: 2004 – Evrokod 1: Vplivi na konstrukcije - 1-1. del: Splošni vplivi – Prostorninske teže, lastna teža, koristne obtežbe stavb,
- SIST EN 1997-1; Evrokod 7: Geotehnično projektiranje - 1. del: Splošna pravila,
- SIST EN 1997-1:2005 - Evrokod 7 – Geotehnično projektiranje – Splošna pravila,
- SIST EN 1997-2:2007 - Evrokod 7 – Geotehnično projektiranje – Preiskovanje in preskušanje tal,
- Tehnične smernice TSG-1-004:2010,
- SIST EN 805: Oskrba z vodo – Zahteve za zunanje vodovode in dele,
- DIN 1988: Pitna voda - Razvodno omrežje z osnovnimi elementi,
- SIA 546 384/7: 2015 - Norme suisse. Construction. Utilisation de la chaleur de l'eau souterraine. Valable dès 2015-04-01. Société suisse des ingénieurs et des architectes. CH-8027 Zürich. Nombre de pages: 84 in
- SIST EN 17522/2020 - Design and construction of borehole heat exchangers.
- Smernice za vrtanje v plitvi geotermiji do globine 300 m posodobljen izvod – V5 (29. 1. 2021), <https://www.energetika-portal.si/podrocja/rudarstvo/plitva-geotermalna-energija/>

1.3 Strokovne osnove

PZI je izdelan na osnovi predhodnih geološko hidrogeoloških preiskav na ožjem ter na širšem proučevanem območju, in sicer:

- ⇒ BROŽIČ, D., s sod., 2018: *Poročilo (končno) o monitoringu nivojev talne vode za stanovanjsko sosesko Ob Savi Kranj*. Elaborat, št. DN2006351-4; ZRMK, 1000 Ljubljana avgust, 2018.
- ⇒ FAŠALEK, M., s sod., 2008: *Geološko - geomehansko poročilo za potrebe izgradnje stanovanjske soseske na parcelah št. 240/2, 241/2, 242/2, 244/1, 245, 247 in 248/2 K.O. Huje v Kranju*. Elaborat, št. DN 2002705/08; ZRMK, 1000 Ljubljana marec, 2008.
- ⇒ JERIHA, Ž., HOZJAN, M., 2017: Hidrološko hidravlična študija za potrebe rekonstrukcije mostu pri Planiki ter gradnjo stanovanj Stanovanjskega sklada RS. Elaborat, št. H-38/17-1; EHO Projekt d.o.o., november 2017, Ljubljana.

- ⇒ PREGL, M., s sod., 2025: *Poročilo o izvedenih hidrogeoloških preiskavah na lokaciji nove stanovanjske soseske ob Savi »Huje« v Kranju*. Elaborat, št. poročila: 2012135; IRGO, november 2025, Ljubljana.
- ⇒ PREGL, M., s sod., 2025: *Hidrogeološko poročilo o izvedenih delih na lokaciji bodočega objekta za izvajanje monitoringa podzemnih vod »Vodomerna postaja Drulovka«*, Elaborat, št. poročila IP 110/14; IRGO, april 2013, Ljubljana.

Geološko hidrogeološke preiskave, ki so bile podlaga za pridobitev potrebnih parametrov za izračune in dimenzioniranje inženirsko gradbenih objektov (vodnjakov) so bile izvedene preko sledečih standardov:

- ▶ SIST EN ISO 14688-2:2004 (Geotehnično preiskovanje in preizkušanja - Prepoznavanje in razvrščanje zemljin - 2. del: Načela za razvrščanje zemljin (ISO 14688-2:2004); Geotechnical investigation and testing - Identification and classification of soil - Part 2: Principles for a classification (ISO 14688-2:2004),
- ▶ kSIST FprEN ISO 22282-2:2012 (Geotehnično preiskovanje in preizkušanja - Hidrogeološke preiskave - 2. del: Ugotavljanje vodoprepustnosti vrtin, ki uporabljajo odprte sisteme (ISO/FDIS 22282-2:2011); Geotechnical investigation and testing - Geohydraulic testing - Part 2: Water permeability tests in a borehole using open systems (ISO/FDIS 22282-2:2011),
- ▶ kSIST FprEN ISO 22282-4:2012 (Geotehnično preiskovanje in preizkušanja - Hidrogeološke preiskave - 4. del: Črpalni preizkus (ISO/FDIS 22282-4:2011); Geotechnical investigation and testing - Geohydraulic testing - Part 4: Pumping tests (ISO/FDIS 22282-4:2011),
- ▶ kSIST FprEN ISO 22282-6:2012 (Geotehnično preiskovanje in preizkušanja - Hidrogeološke preiskave - 6. del: Ugotavljanje vodoprepustnosti v vrtini, z uporabo zaprtih sistemov (ISO/FDIS 22282-6:2011); Geotechnical investigation and testing - Geohydraulic testing - Part 6: Water permeability tests in a borehole using closed systems (ISO/FDIS 22282-6:2011),
- ▶ ISO 5667-22 (Kakovost podzemne vode - vzorčenje - 22. del: Navodilo za načrtovanje in namestitve vzorčevalnih mest za monitoring podzemne vode (ISO 5667-22:2011(E)); Water quality - Sampling - Part 22: Guidance on the design and installation of groundwater monitoring points (SIST ISO 5667-22:2011),
- ▶ SIST EN ISO 14689-1,
- ▶ SIST EN ISO 22475-1,
- ▶ SIST EN ISO 22475-1:2007, Geotehnično preiskovanje in preizkušanja - Metode vzorčenja in merjenja podzemne vode. Del 1; Tehnična načela za izvedbo del (ISO 22475-1: 2006),
- ▶ SIST EN ISO 5667-11:2010 in
- ▶ ISRM Suggested methods for rock Characterization, testing and monitoring:1974-2006.

1.4 Potrebne količine oz. raba vode po objektih oz. po fazah

Na ureditvenem območju, prikazanem na *sliki 6* in v *prilogi L.01.0* bo investitor zgradil 10 objektov, in sicer:

- ⇒ V prvi fazi (Faza 1) bo zgradil 7 objektov imenovanih: A1, A2, B, C1, C2, C3 in C4.
- ⇒ V drugi fazi (Faza 2) bo zgradil tri objekte imenovane: A3, C5 in C6.

Potrebne pretočne količine, črpane in nazaj v podtalje vračane oz. rabo vode za potrebe plitve geotermije prikazuje *preglednica 1*.

Preglednica 1: Maksimalna raba vode za potrebe plitve geotermije prikazana za posamezni objekt, posamezno fazo.

No.	Objekt	Max. raba vode		SIA 546 384/7: 2015	
		l/s	m ³ /h	l/s	m ³ /h
1	A1	3,45	12,42	4,59	16,52
2	A2	3,45	12,42	4,59	16,52
3	A3	3,45	12,42	4,59	16,52
4	B	3,45	12,42	4,59	16,52
5	C1	4,73	17,03	6,29	22,65
6	C2	4,73	17,03	6,29	22,65
7	C3	4,73	17,03	6,29	22,65
8	C4	4,06	14,62	5,40	19,44
9	C5	4,73	17,03	6,29	22,65
10	C6	4,06	14,62	5,40	19,44
FAZA 1		28,60	102,96	38,04	136,94
FAZA 2		12,24	44,06	16,28	58,61
SKUPAJ		40,84	147,02	54,32	195,54

Kot prikazuje *preglednica 1* skupna raba podzemne vode ne bo presegala 41 l/s oz. 150 m³/h. V preglednici podajamo zraven še standard, ki za potrebe projektiranja plitve geotermije predvideva 33% večjo količino, kot bo skupna max. raba vode.

Iz preglednice je razvidno, da bo 7 objektov (Faza 1) za obratovanje rabilo max. 29 l/s oz. 105 m³/h, trije objekti (Faza 2) pa bodo potrebovali max. 13 l/s oz. 45 m³/h. Iz *preglednice 1* je tudi razvidno, da bomo za potrebe projektiranja črpalnih vodnjakov upoštevali višje črpane vrednosti, in sicer:

- ⇒ za Fazo 1: 38 l/s oz. 137 m³/h in
- ⇒ za Fazo 2: 16 l/s oz. 60 m³/h.

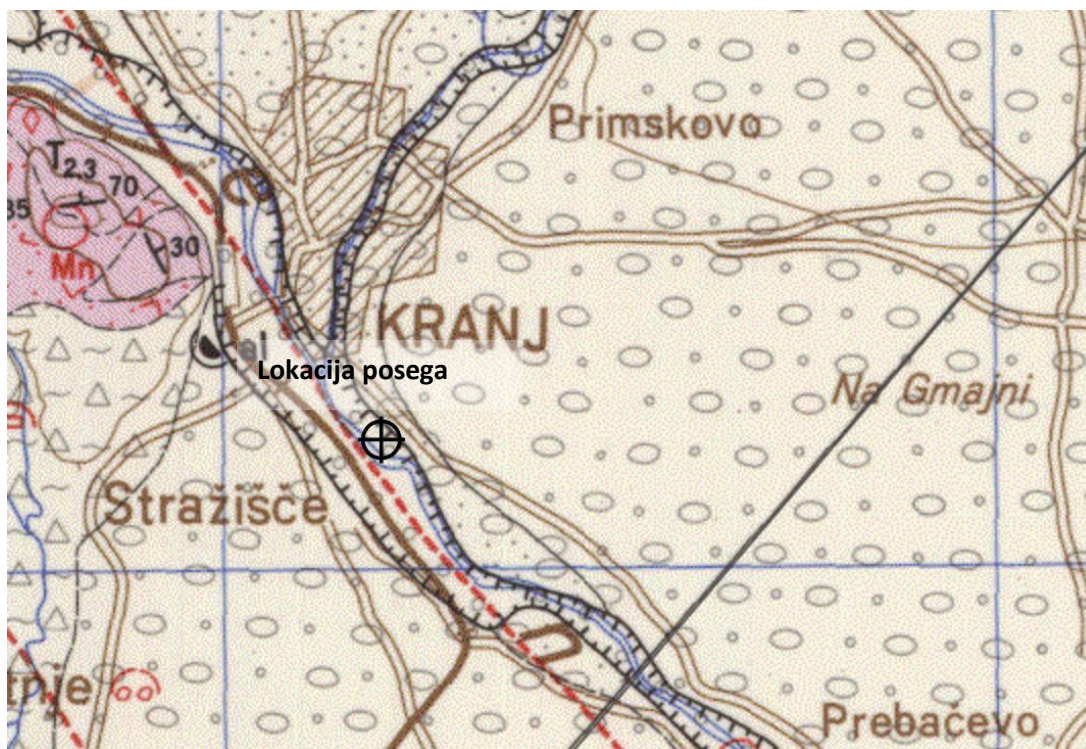
Vsaka faza bo imela podvojeno strojno opremo, da bo v primeru okvare potopne črpalke sistem lahko nemoteno deloval naprej. Tako sta za fazo 1 predvidena dva identična vodnjaka v katerih bo nameščena enaka oprema, in sicer potopna črpalka nazivnega premera 8" z izdatnostjo 30 l/s pri optimalni točki delovanja. Za fazo 2 pa je predviden 1 črpalni vodnjak v katerega bosta nameščeni dve enaki potopni črpalki nazivnega premera 6" in izdatnosti 13 l v optimalni točki delovanja.

2 GEOLOŠKE IN HIDROGEOLOŠKE RAZMERE

2.1 Izsledki predhodnih preiskav

Obravnavano območje sestoji iz nanosov in naplavin pleistocenske in holocenske starosti, ki so nastali iz nanosov reke Save ter morebitnih hudourniških nanosov iz severne in iz zahodne smeri.

Kvartarni zasip na proučevanem območju je sestavljen iz najmlajšega t.i. zasipa savskega belega proda ter mlajšega konglomeratnega zasipa. Oba zasipa sestavljajo prodi, v mlajšem konglomeratnem zasipu pa tudi tanjše plasti konglomeratov. Konglomerati so v mlajšem konglomeratnem zasipu sprva kompaktni, z globino pa kavernožnost narašča, saj imajo konglomerati v spodnjem delu izlužene vtrošnike. Debelejših plasti poplavno zaježitvenih sedimentov sestavljenih iz glinastih, meljnih in peščenih zemljin v profilu ne pričakujemo. Pra Sava je v zadnjem poledenitvenem obdobju ter v interglacialnih obdobjih na proučevanem območju erodirala srednji in najverjetneje tudi starejši konglomeratni zasip ter erodirala in poglobila tudi predkvartarno podlago.

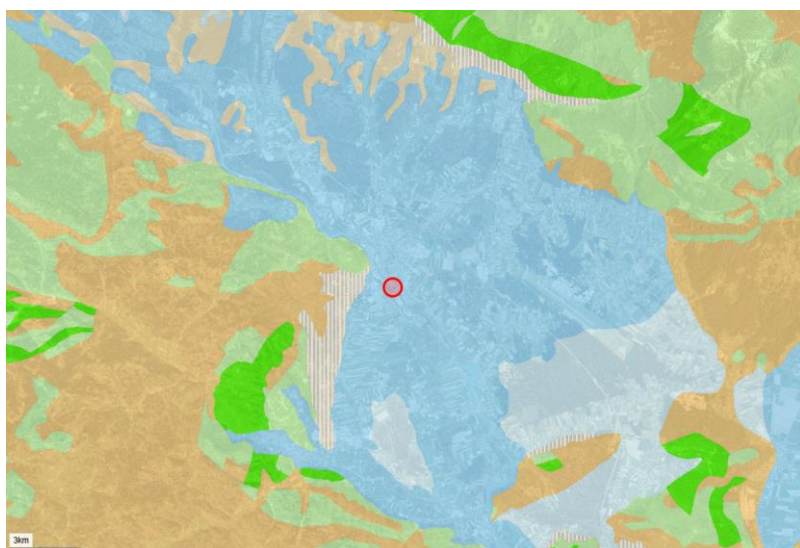


Slika 1: Osnovna geološka karta z lokacijo soseske Huje v Kranju (črni križec s krožcem)

Skratka, proučevano območje (slika 1) je bilo v času mlajšega pleistocena podvrženo večkratni kombinaciji erozij in zasipavanja. Deformacije površja zasipov so lahko nastale tudi zaradi tektonskih premikov, ki so se pričeli v terciarju in so se nadaljevali v pleistocenu.

V času zasipanja so reke zapolnile stare struge, se nato na široko razlile in odložile obsežne vršaje. V podlagi kvartarnih naplavin proučevanega območja ležijo peščene in lapornate gline do siv lapor, mlajše oligocenske ($^{2}O_{l_2}$) starosti. Te mlajše oligocenske plasti, po večini sive do temno sive barve, imenujemo tudi sivica. Predkvartarna podlaga je na globini med 275 in 280 m n.v., oz. je kvartarni zasip debel med 70 in 75 m. Širšo geološko karto proučevanega območja prikazuje *slika 1*.

Vodno telo podzemne vode vodonosnika Kranjsko polje se nahaja v medzrnskem tipu vodonosnika, ki je v podlagi omejen z zelo slabo do neprepustnimi plastmi. Glede na IAH karto lokacija predvidenih vrtin leži na območju, izdatnega in obširnega medzrnskega vodonosnika (IAH tip 1.1). V večjem delu je vodonosnik Kranjsko polje odprt vodonosnik, zaradi lokalnih nanosov slabše prepustnih glinastih ali zaglinjenih plasti je vodonosnik mestoma polodprt, polzaprt ali zaprt. Na kratkih razdaljah se lahko podzemna voda pretaka pod tlakom. Takšni pogoji se pojavljajo le na obrobju aluvialnih nanosov. Na obravnavani lokaciji je vodonosnik odprt. Spodnja slika prikazuje lokacijo preiskav na hidrogeološki karti (IAH, *slika 2*).



Hidrogeološka karta

- 1.1 Obširni in visoko izdatni vodonosniki
- 1.2 Lokalni vodonosniki ali vodonosniki s spremenljivo izdatnostjo, ali obširni vendar največ srednje izdatni vodonosniki

Hidrogeološka karta

- 2.1 Obširni in visoko izdatni vodonosniki
- 2.2 Lokalni vodonosniki ali vodonosniki s spremenljivo izdatnostjo, ali obširni vendar največ srednje izdatni vodonosniki

Hidrogeološka karta

- 3.1 Manjši vodonosniki z lokalnimi ali omejenimi viri podzemne vode
- 3.1.1 Manjši vodonosniki z lokalnimi ali omejenimi viri podzemne vode (magmatske, metamorfne in vulkanoklastične kamnine)
- 3.2 Geološke plasti brez pomembnih virov podzemne vode

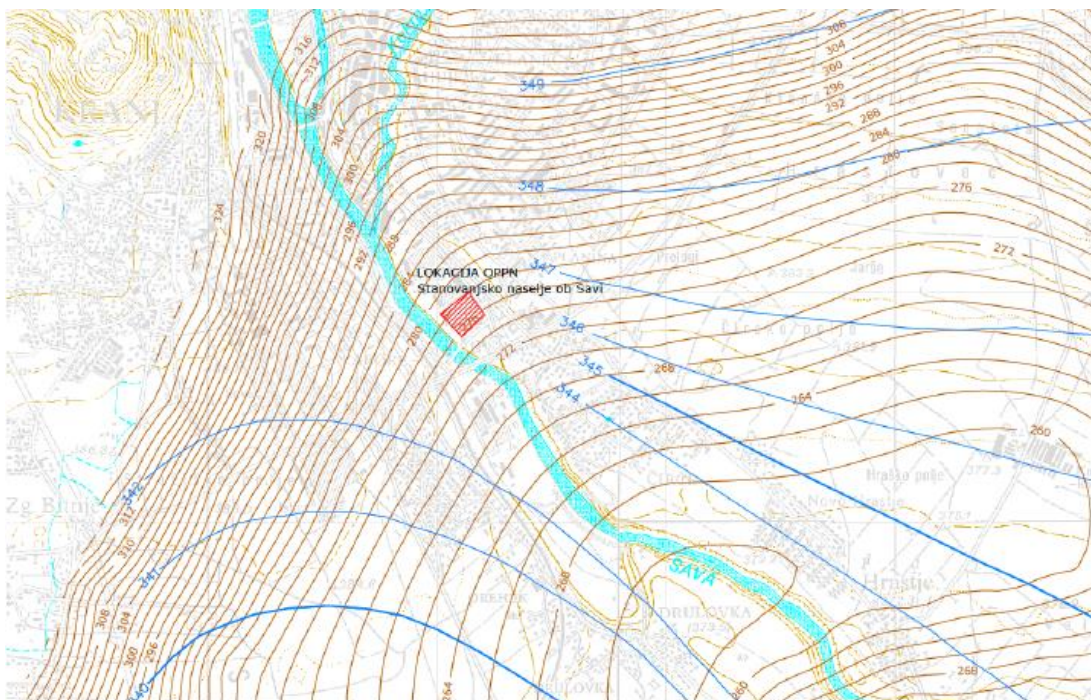
Hidrogeološka karta

- 3.3 Slabo prepustne plasti, ki prekrivajo vodonosnik tipa 1 ali 2

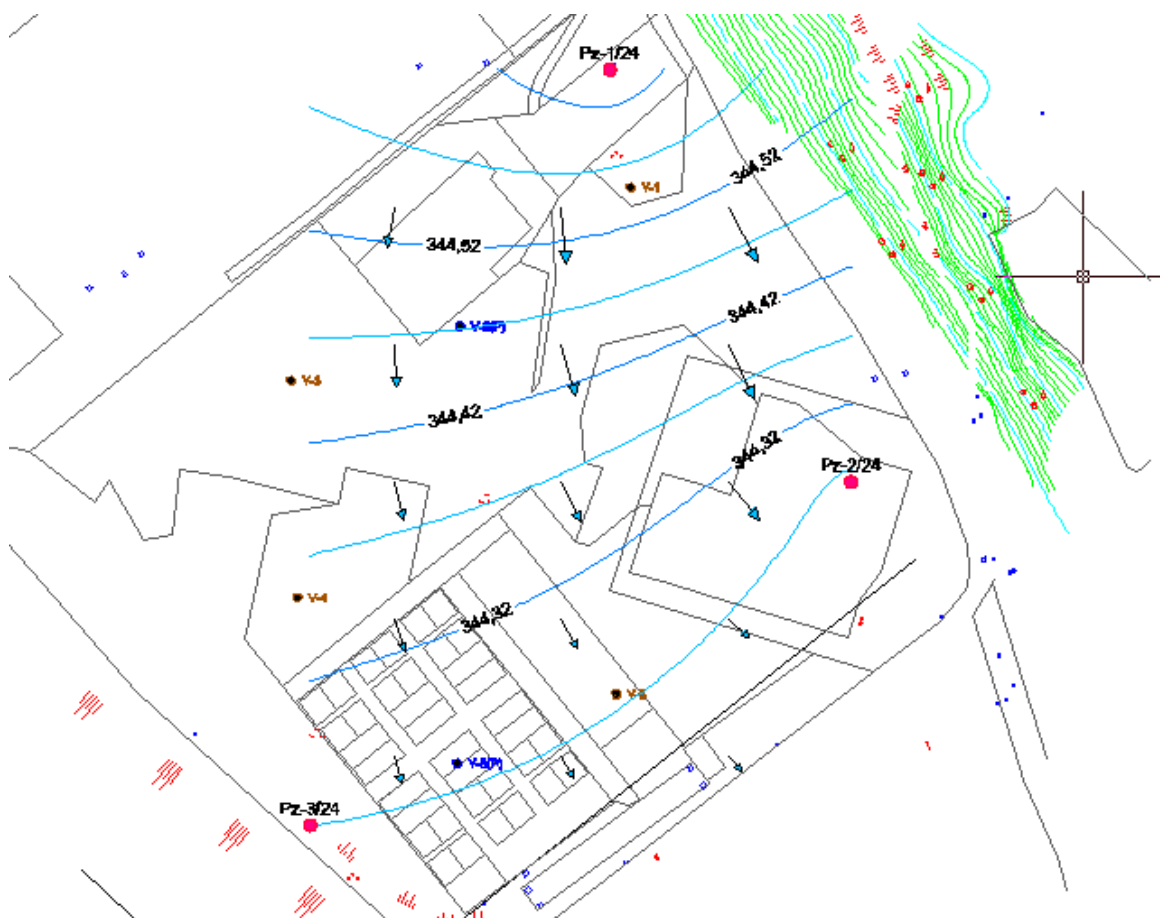
Slika 2: Hidrogeološka karta širšega območja, Vir: Atlas okolja, 2025.

OMEJITEV VODNEGA TELES

Kot kaže zgornja slika ter *slika 1* se objekt nahaja na območju obširnega in visoko izdatnega medzrnskega vodonosnika Kranjskega polja. Omenjeni vodonosnik je proti severovzhodu in proti vzhodu praktično neomejen. Na severu najverjetneje omejuje vodonosnik pozitivna hidrogeološka meja, in sicer napajanje iz reke Kokre. Proti zahodu in proti jugu pa vodonosnik omejuje negativna hidrogeološka meja, in sicer reka Sava drenira vodonosnik in je nivo podzemne vode v interakciji z gladino reke. Na podlagi hidrogeoloških preiskav in iz *slike 3* je razvidno, da je kota predkvartarne podlage na globini med 275 in 280 m n.v. Nihanje gladine podzemne vode na območju bodoče stanovanjske soseske ob SHuje Kranj za opazovalno obdobje od 30. 10. 2025 do 20. 11. 2025 so predstavljene v *preglednici 2* ter ponazorjene z osnovnimi opisnimi statistikami.



Slika 3: Karta gladine podzemne vode (modre črte) in izohips (rjave črte) predkvartarne podlage za srednje visoko stanje (vir: ARSO).



Slika 4: Smer toka gladine podzemne vode (modre črte) na območju gradnje Huje, 20.11.2025.

Preglednica 2: Opisne statistike nihanja gladine podzemne vode na proučevanem območju gradnje (kote gladin podzemne vode v m n.v.).

	Pz-1/24	Pz-2/24	Pz-3/24
Kota terena	350,51	349,01	350,11
Kota ustja	350,47	349,44	350,52
Št. meritev	501	502	501
Povprečje	344,39	344,01	344,11
Mediana	344,26	343,89	343,96
Minimum	344,05	343,66	343,74
Maksimum	345,17	344,74	344,97
Razpon	1,12	1,08	1,23

Podzemna voda na proučevanem območju se napaja iz podzemnega dotoka, in sicer iz poniklih padavin padlih v napajalnem zaledju in predvsem iz severa, kjer na tem območju reka Sava in reka Kokra napajata vodonosnik. Delež posameznega vira napajanja za nizko, srednje in visoko vodno stanje podzemne vode, ni znan.

Gladina podzemne vode se nahaja na kotah med 343,5 m.n.v. ob nizkem nivoju in 345,2 m.n.v. ob visokem nivoju. Glede na koto neprepustne podlage znaša debelina omočenega sloja več, kot 65 m. Ob nizkem vodnem stanju znaša debelina vodonosnika 65,7 – 66,1 m na severnem območju posega in 67,7 – 68,1 m na južnem območju posega. Ob visokem stanju gladine podzemne vode pa med 66,7 in 67,2 m na severnem območju posega in med 68,7 in 69,2 m na južnem območju posega. *Slika 4* prikazuje proučevano območje s karto gladine podzemne vode, *slika 3* pa prikazuje karto gladin podzemne vode in izohipse oz. koto predkvartarne podlage.

Hidravlična prepustnost proučevanega območja nekako v geometrični sredini znaša $1,4E-03$ m/s. na območju piezometra Pz-1/25 je hidravlična prepustnost zgornjega dela vodonosnika, nekako do globine 30 m ca. $1,3E-03$ m/s, na območju piezometra Pz-2/25 ca. $9,6E-04$ m/s in na območju piezometra Pz-3/25 ca. $2,1E-03$ m/s. Tok podzemne vode je generalno usmerjen od severa proti jugu, z odstopanjem do 10° proti vzhodu in zahodu glede na vodno stanje podzemne vode. Hidravlični gradient toka podzemne vode znaša med 3,0 in 3,5‰. Darcyjeva hitrost toka ob izračunanem koeficientu prepustnosti ($K_{konz.} = 1,0 - 2,1 \times 10^{-3}$ m/s) in izračunani efektivni poroznosti (0,16) znaša med 1,6 in 3,7 m/dan.

2.2 Sinteza predhodnih hidrogeoloških preiskav in strokovne osnove za izvedbo vodnjakov

Raziskovalni vodnjaki bodo izvedeni z namenom črpanja in ponikanja vode. Tukaj ni mišljena raba vode, saj vodnjak ni objekt ali naprava, ki potrebuje vodo oz. jo rabi, vodnjak zgolj omogoča objektu

ali napravi, rabo vode. Ustje vodnjakov bo po izvedbi raziskav urejeno skladno z zahtevami arhitektov (ustje vodnjaka bo v jaških zunaj objektov) in projektanta strojnih instalacij sistema toplotne črpalke. Predvidoma bodo po raziskavah ob ugodnih hidrogeoloških danosti vse vrtine v nadaljnji fazi gradnje locirane v zaščitnih AB jaških prekritih z AB ploščo. Na ustju posamezne vrtine bo privarjena prirobnica DN250, na katero bo privijačen pokrov DN250 (slepa prirobnica). Ponikalna vodnjaka bosta imela privarjeno prirobnico DN350 ter nanjo privijačen pokrov DN350.

Sinteza dosedanjih preiskav se nanašajo predvsem na hidrogeološko geološke preiskave izvedene v letu 2025. Glede na lego bodoče novogradnje Huje Kranj in glede na smer toka podzemne vode so hidrogeološke razmere za zajem in za ponikanje podzemne vode za potrebe plitve geotermije sistema voda – voda, ugodne.

Smer toka podzemne vode je od severa proti jugu. V tej smeri bodo izdelana tudi črpalna polja v gorvodni smeri in ponikalno polje v dolvodni smeri. Parametri za potrebe izračuna izdatnosti vodnjaka so:

⇒ Kota terena:	349,0 – 350,5 m.n.v.
⇒ hidravlična prepustnost vodonosnika (K):	1,4E-03 m/s
⇒ konzervativna ocena hidravlične prepustnosti ($K_{konz.}$):	1,0E-03 m/s
⇒ dosegljivost do podzemne vode – nizko stanje ($h_{min.}$):	5,4 – 6,5 m
⇒ dosegljivost do podzemne vode – visoko stanje ($h_{max.}$):	4,4 – 5,2 m
⇒ debelina vodonosnika (H):	< 60 m
⇒ hidravlični gradient toka podzemne vode (i):	3,0 – 3,5‰
⇒ temperatura podzemne vode (T):	12,0 – 13,0 °C
⇒ efektivna poroznost vodonosnika ($n_{ef.}$):	0,16

V okviru predhodnih preiskav so bile na proučevanem območju izdelane tri strukturna vrtina (vrtana na jedro) cevljene kot piezometer globine 40 m. Predkvartarne podlage vrtine niso navrtale.

Geometrično sredino D_{10} , D_{20} , D_{30} , D_{40} , D_{50} in D_{60} zrnastostne analize na vzorcih sedimentov iz vodonosnika glede na globino odseka prikazuje *preglednica 3*.

Preglednica 3: Geometrična sredina D_{10} , D_{20} , D_{30} , D_{40} , D_{50} in D_{60} v vzorcih sedimentov.

Pz-1/24	D_{10}	D_{20}	D_{30}	D_{40}	D_{50}	D_{60}
Geom. povprečje D [mm]	0,010	0,059	0,232	1,024	3,023	6,307
Pz-2/24	D_{10}	D_{20}	D_{30}	D_{40}	D_{50}	D_{60}
Geom. povprečje D [mm]	0,015	0,112	0,507	1,907	5,402	11,083
Pz-3/24	D_{10}	D_{20}	D_{30}	D_{40}	D_{50}	D_{60}
Geom. povprečje D [mm]	0,075	0,600	2,003	4,183	7,546	12,413

2.3 Geološki profil ožjega proučevanega območja

(Raziskovalni) črpalni vodnjaki, prikazani v *prilogah T.01. in T.02.*, bodo izdelani ob stanovanjskih objektih. Raziskovalna ponikalna vodnjaka prikazana v *prilogi T.03.* pa bosta izvrtana na južnem delu območja posega. Prognozni oz. pričakovani geološki profili izdelan na podlagi analize jedra raziskovalnih vrtin proučevanega območja na črpalnih in na ponikalnih poljih opisujemo v nadaljevanju.

Preglednica 4: Geološki profil na severnem delu proučevanega območja (vrtina Pz-1/25).

Globina		Opis posamezne plasti	USCS
Od	Do		
0,00	0,10	ASFALT	#N/A
0,10	0,70	Umetni nasip: Siv do svetlorjav dobro graduiran grušč z meljem in peskom [Prod/Grušč (75%; $D_{max}/D_{povp} = 14/1,8$ cm), Pesek (20%), Melj/Glina (5%)] - Suho.	GW-GM
0,70	1,20	Svetlorjav drobnozrnat meljast pesek [Prod/Grušč (0%), Pesek (60%), Melj/Glina (40%)] - Zbito.	SM
1,20	2,00	Temnorjav peščen melj [Prod/Grušč (10%; $D_{max}/D_{povp} = 0,4/0,2$ cm), Pesek (30%), Melj/Glina (60%)] - Zbito.	ML
2,00	2,80	Svetlorjav (marmoriran) peščen melj [Prod/Grušč (%), Pesek (40%), Melj/Glina (60%)] - Zbito.	ML
2,80	3,00	Temnorjav srednje do drobno zrnat meljast pesek [Prod/Grušč (10%; $D_{max}/D_{povp} = 0,3/0,2$ cm), Pesek (65%), Melj/Glina (25%)] - Rahlo.	SM
3,00	5,00	Siv do rjav dobro zaobljen dobro graduiran prod z meljem in peskom [Prod/Grušč (75%; $D_{max}/D_{povp} = 12/1$ cm), Pesek (20%), Melj/Glina (5%)] - Suho.	GW-GM
5,00	5,40	Siv do rjav dobro zaobljen meljast prod s peskom [Prod/Grušč (65%; $D_{max}/D_{povp} = 8/0,8$ cm), Pesek (20%), Melj/Glina (15%)]	GM
5,40	5,80	Siv dobro zaobljen dobro graduiran prod z meljem in peskom [Prod/Grušč (60%; $D_{max}/D_{povp} = 3/0,4$ cm), Pesek (35%), Melj/Glina (5%)]	GW-GM
5,80	6,20	Siv do rjav dobro zaobljen dobro graduiran prod z glino in peskom [Prod/Grušč (75%; $D_{max}/D_{povp} = 12/1$ cm), Pesek (20%), Melj/Glina (5%)] - Vlažno.	GW-GC
6,20	7,00	Siv dobro zaobljen glinast prod s peskom [Prod/Grušč (50%; $D_{max}/D_{povp} = 3/0,5$ cm), Pesek (15%), Melj/Glina (35%)] - Zbito in vlažno	GC
7,00	8,00	Siv dobro zaobljen slabo graduiran prod z glino in peskom [Prod/Grušč (70%; $D_{max}/D_{povp} = 7/0,6$ cm), Pesek (20%), Melj/Glina (10%)]	GP-GC
8,00	10,00	Svetlosiv srednje kompakten konglomerat - s polami (do 20 cm) srednje sprijetega prod,	KONGL.
10,00	11,90	Svetlosiv do svetlorjav dobro graduiran prod z glino [Prod/Grušč (80%; $D_{max}/D_{povp} = 16/1,2$ cm), Pesek (10%), Melj/Glina (10%)] - Prisotne posamezne pole konglomerata (do 5 cm). Suho.	GW-GC
11,90	14,00	Rjav glinast prod [Prod/Grušč (65%; $D_{max}/D_{povp} = 8/0,4$ cm), Pesek (10%), Melj/Glina (25%)] - Prisotne pole konglomerata debeline do 10 cm (ca 35%). Vlažno.	GC
14,00	14,80	Rjav glinast prod [Prod/Grušč (60%; $D_{max}/D_{povp} = 5/0,8$ cm), Pesek (10%), Melj/Glina (30%)] - Vlažno.	GC

Globina		Opis posamezne plasti	USCS
Od	Do		
14,80	16,10	Rjav konglomerat z meljastim vezivom - Priostne pole meljastega proda debeline do 10 cm (ca 25%). Vlažno do mokro.	KONGL.
16,10	18,40	Svetlosiv konglomerat - Dobro sprijet, kompakten. Prisotne pole dobrogradiiranega proda debeline do 15 cm (ca 15%). Suho.	KONGL.
18,40	25,20	Siv do sivorjav kompakten konglomerat - Kompakten. Med 20.0-22.6 je vezivo konglomerata bolj meljasto. Na tem delu bolj vlažno.	KONGL.
25,20	27,70	Svetlorjav konglomerat - Prisotne pole meljastega proda s peskom debeline do 30 cm (ca 40%) - [Prod/Grušč (60%; $D_{max}/D_{povp} = 7/0.5$ cm), Pesek (20%), Melj/Glina (20%)]	KONGL.
27,70	28,40	Svetlosiv kompakten konglomerat - Suho.	KONGL.
28,40	30,20	Rjav konglomerat - Prisotne pole meljastega proda s peskom debeline do 15 cm - [Prod/Grušč (50%; $D_{max}/D_{povp} = 6/0.7$ cm), Pesek (15%), Melj/Glina (35%)] Suho.	KONGL.
30,20	33,40	Svetlosiv kompakten konglomerat - Prisotne pole peščenega proda. Suho	KONGL.
33,40	33,55	Rdečerjava mastna glina s prodom [Prod/Grušč (15%; $D_{max}/D_{povp} = 0,5/0,3$ cm), Pesek (5%), Melj/Glina (80%)]	CH
33,55	35,40	Svetlosiv dobro gradiiran prod z glino in peskom [Prod/Grušč (75%; $D_{max}/D_{povp} = 10/0,5$ cm), Pesek (20%), Melj/Glina (5%)] - Prisotne pole kompaktnega konglomerata debeline do 10 cm (ca 35%). Suho	GW-GC
35,40	38,30	Rjav dobro gradiiran prod z glino in peskom [Prod/Grušč (65%; $D_{max}/D_{povp} = 5/0,3$ cm), Pesek (25%), Melj/Glina (10%)] - Zgornjih 30 cm delno sprano jedro. Še prisotne pole konglomerata debeline do 5 cm. Mokro.	GW-GC
38,30	41,00	Rjav glinast prod s peskom [Prod/Grušč (55%; $D_{max}/D_{povp} = 7/0,5$ cm), Pesek (25%), Melj/Glina (20%)] - Še prisotne pole konglomerata debeline do 5 cm. Mokro	GC

Preglednica 5: Geološki profil v osrednjem delu proučevanega območja (vrtina Pz-2/25).

Globina		Opis posamezne plasti	USCS
Od	Do		
0,00	0,05	Beton	#N/A
0,05	0,30	Umetni nasip: Rjav dobro gradiiran prod z meljem in peskom [Prod/Grušč (70%; $D_{max}/D_{povp} = 5/0,4$ cm), Pesek (20%), Melj/Glina (10%)]	GW-GM
0,30	0,70	Temno rjav drobnozrnat meljast pesek [Prod/Grušč (0%), Pesek (70%), Melj/Glina (30%)] - Rahlo. Vlažno.	SM
0,70	7,40	Siv dobro zaobljen dobro gradiiran prod z glino in peskom [Prod/Grušč (70%; $D_{max}/D_{povp} = 16/0,5$ cm), Pesek (25%), Melj/Glina (5%)] - Mokro	GW-GC
7,40	8,25	Rjav dobro zaobljen glinast prod s peskom [Prod/Grušč (65%; $D_{max}/D_{povp} = 8/0,7$ cm), Pesek (20%), Melj/Glina (15%)] - V spodnjem delu svetlosive barve na prehodu v konglomerat.	GC
8,25	9,40	Svetlo siv do rjav kompakten konglomerat	KONGL.
9,40	10,30	Svetlo rjav dobro zaobljen glinast prod [Prod/Grušč (75%; $D_{max}/D_{povp} = 12/0,9$ cm), Pesek (10%), Melj/Glina (15%)] - Mokro	GC
10,30	10,50	Svetlo rjav dobro zaobljen glinast prod s peskom [Prod/Grušč (55%; $D_{max}/D_{povp} = 7/1$ cm), Pesek (20%), Melj/Glina (25%)] - Mokro	GC
10,50	12,70	Svetlo rjav dobro zaobljen glinast prod [Prod/Grušč (75%; $D_{max}/D_{povp} = 12/0,9$ cm), Pesek (10%), Melj/Glina (15%)] - Mokro	GC

Globina		Opis posamezne plasti	USCS
Od	Do		
12,70	19,15	Rjav doi sivorjav konglomerat - Z meljastim vezivom. Prisotne 30 cm pole meljastega proda (20%). Mokro	KONGL.
19,15	19,95	Rdečerjav pusta glina s peskom [Prod/Grušč (0%), Pesek (20%), Melj/Glina (80%)]	CL
19,95	20,90	Siv konglomerat - Z meljastim vezivom. Prisotne 15 cm pole zbitega meljastega proda (25%). Mokro	KONGL.
20,90	21,70	Rjav dobro zaobljen glinast prod s peskom [Prod/Grušč (65%; $D_{max}/D_{povp} = 10/0,8$ cm), Pesek (20%), Melj/Glina (15%)] - Brez plasti konglomerata. Mokro	GC
21,70	23,00	Siv konglomerat - Z meljastim vezivom. Med 22.4 - 22.7 pola meljastega proda.	KONGL.
23,00	25,20	Siv kompakten konglomerat	KONGL.
25,20	26,10	Siv dobro zaobljen glinast prod s peskom [Prod/Grušč (65%; $D_{max}/D_{povp} = 8/0,5$ cm), Pesek (20%), Melj/Glina (15%)] - Prisotne pole konglomerata (30%)	GC
26,10	27,00	Siv do svetlorjav konglomerat - Z meljastim vezivom. Prisotne 10 cm pole meljastega proda (20%)	KONGL.
27,00	30,40	Siv kompakten konglomerat	KONGL.
30,40	31,80	Svetlorjav do svetlosiv konglomerat - Z meljastim vezivom	KONGL.
31,80	34,00	Siv kompakten konglomerat	KONGL.
34,00	36,40	Rjav glinast prod s peskom [Prod/Grušč (65%; $D_{max}/D_{povp} = 7/0,5$ cm), Pesek (20%), Melj/Glina (15%)] - Mokro.	GC
36,40	38,30	Siv do rjav glinast prod s peskom [Prod/Grušč (55%; $D_{max}/D_{povp} = 3/0,5$ cm), Pesek (25%), Melj/Glina (20%)] - Mokro.	GC
38,30	40,00	Siv do rjav glinast prod s peskom [Prod/Grušč (65%; $D_{max}/D_{povp} = 5/0,4$ cm), Pesek (20%), Melj/Glina (15%)] - Mokro.	GC

Preglednica 6: Geološki profil na južnem delu proučevanega območja (vrtina Pz-3/25).

Globina		Opis posamezne plasti	USCS
Od	Do		
0,00	0,20	Umetni nasip: Temnorjav meljast grušč s peskom [Prod/Grušč (50%; $D_{max}/D_{povp} = 4/1,5$ cm), Pesek (20%), Melj/Glina (30%)] - Prisotne korenine	GM
0,20	0,80	Umetni nasip: Siv do rjav meljast grušč s peskom [Prod/Grušč (65%; $D_{max}/D_{povp} = 8/1$ cm), Pesek (15%), Melj/Glina (20%)] - Zbito. Konglomerat v klastih grušča.	GM
0,80	1,30	Temnorjav drobnozrnat dobro graduiran pesek z meljem in prodom [Prod/Grušč (20%; $D_{max}/D_{povp} = 1/0,3$ cm), Pesek (70%), Melj/Glina (10%)] - Rahlo	SW-SM
1,30	2,30	Rjav drobnozrnat meljast pesek [Prod/Grušč (0%), Pesek (80%), Melj/Glina (20%)] - Zgornjih 30 cm zbito, potem rahlo.	SM
2,30	4,60	Siv dobro zaobljen dobro graduiran prod z meljem in peskom [Prod/Grušč (70%; $D_{max}/D_{povp} = 10/0,6$ cm), Pesek (25%), Melj/Glina (5%)] - Od 4m dalje mokro. Postopen prehod v spodnjo enoto.	GW-GM
4,60	6,60	Siv dobro zaobljen slabo graduiran prod z meljem in peskom [Prod/Grušč (55%; $D_{max}/D_{povp} = 3/0,5$ cm), Pesek (35%), Melj/Glina (10%)] - Razmočeno	GP-GM

Globina		Opis posamezne plasti	USCS
Od	Do		
		jedro. Voda na ca 5.20 m. Mokro.	
6,60	7,00	Sivorjav dobro zaobljen meljast prod s peskom [Prod/Grušč (65%; $D_{max}/D_{povp} = 6/0,5$ cm), Pesek (15%), Melj/Glina (20%)] - Zbito. Vlažno.	GM
7,00	9,00	Svetlorjav dobro zaobljen dobro graduiran prod z glino in peskom [Prod/Grušč (75%; $D_{max}/D_{povp} = 8/0,7$ cm), Pesek (15%), Melj/Glina (10%)] - Spordnji del bolj zbit in prisotno več melja. Vlažno.	GW-GC
9,00	15,30	Siv dobro zaobljen dobro graduiran prod z meljem in peskom [Prod/Grušč (70%; $D_{max}/D_{povp} = 12/0,7$ cm), Pesek (25%), Melj/Glina (5%)] - V zgornjem delu prisotnih več večjih prodnikov. Med 11.2-11.5 več melja. Vlažno.	GW-GM
15,30	15,60	Svetlosiv dobro zaobljen meljast prod s peskom [Prod/Grušč (65%; $D_{max}/D_{povp} = 5/0,8$ cm), Pesek (15%), Melj/Glina (20%)] - Zbito. Vlažno.	GM
15,60	22,00	Siv do svetlorjav dobro zaobljen dobro graduiran prod z meljem in peskom [Prod/Grušč (75%; $D_{max}/D_{povp} = 12/0,7$ cm), Pesek (20%), Melj/Glina (5%)] - Vlažno	GW-GM
22,00	22,60	Rjav dobro zaobljen meljast prod [Prod/Grušč (65%; $D_{max}/D_{povp} = 6/1$ cm), Pesek (10%), Melj/Glina (25%)] - Zbito. Vlažno.	GM
22,60	28,40	Rjav dobro zaobljen dobro graduiran prod z meljem in peskom [Prod/Grušč (75%; $D_{max}/D_{povp} = 12/0,8$ cm), Pesek (20%), Melj/Glina (5%)] - Med 24.1-24.6 več melja in bolj zbito.	GW-GM
28,40	29,20	Svetlosiv do svetlorjav dobro zaobljen meljast prod s peskom [Prod/Grušč (55%; $D_{max}/D_{povp} = 8/1,5$ cm), Pesek (15%), Melj/Glina (30%)]	GM
29,20	30,30	Siv kompakten konglomerat	KONGL.
30,30	32,70	Svetlorjav do siv dobro zaobljen meljast prod s peskom [Prod/Grušč (55%; $D_{max}/D_{povp} = 4/0,8$ cm), Pesek (15%), Melj/Glina (30%)] - Prisotne posamezne 5 cm pole konglomerata (10%)	GM
32,70	33,00	Siv kompakten konglomerat	KONGL.
33,00	36,20	Svetlosiv dobro zaobljen glinast prod s peskom [Prod/Grušč (60%; $D_{max}/D_{povp} = 6/0,3$ cm), Pesek (25%), Melj/Glina (15%)] - Prisotne posamezne 5 cm pole konglomerata (10%)	GC
36,20	36,90	Svetlorjav dobro zaobljen slabo graduiran prod z glino [Prod/Grušč (85%; $D_{max}/D_{povp} = 7/1,5$ cm), Pesek (10%), Melj/Glina (5%)]	GP-GC
36,90	38,50	Rjav slabo zaobljen meljast prod s peskom [Prod/Grušč (55%; $D_{max}/D_{povp} = 6/0,7$ cm), Pesek (20%), Melj/Glina (25%)] - Spodnji del sive barve.	GM
38,50	40,00	Rjav konglomerat - Z meljastim vezivom. Prisotne 20 cm pole meljastega proda (25%).	KONGL.

3 OPIS GRADNJE VODNJAKOV

Mapa oz. PZI načrt št. 7 za izvedbo črpalnih in ponikalnih vodnjakov je izdelana na podlagi strokovnih hidrogeoloških osnov. Geologija in hidrogeologija na območju vrtalnih del je prav tako znana.

V okviru dosedanjih preiskav so bile na proučevanem območju izvedene hidrogeološke preiskave, na črpalnih in na ponikalnem polju pa so bile izdelane strukturne vrtine, cevljene kot piezometri na katerih smo opravili hidravlična testiranja.

3.1 Lokacijski položaj raziskovalnih vodnjakov, zakoličbena situacija in koncept izgradnje

Črpalni ter ponikalni vodnjaki bodo izdelani na parcelah v lasti investitorja. Lokacijsko bodo črpalni vodnjaki izdelani čim bližje kotlovnici bodočih objektov. Ponikalna vodnjaka pa bosta izdelana na južnem delu območja, ki je predmet gradnje soseske oz. dolvodno v smeri toka podzemne vode. Prostorsko so bodoči vodnjaki prikazani na *sliki 5 in sliki 6*. Teren na ožji lokaciji je ravninski, z nadmorsko višino med 349,0 – 350,5 m.n.v. Teren rahlo pada od severozahoda proti jugovzhodu.



Slika 5: Proučevana lokacija posega za sosesko ob Savi Huje v Kranju s prikazano prostorsko razporeditvijo vodnjakov (vir: ARSO).

Zakoličene lokacije vodnjakov (3 črpalnih vodnjakov (ČV) in 2 ponikalna vodnjaka (VP), prikazuje *slika 5* in *risba L.01.0*. Osi bodočih raziskovalnih vodnjakov pa prikazuje *preglednica 7*.

Preglednica 7: Zakoličena situacija: Koordinate, parcelne številke in katastrska občina (k.o.) vrtin.

oznaka	E (D96/TM)	N (D96/TM)	Z (m n.v.)*	Parc. št.	K.O.
ČV-1/26	450752,57	121465,16	350,95	242/7	2122 Huje (Kranj)
ČV-2/26	450767,43	121472,72	351,25	242/7	2122 Huje (Kranj)
ČV-3/26	450819,13	121397,70	349,8	241/26	2122 Huje (Kranj)
VP-1/25	450680,72	121315,65	351,10	247/12	2122 Huje (Kranj)
VP-2/25	450705,51	121291,96	351,10	247/13	2122 Huje (Kranj)

* OPOMBA: V preglednici so zapisane bodoče projektirane kote terena. Celoten teren SS ob Savi, Huje Kranj se bo nadvišal za ca. 1 m.

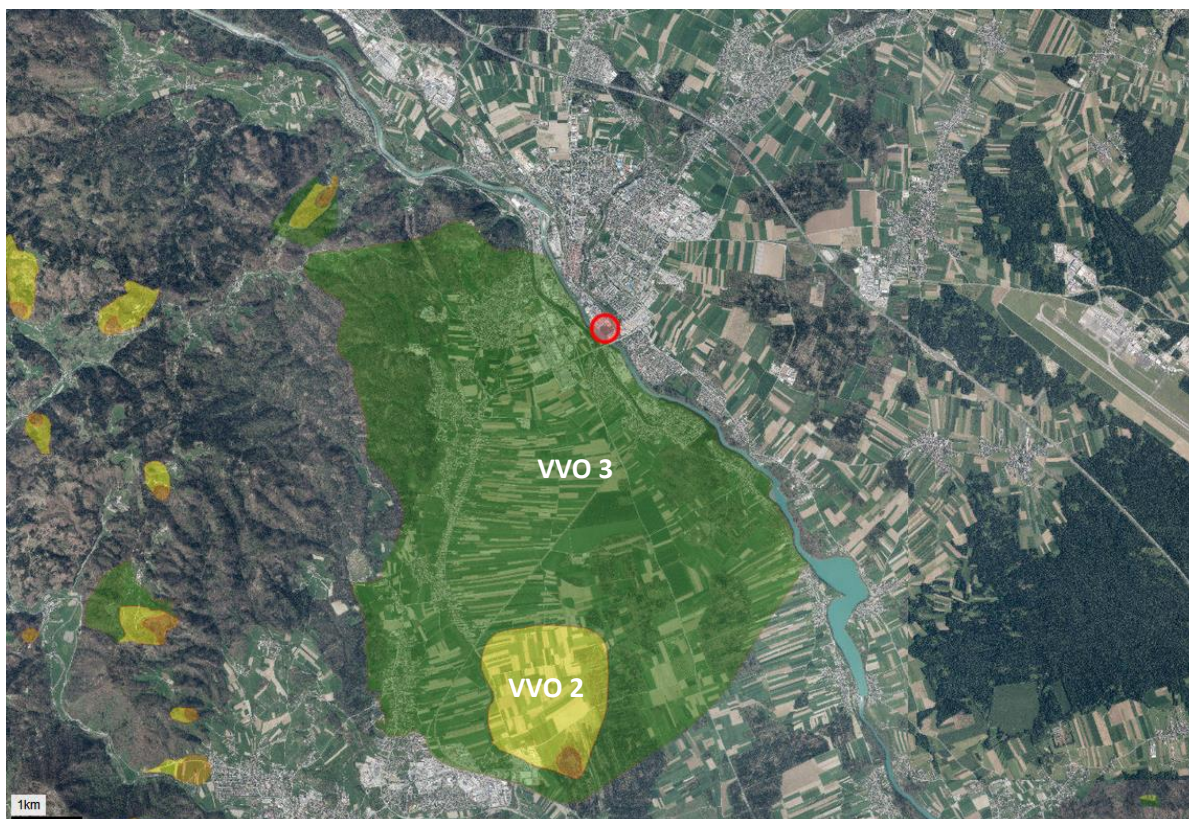


Slika 6: Prikaz obravnavane lokacije – zunanja ureditev (vir: SSRS).

3.2 Popis varovalnih območij in varovalnih pasov na območju gradnje

3.2.1 Območja z vidika varovanja voda

Lokacija posega se ne nahaja v vodovarstvenem območju virov pitne vode, kot to prikazuje *slika 7*.



Slika 7: Vodovarstvena območja na širšem proučevanem območju bodoče stanovanjske soseske Huje (rdeči krogec), Vir: Atlas okolja, 2025.

Preko reke Save, zahodno in južno od proučevanega območja, južno od posega leži VVO3, katerega omejitve, prepovedi in ukrepe opisuje *Uredba o vodovarstvenih območjih za občini Škofja Loka in Gorenja vas - Poljane (Uradni list RS, št. 164/20)*. Reka Sava je hidrogeološka bariera. Sam poseg na dinamiko in na kemijsko stanje podzemne vode varovane z *Uredbo* ne more vplivati.

3.2.2 Območja z vidika varovanja hrupa

Hrupnost gradbišča pri izdelavi vodnjakov bo morala biti manjša od *preglednice 6, priloge 1 Uredbo o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju (Uradni list RS, št. 43/18, 59/19 in 44/22 – ZVO-2)*, in sicer, kot prikazuje *preglednica 8*:

Preglednica 8: Mejne vrednosti kazalcev hrupa L_{dan} , $L_{večer}$, $L_{noč}$ in L_{dvn} ki ga povzroča gradbišče.

	L_{dan} (dBA)	$L_{večer}$ (dBA)	$L_{noč}$ (dBA)	L_{dvn} (dBA)
Vir hrupa	65	60	55	65
Celotna obremenitev	/	/	59	69
Konična raven hrupa L_1	85	70	70	/

Skladno z *Uredbo o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju (Uradni list RS, št. 43/18, 59/19 in 44/22 – ZVO-2)* oz. *preglednico 2, priloge 1 omenjene Uredbe* znašajo mejne vrednosti kazalcev hrupa

za celotno obremenitev okolja s hrupom v III. območju varstva pred hrupom ponoči 50 dBA in 60 dBA podnevi. Proučevano območje, skladno z *Uredbo* pade v III., če ne celo v IV. območje varstva pred hrupom.

3.2.3 Odmiki od parcelnih mej

Znotraj ureditvenega območja so vse parcele v lasti investitorja, zato podajamo odmike do najbližje parcele, mejaša ureditvenega območja. Odmiki vodnjakov od parcelnih mej oz. do meje ureditvenega območja so prikazani na *sliki L.02.0*.

Vodnjaka ČV-1/26 in ČV-2/26 bosta izdelana na parceli št. 242/7 K.O. 2122 – Huje (Kranj). Vodnjak ČV-1/26 je proti severozahodu oddaljen od parcele št. 241/36, K.O. 2122 Huje (Kranj) 19,4 m. Vodnjak ČV-2/26 je proti severovzhodu oddaljen od meje ureditvenega območja oz. od parc. št. 231, K.O. 2122 Huje (Kranj) 22,8 m.

Vodnjak ČV-3/26 bo izdelan na parceli s parc. št. 241/26 je proti sever - severovzhodu oddaljen od meje ureditvenega območja oz. od parc. št. 231, K.O. 2122 Huje (Kranj) 26,4 m.

Ponikalni vodnjak PV-1/26 bo izdelan na parceli s parc. št. 247/12 je proti jugozahodu oddaljen od meje ureditvenega območja oz. od parc. št. 247/14, K.O. 2122 Huje (Kranj) 7,5 m.

Ponikalni vodnjak PV-2/26 bo izdelan na parceli s parc. št. 247/13 je proti jugozahodu oddaljen od meje ureditvenega območja oz. od parc. št. 247/14, K.O. 2122 Huje (Kranj) 6,7 m.

3.2.4 Gospodarska javna infrastruktura

Celotno ureditveno območje prikazano v *prilogi L.01.0* bo imelo vso GJI izdelano na novo, medtem ko se obstoječa GJI odstrani.

Vrtna dela izgradnje vodnjakov bodo potekala v fazi gradnje oz. gradnje skladno z načrtom zunanje ureditve in ureditve GJI.

OPOZORILO: V kolikor se investitor odloči dela izvajati pred posegom v prostor in pred odstranitvijo obstoječe GJI, je potrebno pridobiti mnenja in soglasja sledečih mnenjedajalcev:

- ⇒ poseg v prostor: MO Kranj,
- ⇒ varovani pas cest: MO Kranj, Mestna uprava; Urad za gospodarske dejavnosti in promet,
- ⇒ prostozračni in podzemeljski električni vodniki: Elektro Gorenjska, podjetje za distribucijo električne energije d.d.,
- ⇒ plinovod: Plinovodi, Družba za upravljanje s prenosnim sistemom d.o.o.,
- ⇒ vodovod: Komunala Kranj JP d.o.o. in

⇒ **fekalna kanalizacija: Komunala Kranj JP d.o.o.**

3.3 Pridobitev predhodnih dovoljenj, mnenj in soglasij za izvedbo gradnje ki bremenijo hidrogeološko spremljavo v fazi izvajanja del

Ker po obstoječi zakonodaji, za predmetni poseg v prostor, ni potrebno pridobiti gradbenega dovoljenja, saj gre za enostaven objekt, DPP in DGD nista bila izdelana. Zaradi tega se do izdelave PZI tudi niso izvedli upravni postopki za pridobitev dovoljenj, mnenj in soglasij. Slednja dokumentacija potrebna za izvajanje del se bo pridobila v sklopu posega v prostor gradnje stanovanjske soseske »Ob Savi«.

Lokacije osi vodnjakov smo dobili od projektanta, Arhitekti Počivašek Petranovič d.o.o. Ker bo na celotnem območju teren podkleten in nato nadvišan in se bo z gradbenimi deli posegalo pod koto sedaj nameščene GJI, se bodo obstoječi GJI prestavili oz. na novo polagali. Bo pa moral izvajalec izgradnje vodnjakov oz. izvajalec hidrogeološke spremljave predhodno skladno z izdelanim geodetskim načrtom skupaj s projektantom in vodjo gradnje izdelati zakoličbo osi bodočih vodnjakov. Dokumentacijo, ki jo bo izvajalec moral pridobiti pred zakoličbo in pred izvajanjem del je:

- ⇒ Morebitna potrebna mnenja, **skladno s poglavjem 3.2.4,**
- ⇒ Dovoljenje za raziskave podzemnih voda, ki ga podeljuje DRSV.
- ⇒ Vodno soglasje za poseg raziskav na podlagi dovoljenja za raziskave podzemnih voda, ki ga podeljuje DRSV.
- ⇒ Uradni zapisnik zakoličbe oz. izmera osi bodočih vodnjakov.

OPOMBA: Pridobivanje dokumentacije samega roka izvedbe nebi smelo podaljšati, saj bo izvajalec samo za dobavo in dostavo cevni materialov (INOX cevi in filtri premera DN600), ki se izdelujejo po naročilu, čakal minimalno 5 tednov.

3.4 Dokumentacija izvajalca v fazi pred izvajanjem del

Izvajalec del mora pred izvajanjem del izdelati **tehnoški elaborat** iz katerega bo po posameznih sklopih razvidno sledeče:

- ⇒ pripravljalna dela: predvsem vrste in izvor potrebnega materiala za npr. nasutje platoja, potrebne količine, način transporta, ...
- ⇒ gradbena dela po posamezni fazi izvedbe (vrtanje, cevitev, polnitev vmesnega prostora in aktivacija): predvsem vrste in izvor potrebnega materiala za cevitev vodnjakov (vključno s centralizerji, prirobami,...), cementno mleko, potrebne količine, način in pogostost transporta, potrebna oprema za izvajanje del posamezne faze, predvsem pa način izvedbe posamezne faze,...
- ⇒ ureditev in zaščita ustja: predvsem vrste in izvor potrebnega materiala, način izvedbe,
- ⇒ terminski plan izvajanja del in
- ⇒ ureditev gradbišča za posamezno lokacijo vodnjaka.

3.5 Dokumentacija investitorja oz. nadzornika v fazi pred izvajanjem del

Investitor oz. njegov nadzornik mora v fazi pred izvajanjem del opraviti sledeče aktivnosti:

- ⇒ Pregledati tehnološki elaborat, vključno s načrtom ureditve gradbišča za posamezni vodnjak ter terminskim planom in podati pisni zahtevek glede popravkov in dopolnitev oz. v primeru strinjanja podpiše Tehnološko ekonomski elaborat.
- ⇒ Investitor oz. njegov nadzornik imenuje koordinatorskega ZVZD. Slednji nadalje opravi na račun investitorja/nadzornika oz. po dogovoru na račun izvajalca potrebne aktivnosti (npr. dodatna zahteva za ureditev gradbišča, gradbiščna tabla, gradbiščni ter požarni red,..
- ⇒ Prijava gradbišča na MO Kranj, v kolikor bodo dela potekala samostojno in ne v okviru gradnje stanovanjske soseske »Ob Savi«.

3.6 Dokumentacija v fazi izvajanja del

Izvajalec gradbenih del mora za celoten čas izvedbe voditi svoj gradbeni dnevnik. S strani nadzornika potrjeni gradbeni dnevniki bodo podlaga izdelavi knjige obračunskih izmer. Več dela se vpisujejo v gradbeni dnevnik in prikažejo v knjigi obračunskih izmer. Dodatna dela oz. nepredvidena dela se pred potrditvijo s strani naročnika, nadzornika in projektanta prikažejo preko pisne ponudbe.

Potrjena knjiga obračunskih izmer je podlaga za sestavo situacije.

Naročnik bo dopustil vgradnjo le za materiale in za proizvode, ki bodo predstavljeni in s strani naročnika potrjeni v tehnološkem elaboratu. Naročnik bo dopustil več dela le v primeru, ko bodo ta pravočasno, še pred izvedbo prijavljena (npr. na koordinaciji oz. preko pisnega obvestila nadzorniku). Naročnik bo dopustil dodatna dela zgolj na podlagi sprejete ponudbe s strani izvajalca del.

Za vse uporabljene materiale je potrebno še pred vgradnjo predložiti veljavne dokumente o ustreznosti proizvoda, tj. certifikate, kjer je to predpisano, oziroma potrdila o skladnosti, ki jih izda pristojna institucija.

3.7 Primopredajna dokumentacija

Ob primopredaji izvajalec vrtnih del izgradnje vodnjaka preda naročniku sledeča dokumenta:

- ⇒ Dokazilo o zanesljivosti objekta s podpisano izjavo nadzornika in vodje nadzora ter izvajalca in vodje gradnje,
- ⇒ PID izvedenih del z opisom ter popisom odstopanj od PZI in
- ⇒ Navodilo o vzdrževanju in o varni uporabi predanih vodnjakov.

Hidrogeološka služba, ki bo vršila spremljavo in hidravlična testiranja vodnjakov in vodonosnika pa mora izdelati sledeči dokumentaciji:

- ⇒ Hidrogeološko poročilo za investitorja o izvedenih preiskavah in testiranju vodnjakov skladno s standardi in aktivnostmi opisanih v *poglavju 5* tega PZI in

- ⇒ Hidrogeološko poročilo za DRSV za pridobitev vodnega dovoljenja za neposredno rabo vode za potrebe pridobivanja toplote izdelano skladno z navodilom 2 in 3 objavljenem na spletnem portalu DRSV.

3.8 Arhiviranje vodnjakov do pričetka uporabe oz. izdelave jaška vodnjaka

Vodnjaki do izgradnje stanovanjske soseske »Ob Savi« ne bodo v obratovanju oz. se vode za potrebe pridobivanja toplote ne bo uporabljalo. Predvideva se, da bodo vodnjaki v mirujočem stanju ca. 1 - 2 leti. Po končani izgradnji vodnjakov, po aktivaciji vodnjakov in po testiranju vodnjakov sledijo do uporabe vodnjakov oz. do rabe vode sledeče aktivnosti:

- ⇒ Po hidravličnem testiranju se vsi vodnjaki pregledajo s potopno kamero in kaliperjem. Video posnetek vodnjakov je sestavni del PID-a, ki ga izdelata hidrogeološka služba.
- ⇒ Na ustje vodnjakov se navari prirobnica DN350, ter na njo privijači pokrov vodnjaka DN350. Prirobnica in pokrov morata biti enakih lastnosti materiala, kot vodnjaška cev (INOX, EN 1.4301) – *glej poglavje 4.1.2.14.*
- ⇒ Okoli vodnjaka se izkoplje 1 m globoko jamo. Po potrebi se na dnu nasuje v debelini ca. 0,1 m podložnega betona ter po strditvi betona nanj namesti AB cev premera $\Phi 800$ mm s pokrovom. Poleg AB cevi se namesti ca. 2 m visoki drog živih barv z razlagalno tablo z napisom: **Pozor podzemni objekt – vodnjak ter ime vodnjaka.**

V fazi izgradnje stanovanjske soseske, v kolikor bodo vodnjaki dlje časa neaktivni (več, kot 6 mesecev), se izdelata elaborat morebitnega čiščenja, reaktivacije in dezinfekcije vodnjaka ter ponovitev hidravličnega testiranja vodnjakov in standardizirana obdelava hidravličnih testov. V vsakem primeru, pa bo potrebno pred vključitvijo vsakega vodnjaka v sistem izdelati **elaborat o prečrpavanju.**

OPOZORILO: Odrez uvodno tehnične nerjavne jeklene cevi DN350, nerjavne jeklene cevi premera DN250 in navaritev prirobnice DN350 ter privijačenje pokrova DN350, lahko v fazah gradnje jaškov opravi le strokovno usposobljena oseba, ki sicer opravlja dejavnost montaže potopnih črpalk v vodnjake, urejanja ustij vodnjakov in urejanja cevnih povezav v jaških vodnjakov.

Vodnjaki v fazi izkopa gradbene jame in v fazi gradnje stanovanjske soseske morajo biti **VEDNO** zatesnjeni s privijačeno slepo prirobo DN350 ter medprirobnim tesnilom DN350.

4 NAMEN IN ZASNOVA NAČRTOVANIH POSEGOV TER TEHNIČNI OPIS

Lokacijsko bo predmetna gradnja potekala na ureditvenem območju bodoče stanovanjske soseske »Ob Savi«, in sicer bosta črpalni polji Faze 1 in Faze 2 gorvodno oz. na severnem območju ureditvenega območja, ponikalno polje za obe fazi hkrati pa bo dolvodno, na južnem območju ureditvenega območja. Lokacija vodnjakov je prikazana na *slikah 5 in 6* in v *prilogi L.01.0*.

Investitor Stanovanjski sklad Republike Slovenije, Javni sklad namerava zgraditi raziskovalne črpalne in ponikalne vodnjaka z namenom pridobivanja toplote, za potrebe ogrevanja, hlajenja in pripravo tople vode ter preiti skladno z *Energetskim zakonom /EZ-2/ Uradni list RS, št. 38/24 in 47/25-ZOEE-A* na dodatni energent, na t.i. rabo toplote podzemne vode oz. rabo plitve geotermalne energije s toplotnimi črpalkami. V okviru omenjene gradnje SS Ob Savi je predvidena uporaba TČ oz. uporaba plitve geotermije po sistemu voda – voda z ustreznimi pretočnimi količinami. Po testiranju in po raziskavah na vodnjakih se bo pridobilo vodno soglasje, ki bo skladno s *5. odst. 125. čl. Zakona o vodah (Uradni list RS, št. 67/02, 110/02, 2/04, 41/04-ZVO-1, 57/08, 57/12, 100/13, 40/14, 56/15, 65/20, 35/23 – odl. US, 78/23 – ZUNPEOVE in 52/24 – odl. US)* sestavni del gradbene dokumentacije (DGD) za pridobitev gradbenega dovoljenja.

Predmetni PZI načrt 7 se nanaša na:

- izdelavo dveh črpalnih vodnjakov ČV-1/26 in ČV-2/26 (Faza 1),
- izdelavo črpalnega vodnjaka ČV-3/26 (Faza 2) in
- izdelavo dveh ponikalnih vodnjakov PV-1/26 in PV-2/26.

Skladno z *Uredbo o razvrščanju objektov* so objekti glede zahtevnosti gradnje sledeči:

- ⇒ (Raziskovalna) črpalna vodnjaka ČV-1/26 in ČV-2/26 globine do 52 m – **enostaven objekt**.
- ⇒ (Raziskovalni) črpalni vodnjaki ČV-3/26 globine do 34 m – **enostaven objekt**.
- ⇒ (Raziskovalna) ponikalna vodnjaka PV-1/26 in PV-2/26 globine do 40 m – **enostaven objekt**.

Osnova za projektiranje in nadaljnjo izvedbo (raziskovalnih) vodnjakov so izvedbeni standardi in izkušnje dosedanjega projektiranja vrtin v podobnih hidrogeoloških pogojih ter rezultati najnovejših hidrogeoloških raziskav. Projektne rešitve upoštevajo tudi zahteve MOP, smernice in zahteve EU na področju izkoriščanja in zaščite podzemnih voda ter priporočila mednarodnih strokovnih organizacij (IAH).

4.1 Tehnični opis (raziskovalnih) črpalnih vodnjakov ČV-1/26, ČV-2/26 in ČV-3/26 ter (raziskovalnih) ponikalnih vodnjakov PV-1/26 in PV-2/26

4.1.1 Pripravljalna dela, dostopne poti in delovni plato

Na lokaciji predvidenih (raziskovalnih) črpalnih vodnjakov in (raziskovalnih) ponikalnih vodnjakov je že gradbišče kjer je teren deloma utrjen. Teren je sestavljen iz zbitega proda. Na samo lokacijo gradbenih parcel, ki bo predmet gradnje posameznega vodnjaka je dovoz tudi možen. Med lokacijami vodnjakov, tudi za interni premik vrtalne garniture s pripadajočo opremo, ne bo potrebno izdelati dostopnih poti, potrebno jih bo le označiti s trakovi. Skratka, dostopna pot za vrtalno mehanizacijo na območje posega že obstaja, znotraj ureditvenega območja pa ne bo potrebno izdelati začasnih transportnih poti.

Dovozne poti znotraj gradbišča bo potrebno predhodno dogovoriti z naročnikom ter s projektantom in jih označiti s trakom ali mrežo tako, da bo omogočeno parkiranje med izvajanjem vrtalnih del.

V kolikor pa se bodo dela izvajala na novo izdelani zunanji ureditvi, pa bo najverjetneje potrebno izdelati delovne platoje.

Delovišče se ne nahaja v vodovarstvenem pasu vira pitne vode, katerega ukrepe, prepovedi in omejitve bi določala *Uredba oz. občinski Odlok*. Kljub temu bo med pripravljalnimi deli in med vrtanjem vodnjakov potrebno preprečevati vsakršno onesnaženje bodisi tal, bodisi podzemne vode. Vrtalna in pomožna strojna oprema se bo nahajala na utrjeni površini s kontrolirano odvodnjo. Med izdelavo vodnjakov bo potrebno zagotoviti, da morebitno iztekanje med vrtanjem in med aktivacijo ne bo odtekalo nazaj v vrtino. Situaciji ureditve gradbišča na lokaciji črpalnih vodnjakov in na lokaciji ponikalnih vodnjakov prikazujemo v mapi lokacijski prikazi oz. v risbah *L.03.1.*, *L.03.2 in L.03.3.* oz. v risbah *L.04.1 in L.04.2.*

Pred začetkom vrtalnih del se zakoliči osi vseh petih vodnjakov. Prav tako se pred pričetkom del posameznega vodnjaka uredi gradbišče, ki mora biti proti okolici zavarovano in ograjeno, zapreti je potrebno vse prehode in onemogočiti dostop do območja posega nezaposlenim osebam. Še posebej to velja za območja morebitnih odprtih izkopov (npr. med izgradnjo delovnega platoja).

Ker prodnata tla (v kolikor ne bo nasutja zemljine) prenesejo težo vrtalne garniture, se lahko delovni plato izdela tako, da se na podlago položi geotekstil, nanj pa PVC folija dimenzij min. 12 x 8 m, na njo pa se nanese plast žagovine. Na žagovino pa se namesti povozne plošče. PVC folija mora biti na robovih privzdignjena tako, da se v »skledi« ujemajo vse morebiti izpod vrtalne garniture in kompresorja iztekajoče tekočine (hidravlično olje, maziva, gorivo,...).

OPOMBA: Predvideva se, da bodo vrtna dela potekala na lokaciji, kjer bo umetni nasip. V kolikor bodo vrtna dela potekala na umetnem nasipu, ca. 0,7 – 1,0 m nad koto terena, bo potrebno za vrtno garnituro izdelati delovni plato.

Delovni plato se izdelava po naročilu vrtnega podjetja in ga predmetni PZI ne zajema.

Pred pričetkom in med samo izvedbo vodnjaka je potrebno zagotoviti vse ukrepe za zaščito vode pred nevarnimi in škodljivimi snovmi, ki bodo pri izvedbi uporabljena. Odlagališče viškov materiala mora biti urejeno tako, da se prepreči erozija in da ni oviran dotok zalednih voda. Najbolje je, da se navrtanina preko ciklona direktno odlaga v kontejner ter se po potrebi odvaža na odlagališče gradbenih odpadkov.

Na lokaciji ca. 10 m stran od delovnega platoja se za potrebe ponikanja viška vod med aktivacijo in med čiščenjem vodnjaka izkoplje jama dimenzij ca. 6 x 6 x 4 m. Slednja jama ni vrisana na risbi, saj po navadi izvajalec izdelava jamo na območju kjer ne bo imel manipulativnih površin oz. ga ne bo motila. Detajlno organizacijo delovišča z vključenim izkopom za potrebe ponikanja bo moral izvajalec predstaviti v Tehnološkem elaboratu. Izkopana ponikalna jama bo morala biti zavarovana z gradbeno mrežo, in sicer tako, da bo preprečen padec ljudi in morebitnih živali v jamo.

Med čiščenjem in med aktivacijo se mora voda odvajati v usedalni bazen od tam pa prečrpavati v izkopno ponikalno jamo. Predvidevamo, da bo lokacija ČV-1/26 in ČV-2/26 imela skupni ponikalni jašek, delovišče vodnjaka ČV-3/26 bo imelo svoj ponikalni jašek, delovišče PV-1/26 in PV-2/26 pa bo imelo prav tako skupni ponikalni jašek. Za izgradnjo vseh petih vodnjakov se tako predvideva izdelava treh ponikalnih jaškov v dimenziji ca. 6 x 6 x 4 m.

OPOMBA: V kolikor se bo voda med čiščenjem in med aktivacijo odvajala v meteorno kanalizacijo mora imeti izvajalec poleg usedalnega bazena prostornine ca. 10 m³ še en dodaten usedalni bazen prostornine vsaj 10 m³. Bazena morata biti postavljena tako, da se voda iz prvega bazena preliva v drugega. Iz drugega bazena pa se vodo prečrpava v meteorno kanalizacijo.

OPOMBA: Vodo, ki bo nastajala oz. se izčrpavala iz vrtine med vrtanjem, med čiščenjem in med aktivacijo je prepovedano odvajati v vodotok oz. v reko Savo, v kolikor si izvajalec predhodno ne pridobi dovoljenja DRSV in revirne Ribiške družine.

4.1.2 Izdelava črpalnih vodnjakov ČV-1/26 in ČV-2/26

Vsa pred dela in dela, ki bodo potekala pri izvedbi vodnjaka je potrebno uskladiti z izdanimi dovoljenji in z izdanimi pogoji. Oba vodnjaka bosta identična in bo vanju nameščena identična elektrostrojna črpalna oprema, ki bo za Fazo 1 omogočala max. potrebno pretočnost ca. 30 l/s. Vodnjaka ne bosta nikoli delovala hkrati, temveč se bosta izmenično zaganjala.

Za potrebe črpanja s količino ca. 30 l/s (oz. skladno s SIA 384/7 38 l/s) ob predvidenih konservativnih parametrih bo moral vsak vodnjak imeti premer cevi v kateri bo lahko nameščena ena potopna črpalna takšnih dimenzij, ki ustreza premeru črpalke (7") 178 mm + 1" oz. nazivnega premera 8".

4.1.2.1 Lokacija črpalnih vodnjakov ČV-1/26 in ČV-2/26

Lokaciji (raziskovalnih) črpalnih vodnjakov prikazuje *preglednica 7*. Koordinate osi vodnjakov pa ponavljamo v tem poglavju, in sicer:

oznaka	E (D96/TM)	N (D96/TM)	Z (m n.v.)*	Parc. št.	K.O.
ČV-1/26	450752,57	121465,16	350,95	242/7	2122 Huje (Kranj)
ČV-2/26	450767,43	121472,72	351,25	242/7	2122 Huje (Kranj)

4.1.2.2 Vrtanje vodnjaka ČV-1/26 oz. ČV-2/26

Vodnjaka bosta izdelana z vrtanjem z nadprofilnimi dleti in z globinskimi kladivi ter s hkratnim cevlenjem z obložno jekleno kolono ustreznega premera (t.i. eccentric overburden system). Vrtino se bo z večjim profilom 449 - 425 mm ($16\frac{3}{4}$ ") vrtalo do globine 12,0 m z začasno cevovodjo zunanjega premera 406,4 / 381,4 mm (16"). Od globine 12,0 m do končne globine 52,0 m pa se bo vrtalo z nadprofilnim dletom premera 314,3 mm ($12\frac{3}{8}$ ") in z začasno cevovodjo zunanjega premera 298,5 / 276,5 mm ($11\frac{3}{4}$ ").

Oprema oz. sistem za vrtanje po opisani tehnologiji je sestavljen iz naslednjih komponent:

- ⇒ Vrtalna garnitura ustrezne moči in navora ter ustreznega premera čeljusti.
- ⇒ Obložne cevi ustreznega premera DN400 in DN300.
- ⇒ Vrtalna nadprofilna dleta in vrtalno drogovoje z notranjim gladkim spojem za dovod zraka premera min. 25 mm (1").
- ⇒ Kompressor ustrezne moči in ustreznega pretoka zraka.
- ⇒ Keson ustrezne prostornine za navrtanino.
- ⇒ Usedalni bazen prostornine min. 10 m³ za potrebe čiščenja in aktivacije oz. dva bazena prostornine min. 10 m³, v kolikor se bo voda odvajala v meteorno kanalizacijo.

Tip našete opreme in tehnični podatki opreme izvajalca bodo podrobneje predstavljeni v tehnološkem elaboratu izvajalca vodnjakov.

4.1.2.3 Karotažne meritve

Ker smo v okviru hidrogeoloških preiskav na območju črpalnega polja izvrtali strukturne vrtine cevljene kot piezometri, na katerih smo opravili standardizirani popis jedra izvrtanine, standardizirano klasifikacijo zemljine in hidrogeološka testiranja, klasične karotažne meritve niso potrebne. Bo pa potrebno po čiščenju in po aktivaciji opraviti sledeče aktivnosti:

- ⇒ pregled vodnjakov s potopno kamero, ki omogoča vertikalno kot snemanja od 0 do 90° in horizontalno rotacijo od 0 do 360°,
- ⇒ pregled vodnjakov s kaliperjem (notranji premer produkcijske kolone in odklon vrtine od vertikalne osi) in
- ⇒ stratifikacija filtrskega dela s sondo za meritev temperature (T) in električne prevodnosti (μ) podzemne vode.

4.1.2.4 Dimenzije vrtanja uvodno tehnične kolone

Vodnjak bo vrtan po metodi eccentric overburden system. Vrtino se bo izvrtalo do globine 12,0 m z začasno cevovijo zunanjega premera 406,4 mm. Dimenzije vrtanja za uvodno tehnično kolono vodnjakov ČV-1/26 in ČV-2/26 so prikazane v preglednici 9.

Volumen izvrtanine z upoštevanim faktorjem nesorazmernosti, $k = 1,2$ znaša:

Volumen vrtanja uvodno tehnične kolone (V_{UT}): 2,28 m³/vodnjak

Preglednica 9: Opis dolžine in premerov vrtanja ter cevitev za uvodno tehnično kolono vodnjakov ČV-1/26 in ČV-2/26.

Vodnjaka ČV-1/26 in ČV-2/26	Premer (mm/")	Globina (m)
Vrtani profil (ekscenter)	449 - 425,0 mm / min. 16 ³ / ₄ "	0,0 – 12,5
Začasna cevitev med vrtanjem	406,4 mm / 16 "	0,0 – 12,0
Uvodno tehnična kolona	355,6 / 14 "	0,0 – 12,0

4.1.2.5 Cevitev uvodno tehnične kolone vodnjaka

Vsi vgrajeni cevni materiali bodo iz nerjavnega jekla (INOX) standarda SIST EN 1.4301 (USA AISI 304). Po končanem vrtanju za uvodno tehnično kolono se vrtina zacevili z INOX cevmi premera 355,6 mm 14". Vse dimenzije materialov so računsko preverjene. Opis dimenzij cevitev podajamo v nadaljevanju.

- premer cevitev 355,6 mm (USA AISI 304 oz. SIST EN 1.4301)
- centralizer (DN350 / DN400), 2 kom na globini 10 in 3 m

4.1.2.6 Karakteristike cevi uvodne kolone vodnjakov ČV-1/26 in ČV-2/26

Uvodno tehnična kolona vrtine bo cevljena s konstrukcijo sestavljeno iz cevi naslednjih lastnosti:

Kvaliteta jekla:	USA AISI 304 oz. EN 1.4301
E - Modul elastičnosti za jeklo:	$2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2 = 210 \text{ GPa}$ (EN 1.4301)
$\sigma_{\text{min.}}$ - Meja elastičnosti za jeklo:	$520 \text{ N/mm}^2 = 520 \text{ MPa}$ (EN 1.4301)
D – zunanji premer	355,6 mm (14")
d - notranji premer filtrov	343,0 mm
t - debelina stene filtrov	6,3 mm
q_c - masa cevi na tekoči meter	54,27 kg/m
Površina prereza cevi:	6913,36 mm ² oz. 0,00691 m ²
Spajanje cevi	s čelnim elektro varjenjem

Spajanje filtrske kolone bo izvedeno s čelnim varjenjem. Elektrode morajo ustrezati standardu materiala (USA AISI 304 oz. EN 1.4301).

4.1.2.7 Dimenzije vrtanja produkcijske kolone

Vodnjak bo vrtan po metodi eccentric overburden system. Vrtino se bo po prevrtanju cementnega čepa na globini 12 – 11 m izvrtalo do globine 52,0 m z začasno cevitvijo zunanjega premera 298,5 mm. Dimenzije vrtanja za produkcijsko kolono vodnjakov ČV-1/26 in ČV-2/26 so prikazane v preglednici 10.

Volumen izvrtanine z upoštevanim faktorjem nesorazmernosti, $k = 1,2$ znaša:

Volumen vrtanja produkcijske kolone (V_p): 3,72 m³/vodnjak

Preglednica 10: Opis dolžine in premerov vrtanja za produkcijsko kolono vodnjaka ČV-1/26 in ČV-2/826.

Vodnjaka ČV-1/26 in ČV-2/26	Premer (mm/")	Globina (m)
Vrtani profil	314,3 mm / 12 ³ / ₈ "	12,0 – 52,0
Začasna cevitev med vrtanjem	298,5 mm / 11 ³ / ₄ "	0,0 – 52,0
Produkcijska kolona	244,5 / 9 ⁵ / ₈ "	0,0 – 52,0

4.1.2.8 Cevitev produkcijske kolone vodnjaka

Vsi vgrajeni cevni materiali bodo iz nerjavnega jekla (INOX) standarda SIST EN 1.4301 (USA AISI 304). Po končanem vrtanju za produkcijsko kolono se posamezna vrtina zacevi z INOX cevmi in filtri premera 244,5 mm 9 ⁵/₈ ". Vse dimenzije materialov so računsko preverjene. Opis dimenzij cevitve podajamo v nadaljevanju.

- premer cevitve 244,5 mm (USA AISI 304 oz. SIST EN 1.4301)

- globina cevitve	0,0 – 52 m
- odsek filtrov,	14 – 50 m
- usedalnik z dnom	50 – 52 m

4.1.2.9 Karakteristike cevi in filtrov vodnjakov ČV-1/26 in ČV-2/26

Vrtina bo cevljena s filtrsko konstrukcijo sestavljeno iz cevi in filtrov naslednjih lastnosti:

Kvaliteta jekla:	USA AISI 304 oz. EN 1.4301
E - Modul elastičnosti za jeklo:	$2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2 = 210 \text{ GPa}$ (EN 1.4301)
$\sigma_{\min.}$ - Meja elastičnosti za jeklo:	$520 \text{ N/mm}^2 = 520 \text{ MPa}$ (EN 1.4301)
D – zunanji premer	244,5 mm
d - notranji premer filtrov	232,5 mm
t - debelina stene filtrov	6,0 mm
q_c - masa cevi na tekoči meter	35,29 kg/m
H_{kf} - dolžina filtrske konstrukcije	52 m
h_{kf} - dolžina filtrov	36 m
Površina prereza cevi:	$4.495,62 \text{ mm}^2$ oz. $0,004496 \text{ m}^2$
Spajanje cevi	s čelnim elektro varjenjem
Odprtost za most 2,0 mm (n)	14,5%
Prepustnost za most 2,0 mm (q)	3,3 l/s/m

Spajanje filtrske kolone bo izvedeno s čelnim varjenjem. Elektrode morajo ustrezati standardu materiala (USA AISI 304 oz. EN 1.4301).

4.1.2.10 Prostorske dimenzije vodnjakov ČV-1/26 in ČV-2/26

Tloris (prirobka DN350):	$2 \times r = 0,505 \text{ m}$; $S = 0,2003 \text{ m}^2$;
Globina (vrtanje in cevitve):	52 m;
Volumen vrtine (bruto, profil vrtanja):	$6,00 \text{ m}^3$;
Volumen vrtine (neto, tubing):	$2,65 \text{ m}^3$;

4.1.2.11 Polnitev vmesnega prostora med ostenjem in zunanjo steno kolone

4.1.2.11.1 Cementacija uvodno tehnične kolone

Po izvrtanju in po zacevitvi uvodno tehnične kolone se vmesni prostor med ostenjem in med zunanjo steno uvodno tehnične kolone zapolni s cementno suspenzijo vodocementnega faktorja $w/c = 0,5$. Parametre za izračun potrebnih količin cementa in vode za cementacijo medprostora z $w/c = 0,5$ preglednica 11.

Preglednica 11: Parametri za izračun potrebne količine za cementacijo vmesnega prostora uvedno tehnične kolone.

D_1	449 mm	premer vrtine
L_1	12 m	dolžina vrtine premera D_1
D_z	355,6 mm	zunanji premer cevi
D_N	343,0 mm	Notranji premer cevi
K_c	1,25	faktor neenakomernosti vrtine
ρ_c	3100 kg/m ³	gostota cementa
η	5%	koeficient raztrosa cementa ($\approx 1,05$)
w/c	0,5	vodocementni faktor
l_{cm}	1 m	Višina cementa v peti kolone

Skupni volumen cementne mešanice po vodnjaku:

$$V = \frac{\pi}{4} (D_1^2 - D_z^2) \cdot L_1 \cdot K_c = 0,885 \text{ m}^3$$

Gostota cementne mešanice:

$$\rho_{cm} = \frac{\rho_c \cdot \rho_v \cdot (w/c + 1)}{\rho_v + w/c \cdot \rho_c} = 1823,5 \text{ kg/m}^3$$

Skupna poraba cementa pri upoštevanju 5% izgub (koeficient raztrosa 1,05 za cement v vrečah) in vode po posameznem vodnjaku znaša:

- ▶ poraba cementa: $\approx 1.130 \text{ kg} \approx 1,13 \text{ t}$,
- ▶ poraba vode (w/c = 0,5): $\approx 608 \text{ kg} \approx 0,61 \text{ m}^3$.

Višina včrpane cementne mešanice v uvedno tehnični koloni:

$$L_{CM} = 9,6 \text{ m}$$

Volumen vode potreben za iztiskanje cementne mešanice pri cementnem čepu $L = 1,0 \text{ m}$

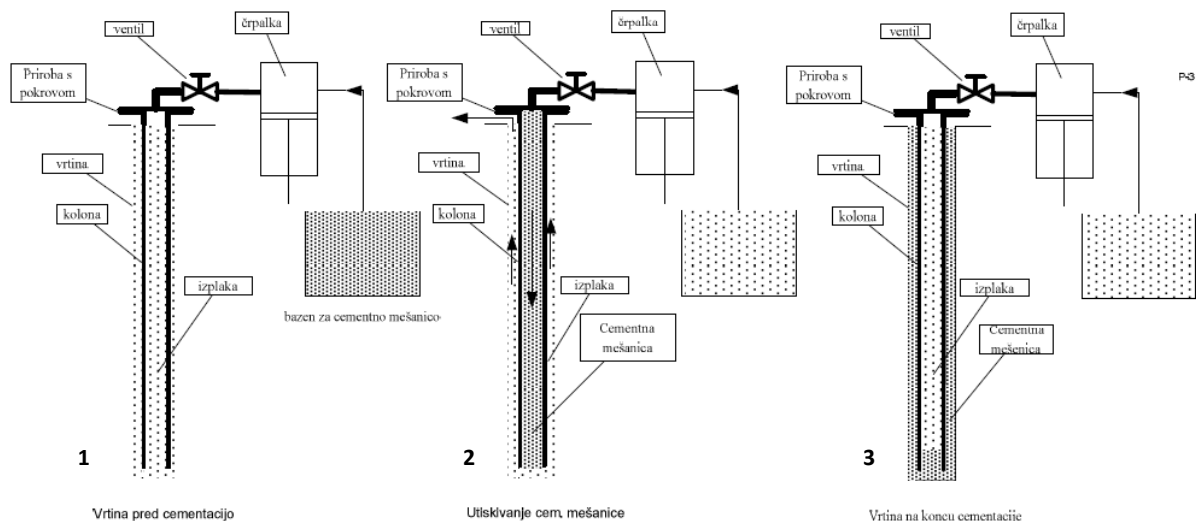
$$V_v = 1,02 \text{ m}^3$$

Končni tlak cementacije v peti uvedne kolone:

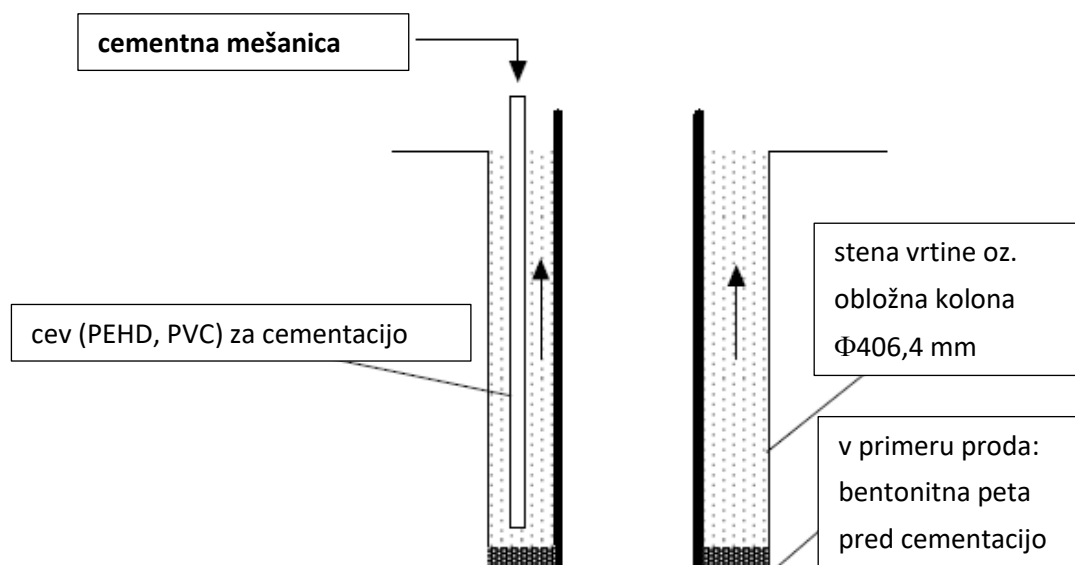
$$\rho_{cm} = 0,089 \text{ MPa}$$

4.1.2.11.2 Postopek cementacije uvedno tehnične kolone

Vmesni prostor med ostenjem vrtine in zunanjo steno uvedno tehnične kolone od globine 12,0 m do ustja vodnjaka se bo moralo zapolniti s cementnim mlekom v razmerju cement – voda oz. s t.i. vodocementnim faktorjem w/c = 0,5. Potek cementacije je prikazan na *sliki 8* oz. *sliki 9*:



Slika 8: Shematski prikaz načina cementacije brez vgrajene cementacijske pete ter spodnjega in zgornjega čepa po Perkinsu (1 – vrtina pred cementacijo, 2 – vtiskovanje cementne mešanice in 3 – vrtina po cementaciji).



Slika 9: Direktna cementacija vmesnega prostora preko injektorske cevi za cementacijo.

Pri izdelavi vrtin v plitvi geotermiji je izvedba cementacije po Perkinsu (slika 8) predraga zaradi visokih cen opreme glede na sorazmerno majhno dolžino cementacije. Zaradi tega se cementacija izvaja brez vgrajene cementacijske pete ter spodnjega in zgornjega čepa. V tem primeru prevzame vlogo nepovratnega ventila ventil, ki je vgrajen na tlačnemu vodu.

Ker bo uvodno tehnična kolona (Φ355,6 mm) preko centralizerjev nameščena v zaščitni koloni (Φ406,4 mm) priporočamo cementacijo v dveh fazah (slika 9), in sicer:

- ⇒ s cementno mešanico se preko injektorske cevi in črpalke včrpa cementna suspenzija in zapolni prostor med začasno zaščitno cevjo $\Phi 406,4$ mm in uvodno tehnično kolono $\Phi 355,6$ mm,
- ⇒ ko cementna suspenzija doseže ustje vrtine se pristopi k razcevitvi začasne obložne kolone $\Phi 406,4$ mm ter
- ⇒ med izvlekom začasnih obložnih cevi se na vsakih 6 m izvleka cevi včrpa cementna suspenzija tako, da je pred nadaljnim izvlekom začasne obložne kolone cementna suspenzija na ustju vrtine.

Uvodne oz. tehnične kolone je potrebno kvalitetno cementirati. Če se ob koncu cementacije na površini ne pojavi cementna mešanica, je potrebno vrtino dodatno cementirati. Tehnologijo izvajanja dodatne cementacije je nujno prilagoditi situaciji v vrtini. Parametri in izračuni potrebnih količin cementa in vode za cementacijo medprostora z $w/c = 0,5$ so prikazani v prejšnjem poglavju.

4.1.2.11.3 Zasipavanje vmesnega prostora med uvodno tehnično kolono in produkcijsko kolono

Po čiščenju vodnjaka in po enem dnevu aktivacije z batom se vmesni prostor med uvodno tehnično kolono in produkcijsko kolono od zgoraj navzdol zasuje s kremenčevim prodcem premera 5,6 – 8,0 mm. Sestava filtrskega zasipa mora biti obvezno iz dvakrat prane kremenčevega prodca. **Zasip iz karbonatnega materiala je prepovedano vgrajevati.** Predvideva se, da se bo okoli filtrov izdelal naravni zasip, zato bodo količine vgrajenega materiala manjše od projektiranih.

Parametre za izračun količin potrebnega filtrskega zasipa prikazuje *preglednica 12*.

Preglednica 12: Vhodni podatki za izračune porabe filtrskega zasipa (ČV-1/26 oz. ČV-2/26).

D_{vr}	314,3 mm	premer vrtine (produkcijski del)
D_{nTK}	343,0 mm	Notranji premer uvodno tehnične kolone
L_{TK}	12 m	dolžina uvodno tehnične kolone
L_{PD}	40 m	Dolžina produkcijskega dela vrtine
D_z	244,5 mm	zunanj premer produkcijske cevi
K_c	1,2	faktor neenakomernosti vrtine produkcijske vrtine
η	10%	koeficient raztrosa ($\approx 1,1$)
ρ_s	1.667 kg/m ³	gostota zasipa

Skupna poraba peščenega zasipa po vodnjaku znaša:

$$V_{max.} = 2,22 \text{ m}^3$$

$$m_{max.} \approx 3,7 \text{ t.}$$

Zasipavanje s kremenčevim dva krat pranim filtrskim zasipom premera zrnc 5,6 – 8,0 mm poteka direktno od zgoraj navzdol. **Višina zasipa se mora stalno preverjati z utežjo!**

OPOMBA: Kremenčevi filtrski zasip ne sme vsebovati glinenih primesi. Predlagamo produkt granulacije 5,6 – 8,0 mm podjetja Murexin, Kema Puconci.

4.1.2.12 Čiščenje in aktiviranje vodnjakov ČV-1/26 in ČV-2/26

Po zacevitvi s produkcijsko kolono $\Phi 244,5$ mm, se izvede aktivacija vodnjaka, in sicer se izvede:

- ▶ izpiranje z jet šobo in čiščenje usedalnika z dvojnimi air-liftom,
- ▶ batiranje od zgoraj navzdol s hodom bata $\Phi 230$ mm za ca. 3 m in
- ▶ vmesno čiščenje usedalnika z dvojnimi air-liftom.

Batiranje se zaključi, ko po hodu bata po manevrih dolžine 3 m od zgoraj navzdol do usedalnika, po poldnevem batiranju, v usedalniku ni več kot 0,05 m usedline (mulja in peska).

Za aktivacijo mora izvajalec obvezno uporabiti ustrezen kompresor in opremo, in sicer:

- ▶ Kompresor moči vsaj 16 bar in pretoka zraka min. 300 l/s ($18 \text{ m}^3/\text{min}$). Kompresor uporabljen pri aktivaciji mora biti redno servisiran, s tovarniško vgrajenim dodatnim hladilnikom za hlajenje komprimiranega zraka in dodatnim separatorjem za dodatno čiščenje komprimiranega zraka. S tem bo zagotovljena maksimalna čistost zraka med samo aktivacijo.
- ▶ odvodne cevi z injektorjem na dnu premera min. DN100 in dolžine do ustja vodnjaka.
- ▶ PE cev za zrak od kompresorja do injektorja premera min. DN30.
- ▶ Bazena za sedimentiranje blatne vode prostornine vsaj 10 m^3 .
- ▶ Bazena za odpadno vodo prostornine vsaj 10 m^3 (v kolikor ne bo iztok v izkopano jamo).
- ▶ Jet šobo in črpalko, ki zagotavlja tlak na šobi vsaj 200 bar in pretok ca. 2 l/s
- ▶ Odvodne cevi premera min. DN100 od ustja vrtine do bazena.
- ▶ Bat premera 230 mm s pp ventilom oz. bat, ki ima pri tonjenju odprto odprtino/e, pri dvigu pa zaprto odprtino/e. Priporočamo dvojni bat.
- ▶ Vitel s hitrostjo dviga bata pri polni obremenjenosti (pull) vsaj 1,5 m/s.
- ▶ Izlivno kapo DN350 oz. preventor za koncentrirani odvod črpane vode med direktnim air – liftom, ali pa potopno črpalko z mehkim zagonom karakteristik na odprti iztok $H = 10 \text{ m}$, $Q \approx 40 - 45 \text{ l/s}$.

Po končnem izpiranju ter čiščenju usedalnika s paralelnim air-liftom ter enodnevnem batiranju se iz vrha v medprostor med uvodno tehnično in produkcijsko kolono vgradi zasip. Med aktivacijo se zasip v kolikor se posede dosiplje do kote ustja vodnjaka.

Končna, finalna aktivacija vodnjaka bo opravljena po končanem batiranju. Kot finalno aktivacija je mišljeni direktni air-lift. V ta namen se na ustje privari prirobnica DN350, na njo pa se privijači izlivna kapa, ali še bolje preventor. Odvodnjavanje vode mora **biti koncentrirano** v bazen. Iz bazena pa se naj čisto vodo odvodnjava preko muldne črpalke v izkopano jamo. Lahko pa se namesti dodatni bazen ($V_{\text{min.}} = 10 \text{ m}^3$) v katerega se preliva voda iz usedalnega bazena. Iz dodatnega bazena se nato

voda prečrpava v meteorno kanalizacijo ali pa po pridobljenih soglasjih ter mnenjih, v vodotok (Sava). Kot finalno aktivacijo dopuščamo tudi prečrpavanje s potopno črpalko izdatnosti več, kot 40 l/s. V tem primeru je lahko odvodnjavanje direktno v izkopani ponikalni bazen oz. v dodatni bazen, kjer se iz njega prečrpava v meteorno kanalizacijo oz. po pridobljenih soglasjih ter mnenjih, reko Savo. Pred iztokom **se mora zagotoviti** merjenje motnosti vode.

OPOMBA: Vse aktivnosti čiščenja in aktivacije mora določiti in/ali potrditi hidrogeološka spremljava. Posamezno aktivnost čiščenja oz. aktivacije ter njen razlog se mora vpisati v dnevnik.

OPOZORILO: obvezno je potrebno preprečiti zatekanje vode v telo vodnjaka ali pa v medprostor med uvodno tehnično kolono in produkcijsko kolono!

Predvideni čas neto čiščenja in aktivacije vodnjakov ČV-1/26 in ČV-2/26 znaša:

Izpiranje z jet šobo in čiščenje usedalnika s paralelnim air – liftom:	8 ur
Batiranje vodnjaka v kombinaciji s čiščenjem usedalnika preko paralelnega air – lifta:	30 ur
Končno aktiviranje direktni air – lift (ali potopna črpalka) in čiščenje usedalnika preko paralelnega air – lifta	8 ur
Skupaj: aktivacija in čiščenje vodnjaka	46 ur
Skupaj: aktivacija in čiščenje ČV-1/26 in ČV-2/266	92 ur

4.1.3 Izdelava črpalnega vodnjaka ČV-3/26

Vsa pred dela in dela, ki bodo potekala pri izvedbi vodnjaka ČV-3/26 je potrebno uskladiti z izdanimi dovoljenji in z izdanimi pogoji. Vodnjak bo vrtan za potrebe faze 2 in bo omogočal max. potrebno pretočnost do 13 l/s (12,3 l/s). V vodnjak bosta nameščeni dve identični potopni črpalčki nazivnega premera 6" in izdatnosti 13 l/s pri optimalni točki delovanja (H(m)).

Za potrebe črpanja s količino do 13 l/s (oz. skladno s SIA 384/7 16,3l/s) ob predvidenih konservativnih parametrih bo moral imeti vodnjak premer cevi v kateri bosta lahko nameščeni dve potopni črpalčki takšnih dimenzij, ki ustreza premeru dveh črpalk (5½") 145 mm + 1" oz. dveh potopnih črpalk nazivnega premera 6".

4.1.3.1 Lokacija črpalnega vodnjaka ČV-3/26

Lokacijo (raziskovalnega) črpalnega vodnjaka prikazuje *preglednica 7*. Koordinate osi vodnjakov pa ponavljamo v tem poglavju, in sicer:

oznaka	E (D96/TM)	N (D96/TM)	Z (m n.v.)*	Parc. št.	K.O.
ČV-3/26	450819,13	121397,70	349,8	241/26	2122 Huje (Kranj)

4.1.3.2 Vrtanje vodnjaka ČV-3/26

Vodnjak bo izdelan z vrtanjem z nadprofilnimi dleti in z globinskimi kladivi ter s hkratnim cevljenjem z obložno jekleno kolono ustreznega premera (t.i. eccentric overburden system). Vrtino se bo z večjim profilom 449 - 425 mm ($16\frac{3}{4}$ ") vrtalo do globine 16,0 m z začasno cevitvijo zunanjega premera 406,4 / 381,4 mm (16"). Od globine 16,0 m do končne globine 34,0 m pa se bo vrtalo z nadprofilnim dletom premera 314,3 mm ($12\frac{3}{8}$ ") in z začasno cevitvijo zunanjega premera 298,5 / 276,5 mm ($11\frac{3}{4}$ ").

Oprema oz. sistem za vrtanje po opisani tehnologiji je sestavljen iz naslednjih komponent:

- ⇒ Vrtalna garnitura ustrezne moči in navora ter ustreznega premera čeljusti.
- ⇒ Obložne cevi ustreznega premera DN400 in DN300.
- ⇒ Vrtalna nadprofilna dleta in vrtalno drogovje z notranjim gladkim spojem za dovod zraka premera min. 25 mm (1").
- ⇒ Kompresor ustrezne moči in ustreznega pretoka zraka.
- ⇒ Keson ustrezne prostornine za navrtanino.
- ⇒ Usedalni bazen prostornine min. 10 m³ za potrebe čiščenja in aktivacije oz. dva bazena prostornine min. 10 m³, v kolikor se bo voda odvajala v meteorno kanalizacijo.

Tip naštete opreme in tehnični podatki opreme izvajalca bodo podrobneje predstavljeni v tehnološkem elaboratu izvajalca vodnjakov.

4.1.3.3 Karotažne meritve

Podobno. kot pri ČV-1/26 in ČV-2/26 karotažne meritve niso potrebne, saj smo v okviru hidrogeoloških preiskav na območju črpalnega vodnjaka ČV-3/26 izvrtali strukturno vrtino cevljeno kot piezometri (Pz-2/24), na katerem smo opravili standardizirani popis jedra izvrtanine, standardizirano klasifikacijo zemljine in hidrogeološka testiranja. Bo pa potrebno po čiščenju in po aktivaciji opraviti sledeče aktivnosti:

- ⇒ pregled vodnjakov s potopno kamero, ki omogoča vertikalno kot snemanja od 0 do 90° in horizontalno rotacijo od 0 do 360°,
- ⇒ stratifikacija filtrskega dela s sondo za meritev temperature (T) in električne prevodnosti (μ) podzemne vode.

4.1.3.4 Dimenzije vrtanja uvodno tehnične kolone

Vodnjak bo vrtan po metodi eccentric overburden system. Vrtino se bo izvrtalo do globine 16,0 m z začasno cevitvijo zunanjega premera 406,4 mm. Dimenzije vrtanja za uvodno tehnično kolono vodnjaka ČV-3/26 so prikazane v *preglednici 13*.

Volumen izvrtanine z upoštevanim faktorjem nesorazmernosti, $k = 1,2$ znaša:

Volumen vrtanja uvedno tehnične kolone (V_{UT}): $3,04 \text{ m}^3/\text{vodnjak}$

Preglednica 13: Opis dolžine in premerov vrtanja ter cevitev za uvedno tehnično kolono vodnjaka ČV-3/26.

Vodnjak ČV-3/26	Premer (mm/")	Globina (m)
Vrtani profil (ekscenter)	449 - 425,0 mm / min. $16 \frac{3}{4}$ "	0,0 – 16,5
Začasna cevitev med vrtanjem	406,4 mm / $16 \frac{1}{4}$ "	0,0 – 16,0
Uvedno tehnična kolona	355,6 / $14 \frac{1}{4}$ "	0,0 – 16,0

4.1.3.5 Cevitev uvedno tehnične kolone vodnjaka

Vsi vgrajeni cevni materiali bodo iz nerjavnega jekla (INOX) standarda SIST EN 1.4301 (USA AISI 304). Po končanem vrtanju za uvedno tehnično kolono se vrtina zacevili z INOX cevmi premera $355,6 \text{ mm } 14 \frac{1}{4}$ ". Vse dimenzije materialov so računsko preverjene. Opis dimenzij cevitve podajamo v nadaljevanju.

- premer cevitve $355,6 \text{ mm}$ (USA AISI 304 oz. SIST EN 1.4301)
- centralizer (DN350 / DN400), 3 kom na globini 14, 8 in 3 m

4.1.3.6 Karakteristike cevi uvedne kolone vodnjaka ČV-3/26

Uvedno tehnična kolona vrtine bo cevljena s konstrukcijo sestavljeno iz cevi naslednjih lastnosti:

Kvaliteta jekla:	USA AISI 304 oz. EN 1.4301
E - Modul elastičnosti za jeklo:	$2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2 = 210 \text{ GPa}$ (EN 1.4301)
$\sigma_{\min}$ - Meja elastičnosti za jeklo:	$520 \text{ N/mm}^2 = 520 \text{ MPa}$ (EN 1.4301)
D – zunanji premer	$355,6 \text{ mm}$ ($14 \frac{1}{4}$ ")
d - notranji premer filtrov	$343,0 \text{ mm}$
t - debelina stene filtrov	$6,3 \text{ mm}$
q_c - masa cevi na tekoči meter	$54,27 \text{ kg/m}$
Površina prereza cevi:	$6913,36 \text{ mm}^2$ oz. $0,00691 \text{ m}^2$
Spajanje cevi	s čelnim elektro varjenjem

Spajanje filtrske kolone bo izvedeno s čelnim varjenjem. Elektrode morajo ustrezati standardu materiala (USA AISI 304 oz. EN 1.4301).

4.1.3.7 Dimenzije vrtanja produkcijske kolone

Vodnjak bo vrtan po metodi eccentric overburden system. Vrtino se bo po prevrtanju cementnega čepa na globini 16 – 15 m izvrtalo do globine $34,0 \text{ m}$ z začasno cevitevjo zunanjega premera $298,5 \text{ mm}$. Dimenzije vrtanja za produkcijsko kolono vodnjaka ČV-3/26 so prikazane v preglednici 14.

Volumen izvrtanine z upoštevanim faktorjem nesorazmernosti, $k = 1,2$ znaša:

Volumen vrtanja produkcijske kolone (V_p): $1,68 \text{ m}^3/\text{vodnjak}$

Preglednica 14: Opis dolžine in premerov vrtanja za liner produkcijsko kolono vodnjaka ČV-3/26.

Vodnjak ČV-3/26	Premer (mm/")	Globina (m)
Vrtani profil	314,3 mm / 12 $\frac{3}{8}$ "	16,0 – 34,0
Začasna cevitev med vrtanjem	298,5 mm / 11 $\frac{3}{4}$ "	0,0 – 34,0
Produkcijska kolona	244,5 / 9 $\frac{5}{8}$ "	Liner 14,0 – 34,0

4.1.3.8 Cevitev produkcijske kolone vodnjaka

Vsi vgrajeni cevni materiali bodo iz nerjavnega jekla (INOX) standarda SIST EN 1.4301 (USA AISI 304). Po končanem vrtanju za produkcijsko kolono se vrtina zacevi z INOX cevmi in filtri premera 244,5 mm 9 $\frac{5}{8}$ ". Vse dimenzije materialov so računsko preverjene. Opis dimenzij cevitve podajamo v nadaljevanju.

- premer cevitve 244,5 mm (USA AISI 304 oz. SIST EN 1.4301)
- globina cevitve 14,0 – 34 m
- odsek filtrov, 17 – 32 m
- usedalnik z dnom 32 – 34 m

4.1.3.9 Karakteristike cevi in filtrov vodnjaka ČV-3/26

Vrtina bo od globine 14 m cevljena s slepo oz. z liner filtrsko konstrukcijo sestavljeno iz cevi in filtrov naslednjih lastnosti:

Kvaliteta jekla:	USA AISI 304 oz. EN 1.4301
E - Modul elastičnosti za jeklo:	$2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2 = 210 \text{ GPa}$ (EN 1.4301)
$\sigma_{\min.}$ - Meja elastičnosti za jeklo:	$520 \text{ N/mm}^2 = 520 \text{ MPa}$ (EN 1.4301)
D – zunanji premer	244,5 mm
d - notranji premer filtrov	232,5 mm
t - debelina stene filtrov	6,0 mm
q_c - masa cevi na tekoči meter	35,29 kg/m
H_{kf} - dolžina filtrske konstrukcije	21 m
h_{kf} - dolžina filtrov	15 m
Površina prereza cevi:	$4.495,62 \text{ mm}^2$ oz. $0,004496 \text{ m}^2$
Spajanje cevi	s čelnim elektro varjenjem
Odprtost za most 2,5 mm (n)	18,7%
Prepustnost za most 2,0 mm (q)	4,2 l/s/m

Spajanje filtrske kolone bo izvedeno s čelnim varjenjem. Elektrode morajo ustrezati standardu materiala (USA AISI 304 oz. EN 1.4301).

4.1.3.10 Prostorske dimenzije vodnjaka ČV-3/26

Tloris (prirobka DN350):	$2 \times r = 0,505 \text{ m}$; $S = 0,2003 \text{ m}^2$;
Globina (vrtanje in cevitev):	34 m;
Volumen vrtine (bruto, profil vrtanja):	$4,72 \text{ m}^3$;
Volumen vrtine (neto, tubing):	$2,69 \text{ m}^3$;

4.1.3.11 Polnitev vmesnega prostora med ostenjem in zunanjo steno kolone

4.1.3.11.1 Cementacija uvodno tehnične kolone

Po izvrtanju in po zacevitvi uvodno tehnične kolone se vmesni prostor med ostenjem in med zunanjo steno uvodno tehnične kolone zapolni s cementno suspenzijo vodocementnega faktorja $w/c = 0,5$. Parametre za izračun potrebnih količin cementa in vode za cementacijo medprostora z $w/c = 0,5$ preglednica 15.

Preglednica 15: Parametri za izračun potrebne količine za cementacijo vmesnega prostora uvodno tehnične kolone vodnjaka ČV-3/26.

D_1	449 mm	premer vrtine
L_1	16 m	dolžina vrtine premera D_1
D_z	355,6 mm	zunANJI premer cevi
D_N	343,0 mm	Notranji premer cevi
K_c	1,25	faktor neenakomernosti vrtine
ρ_c	3100 kg/m^3	gostota cementa
η	5%	koeficient raztrosa cementa ($\approx 1,05$)
w/c	0,5	vodocementni faktor
l_{cm}	1 m	Višina cementa v peti kolone

Skupni volumen cementne mešanice za vodnjak ČV-3/26:

$$V = \frac{\pi}{4} (D_1^2 - D_z^2) \cdot L_1 \cdot K_c = 1,180 \text{ m}^3$$

Gostota cementne mešanice:

$$\rho_{cm} = \frac{\rho_c \cdot \rho_v \cdot (w/c + 1)}{\rho_v + w/c \cdot \rho_c} = 1823,5 \text{ kg/m}^3$$

Skupna poraba cementa pri upoštevanju 5% izgub (koeficient raztrosa 1,05 za cement v vrečah) in vode po posameznem vodnjaku znaša:

- ▶ poraba cementa: $\approx 1.507 \text{ kg} \approx 1,51 \text{ t}$,
- ▶ poraba vode ($w/c = 0,5$): $\approx 753 \text{ kg} \approx 0,75 \text{ m}^3$.

Višina včrpane cementne mešanice v uvodno tehnični koloni:

$$L_{CM} = 12,8 \text{ m}$$

Volumen vode potreben za iztiskanje cementne mešanice pri cementnem čepu $L = 1,0 \text{ m}$

$$V_V = 1,39 \text{ m}^3$$

Končni tlak cementacije v peti uvodne kolone:

$$p_{cm} = 0,121 \text{ MPa}$$

4.1.3.11.2 Postopek cementacije uvodno tehnične kolone

Potek cementacije je opisan v poglavju 4.1.2.11.2 ter prikazan na *sliki 8* oz. *sliki 9*:

4.1.3.12 Čiščenje in aktiviranje vodnjaka ČV-3/26

Po zacevitvi z liner produkcijsko kolono $\Phi 244,5 \text{ mm}$, se izvede aktivacija vodnjaka, in sicer se izvede:

- ▶ izpiranje z jet šobo obeh profilov DN350 in DN250,
- ▶ čiščenje usedalnika z dvojnimi air-liftom,
- ▶ batiranje od kote – 16 m navzdol s hodom bata $\Phi 230 \text{ mm}$ za ca. 3 m in
- ▶ vmesno čiščenje usedalnika z dvojnimi air-liftom.

Batiranje se zaključi, ko po hodu bata po manevrih dolžine 3 m od zgoraj navzdol do usedalnika, po poldnevem batiranju, v usedalniku ni več kot 0,05 m usedline (mulja in peska).

Podovno, kot pri vodnjakih ČV-1/26 in ČV-2/26 mora izvajalec obvezno uporabiti ustrezen kompresor in opremo, in sicer:

- ▶ Kompresor moči vsaj 12 bar in pretoka zraka min. 300 l/s ($18 \text{ m}^3/\text{min}$). Kompresor uporabljen pri aktivaciji mora biti redno servisiran, s tovarniško vgrajenim dodatnim hladilnikom za hlajenje komprimiranega zraka in dodatnim separatorjem za dodatno čiščenje komprimiranega zraka. S tem bo zagotovljena maksimalna čistost zraka med samo aktivacijo.
- ▶ odvodne cevi z injektorjem na dnu premera min. DN100 in dolžine do ustja vodnjaka.
- ▶ PE cev za zrak od kompresorja do injektorja premera min. DN30.
- ▶ Bazeni za sedimentiranje blatne vode prostornine vsaj 10 m^3 .
- ▶ Bazeni za odpadno vodo prostornine vsaj 10 m^3 (v kolikor ne bo iztok v izkopano jamo).
- ▶ Jet šobo in črpalko, ki zagotavlja tlak na šobi vsaj 200 bar in pretok ca. 2 l/s
- ▶ Odvodne cevi premera min. DN100 od ustja vrtine do bazena.
- ▶ Bat premera 230 mm s pp ventilom oz. bat, ki ima pri tonjenju odprto odprtino/e, pri dvigu pa zaprto odprtino/e. Priporočamo dvojni bat.
- ▶ Vitel s hitrostjo dviga bata pri polni obremenjenosti (pull) vsaj 1,5 m/s.
- ▶ Izlivno kapo DN350 oz. preventor za koncentrirani odvod črpane vode med direktnim air – liftom, ali pa potopno črpalko z mehkim zagonom karakteristik na odprti iztok $H = 10 \text{ m}$, $Q \approx 20 - 25 \text{ l/s}$.

Končna, finalna aktivacija vodnjaka bo opravljena po končanem batiranju. Kot finalno aktivacija je mišljeni direktni air-lift. V ta namen se na ustje privari prirobnica DN350, na njo pa se privijači izlivna kapa, ali še bolje preventor. Odvodnjavanje vode mora **biti koncentrirano** v bazen. Iz bazena pa se naj čisto vodo odvodnjava preko muldne črpalke v izkopano jamo. Lahko pa se namesti dodatni bazen ($V_{\min.} = 10 \text{ m}^3$) v katerega se preliva voda iz usedalnega bazena. Iz dodatnega bazena se nato voda prečrpava v meteorno kanalizacijo ali pa po pridobljenih soglasjih ter mnenjih, v vodotok (Sava). Kot finalno aktivacijo dopuščamo tudi prečrpavanje s potopno črpalko izdatnosti več, kot 20 l/s. V tem primeru je lahko odvodnjavanje direktno v izkopani ponikalni bazen oz. v dodatni bazen, kjer se iz njega prečrpava v meteorno kanalizacijo oz. po pridobljenih soglasjih ter mnenjih v reko Savo. Pred iztokom **se mora zagotoviti** merjenje motnosti vode.

OPOMBA: Vse aktivnosti čiščenja in aktivacije mora določiti in/ali potrditi hidrogeološka spremljava. Posamezno aktivnost čiščenja oz. aktivacije ter njen razlog se mora vpisati v dnevnik.

OPOZORILO: Ker bo ustje produkcijske liner kolone na koti -14 m (glava slepe cevitve), mora biti vso orodje za čiščenje in aktivacijo vodnjaka ČV-3/26 prirejeno temu, da se liner ne poškoduje ali pa celo navznoter ukrivi. Tako bo potrebno na dnu konstrukcije air-lifta, pod mešalom (injektorjem), vse ostre robove zaobliti, pod injektor, pod bat in pod izpirno glavo (jet) pa namestiti vodila.

Predvideni čas neto čiščenja in aktivacije vodnjakov ČV-3/26 znaša:

Izpiranje z jet šobo in čiščenje usedalnika s paralelnim air – liftom:	6 ur
Batiranje vodnjaka v kombinaciji s čiščenjem usedalnika preko paralelnega air – lifta:	24 ur
Končno aktiviranje direktni air – lift (ali potopna črpalka) in čiščenje usedalnika preko paralelnega air – lifta	8 ur
Skupaj: aktivacija in čiščenje vodnjaka ČV-3/26	38 ur

4.1.4 Izdelava ponikalnih vodnjakov PV-1/26 in PV-2/26

Vsa pred dela in dela, ki bodo potekala pri izvedbi vodnjaka je potrebno uskladiti z izdanimi dovoljenji in z izdanimi pogoji.

Za potrebe ponikanja s količino ca. 28 l/s/vodnjak ($21 \text{ l/s} + 0,333 \times 21 \text{ l/s}$) ob predvidenih konservativnih parametrih bo moral vodnjak imeti premer cevi v kateri bo lahko nameščena razbijalna plošča premera min. DN150 – DN200. Slednja plošča bo omogočala laminarnost ponikanja vode v vodnjak.

Predvideno je, da bosta oba vodnjaka ponikala podobne količine, katerih max. skupni pretok znaša 41 l/s oz. za projektiranje (SIA; 384/7) ca. 55 l/s.

4.1.4.1 Lokacija (raziskovalnega) ponikalnega vodnjaka

Lokacijo (raziskovalnega) ponikalnega vodnjaka prikazuje *preglednica 3*. Koordinate osi vodnjaka pa ponavljamo v tem poglavju, in sicer:

oznaka	E (D96/TM)	N (D96/TM)	Z (m n.v.)*	Parc. št.	K.O.
VP-1/25	450680,72	121315,65	351,10	247/12	2122 Huje (Kranj)
VP-2/25	450705,51	121291,96	351,10	247/13	2122 Huje (Kranj)

4.1.4.2 Vrtanje vodnjakov PV-1/26 in PV-2/26

Vodnjaka bosta izdelana z vrtanjem z nadprofilnimi dleti in z globinskimi kladivi ter s hkratnim cevlenjem z obložno jekleno kolono ustreznega premera (t.i. eccentric overburden system). Vrtino se bo z večjim profilom 449 – 425 mm ($16\frac{3}{4}$ ") vrtalo do globine 6,0 m z začasno cevovodjo zunanjega premera 406,4 mm (16"). Od globine 6 m do končne globine 40,0 m pa se bo vrtalo z nadprofilnim dletom premera 314,3 mm ($12\frac{3}{8}$ ") in z začasno cevovodjo zunanjega premera 298,5 mm ($11\frac{3}{4}$ ").

Oprema oz. sistem za vrtanje po opisani tehnologiji je sestavljen iz enakih enot, kot oprema za izdelavo črpalnih vodnjakov.

Tip našteje opreme in tehnični podatki opreme izvajalca bodo podrobneje predstavljeni v tehnološkem elaboratu izvajalca vodnjakov.

4.1.4.3 Karotažne meritve

Karotažne meritve podobno, kot pri črpalnih vodnjakih obsegajo sledeče aktivnosti:

- ⇒ pregled vodnjakov s potopno kamero, ki omogoča vertikalno kot snemanja od 0 do 90° in horizontalno rotacijo od 0 do 360°,
- ⇒ pregled vodnjakov s kaliperjem (notranji premer produkcijske kolone in odklon vrtine od vertikalne osi) in
- ⇒ stratifikacija filtrskega dela s sondo za meritev temperature (T) in električne prevodnosti (μ) podzemne vode.

4.1.4.4 Dimenzije vrtanja uvodno tehnične kolone

Vodnjak bo vrtan po metodi eccentric overburden system. Vrtino se bo izvrtalo do globine 6,0 m z začasno cevovodjo zunanjega premera 406,4 mm. Dimenzije vrtanja za uvodno tehnično kolono vodnjaka PV-1/26 oz. PV-2/26 so prikazane v *preglednici 16*.

Volumen izvrtanine z upoštevanim faktorjem nesorazmernosti, $k = 1,2$ znaša:

Volumen vrtanja uvodno tehnične kolone (V_{UT}): $1,14 \text{ m}^3$

Preglednica 16: Opis dolžine in premerov vrtanja ter cevitev za uvodno tehnično kolono vodnjaka PV-1/26 oz. PV-2/26.

Vodnjak PV-1/26 in PV-2/26	Premer (mm/")	Globina (m)
Vrtani profil	425,0 mm / 16 $\frac{3}{4}$ "	0,0 – 6,5
Začasna cevitev med vrtanjem	406,4 mm / 16 "	0,0 – 6,0
Uvodno tehnična kolona	355,6 / 14 "	0,0 – 6,0

4.1.4.5 Cevitev uvodno tehnične kolone vodnjakov PV-1/26 in PV-2/26

Vsi vgrajeni cevni materiali bodo iz nerjavnega jekla (INOX) standarda SIST EN 1.4301 (USA AISI 304). Po končanem vrtanju za uvodno tehnično kolono se vrtina zacevili z INOX cevmi premera 355,6 mm 14". Vse dimenzije materialov so računsko preverjene. Opis dimenzij cevitve podajamo v nadaljevanju.

- premer cevitve 355,6 mm (USA AISI 304 oz. SIST EN 1.4301)
- centralizer (DN350 / DN400), 1 kom na globini 2 m

4.1.4.6 Karakteristike cevi uvodne kolone vodnjaka PV-1/26 oz. PV-2/26

Uvodno tehnična kolona vrtine bo cevljena s konstrukcijo sestavljeno iz cevi naslednjih lastnosti:

Kvaliteta jekla:	USA AISI 304 oz. EN 1.4301
E - Modul elastičnosti za jeklo:	$2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2 = 210 \text{ GPa}$ (EN 1.4301)
$\sigma_{\min}$ - Meja elastičnosti za jeklo:	$520 \text{ N/mm}^2 = 520 \text{ MPa}$ (EN 1.4301)
D – zunanji premer	355,6 mm (14")
d - notranji premer filtrov	343,0 mm
t - debelina stene filtrov	6,3 mm
q_c - masa cevi na tekoči meter	54,27 kg/m
Površina prereza cevi:	$6913,36 \text{ mm}^2$ oz. $0,00691 \text{ m}^2$
Spajanje cevi	s čelnim elektro varjenjem

Spajanje filtrske kolone bo izvedeno s čelnim varjenjem. Elektrode morajo ustrezati standardu materiala (USA AISI 304 oz. EN 1.4301).

4.1.4.7 Dimenzije vrtanja produkcijske kolone ponikalnih vodnjakov

Vodnjak bo vrtan po metodi eccentric overburden system. Vrtino se bo po prevrtanju cementnega čepa na globini 5,5 – 6,0 m izvrtalo do globine 40,0 m z začasno cevitvijo zunanjega premera 298,5 mm. Dimenzije vrtanja za produkcijsko kolono vodnjaka PV-1/26 oz. PV-2/26 so prikazane v preglednici 17.

Volumen izvrtanine z upoštevanim faktorjem nesorazmernosti, $k = 1,2$ znaša:

Volumen vrtanja produkcijske kolone (V_p): $3,17 \text{ m}^3$

Preglednica 17: Opis dolžine in premerov vrtanja za produkcijsko kolono vodnjaka PV-1/26 oz. PV-2/26.

Vodnjaka PV-1/26 in PV-2/26	Premer (mm/")	Globina (m)
Vrtani profil	314,3 mm / $12 \frac{3}{8}$ "	6,0 – 40,0
Začasna cevitev med vrtanjem	298,5 mm / $11 \frac{3}{4}$ "	0,0 – 40,0
Produkcijska kolona	244,5 / $9 \frac{5}{8}$ "	0,0 – 40,0

4.1.4.8 Cevitev produkcijske kolone ponikalnih vodnjakov

Vsi vgrajeni cevni materiali bodo iz nerjavnega jekla (INOX) standarda SIST EN 1.4301 (USA AISI 304). Po končanem vrtanju za produkcijsko kolono se vrtina zacevili z INOX cevmi in filtri premera 244,5 mm $9 \frac{5}{8}$ ". Vse dimenzije materialov so računsko preverjene. Opis dimenzij cevitve podajamo v nadaljevanju.

- premer cevitve	244,5 mm (USA AISI 304 oz. SIST EN 1.4301)
- globina cevitve	0,0 – 40 m
- odsek filtrov,	8 – 38 m
- usedalnik z dnom	38 – 40 m

4.1.4.9 Karakteristike cevi in filtrov vodnjakov PV-1/26 in PV-2/26

Vrtina bo cevljena s filtrsko konstrukcijo sestavljeno iz cevi in filtrov naslednjih lastnosti:

Kvaliteta jekla:	USA AISI 304 oz. EN 1.4301
E - Modul elastičnosti za jeklo:	$2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2 = 210 \text{ GPa}$ (EN 1.4301)
$\sigma_{\min.}$ - Meja elastičnosti za jeklo:	$520 \text{ N/mm}^2 = 520 \text{ MPa}$ (EN 1.4301)
D – zunanji premer	244,5 mm
d - notranji premer filtrov	232,5 mm
t - debelina stene filtrov	6,0 mm
q_c - masa cevi na tekoči meter	35,29 kg/m
H_{kf} - dolžina filtrske konstrukcije	40 m
h_{kf} - dolžina filtrov	30 m
Površina prereza cevi:	$4.495,62 \text{ mm}^2$ oz. $0,004496 \text{ m}^2$
Spajanje cevi	s čelnim elektro varjenjem
Odprtost za most 3,0 mm (n)	23,1%
Prepustnost za most 3,0 mm (q)	5,2 l/s/m

Spajanje filtrske kolone bo izvedeno s čelnim varjenjem. Elektrode morajo ustrezati standardu materiala (USA AISI 304 oz. EN 1.4301).

4.1.4.10 Prostorske dimenzije vodnjaka PV-1/26 oz. PV-2/26

Tloris (prirobka DN350):	$2 \times r = 0,505 \text{ m}$; $S = 0,2003 \text{ m}^2$;
Globina (vrtanje in cevitev):	40 m;
Volumen vrtine (bruto, profil vrtanja):	$4,31 \text{ m}^3$;
Volumen vrtine (neto, tubing):	$2,00 \text{ m}^3$;

4.1.4.11 Polnitev vmesnega prostora med ostenjem in zunanjo steno uvodno tehnične kolone

4.1.4.11.1 Cementacija uvodno tehnične kolone vodnjaka PV-1/26 oz. PV-2/26

Po izvrtanju in po zacevitvi uvodno tehnične kolone se vmesni prostor med ostenjem in med zunanjo steno uvodno tehnične kolone zapolni s cementno suspenzijo vodocementnega faktorja $w/c = 0,5$. Parametre za izračun potrebnih količin cementa in vode za cementacijo medprostora z $w/c = 0,5$ preglednica 18.

Preglednica 18: Parametri za izračun potrebne količine za cementacijo vmesnega prostora uvodno tehnične kolone ponikalnega vodnjaka.

D_1	449 mm	premer vrtine
L_1	6 m	dolžina vrtine premera D_1
D_z	355,6 mm	zunANJI premer cevi
D_N	343,0 mm	Notranji premer cevi
K_c	1,2	faktor neenakomernosti vrtine
ρ_c	3100 kg/m^3	gostota cementa
η	5%	koeficient raztrosa cementa ($\approx 1,05$)
w/c	0,5	vodocementni faktor
l_{cm}	0,5 m	Višina cementa v peti kolone

Skupni volumen cementne mešanice:

$$V = \frac{\pi}{4} (D_1^2 - D_z^2) \cdot L_1 \cdot K_c = 0,425 \text{ m}^3$$

Gostota cementne mešanice:

$$\rho_{cm} = \frac{\rho_c \cdot \rho_v \cdot (w/c + 1)}{\rho_v + w/c \cdot \rho_c} = 1823,5 \text{ kg/m}^3$$

Skupna poraba cementa pri upoštevanju 5% izgub (koeficient raztrosa 1,05 za cement v vrečah) in vode znaša:

- ▶ poraba cementa: $\approx 542,5 \text{ kg} \approx 0,54 \text{ t}$,
- ▶ poraba vode ($w/c = 0,5$): $\approx 271 \text{ kg} \approx 0,27 \text{ m}^3$.

Višina včrpane cementne mešanice v uvodno tehnični koloni:

$$l_{CM} = 4,6 \text{ m}$$

Volumen vode potreben za iztiskanje cementne mešanice pri cementnem čepu $L = 0,5 \text{ m}$

$$V_V = 0,51 \text{ m}^3$$

Končni tlak cementacije v peti uvodne kolone:

$$p_{cm} = 0,044 \text{ MPa}$$

Postopek cementacije uvodno tehnične kolone je podrobneje opisan v *poglavju 4.1.2.11.2*.

4.1.4.11.2 Zasipavanje vmesnega prostora med uvodno tehnično kolono in produkcijsko kolono ponikalnega vodnjaka

Po čiščenju vodnjaka in po enem dnevu aktivacije z batom se vmesni prostor med uvodno tehnično kolono in produkcijsko kolono od zgoraj navzdol zasuje s kremenčevim prodcem premera 5,6 – 8,0 mm. Sestava filtrskega zasipa mora biti obvezno iz dvakrat prane kremenčevega prodca. **Zasip iz karbonatnega materiala je prepovedano vgrajevati.** Predvideva se, da se bo okoli filtrov izdelal naravni zasip, zato bodo količine vgrajenega materiala manjše od projektiranih.

Parametre za izračun količin potrebnega filtrskega zasipa za vgradnjo v ponikalni vodnjak prikazuje *preglednica 19*.

Preglednica 19: Vhodni podatki za izračune porabe filtrskega zasipa (PV-1/26 oz. PV-2/26).

D_{vr}	314,3 mm	premer vrtine (produkcijski del)
D_{nTK}	343,0 mm	Notranji premer uvodno tehnične kolone
L_{TK}	6 m	dolžina uvodno tehnične kolone
L_{PD}	44 m	Dolžina produkcijskega dela vrtine
D_z	244,5 mm	zunanj premer produkcijske cevi
K_c	1,2	faktor neenakomernosti vrtine produkcijske vrtine
η	10%	koeficient raztrosa ($\approx 1,1$)
ρ_s	1.667 kg/m ³	gostota zasipa

Skupna poraba peščenega zasipa znaša:

$$V_{max.} = 2,08 \text{ m}^3$$

$$m_{max.} \approx 3,5 \text{ t.}$$

Zasipavanje s kremenčevim dva krat pranim filtrskim zasipom premera zrnca 5,6 – 8,0 mm poteka direktno od zgoraj navzdol. **Višina zasipa se mora stalno preverjati z utežjo!**

OPOMBA: Kremenčevi filtrski zasip ne sme vsebovati glinenih primesi. Podobno, kot pri črpalnem vodnjaku ČV-1/26 oz. ČV-2/26, predlagamo produkt granulacije 5,6 – 8,0 mm podjetja Murexin, Kema Puconci.

4.1.4.12 Čiščenje in aktiviranje vodnjaka PV-1/26 oz. PV-2/26

Po zacevitvi s produkcijsko kolono $\Phi 244,5$ mm, se izvede aktivacija vodnjaka, in sicer se podobno, kot pri črpalnih vodnjakih izvede:

- ▶ izpiranje z jet šobo in čiščenje usedalnika z dvojnimi air-liftom,
- ▶ batiranje od zgoraj navzdol s hodom bata $\Phi 230$ mm za ca. 3 m in
- ▶ vmesno čiščenje usedalnika z dvojnimi air-liftom.

Batiranje se zaključi, ko po hodu bata po manevrih dolžine 3 m od zgoraj navzdol do usedalnika, po poldnevem batiranju, v usedalniku ni več kot 0,05 m usedline (mulja in peska).

Potrebna oprema za izvedbo čiščenja in aktivacije ter postopek čiščenja in aktivacije je opisan v poglavju 4.1.2.12., zato ga ne ponavljamo.

Podobno, kot pri črpalnih vodnjakih se mora med aktivacijo meriti motnost vode. Vse aktivnosti čiščenja in aktivacije mora določiti in/ali potrditi hidrogeološka spremljava. Posamezno aktivnost čiščenja oz. aktivacije ter njen razlog se mora vpisati v dnevnik.

OPOZORILO: obvezno je potrebno preprečiti zatekanje vode v telo vodnjaka ali pa v medprostor med uvodno tehnično kolono in produkcijsko kolono!

Predvideni čas neto čiščenja in aktivacije vodnjaka PV-1/26 oz. PV-2/26 znaša:

Izpiranje z jet šobo in čiščenje usedalnika s paralelnim air – liftom:	8 ur
Batiranje vodnjaka v kombinaciji s čiščenjem usedalnika preko paralelnega air – lifta:	30 ur
Končno aktiviranje direktni air – lift (ali potopna črpalka) in čiščenje usedalnika preko paralelnega air – lifta	8 ur
Skupaj: aktivacija in čiščenje vodnjaka	46 ur
Skupaj: aktivacija in čiščenje PV-1/26 in PV-2/266	92 ur

4.1.5 Spremljanje vrtalnih del izgradnje črpalnih in ponikalnih vodnjakov

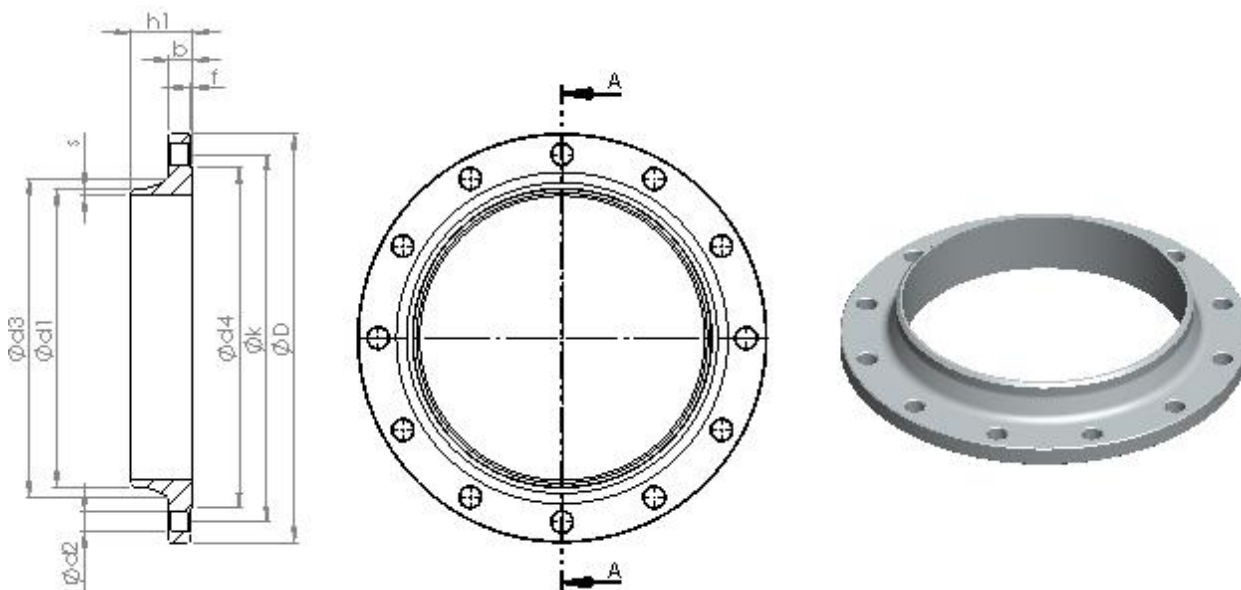
Hidrogeološka dela so opisana v ločenem poglavju (poglavje 5). V času izvajanja del se bo izvajala hidrogeološka spremljava (nadzor). Naloga spremljave je predvsem:

- vodenje dnevnika,
- skladnost vrtalnih del (vrtanje, cevitev, cementaža, aktivacija,...) z elaboratom za izvedbo (PZI),
- skladnost vgrajenih materialov v vrtino z elaboratom za izvedbo in s tehnološkim elaboratom,
- spremljanje režima vrtanja, pojav vode, pojav anomalij,...

- spremljavo in nadzor nad cevitvijo in potrditev končne globine uvedno tehnične kolone,
- spremljavo in nadzor nad cementacijo vmesnega prostora med uvedno tehnično kolono in ostenjem vrtine,
- spremljavo in nadzor nad cevitvijo in potrditev končne globine produkcijske kolone,
- spremljavo in nadzor nad aktivacijo, meritev pretoka, meritev motnosti vode,...,
- spremljavo in nadzor nad vgradnjo zasipa in meritve posedanja zasipa,
- svetovanje na terenu,
- izdelava master loga,
- fotodokumentacija del, itd.

4.1.5.1 Oprema ustja (raziskovalnih) črpalnih in ponikalnih vodnjakov

Po končanih vrtalnih delih in po končanih hidrogeoloških testih (v kolikor se ni že pred finalno aktivacijo) se na ustje posameznega vodnjak navari prirobnica DN 350 (ISO 13-1978) enakega materiala (INOX USA AISI 304, oz. EN 1.4301), kot delovna kolona oz. filtrska konstrukcija. Na prirobnico se namesti pokrov ter fiksira z vijaki. Po potrebi se lahko določeno število matic na vijakih zavari ter tako dodatno zavaruje.



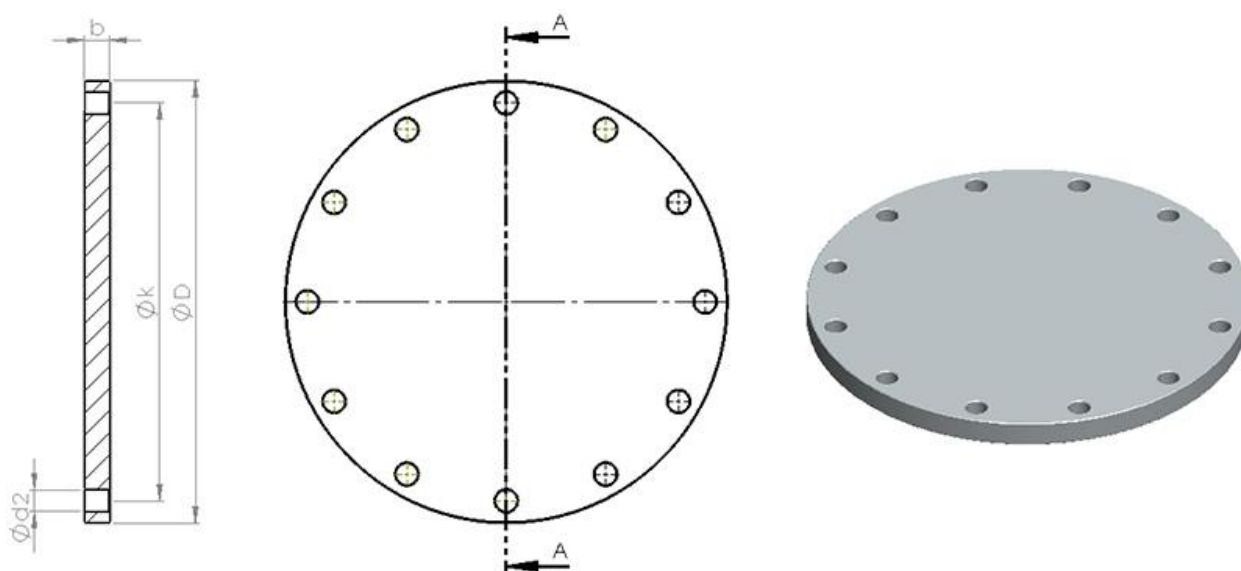
Slika 10: Tipska grlata prirobnica, navarjena na ustje vodnjaka.

Premer prirobnice DN350 (D) znaša 505 mm, delilni krog (D_k) znaša 427 mm, debelina prirobnice mora znašati min. 22 mm, premer odprtine za vijake M24 znaša 28 mm, število odprtin (n) za vijake pa znaša 16. Tipska grlata prirobnica je prikazana na *sliki 10*. Masa grlate prirobnice DN350 znaša 19,0 kg.

Na prirobnico se nato privijači slepa prirobnica DN350 standarda EN1092-1/05 lastnosti materiala EN 1.4301. Ključne dimenzije slepe prirobnice so enake grlati prirobnici, in sicer: znaša premer (D) 505 mm, delilni krog (D_k) znaša 427 mm, premer odprtine za vijake M24 znaša 28 mm, debelina slepe prirobnice znaša min. 25 mm, število odprtin (n) za vijake pa znaša 16. Slika slepe prirobnice je prikazana na *sliki 11*. Masa grlate prirobnice DN350 znaša min. 35,0 kg.

Med slepo prirobnico in grlato prirobnico mora biti obvezno nameščeno **tesnilo DN350**.

Važno: Ker bo ustje vodnjaka vsaj 1 - 2 leti mirovalo, se mora vsaj 4 vijake na pokrovu ustja zavariti, tako da bo onemogočeno odvijanje. Za dodatno zaščito se naj preko ustja vodnjaka namesti navadno AB cev dolžine 1 m in premera $\Phi 800$ z betonskim pokrovom.



Slika 11: Tipska prirobnica - slepa, privijačena na prirobnico ustja vodnjaka.

Okoli vodnjaka morajo biti z vsaj treh strani v betonsko podlogo nameščeni trije jekleni in predhodno živo pobarvani količki višine ca. 2 m, ki bodo v primeru zasutja terena in/ali gradbenih del v neposredni bližini izdajali lokacijo vodnjaka. Barvo količkov in vodnjaka naknadno določi naročnik. Eden od količkov naj bo tudi nosilec razlagalne table iz katere mora biti razvidno sledeče:

- ⇒ ime vodnjaka ter
- ⇒ kontaktna oseba v primeru havarije.

4.2 Opis izpolnjevanja bistvenih zahtev (dimenzioniranje)

Namen posega je zagotovitev **zadostnih količin** podzemne vode za ustrezno in učinkovito pridobivanje toplote preko bodoče toplotne črpalke, kar pa trenutno še ni predmet tega posega. Poleg zadostnih količin bo potrebna tudi **bistrost** podzemne vode, ki naj ne bi presegala 0,5 – 1,0

NTU. Objekti torej vodnjaki morajo biti ustrezno dimenzionirani za dobavo in odvodnjo navedenih količin podzemne vode. Mora se vedeti, da brez zadostnih količin podzemne vode bodoča TČ ne bo delovala, oz. bo energetsko neučinkovita. Motna voda pa bo mašila mikronske filtre izmenjevalca ter bo onemogočala pretok na izmenjevalec, kar bo spet povzročilo energetsko neučinkovitost.

- ▶ Dimenzioniranje vodnjakov je skladno z normativnimi osnovami in s standardi opisanimi v poglavju 1.2. Zakonske osnove.

4.2.1 Vhodni parametri

Vhodne parametre za dimenzioniranje povzemamo po predhodnih preiskavah in podatku o max. potrebni črpni količini, in sicer:

⇒ dosegljivost do podzemne vode (max. / min.):	≈ 5,5 m / 7,0 m
⇒ kota podzemne vode (max. – min.):	≈ 343,5 – 345,0 m.n.v.
⇒ razpon nihanja podzemne vode:	1,5 m
⇒ hidravlična prepustnost vodonosnika (K_{realna}):	1,4E-03 m/s
⇒ hidravlična prepustnost vodonosnika ($K_{\text{konzervativna}}$):	1,0E-03 m/s
⇒ debelina vodonosnika (H):	< 60 m (ocena 64 m)
⇒ hidravlični gradient toka podzemne vode (i):	3,0 – 3,4‰
⇒ temperatura podzemne vode (T):	12,0 – 13,0 °C
⇒ efektivna poroznost vodonosnika ($n_{\text{ef.}}$):	0,16
⇒ max. črpna količina podzemne vode ($Q_{\text{FAZA 1}}$):	0,0286 m ³ /s
⇒ za Fazo 1; max. po SIA 546 384/7: 2015 računana količina (Q_{Standard}):	0,0380 m ³ /s
⇒ max. črpna količina podzemne vode ($Q_{\text{FAZA 2}}$):	0,0122 m ³ /s
⇒ za Fazo 2; max. po SIA 546 384/7: 2015 računana količina (Q_{Standard}):	0,0163 m ³ /s
⇒ max. ponikana količina podzemne vode ($Q_{\text{FAZA 1 IN 2}}$):	½ od 0,0408 m ³ /s
⇒ Ponikanje; max. po SIA 546 384/7: 2015 računana količina (Q_{Standard}):	½ od 0,0543 m ³ /s
⇒ Granulometrični podatki vodonosnika	(glej preglednico 3)

4.2.2 Filtrski odsek produkcijske kolone črpalnih vodnjakov ČV-1/26 in ČV-2/26

Robni pogoji za dimenzioniranje črpalnih vodnjakov ČV-1/26 in ČV-2/26 so sledeči:

- ▶ Črpni pretok vodnjaka bo min. 28,6 l/s + 28,6·1/3 l/s oz. ≈ 38 l/s.
- ▶ Konzervativna vrednost hidravlične prepustnosti znaša $k = 1,0 \cdot 10^{-3}$ m/s.
- ▶ Vodnjak ne bo hidrogeološko popoln oz. bo zajemal vodo le iz zgornjega dela ter dela srednjega dela vodonosnika oz. pod globino 14 m od kote tal in do globine 50 m.
- ▶ Debelina vodonosnika znaša več, kot 60 m oz. glede na karto ARSO ca. 64 m, kar pomeni da bodo filtri mnogo krajši od debeline vodonosnika.
- ▶ V vodnjak bo nameščena črpalka nazivnega premera 8" (178 mm), ki bo nameščena vsaj 2 m nad filtri. Hladilni plašč potopne črpalke ne bo potreben.

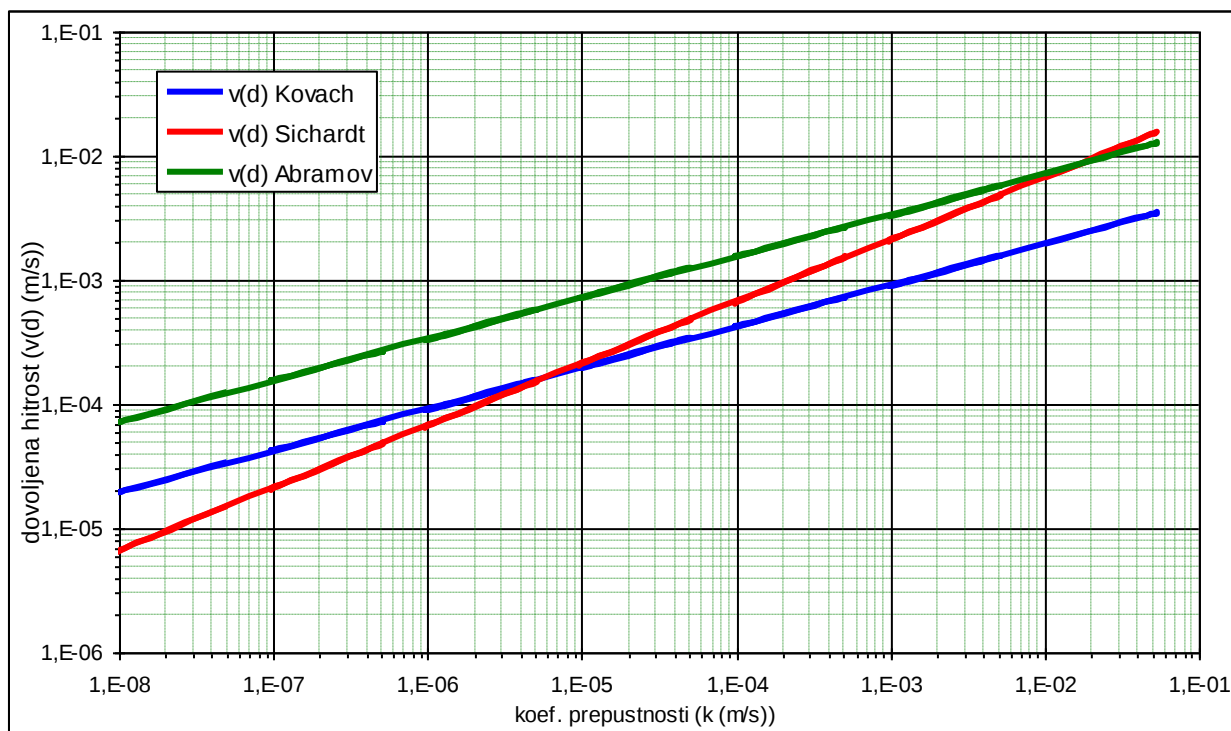
4.2.2.1 Dimenzije filtrskega dela črpalnih vodnjakov ČV-1/26 in ČV-2/26

Izračunov za določitev dolžine, odprtosti filtrov in zrnivosti zasipa ne podajamo, saj slednje vsebuje vsaka resnejša literatura. Zaradi navedenega zraven vedno podajamo vhodne parametre.

Prvi korak za dimenzioniranja črpalnega vodnjaka je določitev filtrskega odseka. Najprej določimo osrednje dopustne hitrosti (v_d) po obodu vrtanja ob hkratnem upoštevanju znanega konzervativnega koeficienta prepustnosti $k_{min.} = 1,0 \cdot 10^{-3}$ m/s. Izračunane dovoljene hitrosti v_d po obodu vrtine po različnih kriterijih (avtorjih) znašajo:

- ▶ Kovach (modificirana Sichardtova metoda): $v_d = 9,09 \cdot 10^{-4}$ m/s (najbolj konzervativna)
- ▶ Abramov: $v_d = 3,33 \cdot 10^{-3}$ m/s (najbolj optimistična)
- ▶ Sichardt: $v_d = 2,11 \cdot 10^{-3}$ m/s (najverjetnejši približek)

Relacija dovoljene hitrosti po konturi vrtine glede na omenjene avtorje je prikazana na *sliki 12*. Iz *slike 12* je razvidno, da pri srednje in dobro prepustnih sedimentih po standardu IAH znaša varna stran, v kolikor upoštevamo kriterija Kovacha in Sichardta. V našem primeru, pri koeficientu prepustnosti reda velikosti več kot $1,0 \cdot 10^{-4}$ m/s, prideta v poštev kriterija Kovacha in Sichardta. Kriterij Abramova je za našo oceno preveč optimističen in pride v poštev po standardu IAH pri zelo dobro prepustnih vodonosnikih.



Slika 12: Dovoljene hitrosti (v_d) po konturi vrtanja v odvisnosti od koeficienta prepustnosti (k), glede na različne avtorje.

Iz izračuna in iz *slike 12* je razvidno, da bomo upoštevali glede na konzervativno oceno hidravlične prepustnosti za maksimalno dovoljeno hitrosti po konturi vrtanja minimalno vrednost hitrosti oz. bomo upoštevali kriterij Kovacha, in sicer:

▶ $v_{d \min.} = 9,09 \cdot 10^{-4} \text{ m/s.}$

Kriterij Sichardta pa kaže neko realno oz. pričakovano vrednost dovoljene hitrosti in znaša:

▶ $v_{d \max.} = 2,11 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$

V vodnjak ČV-1/26 oz. v vodnjak ČV-2/26 bo nameščena potopna črpalka $\Phi_{\min.}$ 178 mm do $\Phi_{\max.}$ 196 mm, zato pride v poštev minimalni premer cevitve filtrske konstrukcije $d_1 = 244,5 \text{ mm}$. Premer filtrske konstrukcije $\Phi 219,1 \text{ mm}$ je ob upoštevanju debeline stene cevi (5,0 oz. 6,0 mm) in ob upoštevanju opreme (črpalka z dvžnim vodom), napajalnih in signalnih vodnikov ter merske opreme za monitoring, premajhen. Skratka, glede črpalne opreme in nujne dodatne opreme je prvi primerni premer filtrske konstrukcije:

$$d_1 = 9 \frac{5}{8}'' \text{ oz. } 244,5 \text{ mm} \quad \Rightarrow \quad d_1 = 0,2445 \text{ m oz. } r_1 = 0,12225 \text{ m}$$

Za predlagan premera filtrske konstrukcije je potrebno vrtanje premera $d_{\min.} = 314,3 \text{ mm}$.

Glede na to, ker imamo določeni max. skupni pretok iz vodnjaka, in sicer $Q_{\max.} = 0,038 \text{ m}^3/\text{s}$ (SIA 384/7), izračunano dovoljeno hitrost na konturi v_d ter določeni uporabni premer filtrske konstrukcije, lahko izračunamo minimalno potrebno dolžino filtrske konstrukcije (l_f). Prvo določimo ob upoštevanju $v_{d \min.}$ filtrsko površino (F).

- ⇒ $F_{\max.} = 41,80 \text{ m}^2$ v kolikor uporabimo kriterij Kovacha,
- ⇒ $F_{\text{sr.}} = 18,02 \text{ m}^2$, v kolikor uporabimo kriterij Sichardta in
- ⇒ $F_{\min.} = 11,4 \text{ m}^2$, v kolikor uporabimo kriterij Abramov.

Izračunane min. dolžine filtrskega odseka glede na znani premer vrtanja (314,3 mm), premer notranje cevitve (244,5 mm) in filtrsko površino prikazuje v *preglednici 20*.

Preglednica 20: Izračunane minimalne dolžine filtrskega odseka glede na kriterije.

	$r_1 (0,12225 \text{ m})$		
	Kovach	Sichardt	Abramov
dolžina filtrov	42,3 m	18,3 m	11,6 m
srednje vrednost	24,1 m		
srednja vrednost brez upoštevanja kriterija Abramova	30,3 m		

Dolžina filtrov pri vrtnem premeru 314,3 mm ob upoštevanju kriterijev bo znašala min. 30,0 m pri cevitvi z $\Phi 244,5$ mm. Iz izračuna (*preglednica 20*) je razvidno, da v kolikor namestimo filtre $\Phi 244,5$ mm v dolžini **36 m**, smo na varni strani glede izdatnosti vodnjaka ob upoštevanju standardov.

Polmer filtrske konstrukcije (r) se določa tudi v odvisnosti od predvidene kapacitete vodnjaka (Q), dolžine (l) in odstotka odprtosti filtrov (n). Različni avtorji (Fletcher & Driscoll, 1995 ter Kruseman & De Ridder, 1990) priporočajo, da je premer vodnjaške in filtrske cevi dimenzioniran pod pogojem, da je v cevi hitrost vode ($v_{dov.}$) sledeča:

$$v_{dov.} < 1,5 - 2,0 \text{ m/s}$$

Izračunane hitrosti vode v filtrski cevi za črpano količino $0,038 \text{ m}^3/\text{s}$ prikazuje *preglednica 21*.

Preglednica 21: Izračunane hitrosti vode po filtrski cevi v odvisnosti od polmera cevi filtra.

	$r_1 = 0,12225 \text{ m}$
$v \text{ (m/s)}$	0,49 m/s

Iz *preglednice 21* je razvidno, da kriteriju $v_{dov.} < 1,5 - 2,0 \text{ m/s}$ izbrani premer filtrov in cevi ustreza.

Polmer filtrske konstrukcije je odvisen tudi od vstopnih hitrosti ($v_{vst.}$) skozi reže filtrov. Kriterij Johnson-a za peščene prode je, da je $v_{vst.} \ll 3 \text{ cm/s} = 0,03 \text{ m/s}$. Za meljasto peščene prode pa se predvideva vstopna hitrost $v_{vst.} < 0,015 - 0,020 \text{ m/s}$, za prode s primesjo glinice pa $v_{vst.} < 0,015 - 0,010 \text{ m/s}$. Geometrična sredina D_{40} sedimenta vodonosnika na globini od 14 m do 50 m znaša 1,024 mm, D_{50} pa 3,023 mm

V kolikor privzamemo, da bo pretok iz sloja enak pretoku skozi filtre, bodo dovoljene vstopne hitrosti na filtre premera 0,2445 m sledeče:

- ⇒ vrednost Johnsonove hitrosti (glinasto peščeni prod): $v_{vst.} < 0,010 - 0,015 \text{ m/s}$
- ⇒ Kriterij GOST-V-1872-42 ($d_{40} = 3,023 \text{ mm}$): $v_{vst.} < 0,009 \text{ m/s}$
- ⇒ izračunana vrednost glede na d_{40} sedimenta, zasipa ter K: $v_{vst.} \approx 0,016 \text{ m/s}$

Vstopne hitrosti so odvisne tudi od poroznosti (n) filtrske konstrukcije. Ker znašajo granulometrični podatki $D_{40} = 1,024 \text{ mm}$ in $D_{50} = 3,023 \text{ mm}$, so lahko mostični filtri velikosti mostu največ 2 mm. Poroznost mostičnih filtrov odprtine mostu 2 mm znaša 14,5%. Izdatnost vodnjaka je poleg dimenzij filtrov (dolžina (l_f) in polmer (r_f)) odvisna predvsem od poroznosti filtra (n) in vstopnih hitrosti vode skozi filtre ($v_{vst.}$). Vstopna hitrost ($v_{vst.}$) se računa po formuli katere vstopna hitrost skozi filtre je odvisna od pretoka ($Q_{max.}$), polmera filtrske konstrukcije (r_f), dolžine filtrov (l_f) in poroznosti oz. odprtosti filtrov (n). V izračun smo privzeli:

$Q_{\max.}$ – maksimalni pretok:	0,038 m ³ /s,
r_f – polmer filtra:	0,12225 m,
l_f – dolžina filtra (m) in	36 m
n – min. odprtost mostu 3,0 mm (23,1 %):	0,145

V kolikor predvidimo, da bo skladno s standardi maksimalna črpana količina ca. 38 l/s zaradi varnostnega faktorja (preplitva cevitev, neustrezna aktivacija,...), bo vstopna hitrost ($v_{\text{vst.}}$) vode skozi filtre v vodnjak, kot prikazuje v *preglednica 22*.

Preglednica 22: *Izračun vstopne hitrosti skozi filtre v odvisnosti od odprtosti filtra in dolžine ter premera filterske konstrukcije.*

dolžina filtrov	$r_1 = 0,12225 \text{ m}$
$l_1 = 36 \text{ m}$	0,007 m/s

Iz *preglednice 22* je razvidno, da bodi vstopne hitrosti vode skozi filtre manjše, kot pa to določajo kriteriji (Johnson, GOST-V-1872-42 ter izračun glede na granulometrične podatke vodonosnika zajetega s filtri).

4.2.2.2 Določitev maksimalne izdatnosti (raziskovalno) črpalnih vodnjakov ČV-1/26 oz. ČV-2/26

Glede na sufusijo (motnost vode; transport delcev zaradi previsokih hitrosti vode) je pri znanih karakteristikah debeline vodonosnika ($h \approx 64 \text{ m}$), konservativne vrednosti hidravlične prepustnosti ($k_{\text{onz.}} = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$), zrnastostnih karakteristik vodonosnika ($d_{40} \approx 1,024 \text{ mm}$, $d_{50} \approx 3,023 \text{ mm}$ in $C_u \gg 10$) in projektiranih dimenzijah vrtanja ter cevitve produkcijske kolone ($\Phi = 314,3 \text{ mm}$), premera in dolžine filtrov ($\Phi 244,5 \text{ mm}$ in $L = 36 \text{ m}$) in max. dovoljeni vstopni hitrost iz sloja znaša izdatnost vodonosnika pri upoštevanju celotni debelini vodonosnika:

⇒ kriterij Kovach (modificirana metoda Sichardta): 57,4 l/s

Z ozirom na filtre mostu 2 mm ($\Phi 244,5 \text{ mm}$ pri $L = 36 \text{ m}$ pa znaša izdatnost vodnjaka

⇒ kriterij z ozirom na filtre: 60,1 l/s.

Iz prikazanega je razvidno, da bo vodnjak dosegal skladno s standardi maksimalne potrebne črpane količine za črpani pretok 28,6 l/s oz. 38,0 l/s.

4.2.2.3 Dimenzije filtrov črpalnih vodnjakov ČV-1/26 in ČV-2/26

Iz geološkega popisa (*preglednica 4*) in *slike 3* je razvidno, da je debelina vodonosnika iz katerega se bo črpalo vodo debela $< 60 \text{ m}$ oz. ca. 64 m. Slednja debelina je mnogo **daljša**, kot znaša glede na vstopne hitrosti izračunana dolžina filterskega odseka pri premeru filtrov $d = 224,5 \text{ mm}$. Na podlagi

izračunov smo tako določili, da bo filtrska konstrukcija obsegala del zgornjega dela vodonosnika in srednji del vodonosnika in bo sledečih dimenzij:

- ▶ dolžina filtrov: $l_{\min.} = 36 \text{ m}$,
- ▶ premer filtrov: $d = 9 \frac{5}{8}''$ oz. 244,5 mm in
- ▶ odprtost filtrov: $n > 14,5 \%$ oz. debelina mostu filtrov 2,0 mm.

4.2.2.4 Globina črpalnega vodnjaka ter globine posameznih odsekov

Glede na nivo podzemne vode, ki je na proučevanem območju na globini med 5,5 in 7,0 m mora imeti vodnjak za uspešno čiščenje usedalnika z air-liftom ca. 2/5 svoje dolžine v območju omočenosti, kar je glede na gladino podzemne vode in debelino vodonosnika zagotovljeno, saj je globina neprepustne podlage < 70 m pod koto terena.

Predvideni odseki cevovte črpalnega vodnjaka bodo glede na geološki popis, kot prikazuje *preglednica 23*.

Preglednica 23: Predvideni odseki cevovte produkcijske kolone črpalnih vodnjakov ČV-1/26 in ČV-2/26.

predvideni odsek (m)	cevitev
0,0 – 14,0	polna cev premera 0,2445 m
14,0 – 50,0	mostični filtri premera 0,2445 m in odprtosti mostu 2,0 mm ($n = 14,5\%$)
50,0 – 52,0	usedalnik – polna cev premera 0,2445 m + navarjeno dno oz. navarjeni konus

Odseki cevovte, kot tudi geološki stolpec v profilu vodnjaka so prikazani na geološko tehničnem profilu vodnjakov ČV-1/26 in ČV-2/26. oz. v *risbi T.01.0*.

4.2.2.5 Dimenzije filtrskega dela črpalnega vodnjaka ČV-3/26

Relacija dovoljenih hitrosti po konturi vrtine (v_d) oz. po obodu vrtine po različnih kriterijih (avtorjih Kovacha, Sichardta in Abramova) je prikazana v *poglavju 4.2.2.1* in na *sliki 12*. Iz izračuna in iz *slike 12* je razvidno, da bomo upoštevali glede na konzervativno oceno hidravlične prepustnosti za maksimalno dovoljeno hitrosti po konturi vrtanja minimalno vrednost hitrosti oz. bomo upoštevali kriterij Kovacha, in sicer:

- ▶ $v_{d \min.} = 9,09 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$.

Kriterij Sichardta pa kaže neko realno oz. pričakovano vrednost dovoljene hitrosti in znaša:

- ▶ $v_{d \max.} = 2,11 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$

V vodnjak ČV-3/26 bosta nameščeni dve potopni črpalki $\Phi_{\min.}$ 145 mm do $\Phi_{\max.}$ 147 mm, zato pride v poštev minimalni premer cevi, v kateri bosta nameščeni potopni črpalke cevitev 323,9 mm oz. 355,6 mm. Za slednjo cevitev (in cementacijo) je potrebno vrtati min. 425 – 449 mm (444,5 mm oz. 17 ½"). Obstoječe tehnologije over border system z obstoječimi vrtnimi garniturami in priborom lahko zagotovijo globino vrtanja nekako do 24 – 30 m, kar pa je preplitvo, pa tudi cevitev DN 300 oz. DN350 bi morala biti do pete vrtine, kar pa bi bilo dražje od projektiranega vodnjaka ČV-3/26.

Za vodnjak ČV-3/26 smo predvideli liner filtrsko konstrukcijo oz. t.i. slepo cevitev, in sicer bi bila uvodno tehnična cevitev, v kateri bosta nameščeni potopni črpalke premera $\Phi 355,6$ mm (14"), liner produkcijska kolona pa bo premera $\Phi 244,5$ mm (9 ⅝"). Cevitev uvodno tehnične kolone s premerom 323,9 x 6,3 mm je za nadaljnjo vrtanje s premerom 311,15 (12 ¼") preozka.

Za liner filtrsko konstrukcijo, v kolikor bo uvodno tehnična kolona premera 355,6 mm, je prvi primerni premer filtrske konstrukcije:

$$d_1 = 9 \frac{5}{8}'' \text{ oz. } 244,5 \text{ mm} \quad \Rightarrow \quad d_1 = 0,2445 \text{ m oz. } r_1 = 0,12225 \text{ m}$$

Za predlagan premera filtrske konstrukcije je potrebno vrtanje premera $d_{\min.} = 311,15 - 314,3$ mm.

Glede na to, ker imamo določeni max. skupni pretok iz vodnjaka, in sicer $Q_{\max.} = 0,0163 \text{ m}^3/\text{s}$ (SIA 384/7), izračunano dovoljeno hitrost na konturi v_d ter določeni uporabi premer filtrske konstrukcije, lahko izračunamo minimalno potrebno dolžino filtrske konstrukcije (l_f). Prvo določimo ob upoštevanju $v_{d \min.}$ filtrsko površino (F).

- ⇒ $F_{\max.} = 17,93 \text{ m}^2$ v kolikor uporabimo kriterij Kovacha,
- ⇒ $F_{\text{sr.}} = 7,73 \text{ m}^2$, v kolikor uporabimo kriterij Sichardt in
- ⇒ $F_{\min.} = 4,89 \text{ m}^2$, v kolikor uporabimo kriterij Abramov.

Izračunane min. dolžine filtrskega odseka glede na znani premer vrtanja (314,3 mm), premer notranje slepe cevitve (244,5 mm) in filtrsko površino prikazuje v preglednici 24.

Preglednica 24: Izračunane minimalne dolžine filtrskega odseka vodnjaka ČV-3/26 glede na kriterije.

	$r_1 (0,12225 \text{ m})$		
	<i>Kovach</i>	<i>Sichardt</i>	<i>Abramov</i>
dolžina filtrov	18,2 m	7,8 m	5,0 m
srednje vrednost	8,9 m		
srednja vrednost brez upoštevanja kriterija Abramova	12,0 m		

Dolžina filtrov pri vrtnem premeru 314,3 mm ob upoštevanju kriterijev bo znašala min. 12,0 m pri cevitvi z $\Phi 244,5$ mm. Iz izračuna (*preglednica 24*) je razvidno, da v kolikor namestimo filtre $\Phi 244,5$ mm v dolžini **15 m**, smo na varni strani glede izdatnosti vodnjaka ob upoštevanju standardov.

Izračunane hitrosti vode v filtrski cevi pri kriteriju $v_{\text{dov.}} < 1,5 - 2,0$ m/s za črpano količino $0,0163 \text{ m}^3/\text{s}$ prikazuje *preglednica 25*.

Preglednica 25: Izračunane hitrosti vode po filtrski cevi vodnjaka ČV-3/26 v odvisnosti od polmera cevi filtra.

	$r_1 = 0,12225 \text{ m}$
$v \text{ (m/s)}$	0,21 m/s

Iz *preglednice 25* je razvidno, da kriteriju $v_{\text{dov.}} < 1,5 - 2,0$ m/s izbrani premer filtrov in cevi ustreza.

Geometrična sredina D_{40} sedimenta vodonosnika na lokaciji ČV-3/26 na globini od 14 m do 40 m znaša 1,907 mm, D_{50} pa 5,402 mm

V kolikor privzamemo, da bo pretok iz sloja enak pretoku skozi filtre, bodo dovoljene vstopne hitrosti na filtre premera 0,2445 m sledeče:

- ⇒ vrednost Johnsonove hitrosti (glinasto peščeni prod): $v_{\text{vst.}} < 0,010 - 0,015 \text{ m/s}$
- ⇒ Kriterij GOST-V-1872-42 ($d_{40} = 5,402 \text{ mm}$): $v_{\text{vst.}} < 0,009 \text{ m/s}$

Vstopne hitrosti so odvisne tudi od poroznosti (n) filtrske konstrukcije. Ker znašajo granulometrični podatki $D_{40} = 1,907 \text{ mm}$ in $D_{50} = 5,402 \text{ mm}$, so lahko mostični filtri velikosti mostu največ 2,5 mm. Poroznost mostičnih filtrov odprtine mostu 2,5 mm znaša 18,7%. Izdatnost vodnjaka je poleg dimenzij filtrov (dožina (l_f) in polmer (r_f)) odvisna predvsem od poroznosti filtra (n) in vstopnih hitrosti vode skozi filtre ($v_{\text{vst.}}$). Vstopna hitrost ($v_{\text{vst.}}$) se računa po formuli katere vstopna hitrost skozi filtre je odvisna od pretoka ($Q_{\text{max.}}$), polmera filtrske konstrukcije (r_f), dolžine filtrov (l_f) in poroznosti oz. odprtosti filtrov (n). V izračun smo privzeli:

$Q_{\text{max.}}$ – maksimalni pretok:	0,0163 m ³ /s,
r_f – polmer filtra:	0,12225 m,
l_f – dolžina filtra (m) in	15 m
n – min. odprtost mostu 3,0 mm (23,1 %):	0,187

V kolikor predvidimo, da bo skladno s standardi maksimalna črpana količina ca. 16,3 l/s zaradi varnostnega faktorja (preplitva cevitev, neustrezna aktivacija,...), bo vstopna hitrost ($v_{\text{vst.}}$) vode skozi filtre v vodnjak, kot prikazuje v *preglednica 26*.

Preglednica 26: Izračun vstopne hitrosti skozi filtre vodnjaka ČV-3/26 v odvisnosti od odprtosti filtra in dolžine ter premera filterske konstrukcije.

dolžina filtrov	$r_1 = 0,12225 \text{ m}$
$l_1 = 15 \text{ m}$	0,006 m/s

Iz preglednice 26 je razvidno, da bodi vstopne hitrosti vode skozi filtre manjše, kot pa to določajo kriteriji (Johnson ter GOST-V-1872-42).

4.2.2.6 Določitev maksimalne izdatnosti (raziskovalnega) črpalnega vodnjaka ČV-3/26

Glede na sufusijo (motnost vode; transport delcev zaradi previsokih hitrosti vode) je pri znanih karakteristikah debeline vodonosnika ($h \approx 64 \text{ m}$), konservativne vrednosti hidravlične prepustnosti ($k_{\text{onz.}} = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$), zrnastostnih karakteristikah vodonosnika ($d_{40} \approx 1,907 \text{ mm}$, $D_{50} \approx 5,402 \text{ mm}$ in $C_u \gg 10$) in projektiranih dimenzijah vrtanja ter cevovoda produkcijske kolone ($\Phi = 314,3 \text{ mm}$), premera in dolžine filtrov ($\Phi 244,5 \text{ mm}$ in $L = 15 \text{ m}$) in max. dovoljeni vstopni hitrost iz plasti, izdatnost vodonosnika pri upoštevanju celotni debelini vodonosnika:

⇒ kriterij Kovach (modificirana metoda Sichardta): 57,4 l/s

Z ozirom na filtre mostu 2,5 mm ($\Phi 244,5 \text{ mm}$ pri $L = 15 \text{ m}$ pa znaša izdatnost vodnjaka

⇒ kriterij z ozirom na filtre: 32,3 l/s.

Iz prikazanega je razvidno, da bo vodnjak dosegal skladno s standardi maksimalne potrebne črpane količine za črpani pretok 12,2 l/s oz. 16,3 l/s.

4.2.2.7 Dimenzije filtrov črpalnega vodnjaka ČV-3/26

Iz geološkega popisa (preglednica 4) in slike 3 je razvidno, da je debelina vodonosnika iz katerega se bo črpalo vodo debela $< 60 \text{ m}$ oz. ca. 64 m. Slednja debelina je mnogo **daljša**, kot znaša glede na vstopne hitrosti izračunana dolžina filterskega odseka pri premeru filtrov $d = 224,5 \text{ mm}$. Na podlagi izračunov smo tako določili, da bo filterska konstrukcija obsegala del zgornjega dela vodonosnika in del srednjega dela vodonosnika in bo sledečih dimenzij:

- ▶ dolžina filtrov: $l_{\text{min.}} = 15 \text{ m}$,
- ▶ premer filtrov: $d = 9 \frac{5}{8}''$ oz. 244,5 mm in
- ▶ odprtost filtrov: $n > 18,7 \%$ oz. debelina mostu filtrov 2,5 mm.

4.2.2.8 Globina črpalnega vodnjaka ČV-3/26 ter globine posameznih odsekov

Glede na nivo podzemne vode, ki je na proučevanem območju na globini med 5,5 in 7,0 m mora imeti vodnjak za uspešno čiščenje usedalnika z air-liftom ca. 2/5 svoje dolžine v območju omočenosti, kar je glede na gladino podzemne vode in debelino vodonosnika zagotovljeno, saj je globina neprepustne podlage $< 70 \text{ m}$ pod koto terena.

Predvideni odseki liner cevitve črpalnega vodnjaka ČV-3/26 bodo glede na geološki popis, kot prikazuje *preglednica 27*.

Preglednica 27: Predvideni odseki cevitve produkcijske kolone črpalnega vodnjaka ČV-3/26.

predvideni odsek (m)	cevitve
14,0 – 17,0	Glava slepe cevitve in polna cev premera 0,2445 m
17,0 – 32,0	mostični filtri premera 0,2445 m in odprtosti mostu 2,5 mm ($n = 18,7\%$)
32,0 – 34,0	usedalnik – polna cev premera 0,2445 m + navarjeno dno oz. navarjeni konus

Odseki cevitve, kot tudi geološki stolpec v profilu vodnjaka so prikazani na geološko tehničnem profilu vodnjaka ČV-326. oz. v *risbi T.02.0*.

4.2.3 Dimenzioniranje ponikalnega vodnjaka PV-1/26 OZ. PV-2/26

Vsi vgrajeni materiali cevi in filtrov bodo iz nerjavnega jekla (INOX) standarda EN 1.4301 (USA AISI 304). Po končanem vrtanju za produkcijsko kolono se (raziskovalni) ponikalni vodnjak zacevi z INOX produkcijsko kolono premera 244,5 x 6,0 mm.

Vhodni parametri za dimenzioniranje so:

⇒ dosegljivost do podzemne vode (max. / min.):	5,5 m / 7,0 m
⇒ kota podzemne vode (max. – min.):	345,6 – 344,1 m.n.v.
⇒ razpon nihanja podzemne vode:	1,5 m
⇒ hidravlična prepustnost vodonosnika ($K_{42-48\text{ m}}$):	1,4E-03 m/s
⇒ konzervativna ocena (K) za zg. in sr. del vodonosnika (K_{28-48}):	1,0E-03 m/s
⇒ debelina vodonosnika (H):	< 60 m, ocena 64 m
⇒ hidravlični gradient toka podzemne vode (i):	3,0 – 3,5‰
⇒ temperatura podzemne vode (T):	12,0 – 13 °C
⇒ efektivna poroznost vodonosnika ($n_{\text{ef.}}$):	0,16
⇒ max. črpna in ponikana količina podzemne vode (Q):	0,041 m ³ /s
⇒ max. po SIA 546 384/7: 2015 računana količina (Q_{Standard}):	0,054 m ³ /s
⇒ Granulometrični podatki vodonosnika	(glej <i>preglednico 1</i>)

Robni pogoji za dimenzioniranje (raziskovalnega) ponikalnega vodnjaka so sledeči:

- ▶ Ponikovalni max. pretok (raziskovalnega) ponikalnega vodnjaka bo 147 m³/h oz. 41 l/s, v kolikor pa upoštevamo standarde, pa 196 m³/h oz. 54 l/s.
- ▶ Konservativna vrednost hidravlične prepustnosti znaša; $k_{\text{min.}} = 1,0 \cdot 10^{-3}$ m/s .
- ▶ Ponikalni vodnjak bo hidrogeološko nepopoln oz. bo imel nameščene filtre v zgornjem in delno v srednjem delu vodonosnika.

- ▶ Filtri bodo v celoti potopljene v vodo.
- ▶ Razbijalec, plošča povratnega toka za doseganje laminarnosti ponikanja bo DN150 – DN200.
- ▶ Debelina vodonosnika znaša ca. 64 m, kar pomeni da bodo filtri precej krajši od debeline vodonosnika.

Ponikalni vodnjak je klasični hidrogeološko nepopolni vodnjak, v celoti izdelan ali v nezasičeni coni, ali v zasičeni coni oz. lahko ima lahko nameščene filtre tako v zasičeni, kot tudi v nezasičeni coni in ponavadi filtri ne segajo do horizonta podzemne vode. V našem primeru bodo filtri nameščeni pod gladino podzemne vode, saj se le v tem primeru lahko vodnjak kvalitetno aktivira ter s tem poveča svojo ponikalno sposobnost.

Ponikalno sposobnost vodnjakov lahko ocenimo iz količine vode, ki je v vodnjaku poniknila med izvedbo poskusov in višine vode v vodnjaku, dosežene med nalivanjem. Glede na to, ker bo predviden ponikalni vodnjak s filtri obsegal zasičeno cono bomo za oceno ponikalne sposobnosti vodnjaka privzeli standard SIST EN 22282-2:2012(E) in formule Lefranca (Nasberg (YU) oz. USBR (GB, D)), Berbedette, Hvorsleja in Lefranc - Mandela.

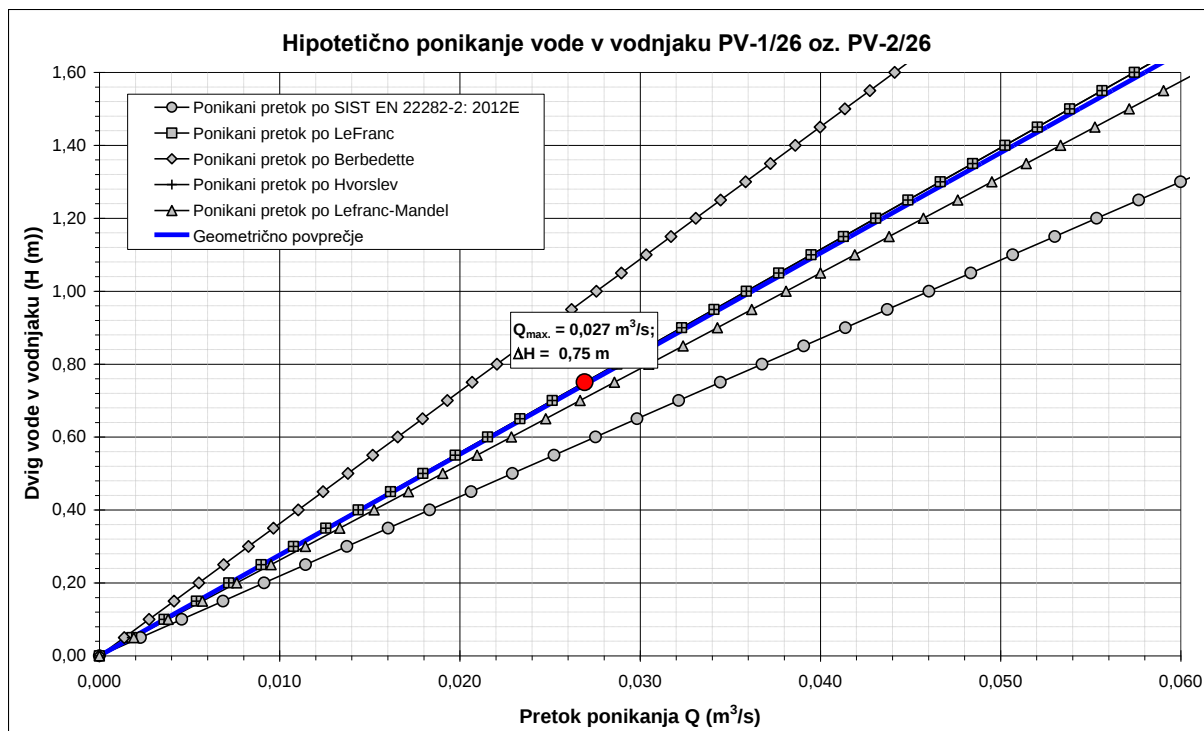
Glede na to, ker bomo uporabili filtre, katerih poroznost je večja, kot pa efektivna poroznost sedimenta v katerega se bo ponikala voda ($n_{e \text{ filtri}} \gg n_{e \text{ sediment}} = 16\%$) lahko uporabimo tudi Lefranc-Mandelovo enačbo za določitev ponikalnih sposobnosti zasičene cone necevljene vrtine. V tem primeru privzamemo, da predstavlja dolžina filtrov dolžino nezacevljenega dela vrtine. Vrednosti, ki smo jih upoštevali pri izračunih so:

- Q pretok ponikanja ($\frac{1}{2} \cdot 0,054 \text{ m}^3/\text{s} = 0,027 \text{ m}^3/\text{s}$) oz. 27 l/s,
- D premer vrtanega vodnjaka (314,3 mm) – produkcijski del,
- $\Delta H, \Delta h$ dvig nivoja vode v vodnjaku,
- l, z dolžina ponikalnega dela vodnjaka (dolžina filtrov; 30 m),
- H nivo; statična višina vode v vrtini (40 – 6,3 m = 33,7 m),
- $H_{(d)}$ Razlika med piezometričnim nivojem in sredino filtrskega odseka (24,7 m),
- k koeficient prepustnosti ($1,0 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$) in
- F, c geometrijski faktor odvisen od dimenzije vrtine.

Iz formul, ki jih ne navajamo izhaja, da je ponikalna sposobnost vodnjaka proporcionalna višini vode v vodnjaku (pravzaprav je po enačbi Forchaimera – Dupuita proporcionalna kvadratu višine vodnega stolpca), iz česar lahko sklepamo na možno ponikalno količino v odvisnosti od višine vode v vodnjaku.

Ponikalna sposobnost tako izdelanega vodnjaka bo po enačbah standarda SIST EN 22282-2:2012(E), Lefranca, Berbedette, Hvorsleja in Lefranc - Mandela odvisna predvsem od višine vodnega stolpca v vodnjaku. Kriterij pri vseh je: $\Delta H, \Delta h < H$. Rezultat izračuna odvisnost pretoka ponikanja od višine

dviga vode v vrtini po omenjenih metodah, pri hidravlični prepustnosti sedimenta $k_{min.} = 0,0010 \text{ m/s}$, pri vrtanem profilu 0,3143 m, premeru filtrov 0,2445 m in korekcijskem faktorju nepravilnosti vrtine, nivoju vode (6,3 m), statični višini vode v vrtini (33,7 m) ter dolžini filtrskega odseka $L = 30 \text{ m}$ je prikazan na *sliki 13*.



Slika 13: Prikaz teoretičnih ponikalnih sposobnosti (raziskovalnega) vodnjaka PV-1/26 oz. PV-2/26 glede na dvig vode v vodnjaku.

Iz prikazanih rezultatov izračunov je razvidno, da bo ponikalni vodnjak z lahkoto ponikal s projektom predvideni pretok črpanja. Dvig vode v vrtini pri max. pretoku 27 l/s ne bo presegel 0,80 m dviga. Pri pretoku 20,5 l/s bo dvig znašal max. 0,6 m. Skupna ponikalna sposobnost obeh vodnjakov bo tako zmožna ponikati max. pretočne količine, in sicer 41 l/s oz. skladno s standardom SIA 546 384/7: 2015 ca. 54 l/s.

4.2.3.1 Globina ponikalnih vodnjakov ter globine posameznih odsekov

Glede na nivo podzemne vode, ki je na proučevanem območju na globini med 5,5 in 7,0 m mora imeti vodnjak za uspešno čiščenje usedalnika z air-liftom ca. 2/5 svoje dolžine v območju omočenosti, kar je glede na gladino podzemne vode in debelino vodonosnika zagotovljeno, saj je globina neprepustne podlage < 70 m pod koto terena.

Predvideni odseki cevovoda ponikalnega vodnjaka bodo glede na geološki popis, kot prikazuje *preglednica 28*.

Preglednica 28: Predvideni odseki cevitve produkcijske kolone ponikalnih vodnjakov PV-1/26 in PV-2/26.

predvideni odsek (m)	cevitev
0,0 – 8,0	polna cev premera 0,2445 m
8,0 – 38,0	mostični filtri premera 0,2445 m in odprtosti mostu 3,0 mm (n = 23,1%)
38,0 – 40,0	usedalnik – polna cev premera 0,2445 m + navarjeno dno oz. navarjeni konus

Odseki cevitve, kot tudi geološki stolpec v profilu vodnjaka so prikazani na geološko tehničnem profilu vodnjakov PV-1/26 in PV-2/26. oz. v risbi T.03.0.

4.2.4 Mehanska odpornost in stabilnost

(Raziskovalni) vodnjaki bodo izdelani v skladu z navedenimi normativnimi podlagami in standardi. V (raziskovalne) vodnjake bodo nameščeni certificirani cevni materiali, ki dosegajo in ki presegajo predvideno mehansko odpornost in stabilnost, kar je v nadaljevanju tudi analitično dokazano. Tovarniške cevi in filtri lastnosti materiala EN 1.4301 premera $\Phi 355,6 \times 6,3$ mm in $\Phi 244,5 \times 6,0$ mm dosegajo skladno s certifikati natezno in tlačno trdnost več, kot 500 kN, kar občutno presega željene kriterije za max. 16 m globoko uvodno tehnično kolono oz. 52 m globoko produkcijsko kolono vodnjaka. Mehansko odpornost in stabilnost bomo izračunali zgolj za dva robna pogoja, in sicer najglobljo uvodno tehnično kolono (črpalni vodnjak ČV-3/26) in najgloblje nameščeno produkcijsko kolono (vodnjaka ČV-1/26 in ČV-2/26). Moramo poudariti, da so lastnosti materiala (EN 1.4301) in dimenzije ($\Phi 355,6 \times 6,3$ mm) vseh cevi nameščenih v uvodno tehnično kolono enake. Prav tako so lastnosti materiala (EN 1.4301) ter dimenzije cevi vgrajenih za produkcijske kolone ($\Phi 244,5 \times 6,0$ mm) enake.

4.2.4.1 Računsko preverjanje dimenzij cevi (raziskovalnih) vodnjakov

4.2.4.1.1 Dimenzioniranje in računsko preverjanje dimenzij cevi uvodno tehnične kolone črpalnega vodnjaka ČV-3/26

Vhodne parametre za dimenzioniranje prikazuje *preglednica 28*.

Preglednica 29: Vhodni podatki za varnostne izračune obremenitve cevi uvodno tehnične kolone standarda EN 1.4301.

D_z	355,6 mm	zunanj premer cevi
t	6,3 mm	debelina stene cevi
$L, (H_k)$	16,0 m	dolžina cevi (kota 0,0 do -30,0)
q	7850 kg/m ³	gostota materiala cevi
q	54,27 kg/m	teža cevi na tekoči meter
σ_e	205 MPa	meja elastičnosti materiala cevi (INOX AISI 304)

E	193.000 MPa	Elastični modul cevi
ν	0,29	Poissonov količnik cevi
S	6.913,36 mm ²	površina prereza cevi
γ	19 kN/m ³	prostorninska teža zemljine
K_a, K_0	0,33	koeficient aktivnega zemeljskega pritiska (Rankin, $\Phi = 30^\circ$)
w/c	0,5	vodocementni faktor
γ_c	1823,5 kg/m ³	gostota cementne mešanice
γ_w	10 kN/m ³	prostorninska teža vode
γ_z	18 kN/m ³	Prostorninska teža obstoječe zemljine
h_1	6	višina cevi v suhi zemljini
h_2	10	višina cevi v potopljeni zemljini
h_n	16	dolžina cementacije
H_{ξ}	1,0	Dolžina čepa cementacije

4.2.4.1.2 Varnost na nateg

$$F_{\max} = L \cdot q \cdot g = 8,52 \text{ kN}$$

$$F_{\text{dop}} = \sigma_e \cdot S = 1624,64 \text{ kN}$$

$$FS = 190,73$$

Silo vzgona, ki na varnost vpliva pozitivno, smo zanemarili.

4.2.4.1.3 Varnost na notranji pritisk:

Faza vgradnje:

$$FS = \infty$$

Izračun ni potreben, saj z notranje strani na cev ne deluje nobena dodatna obtežba. Hidrostatski tlak vode na notranji in zunanji strani se tekom vgradnje cevi izenači. Dopustna notranja obremenitev je drugače enaka:

$$p_{\text{duc}} = 0,875 \cdot \frac{2 \cdot t \cdot \sigma_e}{d} = 7,55 \text{ MPa}$$

Faza obratovanja:

$$FS = \infty$$

Izračun ni potreben, saj z notranje strani na cev ne deluje nobena dodatna obtežba. Nivo podzemne vode znotraj cevi bo enak nivoju vode na zunanji strani cevi. Glede na znane podatke bo to na koti ca. – 5,5 – 7,0 m (gladina podzemne vode).

4.2.4.1.4 Varnost na zunanji pritisk:

Faza vgradnje (napetosti zaradi delovanja zemeljskih pritiskov):

Nivo podzemne vode je na globini 6 m. Vodni pritiski na notranji in zunanji strani se izničijo. Na cev delujejo le efektivni aktivni zemeljski pritiski.

$$\sigma_{\text{dop}} = \frac{2E}{(1-\nu^2)(D/t-1)^2 \cdot (D/t)} = 2,43 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\text{max}} = \gamma_z \cdot h_1 \cdot K_a + (\gamma_z - \gamma_w) \cdot h_2 \cdot K_a = 0,11 \text{ MPa}$$

$$FS = 21,46$$

Faza vgradnje (napetosti nastale pri cementaciji):

Uvodno tehnična kolona se bo na zunanji strani cementirala od kote 0,0 do globine 30,0 m.

Končni tlak cementacije pri 0,5 – 1,0 m cementnega čepa znaša:

$$\sigma_{\text{cm}} = g \cdot (\gamma_{\text{cm}} - \gamma_w) \cdot (h_n - h_e) \cdot 1E-06 = 0,50 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\text{dop}} = \frac{2E}{(1-\nu^2)(D/t-1)^2 \cdot (D/t)} = 2,43 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\text{max}} = \gamma_c \cdot g \cdot h = 0,54 \text{ MPa}, \text{ pri } h = 16 \text{ m}$$

$$FS = 4,53$$

Sklep:

INOX cev vodnjaka Φ 355,6 mm, debeline $d = 6,3$ mm je ustrezna za vgradnjo uvodno tehnične kolone.

4.2.4.1.5 Dimenzioniranje in računsko preverjanje dimenzij cevi produkcijske kolone črpalnega vodnjaka ČV-1/26 oz. ČV-2/26

Vhodne parametre za dimenzioniranje prikazuje *preglednica 30*.

Preglednica 30: *Vhodni podatki za varnostne izračune obremenitve produkcijske kolone standarda materiala EN 1.4301.*

D_z	244,5 mm	zunanji premer cevi
t	6,0 mm	debelina stene cevi
L	52,0 m	dolžina cevi (kota 0,0 do -52,0)
q	7850 kg/m ³	gostota materiala cevi
q	35,29 kg/m	teža cevi na tekoči meter
σ_e	205 MPa	meja elastičnosti materiala cevi (INOX AISI 304)
E	193.000 MPa	Elastični modul cevi
ν	0,29	Poissonov količnik cevi
S	4.495,62 mm ²	površina prereza cevi
γ	19 kN/m ³	prostorninska teža zemljine
K_a, K_0	0,33	koeficient aktivnega zemeljskega pritiska (Rankin, $\Phi = 30^\circ$)

γ_w	10 kN/m ³	prostorninska teža vode
γ_z	18 kN/m ³	Prostorninska teža obstoječe zemljine
h_1	6	višina cevi v suhi zemljini
h_2	46	višina cevi v potopljeni zemljini

4.2.4.1.6 Varnost na nateg

$$F_{\max} = L \cdot q \cdot g = 18,02 \text{ kN}$$

$$F_{\text{dop}} = \sigma_e \cdot S = 854,17 \text{ kN}$$

$$FS = 47,45$$

Silo vzgona, ki na varnost vpliva pozitivno, smo zanemarili.

4.2.4.1.7 Varnost na notranji pritisk:

Faza vgradnje:

$$FS = \infty$$

Izračun ni potreben, saj z notranje strani na cev ne deluje nobena dodatna obtežba. Hidrostatski tlak vode na notranji in zunanji strani se tekom vgradnje cevi izenači. Dopustna notranja obremenitev je drugače enaka:

$$p_{\text{dop.}} = 0,875 \cdot \frac{2 \cdot t \cdot \sigma_e}{d} = 8,58 \text{ MPa}$$

p_{nv} , p_{nd} Notranji tlak na ustju in na dnu kolone kolone

$$p_{nv} \quad 0 \text{ Mpa} \quad p_{nv} = g \cdot (r_i \text{ ali } r_v) \cdot 0$$

$$p_{nd} \quad 0,59 \text{ Mpa} \quad p_{nv} = g \cdot (r_i \text{ ali } r_v) \cdot H_k$$

Obremenitev na koncu vgradnje zasipa:

$$p_{zv} \quad 0 \text{ Mpa} \quad H_k = 0 \text{ m}$$

$$p_{zd} \quad 0,84 \text{ Mpa} \quad p_{zd} = g \cdot [(\rho'_{zs} \cdot H_{zs}) + (\rho_{bm} \cdot H_{bm}) + (H_k - H_{zs} - H_{bm}) \cdot \gamma_i \text{ ali } \gamma_v]$$

rezultanta obremenitve kolone, oziroma zunanja obremenitev kolone:

$$p'_z \quad 0,26 \text{ Mpa} \quad p'_z = p_{zd} - p_{nd}$$

Za cevi premera D (mm) in debelino stene t (mm), oziroma $D/t > 42$, znaša tlak porušitve cevi z zunanjim tlakom:

$$p_{pz} \quad 5,03 \text{ Mpa} \quad p_{pz} = \frac{3,238 \cdot 10^{-5}}{\frac{D}{t} \cdot \left(\frac{D}{t} - 1 \right)^2}$$

F_n, F_t **vzdolžne sile, kot posledica lastne teže kolone in vzgona bodo znašale:**

F_n natezna sila; 18,00 kN $F_n = g \cdot q \cdot H_k$

F_t tlačna sila; 2,64 kN $F_t = \left(1 - \frac{\rho_m - (\rho_i \text{ ali } \rho_v)}{\rho_m} \right) \cdot F_n$

Faza obratovanja:

$F_{\max.} = 0$

$FS = \infty$

Izračun ni potreben, saj z notranje strani na cev ne deluje nobena dodatna obtežba. Nivo podzemne vode znotraj cevi bo enak nivoju vode na zunanji strani cevi. Glede na znane podatke bo to na koti ca. – 5,5 – 7,0 m (gladina podzemne vode).

4.2.4.1.8 Varnost na zunanji pritisk:

Faza vgradnje (napetosti zaradi delovanja zemeljskih pritiskov):

Nivo podzemne vode je na globini 6 m. Vodni pritiski na notranji in zunanji strani se izničijo. Na cev delujejo le efektivni aktivni zemeljski pritiski.

$$\sigma_{\text{dop}} = \frac{2E}{(1-\nu^2)(D/t-1)^2 \cdot (D/t)} = 6,55 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\text{max}} = \gamma_z \cdot h_1 \cdot K_a + (\gamma_z - \gamma_w) \cdot h_2 \cdot K_a = 0,15 \text{ MPa}$$

$FS = 43,8$

Faza obratovanja (primer hipnega znižanja vode v cevi):

Največja zunanja obremenitev delovne kolone bi nastopila v primeru, ko bi bila npr. zaradi zamašenja filtrov na notranji strani globina vode globlje, kot pa na zunanji strani. Opisan scenarij predvideva hipno znižanje vode do kote filtrov, do dinamične globine npr. -40 m, medtem ko bi bil statični nivo na globini ca. 6 m pod koto tal ($\Delta z = 34$ m).

$$\sigma_{\text{dop}} = \frac{2E}{(1-\nu^2)(D/t-1)^2 \cdot (D/t)} = 7,60 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\text{max}} = \gamma \cdot h_1 \cdot K_a + (\gamma_z - \gamma_w) \cdot h_2 \cdot K_a + \Delta z \cdot \gamma_w = 0,49 \text{ MPa}$$

$FS = 13,37$

Sklep:

INOX produkcijska cev vodnjaka $\Phi 244,5$ mm, debeline $d = 6,0$ mm je ustrezna za vgradnjo produkcijske kolone.

4.2.5 Požarna varnost

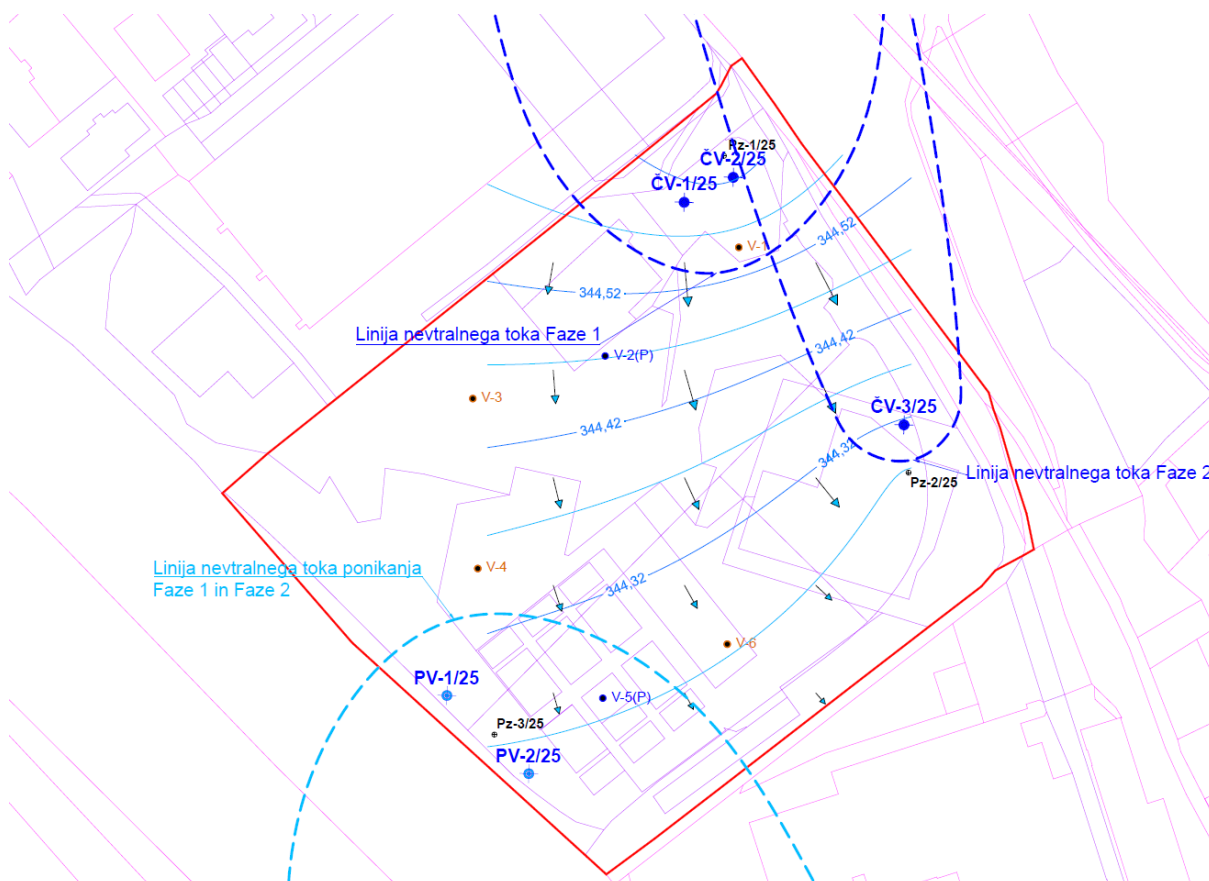
Objekti, ki so predmet PZI Načrta 7 ne predstavljajo požarne ogroženosti in jih Pravilnik o zasnovi in študiji požarne varnosti (Uradni list RS, št. 12/13, 49/13, 61/17 – GZ in 199/21 – GZ-1) ne obravnava.

Pri načrtovanju gradnje so upoštevana določila za samo izvedbo gradnje, ki so opisana v poglavju 7.3.2.

4.2.6 Potrebna minimalna oddaljenost med (raziskovalnimi) črpalnimi vodnjaki in (raziskovalnimi) ponikalnimi vodnjaki

Črpalni vodnjaki (črpalno polje) in ponikalni vodnjaki (ponikalno polje PV-1/26 OZ. PV-2/26) morajo biti izdelani tako, da je črpalno polje izdelano gorvodno glede na smer toka podzemne vode, ponikalno polje pa naj bo izdelano dolvodno.

Ob predvidenih hidrogeoloških ter hidravličnih parametrih smo izračunali nevtralno linijo toka podzemne vode ter vplivni radij črpalnih in ponikalnih vodnjakov. Nevtralno linijo toka podzemne vode v prostoru za črpalno polje ČV-1/26 oz. ČV-2/26 ter ČV-3/26 in ponikalno polje vodnjaka PV-1/26 in PV-2/26 prikazuje slika 14.



Slika 14: Nevtralne linije toka podzemne vode za črpalne vodnjake in za ponikalna vodnjaka ob znanih hidrogeoloških parametrih pri črpanju max. količin (pretočnost 41 l/s).

V danem primeru (raziskovalni) vodnjaki sicer niso izdelani skladno s tehničnimi smernicami, in sicer črpalno polje naj bo izdelano v osi gorvodno, ponikalno polje pa naj bo izdelano v osi dolvodno. Črpalno in ponikalno polje sta rahlo zamaknjena. Ne glede na položaj vodnjakov v prostoru lahko ob

znanih hidrogeoloških ter hidravličnih parametrov ocenimo vplivni radij posameznega črpalnega vodnjaka oz. določimo t.i. nevtralno linijo toka podzemne vode. Nevtralna linija toka podzemne vode, je tista analitična meja, ki pove ali bo voda tekla v vodnjak, ali pa mimo.

Nevtralna linija toka podzemne vode pomeni, da bo znotraj te linije tok podzemne vode konvergiral proti črpalnemu vodnjaku. Enaki pogoji pa bolj ali pa manj veljajo tudi za ponikalni vodnjak. V kolikor upoštevamo min. strmec gladine podzemne vode ($i_{min.}$), ki znaša 3,0‰), konzervativno vrednost hidravlične prepustnosti ($K_{čv}$) ca. $1,0 \cdot 10^{-3}$ m/s oz. (K_{pv}) ca. $1,0 \cdot 10^{-3}$ m/s in znano debelino vodonosnika ca. 64 m, bo ob črpanju podzemne vode s pretokom ($Q_{faza\ 1}$) 0,0286 m³/s in ($Q_{faza\ 2}$) 0,0123 m³/s vpliv črpanja, kot prikazuje *slika 14*. Iz *slike 14* je razvidno:

- ⇒ Proti jugu, v smeri toka podzemne vode, bo vpliv črpanja s količino 28,6 l/s (X_0) ca. 25,3 m. Prav tako bo proti jugu vpliv črpanja iz ČV-3/26 s količino 12,3 l/s (X_0) ca. 10,9 m. Enako bo proti severu, proti smeri toka vode, vpliv ponikanja s količino 41 l/s (X_0) ca. 36,3 m.
- ⇒ V smeri pravokotno na tok podzemne vode, nekako v smeri zveznice med vodnjaki, oz. vzporedno s hidroizohipso, nekako zahodno in vzhodno od črpalnega in tudi ponikalnega vodnjaka bo vpliv črpanja s količino 28,6 l/s (Y_0) na vsako stran ca. 39,7 m ter vpliv črpanja s količino 12,3 l/s na vsako stran 17,1 m. Na ponikalnem polju pa bo ob ponikanju količine 41 l/s na vsako stran vpliv (Y_0) ca. 57 m.
- ⇒ širina fronte napajanja črpalnega vodnjaka ČV-1/26 oz. ČV-2/26 (Y_∞) znaša ca. 159 m ($2 \cdot 79,4$ m), širina fronte napajanja ČV-3/26 pa znaša 68 m oz. $2 \cdot 34,2$ m. Napajanja iz ponikalnega vodnjaka s količino 41 l/s pa da fronto širine 228 m ($2 \cdot 114$ m).

Iz rezultatov modelnega izračuna nevtralne linije toka, je razvidno, da se nevtralne linije toka podzemne vode črpalnega in ponikalnega polja med seboj ne sekajo, tako da do toplotne reciklaže oz. povratne zanke ne more priti.

Detajlneje je tok podzemne vode v dinamičnem stanju prikazan s Hidrogeološkim modelom; numerična analiza rabe podzemne vode za potrebe plitve geotermije za lokacijo Huje v Kranju.

5 HIDROGEOLOŠKA DELA: SPREMLJAVA IZDELAVE VODNJAKOV IN HIDROGEOLOŠKO TESTIRANJE

Izdelava (raziskovalnih) črpalnih vodnjakov in ponikalnih vodnjakov bo morala potekati ob stalnem nadzoru strokovnjakov, in sicer bo nadzorstvo sestavljeno iz:

- ⇒ hidrogeološkega in
- ⇒ projektantskega nadzora.

Odgovorna oseba hidrogeoloških del je lahko samo pooblaščen inženir IZS s končano izobrazbo univerzitetni diplomirani inženir geologije oz. magistrskim študijem geologije (II. Bolonjska stopnja) z vsaj 5 letnimi izkušnjami s področja hidrogeologije.

Hidrogeološki nadzor oz. hidrogeološka služba, ki bo izvajala nadzor in testirala vodnjake izdelava tudi Hidrogeološko poročilo, ki bo sestavni del vloge za pridobitev vodne pravice oz. pridobitev vodnega dovoljenja.

5.1 Hidrogeološka spremljava in hidrogeološka raziskovalna dela - testiranja

5.1.1 Hidrogeološka spremljevalna dela in svetovanje

Hidrogeološka spremljava izdelave vodnjakov mora potekati kontinuirano. Naloga hidrogeološke spremljave mora biti sledeča:

- ▶ nadzor nad vrtanjem posameznega vodnjaka ter pregledovanje in skladno s standardom SIST EN ISO 14688-2:2004 popisovanje izvrtanine,
- ▶ skladno s popisom izvrtanine izdelovati sproti geološki profil,
- ▶ beleženje urnih in dnevnih napredkov vrtanja ter beleženje globine začasne cevovte z obložno kolono $\Phi 406,4$ oz. $\Phi 298,5$ mm in vpis napredkov v dnevnik,
- ▶ beleženje pojavov podzemne vode in meritve globine do podzemne vode,
- ▶ po končanju vrtanja za uvodno tehnično kolono do projektirane globine preveriti izdelani geološki profil, ki ga je izdelala geološko hidrogeološka spremljava z geološkim profilom predmetnega PZI in podati pisno strinjanje s predlogom cevovte uvodno tehnične kolone skladno z načrtom za izvedbo – v primeru odstopanj med geološkim profilom, ki ga je izdelala spremljava in med geološkim profilom predmetnega PZI **je potrebno** takoj obvestiti projektanta in nadzor,
- ▶ še pred vgradnjo uvodno tehnične kolone izmeriti dimenzije posameznih cevi (dolžina (L) in debelina stene (d)),
- ▶ prisotnost pri cementaciji vmesnega prostora med ostenjem in zunanjo steno uvodno tehnične kolone ter beležiti količine porabljenega cementa, vode, količino izdelane cementne suspenzije,
- ▶ prisotnost pri morebitni docementaciji in beležiti uporabljeni višek materiala (cementa),

- ▶ po končanju vrtanja za produkcijsko kolono do projektirane globine preveriti izdelani geološki profil, ki ga je izdelala geološko hidrogeološka spremljava z geološkim profilom predmetnega PZI in podati pisno strinjanje s predlogom cevitve produkcijske kolone skladno z načrtom za izvedbo – v primeru odstopanj med geološkim profilom, ki ga je izdelala spremljava in med geološkim profilom predmetnega PZI **je potrebno** takoj obvestiti projektanta in nadzor,
- ▶ še pred vgradnjo produkcijske kolone izmeriti dimenzije posameznih cevi in filtrov (dolžine cevi (L), debelino stene cevi (d) in višino mostu (v_n) ter pobrusiti in odstraniti morebitne ostanke pri izdelavi mostu »t.i. špene«) ter v primeru neenakih dolžin cevi, določiti žurnal cevitve,
- ▶ določati način čiščenja in aktivacije posameznega vodnjaka (enojni, dvojni bat, dvojni air-lift, ...),
- ▶ določati čas trajanja posameznega načina čiščenja in aktivacije vodnjaka,
- ▶ pri vgradnji zasipa kontrolirati skladnost zasipa s PZI ter kontrolirati količine in globino posamezne faze vgradnje,
- ▶ meritve vsebnosti mulja in peska v usedalniku ter meritve motnosti vode (preko turbidimetra),
- ▶ meritve pretoka tekom air-lifta ali črpanja s potopno črpalko pri finalni aktivaciji in meritve gladine podzemne vode,
- ▶ podati oceno o končanju aktivacije,
- ▶ meritve posedanja filterskega zasipa in sodelovanje in vmesne meritve med dosipavanjem zasipa,
- ▶ foto dokumentiranje vseh faz izdelave posameznega (raziskovalnega) vodnjaka,
- ▶ vodenje od izvajalca gradbenih oz. vrtalnih del neodvisen gradbeni dnevnik in
- ▶ po končanju hidrogeoloških testiranj izvede pregled posameznega vodnjaka s potopno kamero ter opravi osnovne karotažne meritve skladno s *poglavjem 4.1.2.3.*

Posnetek vodnjakov s potopno kamero je sestavni del PID-a.

5.1.2 Hidrogeološko testiranje (raziskovalnih) vodnjakov

Hidrogeološko testiranje in obdelava podatkov testiranja mora biti skladna s standardom:

- ⇒ kSIST FprEN ISO 22282-4:2012 (Geotehnično preiskovanje in preizkušanja - Hidrogeološke preiskave - 4. del: Črpalni preizkus (ISO/FDIS 22282-4:2011); Geotechnical investigation and testing - Geohydraulic testing - Part 4: Pumping tests (ISO/FDIS 22282-4:2011).

Prav tako pa mora biti stopenjski črpalni preizkus (t.i. step test) smiselno skladen z navodilom objavljenim na spletnem portalu DRSV.

Hidrogeološko testiranje vodnjakov se naj prične, ko so vsi vodnjaki izdelani in očiščeni oz. aktivirani. Vsa ustja vodnjakov **morajo biti predhodno, še pred izvedbo hidravličnih testov, geodetsko posneta.**

Črpalni poskusi na črpalnih vodnjakih Faze 1 se mora obvezno izvesti s potopno črpalko izdatnosti vsaj 40 l/s pri $H = 20$ m. Dvižni vodi morajo biti premera min. DN100. Odvodni cevovod pa mora biti

premera min. DN125. Črpalni poskus na črpalnem vodnjaku Faze 2 (ČV-3/26) se mora obvezno izvesti s potopno črpalko izdatnosti vsaj 17 l/s pri $H = 20$ m. Dvižni vodi morajo biti premera min. DN80. Odvodni cevovod pa mora biti premera min. DN100. Izvajalec hidravličnih testiranj si mora zagotoviti za izvedbo črpalnih preizkusov tudi ustrezni električni omarici za mehki zagon potopnih črpalk. Priporočamo, da sta zagonski omarici frekvenčno regulirana.

Po končani izdelavi (raziskovalnih) vodnjakov bo potrebno sprva črpalne vodnjake nato pa še ponikalna vodnjaka hidrogeološko in hidravlično testirati. V okviru hidrogeološkega in hidravličnega testiranja vodnjakov bo potrebno izvesti sledeče aktivnosti:

- 1) stopenjski črpalni poskus skladno s standardi in s smernicami za vrtanje v plitvi geotermiji do globine 300 m (preglednica 5.8-28 str. 69/90) z vsaj 4 količinami črpanja, v trajanju črpanja ene količine min. 2 uri, za določitev linearnih in nelinearnih uporov na posameznem črpalnem vodnjaku in izračunati učinkovitost posameznega vodnjaka,
- 2) daljši črpalni poskus na posameznem črpalnem vodnjaku skladno s standardi in s smernicami za vrtanje v plitvi geotermiji do globine 300 m (preglednica 5.8-28 str. 69/90) v trajanju min. 72 ur/vodnjak,
- 3) izvedba nalivalno ponikalnega testa na vsakem ponikalnem vodnjaku in
- 4) črpalno ponikalni test v trajanju min. 48 ur, kot simulacija obratovanja sistema.

Opozorilo: Elektro strojna oprema, potopni kabli, merska oprema in dvižni vodi nameščeni v črpalne vodnjake morajo biti pred montažo **dezinficirani**. Predlagamo, da se dezinfekcija opravi s 7 – 10% vodikovim peroksidom (H_2O_2). Za dezinfekcijo se ne sme uporabljati sredstev na bazi klora (npr. hipoklorit, raztopina HCl, ipd.).

Vsi črpani preizkusi morajo biti izvedeni v obdobju čim manjšega naravnega nihanja gladine podzemne vode (ne ob padavinah oz. ne takoj po padavinah).

5.1.2.1 Stopenjski črpalni poskus na črpalnih vodnjakih

Izvedli se bodo ločeno trije stopenjski črpalni preizkusi, in sicer na vodnjakih:

1. Faza 1; ČV-1/26,
2. Faza 1; ČV-2/26 in
3. Faza 2; ČV-3/6.

5.1.2.1.1 Stopenjski črpalni preizkus na vodnjakih Faze 1

Testirata se oba vodnjaka ČV-1/26 in ČV-2/26 posebej. Priporočamo, da so količine med stopenjskim črpalnim preizkusom skladne z literaturo oz. takšne, da je že druga količina t.i. delovna max. količina, ki jo bo rabila Faza 1 (29 l/s). Stopenjski črpalni poskus oz. analiza znižanja (t.i. step test) je namenjen predvsem testiranju vodnjaka in se mora izvajati obvezno z vsaj štirimi (4) količinami črpanja, ki se črpajo enako dolgo v trajanju črpanja posamezne količine min. 120 – 180 min. Predlagamo stopnje 23,0 l/s, 28,0 l/s, 33,0 l/s in 38,0 l/s.

5.1.2.1.2 Stopenjski črpalni preizkus na vodnjaku Faze 2

Priporočamo, da so količine med stopenjskim črpalnim preizkusom skladne z literaturo oz. takšne, da je že druga količina t.i. delovna max. količina, ki jo bo rabila Faza 2 (13 l/s). Stopenjski črpalni poskus oz. analiza znižanja (t.i. step test) je namenjen predvsem testiranju vodnjaka in se mora izvajati obvezno z vsaj štirimi (4) količinami črpanja, ki se črpajo enako dolgo v trajanju črpanja posamezne količine min. 120 – 180 min. Predlagamo stopnje 10,0 l/s, 13,0 l/s, 15,0 l/s in 17,0 l/s.

5.1.2.1.3 Izvedba in obdelava stopenjskega črpalnega preizkusa

Črpana voda med testiranjem se mora odvajati izven vplivnega območja, in sicer v meteorno kanalizacijo, v kolikor se pa pridobi mnenje oz. soglasje rejonske ribiške družine, pa se lahko voda črpa tudi v reko Savo. Trasa cevovoda za izvajanje posameznega stopenjskega črpalnega preizkusa predvsem pa za testiranje vodnjakov bo detajlno določena na uvodu v delo. Trasa cevovoda bo potekala po parceli, ki je v celoti last investitorja.

Obdelava stopenjskega črpalnega preizkusa mora biti po standardizirani metodi Hantush – Bierschenk in Rorabaugh. Na podlagi stopenjskega črpalnega poskusa se morajo za vsak črpalni vodnjak izračunati ter interpretirati linearne ter nelinearne izgube oz. izgube zaradi vodonosnika in izgube zaradi lastnosti vodnjaka ter podati **učinkovitost vodnjaka**.

Med stopenjskim črpalnim preizkusom morajo biti v črpanem vodnjaku zagotovljene kontinuirane meritve nivoja (h), temperature (T) in električne prevodnosti (μ) podzemne vode preko avtomatskega merilnika oz. sonde z avtomatskim beleženjem podatkov. V preostalih dveh črpalnih vodnjakih, v ponikalnih vodnjakih in v piezometrih pa se preko merske sonde kontinuirano meri le nivo in temperatura podzemne vode. Objekti opazovanja so:

- ⇒ črpani vodnjak; (kontinuirano se meri h, T in μ),
- ⇒ preostala dva črpalna vodnjaka, ki se trenutno ne testirata,
- ⇒ ponikalna vodnjaka PV-1/26 in PV-2/26; (kontinuirano se meri h in T) in
- ⇒ piezometri PV-1/24, PV-2/24 in PV-3/24; (kontinuirano se meri h in T).

Pogostost odvzema podatkov avtomatskih sond naj bo:

- ⇒ Ob pričetku črpanja in ob vsakem povečanju črpanja je potrebno prvih 10 minut nastaviti na sondi (trenutno črpanega) črpalnega vodnjaka čas odvzema podatkov (Δt) na 4 sekunde.
- ⇒ Po 10 minutah črpanja določene količine se čas odvzema podatkov nastavi na 1 minuto.
- ⇒ Pred ugasnitvijo črpalke se čas odvzema podatkov nastavi na 4 sekunde.
- ⇒ Po 10 minutah se čas odvzema nastavi na 1 minuto in se opazuje dvig min. 12 h po ugasnitvi črpalke.
- ⇒ Na preostalih črpalnih vodnjakih, na ponikalnih vodnjakih in v piezometrih naj bo sonda nastavljena na odvzem podatkov na vsako minuto.

Med izvajanjem stopenjskega črpalnega preizkusa je potrebno izvajati tudi:

- ⇒ kontrolne ročne meritve gladine podzemne vode v **vseh** objektih opazovanja in
- ⇒ meritve pretoka črpane vode, in sicer:
 - takoj ob pričetku črpanja oz. takoj po povečanju črpanja,
 - po pol ure črpanja posamezne količine,
 - tik pred povečanjem črpanja in
 - tik pred ugasnitvijo potopne črpalke.

Predlagamo, da meritve pretoka potekajo preko pretokomera. V kolikor izvajalec nima ustreznega pretokomera, mora pretok meriti bodisi preko umerjene Prandtlove cevi ali pa na iztoku cevovoda preko bazena prostornine več, kot 1000 l, kar pri predvidenem max. pretoku zagotavlja čas meritve več, kot 25 – 30 sekund. V kolikor bo izvajalec meril pretok v bazen, je potrebno meritve pretoka ponoviti vsaj 3 krat ter nato podati povprečno vrednost pretoka.

Opozorilo: Izvajalec hidravličnega testiranja – stopenjskih črpalnih preizkusov (3 kom.) si bo moral predhodno izdelati in natisniti ločene razpredelnice, v katere bo vpisoval v odvisnosti od časa meritve podatke ročnih meritev (gladine podzemne vode in pretok). Vsaka razpredelnica, na kateri bo poleg datuma tudi ime opazovanega objekta bo izdelana za vsaki opazovani objekt posebej. Kopije razpredelnic bodo, kot priloga, sestavni del poročila za investitorja.

5.1.2.2 Daljši črpalni poskusi na črpalnih vodnjakih v trajanju min. 72 ur

Izvedli se bodo ločeno trije daljši črpalni preizkusi, in sicer na vodnjakih:

1. Faza 1; ČV-1/26,
2. Faza 1; ČV-2/26 in
3. Faza 2; ČV-3/6.

5.1.2.2.1 Črpalni preizkus na vodnjakih Faze 1

Testirata se oba vodnjaka ČV-1/26 in ČV-2/26 posebej. Priporočamo, da so količine med črpalnim preizkusom skladne z literaturo in s standardom oz. da se bo črpalo ca. 33% več, kot bo maksimalna raba, kar zneso 38 l/s. Črpalni poskus je namenjen predvsem testiranju vodonosnika.

5.1.2.2.2 Črpalni preizkus na vodnjaku Faze 2

Priporočamo, da je črpana količina iz ČV-3/2 med črpalnim preizkusom skladna z literaturo in naj ne bo manjša od 16,3 l/s.

5.1.2.2.3 Izvedba in obdelava črpalnih preizkusov

Daljši črpalni poskus je namenjen predvsem testiranju hidravličnih in bilančnih lastnosti vodonosnika ter se mora izvajati obvezno z optimalno črpamo količino, ki mora skladno s standardom SIA 384/7 biti vsaj za ca. 33% (za eno tretjino) presegati predvideno maksimalno količino črpanja vode med obratovanjem, kar znese pri posameznem črpalnem vodnjaku Faze 1 ca. 38 l/s, pri črpalnem

vodnjaku Faze 2 pa ca. 17 l/s. Vsak črpalni poskus se mora skladno s smernicami izvajati vsaj 72 ur. Glede na to, ker na testiranem hidravličnem polju ne bo 3F vira električne energije bo potrebno električno energijo zagotoviti preko dveh agregatov.

Parametri električne energije za priklop potopne črpalke oz. potrebni 3F višek električne energije na gradbišču znaša dve vtičnici za:

1. $p_{min.} = 18,5 \text{ kW}$, $3 \times 400\text{V}$ in $I_{obr. min.} = 3 \times 42,0\text{A}$ in
2. $p_{min.} = 15,0 \text{ kW}$, $3 \times 400\text{V}$ in $I_{obr. min.} = 3 \times 34,0\text{A}$.

Črpana voda iz testiranega vodnjaka se mora **obvezno** odvajati v meteorno kanalizacijo, ki mora biti priključena na kanalizacijski sistem, v primeru pridobljenega mnenja oz. soglasja revirne ribiške družine, pa se lahko voda odvaja v reko Savo.

Med črpalnim preizkusom na posameznem črpalnem vodnjaku morajo biti zagotovljene kontinuirane meritve nivoja (h), temperature (T) in električne prevodnosti (μ) podzemne vode preko avtomatskega merilnika oz. sonde z avtomatskim beleženjem podatkov. Na preostalih črpalnih vodnjakih in na ponikalnih vodnjakih ter spremljevalnih piezometrih (Pz-1/24, Pz-2/24 in Pz-3/24) se preko merske sonde kontinuirano merijo le nivo in temperatura podzemne vode. Objekti opazovanja so:

- ⇒ črpani vodnjak; (kontinuirano se meri h, T in μ),
- ⇒ preostala dva črpalna vodnjaka, ki se trenutno ne testirata,
- ⇒ ponikalna vodnjaka PV-1/26 in PV-2/26; (kontinuirano se meri h in T) in
- ⇒ piezometri PV-1/24, PV-2/24 in PV-3/24; (kontinuirano se meri h in T).

Koordinate D96/TM opazovalnih piezometrov so prikazane v spodnji preglednici:

Oznaka vrtine	E D96 [m]	N D96 [m]	Z [m]	Globina [m]
Pz-1/24	450764,58	121479,39	350,47	41
Pz-2/24	450820,62	121383,49	349,44	40
Pz-3/24	450694,96	121303,70	350,52	40

Na oz. v črpanem vodnjaku je potrebno poleg gladine podzemne vode, skladno z navodilom DRSV, meriti tudi fizikalno kemijske parametre, in sicer električno prevodnost, pH in temperaturo. Poleg teh parametrov se naj obvezno kontinuirano merijo tudi:

- ⇒ ORP oz. Eh podzemne vode,
- ⇒ motnost,
- ⇒ kontrolno temperaturo podzemne vode,
- ⇒ kontrolno električno prevodnost in
- ⇒ vsebnost kisika v vodi.

Predlagamo, da izvajalec hidravličnega testiranja za kolenom dvžnih cevi na odvodni cevovod namesti vzorčevalno pipico.

Pogostost odvzema podatkov avtomatskih sond naj bo:

- ⇒ Ob pričetku črpanja je potrebno za prvih 10 minut črpanja nastaviti na sondah črpalnega vodnjaka in preostalih dveh nedelujočih vodnjakih čas odvzema podatkov (Δt) na 4 sekunde.
- ⇒ Po 10 minutah črpanja se čas odvzema podatkov nastavi na 1 minuto
- ⇒ Pred ugasnitvijo črpalke se čas odvzema podatkov na sondah črpalnega vodnjaka in preostalih dveh nedelujočih vodnjakih nastavi na $\Delta t = 4$ sekunde.
- ⇒ Po 10 minutah se čas odvzema ponovno nastavi na 1 minuto in se opazuje dvig min. 72 h po ugasnitvi črpalke (skladno s smernicami).
- ⇒ Na ponikalnih vodnjakih in na opazovalnih piezometrih naj bo pogostost odvzema podatkov nastavljena na 1 minuto.

OPOZORILO: Vse sonde morajo biti pred hidravličnim testiranjem nastavljena na isti čas.

Pogostost meritev fizikalno kemijskih parametrov črpane vode je potrebno meriti:

- ⇒ Prvih 10 minut črpanja na vsako minuto.
- ⇒ Med 10 in 30 minut po pričetku črpanja na 5 minut.
- ⇒ Med 30 in 120 minutah črpanja na 15 minut
- ⇒ V nadaljevanju na 60 minut.

Med izvajanjem črpalnega preizkusa je potrebno izvajati tudi:

- ⇒ kontrolne ročne meritve gladine podzemne vode v vseh osmih objektih opazovanja in
- ⇒ meritve pretoka črpane vode, in sicer:
 - takoj ob pričetku črpanja,
 - na vsakih 8 - 10 ur med trajanjem črpalnega preizkusa oz. vsaj 3 krat/dan.

Po končanju črpalnega poskusa se mora po ugasnitvi potopne črpalke spremljati še vsaj 72 ur dvig gladine podzemne vode v vodnjaku in v spremljevalnih vrtinah.

Na podlagi podatkov posameznega črpalnega poskusa (3 kom.) se mora črpalni poskus obdelati skladno s standardom SIST EN ISO 22282-4:2012, in sicer se morajo na podlagi standardiziranih izračunov za **nestacionarno stanje nivoja podzemne vode** pridobiti hidravlične karakteristike vodonosnika (T , k , S (n_{ef})) v območju vodnjaka, v območju med črpalni vodnjakom in spremljevalnimi objekti (piezometra in ponikalni vodnjak).

Opozorilo: Izvajalec hidravličnega testiranja si bo moral predhodno izdelati in natisniti ločene razpredelnice, v katere bo vpisoval, v odvisnosti od časa meritve, podatke ročnih meritev (meritve fizikalno kemijskih parametrov črpane vode, gladine podzemne vode

in pretok). Vsaka razpredelnica, na kateri bo poleg datuma tudi ime opazovanega objekta bo izdelana za vsaki opazovani objekt posebej. Kopije razpredelnic bodo, kot priloga, sestavni del poročila za investitorja.

Po končani obdelavi črpalnih poskusov se mora izračunane rezultate obvezno interpretirati.

5.1.2.3 *Kemijska analiza podzemne vode.*

Med izvajanjem hidravličnega testa se mora vzorčiti podzemna voda in izvajati meritve fizikalno kemijskih parametrov. Vzorčenje mora potekati skladno s standardom SIST EN ISO 22475-1:2007. Pogostost meritev in merjeni parametri so opisani v prejšnjem poglavju.

Rezultati meritev fizikalno kemijskih parametrov se morajo interpretirati skladno s standardiziranimi metodami. Vsaka sprememba fizikalno kemijskega parametra v podzemni vodi med izvajanjem črpalnega preizkusa mora biti interpretirana (npr. sprememba v napajanju, dotok globlje ali pa plitvejše cirkulacije, ...).

Kemijska analiza podzemne vode iz proučevanega vodonosnika je bila izvedena v letu 2025. Glede na zelo zadovoljivo kemijsko stanje podzemne vode, dodatni odvzem vzorcev in dodatna kemijska analiza podzemne vode v pooblaščenem laboratoriju ni potrebna.

5.1.2.4 *Nalivalno ponikalni test na PV-1/26 in PV-2/26*

V vsako ponikalnico se bo odvajala polovica predvidenega maksimalnega pretoka (ca. 21 l/s) oz. skladno s standardom SIA 546 384/7: 2015 ca. 27 l/s. Nalivalno ponikalni test na posameznem ponikovalnem vodnjaku se mora opraviti z vsaj štirimi količinami v trajanju ponikanja posamezne količine min. 2 uri. Predlagamo količine 25,0 l/s, 28,0 l/s, 31,0 l/s in 25,0 l/s. Nalivana voda se naj črpa iz črpalnega vodnjaka podobno, kot črpalno ponikovalni test.

Prvo se 2 uri naliva prva količina in opazuje dvig. Po prenehanju nalivanja se 2 uri opazuje padec nivoja do kvazistacionarne kote podzemne vode. Nato se postopek ponovi z drugo, s tretjo in s četrto količino.

V (testiranem) ponikalnem vodnjaku in tudi v sosednjem trenutno netestiranem ponikalnem vodnjaku in v piezometru Pz-3/24 morajo biti obvezno nameščene tlačne in temperaturne sonde. Pogostost odvzema podatkov avtomatske sonde naj bo:

- ⇒ Ob pričetku nalivanja je potrebno prvih 10 minut nastaviti čas odvzema podatkov (Δt) na 4 sekunde.
- ⇒ Po 10 minutah nalivanja določene količine se čas odvzema podatkov nastavi na 1 minuto
- ⇒ Pred koncem nalivanja se čas odvzema podatkov nastavi na 4 sekunde.
- ⇒ po 10 minutah se čas odvzema nastavi na 1 minuto in se meri padanje gladine podzemne vode.

Med izvajanjem nalivalno ponikalnega preizkusa je potrebno izvajati tudi:

- ⇒ kontrolne ročne meritve gladine podzemne vode v obeh ponikalnih vodnjakih in
- ⇒ meritve pretoka črpane vode, in sicer:
 - takoj ob pričetku črpanja,
 - na pol ure črpanja posamezne količine in
 - tik pred ugasnitvijo potopne črpalke.

Posamezni ponikalni nalivalni preizkus (2 kom.) se mora obdelati tudi po standardiziranih metodah za nestacionarno stanje, in sicer:

- ⇒ dvig gladine podzemne vode: Jacobova metoda in
- ⇒ padec gladine: Theisova metoda.

Ker se bo med nalivalno ponikalnim testom v ponikalnem vodnjaku vzpostavilo stacionarno stanje se morajo hidravlične prepustnosti zgornjega in srednjega dela vodonosnika v katerih bo izdelana ponikalnica izračunati po vsaj treh metodah za nestacionarno stanje (standard SIST EN 22282-2:2012(E) in metode npr.: Lefranca, Berbedetta, Hvorsleja, Lefranc – Mandela, ...). Pri obdelavi stacionarnega stanja nalivalnega preizkusa je potrebno upoštevati, da bo v vodnjaku turbulenten tok ter bodo zaradi tega večje nelinearne izgube, ki bodo popačile meritve višine dviga vode ob vzpostavitvi stacionarnosti.

5.1.2.5 Črpalno ponikalni test v trajanju min. 48 uri.

Po končanem nalivalnem poskusu se naj naslednji dan opravi še črpalno ponikalni test, in sicer se črpane količine iz črpalnega polja, ki ne smejo biti manjše od predvidenih maksimalnih obratovalnih količin ($Q_{min.} \approx 41 \text{ l/s}$), odvaja v ponikalna vodnjaka PV-1/26 in PV-2/26. Vodo se mora črpati iz enega od vodnjakov Faze 1 in iz vodnjaka Faze 2.

Med izvajanjem črpalno ponikalnega testa se mora obvezno kontinuirano spremljati:

- ⇒ znižanje, električno prevodnost in temperaturo vode v črpalnih vodnjakih,
- ⇒ nivo vode v nečrpanem vodnjaku,
- ⇒ nivo vode v opazovalnih piezometrih Pz-1/24, Pz-2/24 in Pz-3/24,,
- ⇒ dvig gladine vode v ponikovalnih vodnjakih in
- ⇒ pretok vode na cevovodih.

Pogostost odvzema podatkov avtomatskih sond naj bo:

- ⇒ Ob pričetku črpalno ponikalnega testa je potrebno za prvih 10 minut črpanja nastaviti na sondah v črpanih vodnjakih, v nečrpanem vodnjaku in v ponikalnih vodnjakih čas odvzema podatkov (Δt) na 4 sekunde.
- ⇒ Po 10 minutah črpanja se čas odvzema podatkov nastavi na 1 minuto.

- ⇒ Pred ugasnitvijo črpalk se čas odvzema podatkov nastavi na 4 sekunde.
- ⇒ Po 10 minutah se čas odvzema ponovno nastavi na 1 minuto in se opazuje na črpalnih vodnjakih dvig in na ponikalnih vodnjakih padanje gladine vode min. 24 h po ugasnitvi črpalke.
- ⇒ Na opazovalnih piezometrih naj bo čas odvzema podatkov (Δt) nastavljen na 1 minuto.

Po končani obdelavi črpalno ponikalnega poskusa se mora testno polje računsko obdelati, izračunane rezultate pa obvezno interpretirati ter podati napoved za dolgoročno obratovanje.

5.1.3 Izdelava poročil

Izvajalec hidrogeološke spremljave in testiranja vodnjakov bo moral izdelati štiri različna poročila, in sicer:

- ⇒ PID vodnjakov, izdelan skladno s Pravilnikom o projektni in drugi dokumentaciji ter obrazcih pri graditvi objektov (Uradni list RS, št. 30/23),
- ⇒ Navodilo o obratovanju in o vzdrževanju izdelanih (raziskovalnih) vodnjakov.
- ⇒ Poročilo o opravljenih aktivnostih in o rezultatih preiskav z interpretacijo skladno z Evrokod 7.
- ⇒ Hidrogeološko poročilo za pridobitev vodnega dovoljenja za neposredno rabo vode za potrebe pridobivanja toplote; katerega vsebina je predstavljena na spletnem portalu DRSV. V to poročilo se naj vnesejo podatki iz poročila o opravljenih aktivnostih in o rezultatih preiskav z interpretacijo skladno z veljavnimi standardi in smernicami oz. izračunane hidravlične prepustnosti (K), radia črpanja (R), medsebojnega vpliva med vodnjaki in izračunane efektivne poroznosti (n_e), dobljene na podlagi izvedenih črpalnih preizkusov in obdelave.

Poročilo izdelano v skladu z Evrokod 7 je namenjeno investitorju in bo služilo kot evidenca obstoječega stanja. Zaradi navedenega mora izvajalec vse surove podatke o preiskavah predati investitorju, in sicer:

- ⇒ kopije datotek vseh merskih aparatov, ki so kontinuirano beležile podatke (.txt datoteke sond za meritve nivoja, temperature, električne prevodnosti,...) in
- ⇒ skenirane formularje in preglednice vseh izvedenih ročnih meritev.

Vsa poročila morajo biti investitorju predana v 5 tiskanih izvodih in v neaktivni digitalni (.pdf) obliki. Slednje poročilo bo tudi sestavni del DZO v elektronski in fizični obliki skladno s Pravilnikom o projektni in drugi dokumentaciji ter obrazcih pri graditvi objektov (Uradni list RS, št. 30/23).

5.2 Projektantski nadzor

Projektantski nadzor, ki ga lahko izvaja le ustrezno usposobljeni strokovnjak univerzitetne izobrazbe geološke ali rudarsko, geotehnološke smeri z vpisom v register IZS, mora potekati ob ključnih situacijah, in sicer:

- ⇒ pri geodetski zakoličbi osi vodnjakov,
- ⇒ pred in med vrtnimi deli ter pregledati ureditev gradbišča skladno z okoljskimi smernicami in predmetnim PZI Načrtom 7,

- ⇒ pred cevitvijo z uvodno tehnično kolono, kjer se mora pregledati in izmeriti globino pete vrtine, izmeriti premere ter dolžine polnih cevi, debelino stene cevi, preveriti se mora certifikat materiala cevi,...
- ⇒ med cementacijo vmesnega prostora med ostenjem in zunanjo steno uvodno tehnične kolone,
- ⇒ pred cevitvijo s produkcijsko kolono, kjer se mora pregledati in izmeriti globino pete vrtine, izmeriti premere ter dolžine filtrov in polnih cevi, debelino stene cevi in filtrov, tip filtra in odprtost filtra, usedalnik z dnom, preveriti se mora certifikat materiala cevi,...
- ⇒ ob pričetku in ob koncu čiščenja in aktivacije,
- ⇒ ob pričetku posameznega hidravličnega testa in
- ⇒ ob končanju posameznega hidravličnega testa.

6 OPIS MOREBITNIH SPREMEMB V FAZI IZVEDBE

6.1 Faza gradbenih del izdelave vodnjakov

V fazi izdelave (raziskovalnih) vodnjakov so sicer možna odstopanja, vendar pri ključnih parametrih odstopanj ne dovoljujemo, in sicer:

- ⇒ Način vrtanja za uvodno tehnično kolono $\Phi 449 - 425$ mm: Vodnjak se lahko vrta tudi z ostalimi rotacijskimi in rotacijsko udarnimi tehnikami (over burden, spirala,...) brez ekcentra (razširjevalca).
- ⇒ Način vrtanja produkcijske kolone $\Phi 244,5$ mm: Vodnjak se bo vrta po sistemu nadprofilnega vrtanja z nadprofilnim dletom in z globinskim kladivom s hkratno cevitvijo zaščitne obložne kolone. Ostale tehnike npr. rotacijske tehnike vrtanje s podprofilnim dletom s hkratno cevitvijo (over burden, spirala,...) **niso dovoljene**.
- ⇒ Uporaba izplake ni dovoljena.
- ⇒ Cevitev vodnjakov ČV-1/2, ČV-2/26, PV-1/266 in PV-3/26 z liner produkcijsko konstrukcijo ni dovoljena. Liner konstrukcija pri pretokih nad 20 – 25 l/s dokazano potegne s seboj probleme, in sicer se območja tik pod prelazom do filtrov ne da aktivirati in ob zagonu potopne črpalke voda pogosto zakali oz. polni z muljem usedalnik. Iz raziskav je razvidno, da je vodonosnik sestavljen pretežno iz glinastega proda s peskom (GC) in slabo raduiranega proda z glino in s peskom (GP-GC). Tesnitev prelaza pa zaradi vrtanja po sistemu hkratne cevitve ni možna.
- ⇒ Material cevitve: Pri vseh vodnjakih odstopanj od materiala cevitve EN 1.4301 ni. Vodnjaki se namreč delajo dolgoročno.
- ⇒ Material filtrskega zasipa: Karbonatni filtrski zasip je **prepovedano vgrajevati**. Po projektu je predviden dva do trikrat prani kremenčev filtrski zasip ekv. Kema Puconci (Murexin). Kremenčev filtrski zasip s primesmi glinene frakcije je **prepovedano vgrajevati**. Namesto kremenčevega filtrskega zasipa je dovoljeno vgrajevati steklene kroglice projektirane granulacije.
- ⇒ Ureditev ustja črpalnega in ponikalnega vodnjaka: Sprememba je dovoljena le s pisnim dovoljenjem projektanta in nadzornika.

V kolikor pride do spremembe projekta:

- ⇒ Za odmik od projekta mora izvajalec narediti nov tehnološki elaborat in ga dati v potrditev projektantu, naročniku ter strokovnemu nadzoru, ki poleg tehničnega dela vsebuje tudi predlog morebitne terminske in finančne spremembe.

7 OPIS PRIČAKOVANIH VPLIVOV NA OKOLICO

7.1 Podatki o obstoječi napravi

Stanovanjska soseska »Ob Savi«, Huje v Kranju je šele v fazi projektiranja. Čas gradnje je predviden v letu 2026 / 2028.

7.1.1 Alternativne rešitve v zvezi s posegom

Kot alternativa v okviru plitve geotermije bi lahko bila še najbolj primerljiva uporaba zemeljskega kolektorjev zemlja – voda oz. t.i. geosond. Glede na to, ker bo stanovanjska soseska za obratovanje potrebovala skupno ca. 740 kW toplotne moči bi po grobem izračunu glede na geološki profil potrebovali med 9.100 in 9.300 m geosond oz. ca. 60 – 64 geosond globine 150 m, kar pa je finančno neprimerljivo dražje od predvidenega posega, poleg tega pa na območju stanovanjske soseske ni ustreznega prostora za takšno izvedbo, razen če bi del geosond umestili pod temelje objektov.

V PZI Načrt 7 je izbrani najoptimalnejši način izgradnje, in sicer vrtanje s hkratnim cevljenjem z zaščitno kolono. Kot medij za iznos navrtanine se uporablja komprimirani. Alternativni metodi vrtanja sta:

- ⇒ Bagerski izkop, ki je glede količin pretočnosti še najbolj primerljiv, saj bi za obratovanje potrebovali zgolj tri plitvejša vodnjake večjega premera. Faza 1 bi bila cevljena z INOX konstrukcijo 609,6 x 8 mm, Faza 2 in ponikalnice pa z INOX konstrukcijo 508,0 x 7 mm. Ta alternativna rešitev je bila sprva predvidena za realizacijo. Ta rešitev bi bila optimalna, v kolikor bi sediment vseboval do ca. 10 – 15 % konglomerata. Ker pa je kvartarni sediment na proučevanem območju sestavljen iz večjega deleža konglomeratov, bi bila metoda z izkopom zaradi uporabe sekača dražja od projektirane rešitve.
- ⇒ Vrtanje z izplako, ki je okoljsko neprimerno (zmanjšanje transmisivnosti vodonosnika, uporabljena izplaka je odpadek in ga je potrebno odpeljati in deponirati, ...).
- ⇒ Reverzno vrtanje z izplako, ki je še dražje in enako, kot v prejšnjem odstavku okoljsko neprimerno (zmanjšanje transmisivnosti vodonosnika, uporabljena izplaka je odpadek in ga je potrebno odpeljati in deponirati, ...), poleg tega pa bi potrebovali ogromno vode za izdelavo izplake, ki bi se izgubljala v poroznem mediju.

7.1.2 Podatki glede predvidenih emisij snovi in energije v okolje

Kakšnih večjih emisij snovi in energije v okolje se med izdelavo (raziskovalnih) vodnjakov ne pričakuje.

7.1.2.1 Podatki glede predvidenih emisij snovi in energije v okolje med gradnjo

7.1.2.1.1 Emisije onesnaževal v tla

Manjše emisije onesnaževal v tla bodo možne le ob havariji ter uporabi tehnično ne brezhibne mehanizacije. Ob upoštevanju ukrepov emisij v tla ne pričakujemo.

7.1.2.1.2 Emisije onesnaževal v vode

Emisije onesnaževal v podzemne vode bodo možne le ob havariji pri izdelavi vodnjakov. Slednje je možno le ob uporabi ne vzdrževane in tehnično pomanjkljive mehanizacije, predvsem vrtalne garniture in kompresorja.

Ob upoštevanju ukrepov emisij v podzemne vode ne pričakujemo.

7.1.2.1.3 Emisije hrupa

Glavni viri hrupa med gradnjo bodo vrtalna garnitura, agregat, kompresor, kamion prekucnik in rovokopač. Vse lokacije izgradnje vodnjakov, so na območju preseganja vrednosti hrupa za III. stopnjo varstva pred hrupom (ponoči 55 dBA in 65 dBA podnevi).

Dela se bodo izvajala zgolj ob delavnikih in le izjemoma ob sobotah dopoldan tako, da ob brezhibno vzdrževani mehanizaciji povišanje kazalcev hrupa v okolje ne bo.

7.1.2.1.4 Emisije onesnaževal v zrak

Emisije onesnaževal v zrak bodo povezane z gradnjo in bodo posledica izvajanja vrtalnih in zemeljskih del. Med deli je za pričakovati manjše emisije delcev PM10 in prašnosti ter izpušnih plinov. Ker med vrtalnimi deli gradbena mehanizacija ne bo na delovišču in obratno, po končanju gradnje vodnjaka, še pred pričetkom gradbenih del gradnje soseske »Ob Savi«, se vrtalna garnitura in kompresor umakneta, emisije onesnaževal v zrak ne bodo presežene. Med gradbenimi deli bo največja intenziteta mehanizacije, ki bi lahko naenkrat obratovala, en kamion prekucnik, en hiab, kompresor in vrtalna garnitura. Skratka onesnaženost zraka z delci PM10 bo v času gradnje majhna, mnogo manjša kot promet po Savski cesti, kaj šele kot promet po nadvozu Primskovo.

7.1.2.1.5 Emisije toplogrednih plinov (TGP)

Emisije TGP bodo posledica delovanja motorjev z notranjim izgorevanjem. Med gradnjo vodnjakov bosta hkrati delovala vrtalna garnitura in kompresor, med gradnjo morebitnih platojev bo delovala zgolj ena gradbena mehanizacija (rovokopač), med nakladanjem pa izjemoma rovokopač in kamion prekucnik. Izjemoma v kolikor bo izvajalec z deli zamujal, lahko na delovišču obratuje poleg rovokopača in kamiona prekucnika tudi avtodvigalo (hiab).

Emisije TGP bodo v okolico zanemarljive ter bodo mnogo manjše, kot že obstoječe emisije prometa v okolici.

7.1.2.1.6 Ostale emisije (EMS, ionizirajoče sevanje, svetloba, ...)

Ostalih emisij, ki bi jih kakor koli lahko zaznali v okolje ne predvidevamo oz. jih ne bo.

7.1.3 Opis organizacije gradbišča in izvajanja gradbenih del

Organizacijo delovišča bo moral izvajalec podati v elaboratu o ureditvi delovišča, ki ga bo pred začetkom del predal investitorju. V elaboratu morajo biti obdelani posebni varnostni ukrepi za delovišče.

Delovišče bo moralo biti urejeno tako, da se bodo dela vključno z manipulativnimi površinami izvajala le na parcelah v lasti investitorja ter na parcelah, kjer bodo izdelani vodnjaki. Dovoz garniture, materiala, kompresorja, delovne sile,... se bo moral odvijati izključno po obstoječi dovozni poti po Savski cesti.

V elaboratu bo potrebno upoštevati:

- ⇒ Dela se bodo izvajala na že obstoječem gradbišču – na območju že potekajo zemeljska dela.
- ⇒ Delovišče izgradnje vodnjaka, čeprav bo znotraj gradbišča, mora biti zavarovano proti okolici, zato je potrebno pred pričetkom del lokalno gradbišče ograditi, onemogočiti dostop do objekta ostalim nepristojnim osebam na gradbišču. V ureditvi gradbišča oziroma varnostnem načrtu mora biti detajlno opredeljeno kdo ima dostop na gradbišče v času del.
- ⇒ Investitor oz. njegov nadzornik mora gradbišče označiti z gradbiščno tablo pred začetkom del pri vseh gradnjah, za katere je bilo izdano gradbeno dovoljenje. V našem primeru, čeprav se bo vrtalo brez gradbenega dovoljenja (enostavni objekti), je zaradi redkosti takšne gradnje, gradbiščna tabla smiselna.
- ⇒ Gradbiščna tabla mora biti postavljena na vidnem mestu ob vhodu na gradbišče posamezne gradnje vodnjaka in mora biti premična.

Na gradbiščni tabli, v kolikor se jo bo postavilo, morajo biti po vrsti napisani naslednji podatki:

1. podatki o vrsti objekta glede na namen in o vrsti gradnje,
2. podatki o investitorju,
3. podatki o projektantih in podatek o odgovornem projektantu oziroma če je odgovornih projektantov več, podatek o odgovornem vodji projekta (čeprav pridobitev gradbenega dovoljenja ni potrebna) ter projekta za izvedbo,
4. podatki o izvajalcih in podatek o odgovornem vodji del oziroma, če je odgovornih vodij del več, podatek o odgovornem vodji gradbišča in
5. podatki o nadzorniku in podatki o odgovornem nadzorniku.

Podatki na tabli morajo biti zapisani v slovenskem jeziku,

- na delovišču bo potrebno urediti predpisano poljsko stranišče (kontejner), v kolikor ne obstaja,

- na delovišču je potrebno redno voditi predpisane knjige.

Tehnološka shema območja gradbišča in ureditve delovišča je prikazana v lokacijskih prikazih tega PZI Načrt 7 (*risbi L. 03.1., L. 03.2., L.03.3., L.04.1. in L.04.2.*).

7.1.3.1 Predvideni obratovalni čas gradbišča

Obratovanje gradbišča bo potekalo med delovniki in izjemoma ob sobotah, in sicer:

- ⇒ nedelovniki od 7. do 17. ure in
- ⇒ ob sobotah od 7. do 13. ure.

Ob nedeljah in praznikih se dela ne bodo izvajala.

7.1.3.2 Trajanje in terminski plan izvedbe del

Gradnja (raziskovalnih) vodnjakov, testiranje vodnjakov do pridobitve vodne pravice bo trajala max. 210 delovnih dni, in sicer:

- | | |
|---|--------------------------|
| ⇒ pripravljala dela in pridobitev mnenj, dovoljenj in soglasij: | ca. 25 – 30 delovnih dni |
| ⇒ izgradnja vodnjakov: | ca. 65 – 70 delovnih dni |
| ⇒ hidravlično testiranje vodnjakov: | 25 - 30 delovnih dni |
| ⇒ izdelava PID, DZO, HG poročila in kemijske analize vode: | 30 – 40 delovnih dni |
| ⇒ pridobitev vodnega dovoljenja: | 30 - 40 dni |

Terminski plan bo sestavni del Tehnološkega elaborata, ki ga bo moral izvajalec izdelati pred posegom v okolje.

7.1.3.3 Obveznosti delodajalca v času gradnje

Izvajalec gradnje vodnjakov je kot delodajalec dolžan zagotoviti varnost in zdravje delavcev v zvezi z delom. V ta namen mora izvajati ukrepe, potrebne za zagotovitev varnosti in zdravja delavcev, vključno s preprečevanjem nevarnosti pri delu, obveščanjem in usposabljanjem delavcev, z ustrezno organiziranostjo ter potrebnimi materialnimi sredstvi (5. člen ZVZD-1).

Delodajalec mora zagotavljati varnost in zdravje pri delu zlasti tako, da poveri opravljanje nalog varnosti pri delu strokovnemu delavcu, naloge varovanja zdravja pa pooblaščenemu zdravniku.

Strokovne naloge s področja varnosti pri delu, ki potekajo pri izvajanju vrtnih del lahko opravlja oseba, ki izpolnjuje pogoje za odgovornega vodjo posameznih del.

Delodajalec mora določiti in izvesti občasne preizkuse teoretične in praktične usposobljenosti delavcev za varno delo. Rok za občasne preizkuse ne sme biti daljši od dveh let.

Vsak delodajalec mora izdelati in sprejeti Splošni akt o varnosti in zdravju pri delu, katerega sestavni del je Izjava o varnosti z oceno tveganja v pisni obliki, s katerim oceni tveganje za nastanek poškodb in zdravstvenih okvar ter določi način in ukrepe za zagotavljanje varnosti in zdravja pri delu.

Vsebina splošnega akta o varnosti in zdravju, izjave o varnosti in ocene tveganja je predpisana v Pravilniku o vsebini in načinu izdelave splošnega akta o varnosti in zdravju pri delu, ki ga mora pred pričetkom del izdelati izvajalec vrtalnih del (Ur. list RS, št. 68/01 in 61/10-ZRud-1).

V skladu s 39. členom Zakona o varnosti in zdravju pri delu (ZVZD-1) in Uredbo o zagotavljanju varnosti in zdravja pri delu na začasnih in premičnih gradbiščih (Ur. l. RS št. 83/05 in 43/11-ZVZD-1) morajo na delovišču, kjer dela hkrati več organizacij ali izvajalcev, izvajalci del s pismenim dogovorom določiti skupne varstvene ukrepe in normative, delavca odgovornega za izvajanje teh ukrepov ter koordinatorja za varnost in zdravje pri delu.

Delodajalec mora zagotavljati delavcem brezhibno delovno opremo, ki ne ogroža varnosti in zdravja.

Delodajalec mora pridobiti in hraniti tehnično dokumentacijo iz katere je razvidno, da delovna oprema ustreza predpisanim varnostnim in zdravstvenim zahtevam.

V okviru ukrepov za preprečevanje nevarnosti mora delodajalec pripraviti in dati delavcem tudi ustrezna navodila in obvestila.

Na posamezna dela lahko delodajalec razporedi le ustrezno usposobljene delavce.

V skladu z določbami ZVZD-1 mora delodajalec pripraviti med drugim tudi navodila za varno delo. Navodila za varno delo morajo poleg navodil proizvajalca vsebovati še:

- ⇒ dolžnosti zaposlenih strojnikov, njihovih pomočnikov in nadzornikov oziroma delovodij,
- ⇒ varnostne ukrepe za delo s posamezno delovno opremo – delovnim strojem
- ⇒ določila o vzdrževanju delovne opreme v kateri mora biti zajeto ravnanje z naftnimi derivati ter postopki v primeri nesreče z naftnimi derivati,
- ⇒ določitev transportnih poti ter njihovo označevanje,
- ⇒ zavarovanje delovišča.

Navodila morajo biti izročena zaposlenim proti podpisu.

7.1.3.4 Obveznosti delavcev v času gradnje

Delavec mora upoštevati predpisane varnostne ukrepe, uporabljati predpisana sredstva in opremo za osebno varnost pri delu in se odzvati na zdravstvene preglede v skladu z ZVZD-1. Če delavec ne ravna

v skladu s prej navedenim, ogroža svojo varnost in zdravje ter varnost in zdravje drugih in se šteje kot hujša kršitev obveznosti iz delovnega razmerja.

Delavec ima pravico odkloniti delo, če mu grozi neposredna nevarnost, ker niso bili izvedeni predpisani varnostni ukrepi in zahtevati, da se nevarnost odpravi.

Delavec mora delodajalca takoj obvestiti o vsaki pomanjkljivosti, škodljivosti, okvari ali o drugem pojavu, ki bi lahko pri delu ogrozil njegovo zdravje in varnost ali zdravje in varnost drugih kot tudi varnost okolja.

Delavec ima pravico v primeru neposredne in neizogibne nevarnosti ustrezno ukrepati, skladno s svojim znanjem in tehničnimi sredstvi, ki jih ima na razpolago in zapustiti delovno mesto.

7.1.4 Podatki o predvidenih vrstah in količinah odpadkov

Med izgradnjo vodnjakov se ustvari manjša količina izvrtanine, ki ustreza zemeljskemu izkopu. Gre za neonesnažen material, katerega volumen ustreza premeru in globini vrtalnih del, pomnožen s faktorjem nesorazmernosti vrtine (1,2 – 1,3). V primeru izgradnje vodnjakov za obravnavani poseg ocenjujemo samo pri vrtanju nastanek ca. 26,8 m³ odpadka, in sicer 12,5 m³ izvrtanine pri izgradnji raziskovalnih črpalnih vodnjakov Faze 1, 4,5 m³ izvrtanine pri gradnji vodnjaka ČV-3/26 in 9,8 m³ izvrtanine pri izgradnji ponikalnih vodnjakov. Pri izgradnji vodnjakov je potrebno upoštevati tudi izkop ca. 4 m globokega jaška za ponikanje vode v dimenzijah 6,0 x 7,0 m zgoraj in 4,0 x 5,0 m spodaj, v količini ca. 120 m³/vodnjaku. Vsaj 90% tega materiala se bo na koncu gradnje uporabilo za sanacijo in za zapolnitev izkopnih jam. Ocenjujemo, da bo pri vodnjakih za potrebe ponikalnih jam nastalo ca. 36 m³ odpadka. Predvidene količine odpadka so prikazane v spodnji preglednici.

Odpadek – izgradnja vodnjakov	Količina	Dovoljeni max.	Enota
Mulj in odpadki iz vodnega vrtanja (01 05 04)	0	/	m ³
Asfalt (17 03 02)	0	15	m ³
Beton (17 01 01)	0	50	m ³
Zemljina 3. kategorije (17 05 04)	62,8	5000	m ³

7.1.5 Podatki o predvidenih količinah rodovitne prsti

Območje posega bo v celoti potekalo na že degradiranem območju in na že delujočem gradbišču. Rodovitne prsti na proučevanem območju ni.

7.2 Možni vplivi posega na okolje in obremenitve okolja

Glede na Uredbo o posegih v okolje, za katere je treba izvesti presojo vplivov na okolje (Uradni list RS, št. 51/14, 57/15, 26/17, 105/20 in 44/22 – ZVO-2) oz. glede na 3. člen in glede na tč. E.II.1, E.II.2, E.II.3

in E.II.3.1 priloge 1, za omenjeni poseg ni potrebno opraviti predhodnega postopka presoje vplivov na okolje, namreč:

- ⇒ v zvezi s tč. E.II.1 priloge 1 omenjene Uredbe predmetni PZI NAČRT 7 preiskav ne vključuje, gre zgolj za izvedbo, saj so hidrogeološki parametri, kot so konservativna ocena hidravlične prepustnosti ($k_{min.}$), min. debelina vodonosnika ($H_{min.}$), zrnavostna sestava vodonosnika (d_{40} in d_{50}) ter minimalna gladine podzemne vode ($h_{min.}$), že pridobljeni na podlagi predhodnih preiskav in razpoložljive dokumentacije ter na podlagi literature in minulega dela oz. so potrebni hidrogeološki podatki že znani,
- ⇒ v zvezi s tč. E.II.2 priloge 1 omenjene Uredbe v predmetnem PZI NAČRT 7 ne gre za izkoriščanje mineralne ali termalne vode,
- ⇒ v zvezi s tč. E.II.3 priloge 1 omenjene Uredbe bodo v predmetnem PZI NAČRT 7 predvidene letne količine črpanja mnogo manjše od 10 mio. m³/leto in
- ⇒ v zvezi s tč. D.III.7 priloge 1 omenjene Uredbe v predmetnem PZI NAČRT 7 ne gre za geotermalno vrtanje oz. izkoriščanje geotermičnega energetskega vira, temveč za plitvo geotermijo oz. plitvi geotermalni sistem, kjer se rabi običajna temperatura podzemne vode v razponu danosti vodonosnika, nekako med 8 in 15°C.

Kot potencialno nevarna snov se v uporabi **med izvedbo del** pojavljajo le tekoči naftni derivati – dizel gorivo, motorna olja in hidravlična olja. Poleg tega je še potrebno upoštevati nastanek hrupa, ki nastaja pri delovanju vrtnalne garniture in kompresorja.

Drugih vplivov ni ali pa so zanemarljivi.

Po določilu Uredbe o vrstah posegov v okolje, za katere je treba izvesti presojo vplivov na okolje (Ur. list RS, št. 51/14, 57/15, 26/17, 105/20 in 44/22 – ZVO-2) za tovrstni poseg ni potrebno izvesti presoje vplivov.

Skladno s *prilogo 1* omenjene Uredbe predhodnega postopka vplivov na okolje, ni potrebno izvesti, saj ne gre za globinsko vrtanje za raziskavo vodnih zalog.

7.2.1 Predvideni vpliv izgradnje vodnjakov in obratovanja na bilanco vodonosnika ter predvideni vpliv na kakovost podzemne

Proučevano območje posega ne leži v vodovarstvenem pasu zajetja pitne vode.

7.2.1.1 Vpliv na bilanco vodonosnika

Presek z vodo zasičenega prodnatega zasipa je odvisen od gladine podzemne vode in seveda od morfologije matične podlage. Podatke bomo povzeli iz karte nivojev podzemne vode, ki jo prikazujemo v *sliki 3 in 4*, kot predkvartarne podlage, dobljene na podlagi literature, in ostalih

preiskav, ki smo jih opravili na proučevanem območju oz. iz prognoznega profila raziskovalnega vodnjaka.

Kota predkvartarne podlage na območju obeh raziskovalnih vodnjakov znaša ca. 276 - 278 m.n.v. Kota nivoja podzemne vode visokega vodnega stanja (345,6 – 344,1 m.n.v.) oz. ca. 344,4 m.n.v. ob srednje nizkem vodnem stanju. Kota podzemne vode in kota predkvartarne podlage kreirata debelino vodonosnika (h), ki na proučevanem območju znaša ca. 64 - 68 m. Podzemna voda, ki se preceja pod našim proučevanim območjem doteka generalno ob nizkem vodnem stanju iz sever – severozahoda, ob visokem vodnem stanju pa iz sever – severovzhoda ter se napaja preko poniklih padavin, delno iz reke Kokre in Save gorvodno.

V območju fronte dotoka na črpalne vodnjake, znotraj linije nevtralnega toka, kjer je širina fronte napajanja črpalnih vodnjakov (Y_{∞}) široka ca. 160 m ($2 \cdot 79,4$ m) lahko glede na znane parametre strmca podzemne vode ($I_{\min.} = 3,0 - 3,5 \text{ ‰}$), efektivne poroznosti ($\mu_{\text{ef.}} = 0,16$), debelino vodonosnika ($h = 64$ m) in konzervativnega koeficienta prepustnosti ($k_{\min.} = 0,001$ m/s), izračunamo minimalni pretok podzemne vode pod našim proučevanim območjem. Izračunani presek skozi katerega se preceja podzemna voda je postavljen vzporedno s hidroizohipso, nekako pravokotno na smer toka podzemne vode. Minimalni pretok (Q) skozi takšen presek ob konservativni vrednosti hidravlične prepustnosti vodonosnika znaša $Q_{\min.} \approx 0,19 \text{ m}^3/\text{s} - 0,22 \text{ m}^3/\text{s}$ oz. 190 l/s – 220 l/s.

Strmec nivoja podzemne vode (i) je sorazmerno visok in znaša ca. 3,0 – 3,5‰. Grobo ocenjene dinamične zaloge v profilu dotoka na črpalni vodnjak ob upoštevanju izračunane hidravlične prepustnosti ($k \geq 0,0014$ m/s) znašajo 9,8 l/s oz. ca. 850 m³/dan. Režim črpanja na proučevanem območju pa bo ob maksimalnih špicah dnevno črpal ca. 780 m³/dan (ocena črpanja: 2 ur po 41 l/s, 3 uri po 25 l/s in 3 ure po 20 l/s).

Kot je razvidno iz izračuna, bodo ob špicah črpali ca. 90% dinamičnih zalog vodonosnika. Ta ocena oz. grobi izračun bi veljal v primeru, če bi se črpana voda ne odvajala v podtalje. Ker pa se bo celotna načrpana količina vračala nazaj v podtalje oz. nazaj na izvorno mesto vodonosnika, vpliva na bilanco podzemne vode ne bo.

7.2.1.2 Vpliv na smer toka podzemne vode vodonosnika Ljubljanskega polja

Iz slike 3 in 4 je razvidno, da poteka tok podzemne vode iz severa proti jugu. Vodonosnik je dobro prepusten. Horizontalna prepustnost vodonosnika pod globino 14 m pa se po vsej verjetnosti z globino ne spreminja za več, kot za 0,3 – 0,6 dekade.

V kolikor vstavimo znane parametre za izračun znižanja v stacionarne modelne izračune za hidrogeološko nepopolni vodnjak, izdelan v odprtem vodonosniku, in sicer $Q = 0,0286 \text{ m}^3/\text{s}$ oz. $0,0123 \text{ m}^3/\text{s}$, $k \approx 0,0014$ m/s, $l_{\text{filtr.}} = 36$ m oz. 15 m, $R = 50$ m, $h_{\text{vodonos.}} = m \approx 64$ m in $r = 0,12225$ m

dobimo po metodah Dupuita, Girinskega in Babuškina znižanje v vodnjaku reda 0,5 – 0,6 m. Zaradi navedenega se karta piezometričnih nivojev oz. karta smeri toka podzemne vode ne bo spremenila, kvečjemu se bo v območju črpanja in ponikanja premikala celotna izohipsa, vendar ne preko mej oz. vrednosti ekvidistance 1 m. Depresijo, ki jo bo povzročil črpalni vodnjak glede na predpisani režim črpanja, bodo v mejah nihanja nivoja podzemne vode ter v meji ekvidistance hidroizohips.

Enako velja tudi za območje ponikalnega polja, kjer smo izračunali, da max. dvig gladine podzemne vode v vodnjaku ne bo presegel 0,7 m (brez upoštevanja nelinearnih izgub).

7.3 Opis predvidenih ukrepov za zmanjšanje negativnih vplivov

7.3.1 Splošni varnostni ukrepi

- Gradbišče mora biti zavarovano proti okolici, zato je potrebno pred pričetkom del gradbišče ograditi, onemogočiti dostop do objekta nezaposlenim osebam.
- Delovni stroji morajo imeti varnostno opremo: signalne naprave, varnostna opozorila na zunanji strani, gasilni aparat, varovalne naprave.
- Izdelava morebitnega delovnega platoja, prevoz vrtalne garniture po gosenicah od odložišča do mesta vrtanja, namestitve PVC folije, ipd. je potrebno izvesti pod neposrednim nadzorom odgovornega vodje.
- Montažo in demontažo vrtalne garniture je potrebno izvesti pod neposrednim nadzorom odgovornega vodje.
- Vrtalna garnitura za izgradnjo vodnjakov, cisterna za gorivo in kompresor se mora predpisano ozemljiti, izmeriti upor tal v suhih in mokrih pogojih ter zapisati v knjigo pregleda delovišča.
- Kompresor uporabljen za vrtalna dela, pri čiščenju in pri aktivaciji mora biti redno servisiran. Poleg redno servisirane opreme mora imeti tudi tovarniško nameščen dodatni hladilnik za hlajenje komprimiranega zraka in dodatni separator za dodatno čiščenje komprimiranega zraka. Le tako bo zagotovljena maksimalna čistost zraka med njegovim obratovanjem.
- Na delovišču ne sme biti skladiščeno gorivo in mazivo, razen goriva v rezervoarjih strojev oziroma maziva, ki je nujno za delovanje strojev v času ene izmene.
- Med dolivanjem goriva mora biti stroj ugasnjen – kajenje med tem opraviлом je prepovedano.
- Iztekanje goriv, olj in maziv v podtalje je prepovedano, zato je potrebno pod vsemi stroji, kjer bi lahko prišlo do kapljanja goriv oziroma maziv, potrebno namestiti zaščitno folijo prekrito z žagovino ali s peskom in lovilna korita.
- Eventualno razlito gorivo in mazivo je potrebno nevtralizirati z absorpcijskimi sredstvi (vrsta absorpcijskega sredstva mora biti prilagojena vrsti (goriv ali/in maziv) in obsegu morebitnega onesnaženja).
- Na delovišču morajo biti takšne količine absorpcijskih sredstev, da zadostujejo za nevtralizacijo maksimalne enodnevne količine goriva in maziva.

- Vsi delavci na delovišču in v transportu morajo biti poučeni z uporabo absorpcijskih materialov v skladu z navodili proizvajalca.
- Stroje, priprave, naprave in opremo je potrebno upravljati in vzdrževati v skladu s predpisanimi navodili.
- Pred zagonom delovnega stroja je potrebno izvesti vizualni pregled stroja in izvesti predpisane varovalne ukrepe skladno z navodili za upravljanje in vzdrževanje.
- Zadrževanje v delovnem območju delovnih strojev in naprav ni dovoljeno.
- Vodo, ki bo črpana iz vrtine v času izvajanja del, bo potrebno odpeljati s cevovodom na za to dovoljeno mesto.
- INOX cevi za uvodno tehnično kolono in INOX cevi in filtri za produkcijsko kolono, filterski zasip za izdelavo filterskega zasipa in cement za cementacijo, se pripelje na delovišče neposredno pred izvajanjem navedenih del.
- Cevi in pribor morajo biti zloženi na nosilcih tako, da bodo lahko dostopni pri manevriranju z vrtalno garnituro in pri vgradnji zaščitnih cevi. Za mazanje navojev se ne sme uporabljati maziva, ki niso atestirana za uporabo na območjih vodnih virov.
- INOX cevi za uvodno tehnično kolono in INOX cevi in filtri za produkcijsko kolono morajo biti nameščeni na nosilcih (kozah). Robove cevi je potrebno pobrusiti v delavnici in ne na terenu. Prav tako se v delavnicah po potrebi na cevi privarijo INOX ušesa in INOX prižeme za varno cevitev vodnjaka.
- Delavci, ki stalno opravljajo delo na delovišču, morajo uporabljati sredstva za zaščito pri delu.

7.3.2 Požarno varstvo

Vrtanje vrtine za vodnjak in enostavna gradbena dela pri kopanju morebitnega jaška na predvidenem območju niso požarno nevarno dejanje, vendar je kljub temu potrebno upoštevati in spoštovati požarno varnostne kriterije in zahteve.

- Za gradbišče je potrebno izdelati požarni red.
- V neposredni bližini prostorov v katerih utegne izbruhniti požar ali v katerih so shranjene vnetljive snovi, morajo biti nameščeni ustrezni aparati za gašenje požarov in opozorilne table.
- Vsi delovni stroji morajo biti opremljeni z ustreznimi gasilnimi aparati. Z gasilnimi aparati in protipožarnim orodjem se opremi tudi skupne prostore npr. kontejner.
- Oprema za gašenje mora biti delavcem lahko dostopna, enostavna za uporabo in kjer je to potrebno, tudi zavarovana pred mehanskimi poškodbami in toploto.
- Oprema za gašenje mora biti označena skladno s predpisi, oznake pa morajo biti obstojne in nameščene na vidnih mestih.
- Naprave za gašenje in varstvo pred požari morajo biti kontrolirane v zakonsko določenih rokih, ugotovitve pa vpisane v ustrezne knjige.
- V smislu Zakona o varstvu pred požari je organizacija dolžna izdelati protipožarni načrt. Vsi zaposleni morajo biti poučeni o ravnanju v primeru požara, kakor tudi z ukrepi za

odstranjevanje nevarnosti požara, preprečevanje širjenja in gašenje. Načrt mora biti na razpolago delavcem in se mora stalno dopolnjevati.

- Zaposleni morajo biti poučeni o nevarnosti požara, z ukrepi za zmanjšanje nevarnosti, pravočasnimi ukrepi za odkrivanje in obveščanje o požaru, učinkovitem in varnem gašenju ter poteh za umik.
- V skladu z Uredbo o varstvu pred požarom v naravnem okolju (Uradni list RS, št. 20/14) je v določenem letnem času (sušnem obdobju), prepovedano sežiganje grmičevja in kmetijskih ostankov izven urejenega kurišča. Isto velja tudi za ostanke papirne in kartonske embalaže uporabljenih sredstev.

7.3.3 Prva pomoč

V skladu s določilom 85. člena Pravilnika zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja pri delu in tehničnih ukrepih za dela pri raziskovanju in izkoriščanju mineralnih surovin z globinskim vrtanjem (Uradni list RS, št. 68/03, 83/03 – popr. 65/06 in 61/10 – Zrud-1), mora organizacija stalno skrbeti za ustrezno število usposobljenih ljudi za nudenje prve pomoči, za omarice prve pomoči, organizirati mora tudi način prevoza v primeru nesreče.

V skupnih prostorih morajo biti ustrezna navodila za nudenje prve pomoči, kot tudi telefonske številke in naslovi za nujne klice.

7.3.4 Varstvo podzemnih voda

Kot je že omenjeno so potencialno nevarne snovi v obratovanju tekoči naftni derivati. Nafto uporabljajo vsi premični in nepremični delovni stroji in je zaradi stalne uporabe praktično edina realna nevarnost.

Ravnanje z naftnimi derivati je urejeno z veljavnimi predpisi in strogo spoštovanje le teh bistveno zmanjša realno nevarnost onesnaževanja.

Za delo je zakonsko predpisana izdelava ustreznih navodil za delo. V projektni dokumentaciji in omenjenih navodilih morajo biti tudi navodila za ravnanje z naftnimi derivati in postopki v primeru nesreče z naftnimi derivati. Taka navodila morajo biti predana vsakemu zaposlenemu proti podpisu in opozorilu o njegovi odgovornosti pri tem.

Osnovna določila takih navodil za ravnanje z naftnimi derivati:

- Na gradbišču so prepovedana začasna skladišča za goriva in maziva ali gradbena kemična sredstva. V primeru uporabe **cementa** in/ali **maziv** bodo dnevne količine hranjene na neprepustni (vodotesni) površini z urejenim odtokom (npr. na parkirišču izven gradbišča). Prostor, ki se bo uporabljal v te namene, bo pokrit in izoliran proti vlagi.
- Na gradbišču je prepovedana oskrba strojev in naprav z gorivom (pretakanje goriva). Vrtalna garnitura, kompresor in rovokopač bodo zaradi tega napolnjena z gorivom ob prihodu. V

primeru, da bo potrebno dotakanje goriva, se mora le to izvajati nad lovilnim koritom tako, da bo lovilno korito zadržalo morebitno izlito gorivo.

- Pod vsemi stroji, vrtalno garnituro in kompresorjem, ki ne bodo postavljeni na utrjene površine oz. kjer bi lahko prišlo do kapljanja olj, oziroma maziv bo nameščena zaščitna folija in lovilna korita. Pod zaščitno folijo in lovilnimi koriti bo nanescena plast zbite gline v debelini ca. 10 cm. Zaščitna folija in lovilna korita bodo napolnjena z žagovino ali s peskom, ki se bo po končanih vrtalnih delih odstranila na primerno mesto (odlagališče).
- Lovilno korito bo izvedeno tako, da se prepreči iztekanje snovi. Velikost lovilnega korita (delavnega platoja z zaščitnim robom) bo dimenzionirano tako, da se ujame vso morebitno izlito gorivo in maziva.
- Eventualno razlito gorivo in mazivo je potrebno nevtralizirati z absorpcijskimi sredstvi (vrsta absorpcijskega sredstva mora biti prilagojena vrsti (goriv ali/in maziv) in obsegu onesnaženja). Izvajalec mora nemudoma izkopati z onesnaževali saturirano zemljino ter jo odpeljati na za to predvideno mesto.
- Na delovišču morajo biti takšne količine absorpcijskih sredstev, da zadostujejo za nevtralizacijo maksimalne enodnevne količine goriva in maziva.
- Vsi delavci na delovišču in v transportu morajo biti poučeni o nevarnosti izlitja naftnih derivatov in postopkih v primeru izlitja (obveščanje odgovornih oseb, uporaba absorpcijskih materialov v skladu z navodili proizvajalca, drugi ukrepi za preprečevanje oz. zmanjšanje posledic razlitja, itd.).
- Za učinkovito izvajanje ukrepov je potrebno določiti odgovorne osebe ter postaviti primerno organizacijo, ki bi to omogočala.
- Cevi in pribor bodo zloženi na nosilcih tako, da bodo lahko dostopni pri manevriranju s priborom in pri vgradnji kolon zaščitnih cevi.
- Navoji cevi med čiščenjem in aktivacijo bodo očiščeni, namazani le z **biološko razgradljivo mastjo** in zaščiteni z zaščitnimi kapami.
- Na delovišču se bo redno vodil gradbeni dnevnik z vsemi podrobnostmi o poteku vrtanja in izvrtanini.
- Tekom vrtalnih del bo nenehno prisoten strokovni hidrogeološki nadzor, med postavitvijo oz. montažo garniture pa tudi okoljski nadzor (izvedba platoja, namestitvev lovilnega korita in izvedba začetka vrtanja).
- Po končanju dnevnih aktivnosti med vrtalnimi deli se mora ustje vrtine **obvezno zapreti**.
- Po končanju dnevnih aktivnosti med aktivacijo se mora ustje vrtine **obvezno zapreti s privijačenjem pokrova DN350**.
- Po končani izdelavi posameznega vodnjaka se mora ustje vodnjaka zaščititi, in sicer se na prirobko DN350 privijači pokrov DN350, vsaj štiri matice pa se zavari.

7.3.5 Varstvo pred hrupom

Lokacija bo dodatno obremenjena s hrupom pri dovozu in odvozu opreme na delovišče ter hrupom pri izvajanju vrtalnih del.

Hrup, ki nastaja pri posameznih delih, je največji neposredno ob viru, ki pa se bo le delno emitiral v naravno okolje predvsem zaradi sorazmerno velike površine. Ocenjujemo, da bo hrup manj moteči, kot pa promet po Savski cesti oz. nadvozu Primskovo. Vsekakor pa je potrebno upoštevati določila »Uredbe o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju« (Uradni list RS, št. 107/25).

7.3.6 Ravnanje z odpadki

Pri izvajanju del bodo nastajali inertni gradbeni odpadki, in sicer:

- ⇒ višek odkopnega materiala pri izgradnji vodnjakov in pri izgradnji ponikalnih jaškov v skupnih količinah ca. 26,8 m³ in
- ⇒ ca. 10% viška odkopa izgradnje ponikalnih jaškov in sanacije le teh v količinah ca. 36 m³.

Te inertne odpadke mora izvajalec skladno z Uredbo o odlagališčih odpadkov (Uradni list RS, št. 10/14, 54/15, 36/16, 37/18, 13/21 in 44/22 – ZVO-2) odpeljati na odlagališče inertnih odpadkov, za kar mora pridobiti evidenčni izkaz (e-odpadki).

7.3.7 Ravnanje z nevarnimi odpadki

Na delovišču se bodo uporabljale nevarne snovi in sicer predvsem pogonska goriva in maziva.

V skladu z določili Uredbe o odpadnih oljih (Uradni list RS, št. 24/12 in 44/22 – ZVO-2) je odpadna olja prepovedano:

- odlagati v zabojnike za zbiranje komunalnih odpadkov,
- zlivati v površinske in podzemne vode, vode obalnega morja ali kanalizacijo in
- odlagati ali zlivati v ali na tla.

V skladu z določili Uredbe o odpadnih oljih (Uradni list RS, št. 24/12 in 44/22 – ZVO-2) in dobro prakso je obvezno potrebno:

- odpadno olje oddati pooblaščenemu zbiralcu odpadnih olj skladno z določili Uredbe,
- eventualno razlito gorivo in mazivo nevtralizirati z absorpcijskimi sredstvi (vrsta absorpcijskega sredstva mora biti prilagojena vrsti (goriv ali/in maziv) in obsegu onesnaženja,
- nasičen absorbent shranjevati v zato namenjenih sodih (Klasifikacijska šifra odpadka 15 02 02*),
- Na delovišču namestiti zabojnik za zaoljeno embalažo, ki vsebuje nevarne snovi (Klasifikacijska šifra odpadka 15 01 10*),
- morebitne nevarne odpadke oddati pooblaščenemu zbiralcu nevarnih odpadkov ter za oddane količine nevarnih odpadkov obvezno voditi predpisano evidenco in

- ob platoju namestiti tudi kovinsko posodo s pokrovom za začasno shranjevanje eventualno onesnažene zemljine z nenamernim izpustom olj ali goriv, katere volumen mora biti najmanj 200 litrov.

7.3.8 Ukrepi v primeru prenehanja obratovanja

V kolikor se bo poseg opustil in izvedeni vodnjaki ne bodo v uporabi je potrebno vrtine **likvidirati**. Za likvidacijo vodnjakov mora biti izdelan PZI Načrt 7, ki ga pripravi strokovna inštitucija.

9 GRAFIČNI PRIKAZI – VSEBINA RISB

VSEBINA RISB:

9.1 Lokacijski prikazi

L. 01.0.	Situacija raziskovalnih vodnjakov prikazanih na geodetskem načrtu in na zazidalnem načrtu.	M = 1 : 500
L.02.1.	Prikaz oddaljenosti osi črpalnih in ponikalnih vodnjakov do meje ureditvenega območja oz. sosednje parcele izven ureditvenega območja	M = 1 : 150
L. 03.1.	Organizacija gradbišča izgradnje raziskovalnega črpalnega vodnjaka ČV-1/26	M = 1 : 150
L. 03.2.	Organizacija gradbišča izgradnje raziskovalnega črpalnega vodnjaka ČV-2/26	M = 1 : 150
L. 03.3.	Organizacija gradbišča izgradnje raziskovalnega črpalnega vodnjaka ČV-3/26	M = 1 : 150
L. 04.1.	Organizacija gradbišča izgradnje raziskovalnega ponikalnega vodnjaka PV-1/26	M = 1 : 150
L. 04.2.	Organizacija gradbišča izgradnje raziskovalnega ponikalnega vodnjaka PV-2/26	M = 1 : 150

9.2 Tehnični prikazi

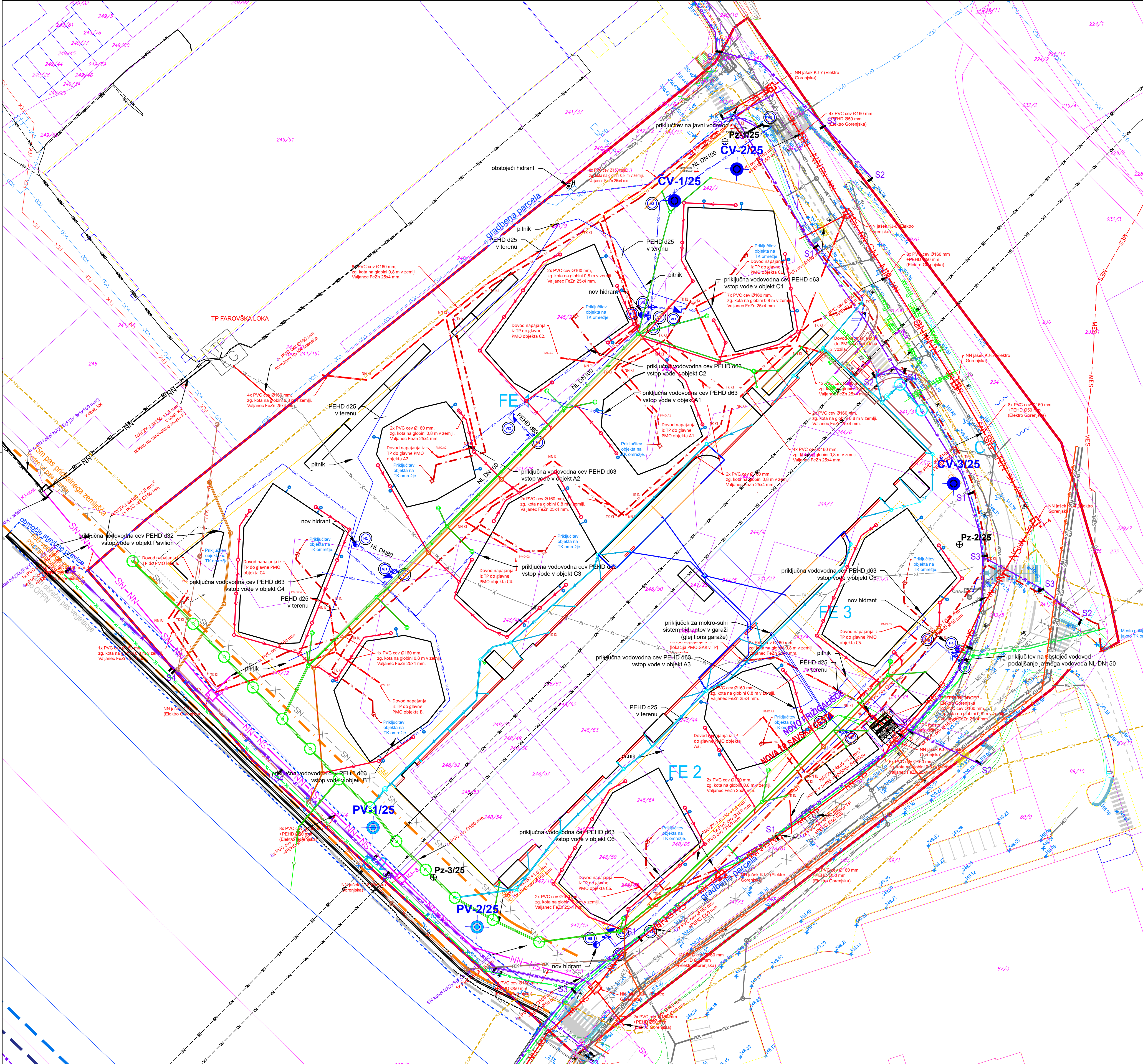
T. 01.1.	Geološko-geotehnični profil raziskovalnih črpalnih vodnjakov ČV-1/26 in ČV-2/26	M:L=1:20,H=1:100
T. 01.2.	Geološko-geotehnični profil raziskovalnega črpalnega vodnjaka ČV-3/26	M:L=1:20,H=1:100
T. 02.0.	Geološko-geotehnični profil raziskovalnih ponikalnih vodnjakov PV-1/26 in PV-2/26	M:L=1:20,H=1:100

⇒ **LOKACIJSKI PRIKAZI**

⇒ **TEHNIČNI PRIKAZI**

SEZNAM LOKACIJSKIH PRIKAZOV

L. 01.0.	Situacija raziskovalnih vodnjakov prikazanih na geodetskem načrtu in na zazidalnem načrtu.	M = 1 : 500
L.02.1.	Prikaz oddaljenosti osi črpalnih in ponikalnih vodnjakov do meje ureditvenega območja oz. sosednje parcele izven ureditvenega območja	M = 1 : 150
L. 03.1.	Organizacija gradbišča izgradnje raziskovalnega črpalnega vodnjaka ČV-1/26	M = 1 : 150
L. 03.2.	Organizacija gradbišča izgradnje raziskovalnega črpalnega vodnjaka ČV-2/26	M = 1 : 150
L. 03.3.	Organizacija gradbišča izgradnje raziskovalnega črpalnega vodnjaka ČV-3/26	M = 1 : 150
L. 04.1.	Organizacija gradbišča izgradnje raziskovalnega ponikalnega vodnjaka PV-1/26	M = 1 : 150
L. 04.2.	Organizacija gradbišča izgradnje raziskovalnega ponikalnega vodnjaka PV-2/26	M = 1 : 150



Legenda

obstoječi komunalni vodi

Plinovod

Vodovod

NN elektrovod

SN elektrovod

VN elektrovod

obstoječe / novo - po projektu Protin Ržinik Perc

Telekomunikacijski vod

SN-NN elektrovod

SN elektrovod

NN elektrovod

JR elektrovod

Vodovod

Fekalna kanalizacija

Mestna kanalizacija

projektni komunalni vodi

Telekomunikacijski vod

NN elektrovod

JR elektrovod

Mestna kanalizacija

Fekalna kanalizacija

Vodovod

opušteni komunalni vodi

SN elektrovod

fekalni kanal

TK kanalizacija

vodovod

mestna kanalizacija

KKS kanalizacija

oznaka vodomeri jatek

Faza 1:
V1 - vodomeri jatek 1
3x vodomer za objekta C3 in B
V2 - vodomeri jatek 2
3x vodomer za objekta A1, C2 in A2
V3 - vodomeri jatek 3
1x vodomer za objekta C1
Faza 2:
V4 - vodomeri jatek 4
2x vodomer za objekta A5 in C5
V5 - vodomeri jatek 5
1x vodomer za hidrante v garaži in objekta C6

oznaka hidrant

OPPN

Meja OPPN KR SA 6/2
Meja funkcionalne enote (FE1, FE2, FE3, C2)
Parcelne meje
Parcelne meje - usnjene
Gradbena Parcela
Lestnica Faza 1 / Faza 2
GM Gradbena meja
GMP Gradbena meja - podzemno

Površine

Trakovane bivalne površine
Zele površine - nizke grmovnice
Zelene površine - trava
Ogledne zelene površine - iglične
Ogledne zelene površine - iglične
Ogledne zelene površine
Površine za mirujoč promet - travne plošče
Objekti
Vegetacija

Preostala poplavna nevarnost - Q500
Reka Sava

Urbanistični kazalci

FU / Faktor utjecaja zunanjih površin
FEP / Faktor rasti površin
FPP / Faktor prekrivanja površin
FUB / Faktor utjecaja na površine
FUP / Faktor utjecaja na površine
FZ / Faktor zadržanosti
FI / Faktor izrabe

Velikost gradbene parcele
Zaščitna površina
Ujuna površina
Računska površina

25.254,00 m²
6.195,70 m²
9.817,40 m²
9.240,90 m²

V-1/25
VP-2/25

Črpalni vodnjak
Ponilni vodnjak

Arhitekti
Počivašek
Petranović

Orožnova ulica 1 / SI 3000 Celje
PE Tržaška cesta 2 / SI 1000 Ljubljana

Naziv gradnje

Stanovanjska soseska Kranj "Ob Savi"

Ime ali naziv investitorja

Stanovanjski sklad RS
Poljanska cesta 31
1000 Ljubljana

Vrsta dokumentacije

PZI

Vrsta načrta

1 - arhitektura

Vrsta gradnje

Novogradnja

Vsebina risbe

Situacija GII - zbirna situacija

Merilo

1:250

Odg. oseba projektanta

Davorin Počivašek, univ. dipl. inž. arh.

Identifikacijska številka

ZAPS A-1840

Vodja projekta

Davorin Počivašek, univ. dipl. inž. arh.

Odgovorni projektant

Davorin Počivašek, univ. dipl. inž. arh.

Identifikacijska številka

ZAPS A-1840

Avtorji arhitekture

Davorin Počivašek, u.d.i.a.
Urban Petranović, u.d.i.a.
Jernej Borko, m.i.a.
Dan David Mrevlje Natlačen, m.i.a.
Ajda Lukman, m.i.a.

Številka risbe

0.3.1

Številka projekta

83/23

Datum izdelave

oktober 2025

Datum spremembe

Sprememba

Opis spremembe:

Naročnik:
Stanovanjski sklad RS
Poljanska cesta 31,
1000 Ljubljana

Objekt:

Stanovanjska soseska Kranj "Ob savi"

Za gradnjo:
Novogradnja

Vrsta načrta:
2 - Načrti s področja
gradbeništva

Risba:
Situacija raziskovalnih vodnjakov prikazanih na geodetskem
načrtu in na zazidalnem načrtu.

IRGO

1000 Ljubljana, Slovenija 83
Tel. N.C.: (01) 560.36.00
Fax: (01) 534.16.80
Trans. račun: 02923-014437232
Davčna številka: 44739222

ID. št.:
RG-0122

Odgovorni
vodja:
Melhior Pregl, univ. dipl. inž. geol.

Odgovorni
projektant:
Primož Cencelj, inž. grad.

Datum:
januar 2026

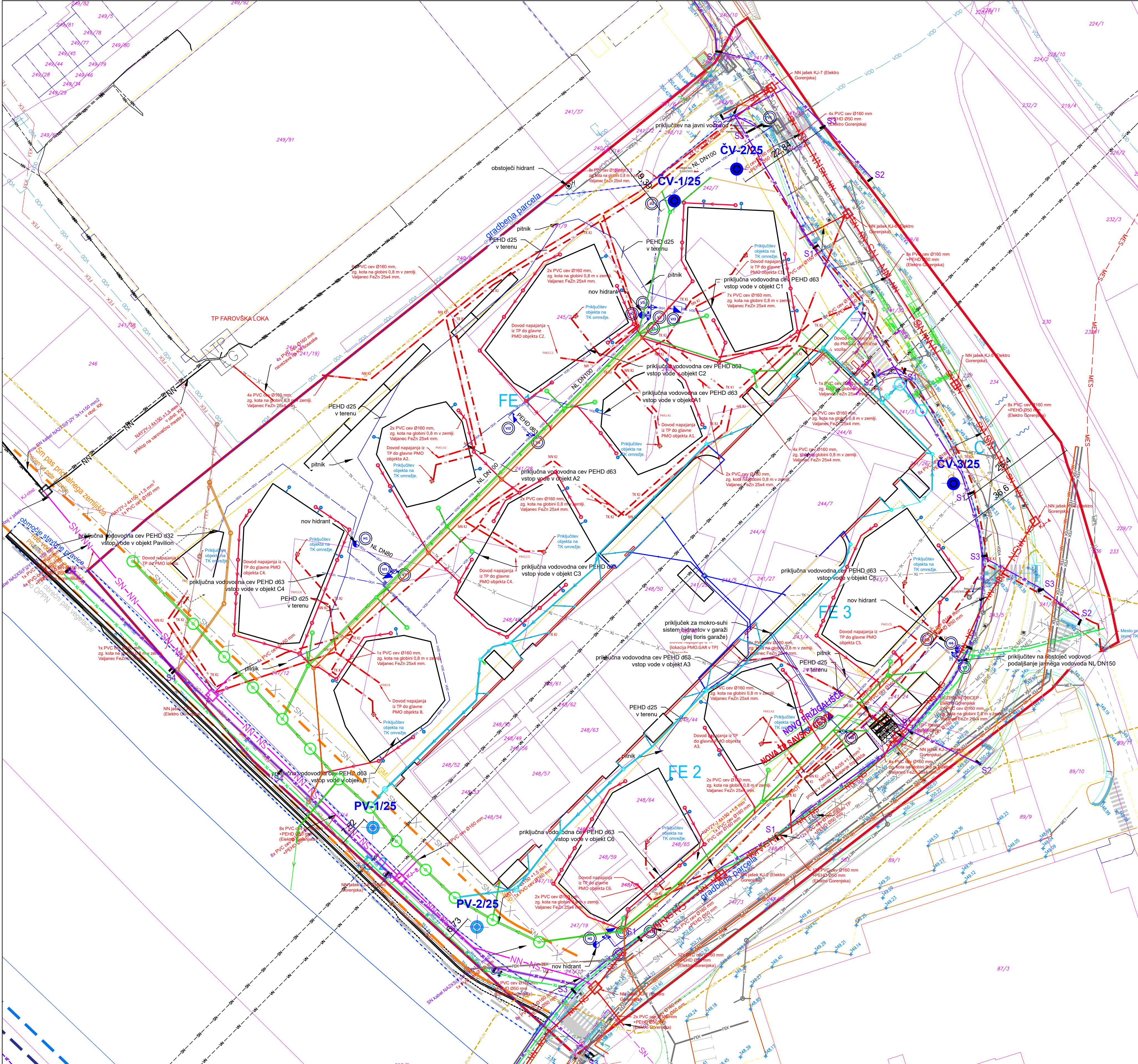
Vrsta proj. dok.:
Elaborat za izvedbo

Št. projekta:

Št. načrta:

Merilo:
1:500

Št. risbe:
L.01.0



Legenda

obstoječi komunalni vodi

Plinovod

Vodovod

NN elektrovod

SN elektrovod

VN elektrovod

obstoječe / novo - po projektu Protin Ržinik Perc

SN-NN elektrovod

SN elektrovod

NN elektrovod

JR elektrovod

Vodovod

Fekalna kanalizacija

Mestna kanalizacija

projektirani komunalni vodi

Telekomunikacijski vod

NN elektrovod

JR elektrovod

Mestna kanalizacija

Fekalna kanalizacija

Vodovod

opušteni komunalni vodi

SN elektrovod

fekalni kanal

TK kanalizacija

vodovod

mestna kanalizacija

KKS kanalizacija

oznaka vodomeri jatek

Faza 1:

V1 - vodomeri jatek 1

3x vodomer za objekta C3 in B

V2 - vodomeri jatek 2

3x vodomer za objekta A1, C2 in A2

V3 - vodomeri jatek 3

1x vodomer za objekta C1

Faza 2:

V4 - vodomeri jatek 4

2x vodomer za objekta A5 in C5

V5 - vodomeri jatek 5

1x vodomer za hidrante v garaži in objekta C6

oznaka hidrant

OPPN

Meja OPPN KR SA 6/2

Meja funkcionalne enote (FE1, FE2, FE3, C2)

Parcelne meje

Parcelne meje - usnjene

Gradbena Parcela

Lučinska Faza 1 / Faza 2

GM Gradbena meja

GMP Gradbena meja - podzemno

Površine

Tlakovane bivalne površine

Zele površine - nizke grmovnice

Zelene površine - trava

Odprte zelene površine - igrišče

Odprte zelene površine - igrišče

Odprte zelene površine

Površine za mirujoč promet - travne plošče

Objekti

Vegetacija

Urbanistični kazalci

FU / Faktor utjecajnih površin

FEP / Faktor rastiščnih površin

FFP / Faktor prečnih površin

FU-B / Faktor utjecajnih površin

FU-P / Faktor utjecajnih površin

FZ / Faktor zadržanosti

FI / Faktor izrabe

Velikost gradbene parcele

Zaščitna površina

Ujuna rastiščnih površin

Rastiščna površina

V-1/25

VP-2/25

Črpalni vodnjak

Ponikalni vodnjak

Arhitekti Počivašek Petranovič

Orožnova ulica 1 / SI 3000 Celje

PE Tržaška cesta 2 / SI 1000 Ljubljana

Naziv gradnje

Stanovanjska soseska Kranj "Ob Savi"

Ime ali naziv investitorja

Stanovanjski sklad RS

Poljanska cesta 31

1000 Ljubljana

Vrsta dokumentacije

PZI

Vrsta načrta

1 - arhitektura

Vrsta gradnje

Novogradnja

Vsebina risbe

Situacija GII - zbirna situacija

Merilo

1:250

Odg. oseba projektanta

Davorin Počivašek, univ. dipl. inž. arh.

Identifikacijska številka

ZAPS A-1840

Vodja projekta

Davorin Počivašek, univ. dipl. inž. arh.

Odgovorni projektant

Davorin Počivašek, univ. dipl. inž. arh.

Identifikacijska številka

ZAPS A-1840

Avtorji arhitekture

Davorin Počivašek, u.d.i.a.

Urban Petranovič, u.d.i.a.

Jernej Borko, m.i.a.

Dan David Mrevlje Natlačen, m.i.a.

Ajda Lukman, m.i.a.

Številka risbe

0.3.1

Številka projekta

83/23

Datum izdelave

oktober 2025

Datum spremembe

Sprememba

Opis spremembe:

Naročnik:

Stanovanjski sklad RS

Poljanska cesta 31,

1000 Ljubljana

Objekt:

Stanovanjska soseska Kranj "Ob savi"

Projekt:

Za gradnjo:

Novogradnja

Vrsta proj. dok.:

Elaborat za izvedbo

Vrsta načrta:

2 - Načrti s področja gradbeništva

Št. projekta:

Št. načrta:

Risba:

Prikaz oddaljenosti osi črpalnih in ponikalnih vodnjakov do meje ureditvenega območja oz. sosednje parcele izven ureditvenega območja

Datum:

januar 2026

Merilo:

1:500

Št. risbe:

L.02.0

IRGO

1000 Ljubljana, Slovenija 83

Tel. N.C.:

(01) 560.36.00

Fax:

(01) 534.16.80

Trans. račun:

02923-014437232

Davčna številka:

44739222

Ime in Priimek

ID. št.

RG-0122

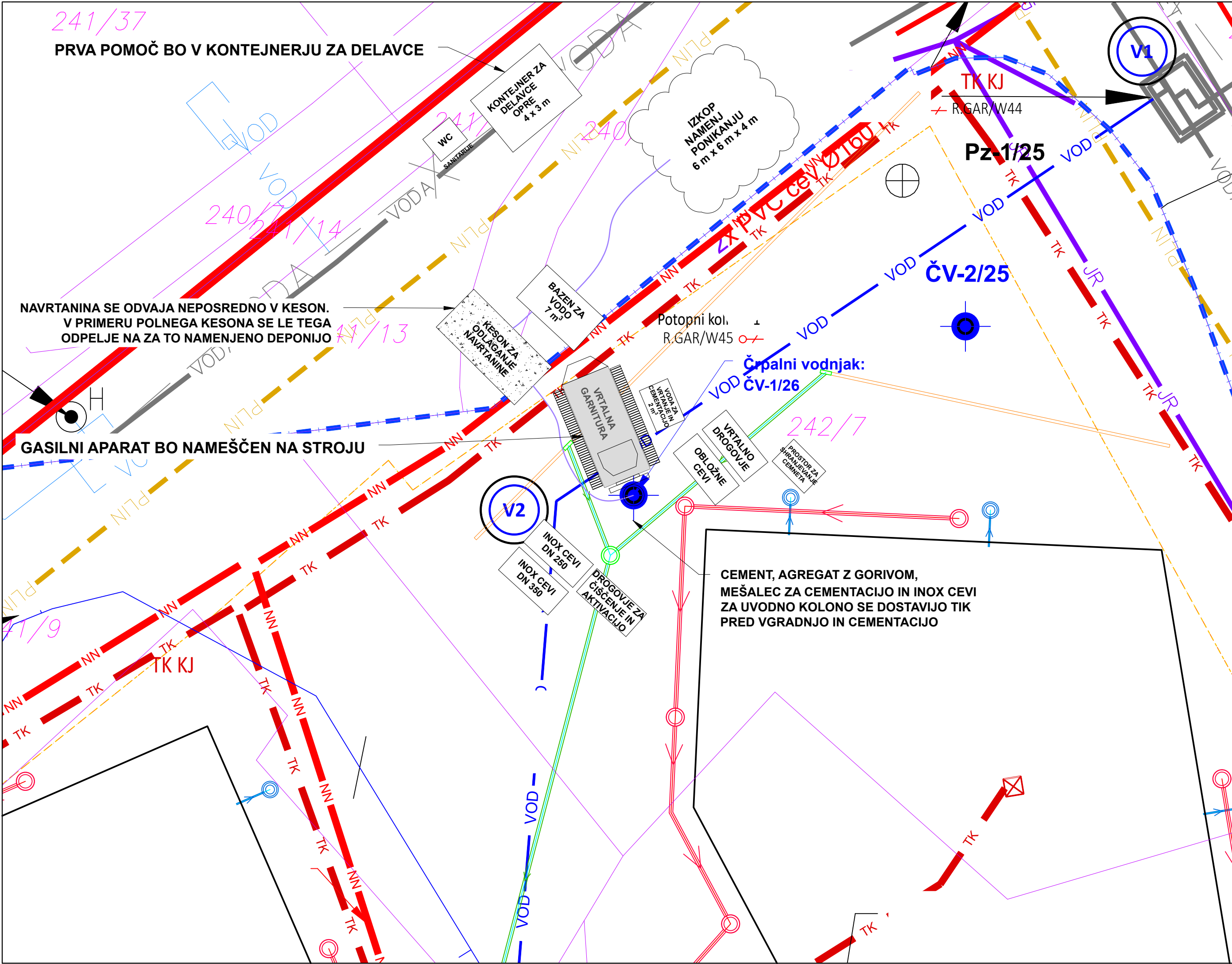
Odgovorni vodja:

Melhor Pregl, univ. dipl. inž. geol.

Odgovorni projektant:

Primož Cencelj, inž. grad.

Sodelavci:



Arhitekti
Počivašek
Petranovič

Orožnova ulica 1 / SI 3000 Celje
PE Tržaška cesta 2 / SI 1000 Ljubljana

Naziv gradnje	Stanovanjska soseska Kranj "Ob Savi"		
Ime ali naziv investitorja	Stanovanjski sklad RS Poljanska cesta 31 1000 Ljubljana		
Vrsta dokumentacije	PZI		
Vrsta načrta	1 - arhitektura		
Vrsta gradnje	Novogradnja		
Vsebine risbe	Situacija GJI - zbirna situacija		
Merilo	1:250		
Odg. oseba projektanta	Davorin Počivašek, univ. dipl. inž. arh.		
Identifikacijska številka	ZAPS A-1840		
Vodja projekta	Davorin Počivašek, univ. dipl. inž. arh.		
Odgovorni projektant	Davorin Počivašek, univ. dipl. inž. arh.		
Identifikacijska številka	ZAPS A-1840		
Avtorji arhitekture	Davorin Počivašek, u.d.i.a. Urban Petranovič, u.d.i.a. Jernej Borko, m.i.a. Dan David Mrevlje Natlačen, m.i.a. Ajda Lukman, m.i.a.		
Številka risbe	0.3.1		
Številka projekta	83/23		
Datum izdelave	oktober 2025		
Datum spremembe			

Legenda

obstoječi komunalni vodi

Plinovod

Vodovod

NN elektrovod

SN elektrovod

VN elektrovod

obstoječe / novo - po projektu Protim Ržišnik Perc

Telekomunikacijski vod

SN-NN elektrovod

SN elektrovod

NN elektrovod

JR elektrovod

Vodovod

Fekalna kanalizacija

Mešana kanalizacija

projektirani komunalni vodi

javno

interno

Telekomunikacijski vod

NN elektrovod

JR elektrovod

Meteorna kanalizacija

Fekalna kanalizacija

Vodovod

opuščeni komunalni vodi

SN elektrovod

fekalni kanal

TK kanalizacija

vodovod

mešana kanalizacija

KKS kanalizacija

ČV-1/25

Črpalni vodnjak

Sprememba:		Opis spremembe:		Datum:	Podpis:
Naročnik:		Objekt:			
Stanovanjski sklad RS		Stanovanjska soseska Kranj "Ob savi"			
Poljanska cesta 31,		Projekt:			
1000 Ljubljana					
IRGO 1000 Ljubljana, Slovenčeva 93 Tel.: N.C. (01) 560-36-00 Fax.: (01) 534-16-80 Trans. račun: 02923-0014437232 Davčna številka: 44739222		Za gradnjo:		Vrsta proj. dok.:	
Ime in Priimek		ID. št.		Novogradnja	
Odgovorni vodja:		RG-0122		Vrsta načrta:	
Odgovorni projektant:				2. - Načrti s področja gradbeništva	
Sodelavci:				Št. projekta:	
				Št. načrta:	
				Risba:	
				Organizacija gradbišča izgradnje raziskovalnega črpalnega vodnjaka ČV-1/26	
				Merilo:	
				1:150	
				Št.risbe:	
				L.03.1	

SEZNAM TEHNIČNIH PRIKAZOV

T. 01.1.	Geološko-geotehnični profil raziskovalnih črpalnih vodnjakov ČV-1/26 in ČV-2/26	M:L=1:20,H=1:100
T. 01.2.	Geološko-geotehnični profil raziskovalnega črpalnega vodnjaka ČV-3/26	M:L=1:20,H=1:100
T. 02.0.	Geološko-geotehnični profil raziskovalnih ponikalnih vodnjakov PV-1/26 in PV-2/26	M:L=1:20,H=1:100





M: L=1:20, H=1:100

LOBINA: 40,0 m

PRILOGA T.02.0